



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,**  
**RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA,  
EVALUANDO DOS NIVELES DE LEVADURA UTILIZANDO COMO  
SUSTRATO PAPA CHINA (*Colocasia Esculenta*) Y CAMOTE (*Ipomoea  
batatas* L) EN LA PLANTA DE FRUTAS Y HORTALIZAS DE LA  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR”

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales  
Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de  
Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de  
Ingeniería Agroindustrial.

**AUTORES:**

ALBÁN GARCÍA CARLOS RAFAEL  
CARRASCO ORDÓÑEZ JOFRE VICENTE

**DIRECTORA:**

DRA.HERMINIA SANAGUANO MCs.

**GUARANDA – ECUADOR**

**2012**

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA, EVALUANDO DOS NIVELES DE LEVADURA, UTILIZANDO COMO SUSTRATO PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) Y CAMOTE (*Ipomoea batatas* L), EN LA PLANTA DE FRUTAS Y HORTALIZAS DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR”

**REVISADO POR:**

---

**DIRECTOR DE TESIS**

Dra. Herminia Sanaguano MCs

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE  
TESIS

---

**BIOMETRISTA**

Ing. Iván García

---

**ÁREA TÉCNICA**

Ing. Edwin Solórzano.

---

**ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA**

Ing. Vicente Domínguez

Fecha de defensa.....

## **AUTORÍA DE TESIS.**

Nosotros, **Carlos Rafael Albán García; Jofre Vicente Carrasco Ordóñez**, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas el autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Carlos Rafael Albán García.

1803238706

---

Jofre Vicente Carrasco Ordoñez.

1803263373

## **DEDICATORIA**

*La presente investigación, fruto del esfuerzo y perseverancia previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, está DEDICADO con mucho cariño y aprecio a: Dios por darme la fortaleza y sabiduría por haberme dado la vida, guiarme, darme fuerzas y muchas esperanzas para culminar con una meta trazada en mi vida.*

*Este trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a mis queridos Padres: MARÍA ORDÓÑEZ y VICENTE CARRASCO por los esfuerzos y sacrificios hechos al darme la herencia más valiosa que pude recibir, por estar siempre a mi lado dándome sus valiosos consejos. A mi hermano y mis hermanas, por su ayuda, comprensión, y su apoyo incondicional.*

*Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de otras etapas por esto y más, la dedico a mi querida esposa PILI SALAZAR, por el inmenso amor, apoyo y comprensión que siempre me ha brindado, siendo para mí la base y motivación.*

*De una manera muy especial a: MIS PROFESORES quienes fueron y serán mis amigos, que en este camino difícil pero no imposible que he tenido que recorrer, han estado ahí dándome aliento y fortaleza en seguir adelante, quienes me daban impulso en momentos que no podía; A todos mil gracias, sin ustedes no hubiese sido esto posible para poder terminar esta etapa de mi formación profesional.*

*Joffre C.*

## **DEDICATORIA.**

*A Dios que ha sabido guiarme por el sendero del bien y ha sido la luz que siempre guiara mi camino.*

*A mis adorables y queridos padres, Mario Albán y Celia García que con su paciencia, su cariño, sus consejos, me apoyaron y me inculcaron valores éticos y morales, que me han enseñado a vencer todos los obstáculos que se presentan en la vida.*

*A mis hermanas: Nataly Albán y Gabriela Albán, que siempre estuvieron apoyándome, siempre estuvieron en las buenas y en las malas brindándome todo su cariño y sabios consejos.*

*A mi hijo ARIEL, quien es un ser muy especial, por su ternura y sus travesuras que son motivo de superación.*

*Con mucho amor a una persona muy especial Cristina quien es y será siempre mi inspiración, siempre está a mi lado brindándome todo su amor y cariño en los momentos duros y en los momentos más lindos que he pasado junto a ella.*

Carlos A.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradecemos a Dios por ser guía espiritual y permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros hermanos que nos han brindado su apoyo incondicional el mismo que demuestra este trabajo.

Agradecemos la ayuda nuestra Directora de Tesis Dra. MCs. Herminia Sanaguano quien a más de ser una guía ha sido una amiga dentro y fuera de las aulas. A los asesores: Ing. Iván García, Ing. Edwin Solórzano e Ing. Vicente Domínguez; y demás docentes y amigos que estuvieron apoyando para el desarrollo de esta investigación.

**LOS AUTORES.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>CAP.</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1	La papa china	6
2.2	Descripción Taxonómica	6
2.3	Características de la planta	6
2.3.1	Hojas	6
2.3.2	Flores	7
2.3.3	Semillas	9
2.3.4	Fruto	10
2.3.5	Cormo	10
2.4	Composición química de la papa china	12
2.5	Cosecha	14
2.6	Post-cosecha	14
2.6.1	Empaque	14
2.6.2	Almacenamiento	15
2.6.3	Transporte	15
2.7	Formas de utilización	15
2.8	Variedades	16
2.8.1	Variedad Eddoe	16
2.8.2	Variedad Dasheen	17
2.9	Camote	17
2.10	Descripción Taxonómica	17
2.11	Descripción de la planta	18

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>CAP.</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
2.11.1	Tallo	19
2.11.2	Hojas	20
2.11.3	Flores	20
2.11.4	Fruto y semilla	21
2.11.5	Raíces reservantes	22
2.12	Variedades	22
2.13	Composición química del camote	23
2.14	Operaciones cosecha y post-cosecha	24
2.14.1	Operaciones básicas de acondicionamiento	24
2.14.2	Recolección	24
2.14.3	Secado y curación	24
2.14.4	Almacenamiento	25
2.14.5	Empaque	25
2.14.6	Transporte	25
2.15	Usos del camote	26
2.15.1	Alimentación y forraje	26
2.15.2	En la industria	27
2.16	Fermentación alcohólica	27
2.16.1	Antecedentes de la fermentación alcohólica	28
2.16.2	Tipos de bebidas alcohólicas	29
2.16.3	Condiciones necesarias para la fermentación	31
2.16.4	Sulfitación	33



## ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>CAP.</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
2.17	Enzimas	34
2.17.1	Función de las enzimas	34
2.17.2	Clasificación de las enzimas	35
2.17.3	Alfa amilasa	35
2.17.4	Hidrólisis enzimática	36
2.18	Almidón	36
2.18.1	Composición del almidón	37
2.19	Destilación	48
2.19.1	Historia de la destilación	39
2.19.2	Modalidades de la destilación	41
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>Materiales</b>	<b>42</b>
3.1.1	Ubicación del experimento	42
3.1.2.	Localización del experimento	42
3.1.3	Situación geográfica y climática de la localidad	42
3.1.4.	Material de oficina	43
3.1.5	Material de experimentación	43
3.1.6	Material de Campo	44
3.1.7	Material de laboratorio	44
3.1.8	Reactivos	44
3.1.9	Material bibliográfico	45

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>CAP.</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
3.2	Métodos	45
3.2.1	Tratamientos	46
3.2.2	Descripción del diseño experimental	47
3.3	Procedimiento	48
3.3.1	Tipo de diseño experimental	48
3.3.2	Tipo de análisis	49
3.4	Mediciones experimentales	49
3.5	Manejo específico del experimento	53
3.5.1	Descripción del proceso	53
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>63</b>
4.1	Rendimiento del almidón	63
4.1.1	Análisis durante la hidrólisis enzimática	64
4.2	Análisis durante el proceso de fermentación	67
4.3	Análisis estadístico de las variables	81
4.4	Análisis de correlación-regresión	102
4.5	Análisis del mejor tratamiento	105
4.6	Análisis beneficio-costo	107
<b>V</b>	<b>VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	<b>109</b>
5.1.	Hipótesis a verificar	109

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>CAP.</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
5.2	Verificación de hipótesis del producto terminado	109
5.3.	Datos para el estadístico de prueba	110
5.3.1	Cálculo de hipótesis	111
5.3.2	Representación gráfica para el estadístico de prueba	111
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>113</b>
6.1	Conclusiones	113
6.2	Recomendaciones	116
<b>VII</b>	<b>RESUMEN Y SUMMARY</b>	<b>113</b>
7.1	Resumen	118
7.2	Summary	120
<b>VIII</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>122</b>

## LISTA DE TABLAS.

<b>Tabla N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Composición de 100g de materia seca del cormo de papa china	12
2	Composición química del camote	23
3	Referencia histórica del proceso de destilación	40
4	Situación geográfica y climática	42
4	Factores en Estudio	45
5	Factores de estudio	46
7	Tratamientos	47
8	Cuadro de análisis de varianza	49
9	Hidrólisis del almidón de papa china	64
10	Hidrólisis del almidón de camote	65
11	Análisis de varianza ADEVA variable volumen	81
12	Prueba de Tukey de la variable volumen	82
13	Análisis de varianza ADEVA variable producción	83
14	Prueba de Tukey de la variable producción	84
15	Análisis de varianza ADEVA variable acidez	85
16	Prueba de Tukey de la variable acidez	86
17	Análisis de varianza ADEVA variable °GL	87
18	Prueba de Tukey de la variable °GL	88
19	Datos ranqueados del atributo color	89
20	Réplica, datos ranqueados del atributo color	90
21	Análisis de varianza de la variable color	90
22	Resultados prueba de Tukey variable color	91
23	Datos ranqueados del atributo olor	92
24	Réplica, datos ranqueados atributo olor	93
25	Análisis de varianza de la variable olor	93
26	Resultados prueba de Tukey variable olor	94

## LISTA DE TABLAS.

<b>Tabla N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
27	Datos ranqueados del atributo sabor	95
28	Réplica, datos ranqueados atributo sabor	96
29	Análisis de varianza la variable sabor	96
30	Resultados prueba de Tukey variable sabor	97
31	Datos ranqueados del atributo aceptabilidad	98
32	Réplica, datos ranqueados atributo aceptabilidad	99
33	Análisis de varianza de la variable aceptabilidad	99
34	Resultados prueba de Tukey variable aceptabilidad	100
35	Análisis de regresión lineal múltiple	102
36	Coefficiente de regresión y estadísticos asociados	103
37	Análisis de varianza	103
38	Resultados de análisis físico-químico en laboratorio	105
39	Resultados de análisis de metanol en laboratorio	106
40	Análisis económico de relación beneficio-costos	107
41	Resultados posteriores de la destilación	110
42	Caracterización y comparación de los análisis de Laboratorio	115

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Hojas de la papa china	7
2	La forma de la espata en la antesis masculina	9
3	Forma de la semilla de papa china	10
4	Forma del corno de papa china	11
5	Superficie de la piel de papa china	12
6	Ilustración de la papa china	13
7	Representación del estolón de izquierda y derecha	13
8	Raíces reservantes	19
9	Partes del tallo	20
10	Partes de la flor	21
11	Partes del fruto y semilla	21
12	Proceso de reacción de la enzima sobre el sustrato	34
13	Fórmula de amilosa	37
14	Fórmula de amilopectina	38
15	Curvas de variación del pH y °GL en la hidrólisis de almidón de papa china	65
16	Curvas de variación del pH y °GL en la hidrólisis de almidón de camote	66
17	Variación de sólidos solubles en el T1	67
18	Variación de sólidos solubles en el T2	68

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
19	Variación de sólidos solubles en el T3	69
20	Variación de sólidos solubles en el T4	69
21	Variación de sólidos solubles en el T5	70
22	Variación de sólidos solubles en el T6	71
23	Variación de pH en el T1	72
24	Variación de pH en el T2	73
25	Variación de pH en el T3	73
26	Variación de pH en el T4	74
27	Variación de pH en el T5	75
28	Variación de pH en el T6	75
29	Variación de °GL en el T1	77
30	Variación de °GL en el T2	77
31	Variación de °GL en el T3	78
32	Variación de °GL en el T4	79
33	Variación de °GL en el T5	79
34	Variación de °GL en el T6	80
35	Medias de Tukey para variable volumen	83
36	Medias de Tukey para la variable producción	85
37	Medias de Tukey para la variable acidez	87
38	Medias de Tukey para la variable °GL	89

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
39	Medias de Tukey para la variable color	92
40	Medias de Tukey para la variable olor	95
41	Medias de Tukey para la variable sabor	98
42	Medias de Tukey para la variable aceptabilidad	101
43	Resumen de las pruebas sensoriales	101
44	Regresión de tiempo de fermentación vs °GL	104
45	Distribución normal	111
46	Resultados de distribución normal	112



## **INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo N°</b>	<b>Descripción</b>
1	Ubicación del Experimento
2	Ficha organoléptica para catación
3	Base de datos.
4	Resultados de los análisis de laboratorio
5	NTE INEN
6	Fotografías de la investigación.
7	Glosario de términos

## I. INTRODUCCIÓN.

La papa china o taro (*Colocasia esculenta*), es originario de Asia, probablemente de la India o Malasia. Durante la época prehistórica su cultivo se extendió a las islas del pacífico, más tarde fue llevado al Mediterráneo y al oeste de la India, parte tropical de América del sur y las costas de los Estados Unidos de América. Este cultivo se encuentra ampliamente difundido desde los trópicos hasta los límites de las regiones templadas. **(UDO Agrícola, 2008)**

Alrededor de 6,6 millones de toneladas de papa china/ yautía se produce en el mundo en un área de 1,07 millones de hectáreas (las estadísticas se combinan papa china y la yautía). El grueso de la producción y el área se encuentran en África, con Asia la producción de alrededor de la mitad tanto como África y Oceanía cerca de una décima parte. Los principales productores de Asia fueron China, Japón, Filipinas y Tailandia, mientras que en Oceanía, la producción estaba dominada por Papúa Nueva Guinea, Samoa, Islas Salomón, Tonga y Fiyi. **(FAO, 2010)**

El cultivo de la papa china en el Ecuador, ocupa una superficie de 419 hectáreas, dentro de esta extensión se destaca la provincia de Pastaza este con 100 hectáreas de producción. Este hecho se refleja por el alto consumo de este cormo; En la Amazonía Ecuatoriana los últimos años se ha observado un incremento del 10% anual de la superficie, debido al interés del mercado internacional especialmente centro americano y asiático, **(Freire, B 2012).**

Las 319 hectáreas se distribuye en el resto del país especialmente en la provincia de Bolívar se siembra entre solo y asociado 221 hectáreas con una cosecha de 165 Toneladas anuales. **(Cámara de Agricultura de la I Zona, 2010)**

En Ecuador, la papa china (*Colocasia Esculenta*) ha sido tradicionalmente un cultivo de subsistencia, y la producción que no es consumida por las familias de los productores, se está destinado en los últimos años a la exportación como productos de buena calidad y bien presentados. **(Giacometti,D y León,J.2008).**

Mediantes el convenio firmado entre el Gobierno Autónomo Descentralizado

Provincial de Pastaza y la Federación Ecuatoriana de Exportadores FEDEXPOR que trabaja con fondos de la Unión Europea se está formando núcleos empresariales con el objetivo de llegar a internacionalizar los productos de cada uno de ellos como la papa china, caña de azúcar, naranjilla, mermeladas etc. Este convenio apoya en lo que son capacitaciones, asistencia técnica, consultorías, acceso a mercados, ferias nacionales e internacionales. En la actualidad se está trabajando con seis núcleos empresariales y se tiene planificado llegar a formar un total de 24 núcleos en diferentes rubros.

**(Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, 2012.)**

El camote es cultivado en 111 países, anotándose que el 90% de la producción es obtenida en Asia, y apenas el 5% en África y el otro 5% en el resto del mundo. Solamente el 2% de la producción se logra en las naciones industrializadas como Estados Unidos y Japón. La China es el país que más produce, con 100 millones de toneladas **(FAO 2001, citado por Silva y otros 2004).**

El camote es el sexto cultivo alimentario más importante del mundo, luego del arroz, trigo, papa, maíz y la yuca. Pero en los países en desarrollo es el quinto cultivo alimentario más importante; cada año se producen más de 105 millones de toneladas métricas en el mundo, 95% de las cuales crecen en los países en desarrollo. El camote se usa para el consumo humano, y además es una fuente saludable y barata de alimento para animales. **(CIP, 2010)**

El INIAP a partir de 1989 lo incluyó dentro de los trabajos de investigación que llevó el Programa de Raíces y Tubérculos Tropicales de la Estación Experimental Portoviejo, efectuando recopilación y análisis de información agro socioeconómica de la zona central de Manabí basados en sistemas de producción de camote. Introducción, recolección, mantenimiento, identificación, caracterización y evaluación del material germoplásmico. Desarrollo de tecnologías apropiadas para el manejo de pre y post cosecha. Producción de semilla de buena calidad, difusión del cultivo a través de la capacitación. **(Cobeña R. Glória-Hinostroza G. Francisco, 2003)**

En la provincia de Pastaza se cultiva 78 ha con una producción de 212 toneladas al año, y en la provincia de Bolívar apenas 22 ha con una producción de 77 toneladas anuales. **(MAGAP, 2008)**

Las bebidas alcohólicas más importantes son el vino, la cerveza y el aguardiente **(Belitz y Grosch, 1997)**.

Para la elaboración de una bebida alcohólica de camote (*Ipomea batata L*), se parte de la obtención de alcohol mediante la destilación a partir de líquidos alcohólicos; estos, pueden contener alcohol, resultar de la fermentación alcohólica de substratos que contengan azúcares fermentables o generarse mediante hidrólisis. Como materias primas para elaborar aguardiente sirven los líquidos alcohólicos (vino y cerveza), sustancias azucaradas (azúcar de caña o de remolacha, entre otras) y materias primas que contengan almidón e inulina (frutas y vegetales, alcachofas, maguey, cereales, patatas, batatas y mandioca). **(Belitz y Grosch, 1997)**.

Las reacciones para obtener glucosa a partir del almidón puede ser: la hidrólisis ácida e hidrólisis enzimática, en los últimos años ha desplazado a la hidrólisis ácida, debido a que se dispone de nuevas enzimas. La mayor parte de los procesos que realizan hidrólisis de almidón usan hidrólisis enzimática esto se debe a las ventajas que ofrece el mismo. **(Badui, 2006)**

En la provincia de Pastaza no existen personas dedicadas a la labor de procesamiento de la papa china (*Colacasia esculenta*) y el camote (*ipomoea batata L*), con intención de darle un valor agregado a estos productos por este motivo la mayor cantidad de estos tubérculos se comercializada en fresco (papas). Lo cual es utilizado para la alimentación como consumo básico y el sobrante que es mucho debido a que pocas personas conservan la tradición de alimentarse con estos tubérculos lo utilizan para alimentar a los animales por esta razón este proyecto va dirigido a este sobrante de producto.

En Puyo las pocas personas que se dedican a la realización de bebidas alcohólicas lo hacen de la caña de azúcar y no de otros productos como la papa china y el camote que son muy ricos en almidón y con ayuda de la enzima  $\alpha$ -amilasa se hidrolizará, y a la vez este proyecto servirá para las empresas dedicadas a la fabricación de bebidas alcohólicas a minimizar la utilización de sacarosa, ya que se puede utilizar también almidones hidrolizados.

En la actualidad no existe literatura con información técnica sobre la papa china (*Colocasia esculenta*) y el camote (*ipomoea batata.L*), en cuanto se refiere al cultivo, tiempo de vida útil, parámetros óptimos de fermentación, sus usos; con esta investigación vamos a crear una bitácora de procesos de estos productos.

Con el presente trabajo a partir de la papa china y el camote como materia prima para la elaboración de una bebida alcohólica destilada, nos permitirá dar un valor agregado y permitir dar un uso industrial a estos tubérculos. Se utilizarán unas técnicas de hidrólisis y fermentación, las alfa amilasas GRINDAMYL™ A 10000, son las que ayudarán a la degradación del almidón que contiene la papa china y el camote respectivamente, para facilitar el accionar de las levaduras que intervendrán en el proceso de fermentación.

Este estudio pretende ofrecer a los agricultores una alternativa para aumentar la producción de papa china y camote, y para poder comercializar este producto obtenido de sus cosechas ya que en algunos casos por la abundancia del cultivo tienden a sufrir un decremento en los precios en los mercados locales, y por el contrario cuando estos productos están en escasez se incrementará su valor, es decir que existe una alta fluctuación en el mercado, por lo que se desea con este trabajo beneficiar directamente al productor pequeño y mediano de los productos antes indicados.

En esta investigación se tuvo como objetivo general: elaborar una bebida alcohólica destilada usando como sustratos, papa china (*Colocasia Esculenta*) y camote (*Ipomoea Batatas L*) evaluando dos niveles de levadura.

Y como objetivos específicos se planteó:

- Evaluar la acción hidrolítica de enzimas alfa-amilasas sobre el sustrato en base al tiempo y al contenido de alcohol.
- Determinar el mejor tratamiento de levadura y sustrato en la obtención de una bebida alcohólica destilada.
- Realizar el análisis físico-químico del mejor tratamiento
- Determinar el beneficio/costo del mejor tratamiento.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. LA PAPA CHINA (*Colacasia esculenta*)

Comúnmente conocida como papa china; es un tubérculo que crece en la Amazonía y contiene grandes cantidades de Calcio y Fósforo, fundamentales para la alimentación de niños, mujeres y ancianos. (Ortiz A, 2008)

### 2.2. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.

Clasificación Taxonómica de *Colacasia esculenta*

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Orden: Alismatales  
Familia: Araceae de las monocotiledóneas  
Género: *Colacasia*  
Especie: *Colacasia esculenta*

**Fuente:(Hao, 2006)**

### 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA.

*Colacasia esculenta* es una planta herbácea perenne, caracterizada por su rizoma tuberoso, que forma un corno de aspecto escamoso y espesor variable, que nacen en rosetas, el final de largos peciolos, (Hao, 2006).

#### 2.3.1. Hojas:

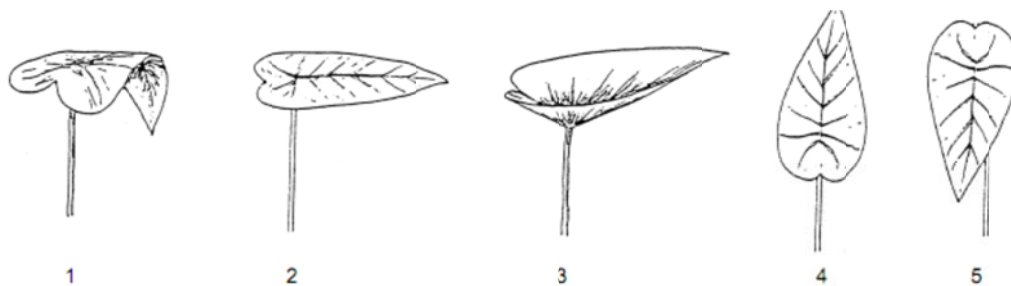
Las hojas son peltadas de 60 cm de largo y 50 cm de ancho, en forma de flecha, con una superficie oscuro terciopelo verde; peciolos grandes, suculentos, que

pueden ser verdes o violetas, (**Florida Department of Environmental Protección, 2008**).

Según, Plan Genética Resources, (1997), las hojas jóvenes completamente abiertas se presentan en:

1. Inclinada
2. Horizontal
3. En forma de copa
4. Erecta, ápice hacia arriba
5. Erecta, ápice hacia abajo

**Fig.1.** Hojas papa china (*Colocasia esculenta*): Plan Genética



**Fuente Resources, 1997**

El taro, el peciolo de la hoja adjunta a varias pulgadas de la base de la “V” de la hoja, mientras que a otras especies el peciolo se adjunta directamente en la base, (**University of Florida, 2008**).

### 2.3.2. Flores:

La inflorescencia en un tallo carnoso, peciolo más cortos que la hoja, la parte carnosa está envuelto en el tallo por una larga bráctea de color amarillo (espata). Flores diminutas, densamente concurrido en la parte superior del tallo carnoso, con flores femeninas y masculinas por abajo y encima de las flores, (**Hao, 2006**).

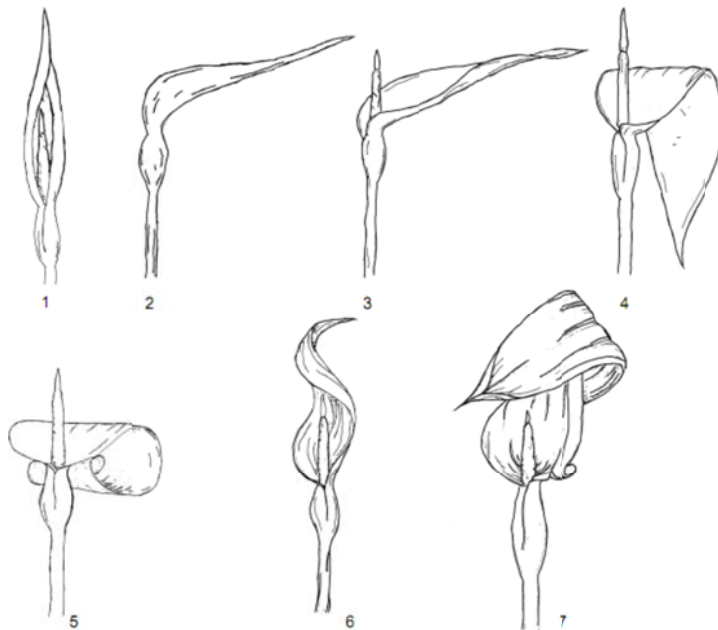


Flores espándice, unisexuales, pistiladas en la base del espándice y flores estaminadas en el extremo, con un grupo de flores estériles entre ambas zonas, **(Montaldo, y Pinedo 1999)**.

De acuerdo con Plan Genética Resources 1997, demuestra en la siguiente figura de la forma de la espata en la antesis masculina.

1. Encapuchada
2. Carenada
3. Aplanada
4. Completamente abierta e inclinada
5. Enrollada hacia atrás
6. Sinuosa
7. Enrollada y sinuosa

**Fig. 2.** La forma de la espata en la antesis masculina



Fuente: Plan Genética Resources, 1997

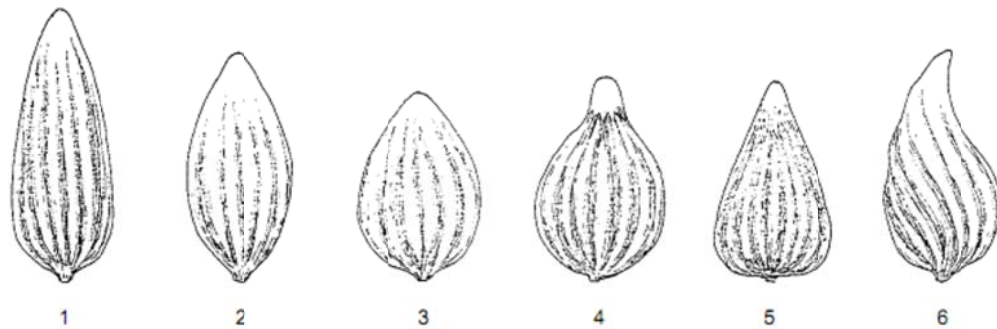
### 2.3.3. Semillas.

Esta planta generalmente no produce semillas, quizá debido a que, por selección clonal, a través de cientos de años de cultivo sólo se hayan seleccionado los clones infértiles, o bien a que como la cosecha se hace antes de año, las inflorescencias no tienen la oportunidad de formarse, **(Montaldo y Pinedo, 1999)**.

La forma de la semilla, se presenta en la siguiente figura, de acuerdo **(Plan Genética Resources1997)**.

1. Alargada
2. Elíptica
3. Ovalada
4. Con forma de “Cuello de Botella”
5. Cónica
6. Sinuosa

**Fig. 3.** Forma de la Semilla de Colacasia esculenta “taro”.



Fuente: Plan Genetic Resources, 1997.

#### **2.3.4. fruto.**

Son pequeñas bayas uniloculares, que se encuentran en grupos en el tallo carnoso, **(Florida Department of Environmental Protección, 2008).**

#### **2.3.5. Cormo.**

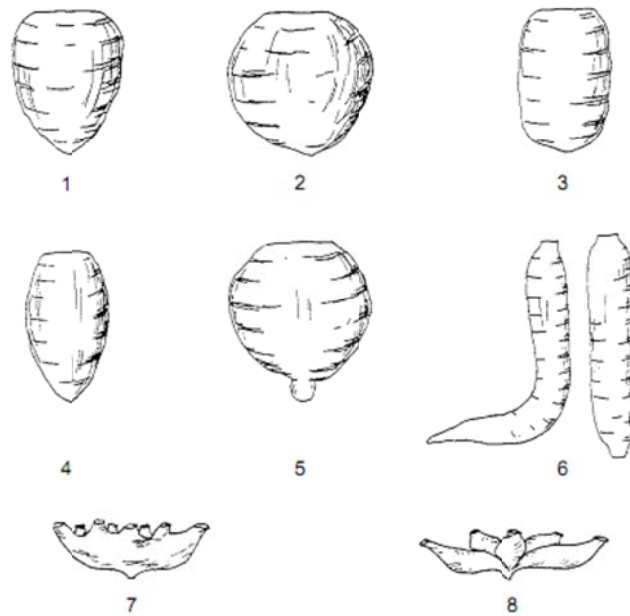
El cormo tiene una cáscara gruesa y rugosa, de color marrón casi negro, siendo rodeado por un espeso revestimiento fibroso (raíces), fácilmente removible durante la cosecha. Resultantes del engrosamiento rizoma subterráneo, puede alcanzar cuando el agua sea abundante y el suelo suelto, puede ser esférica o alargada, con un peso que oscila entre 30 y 450 gr. El color de su carne, suele ser de blanco nieve, en algunos tipos puede encontrarse rosado – amarillento e incluso anaranjado, el sabor es parecido al de la patata, **(Díaz 2008).**

Después de la cocción, la superficie del cormo expuesta al aire se ennegrece rápidamente por la oxidación, **(Hao, 2006).**

De acuerdo Plan Genética Resources, (1997), la forma del cormo que presenta Colacasia esculenta “taro”, es:

1. Cónica
2. Redonda
3. Cilíndrica
4. Elíptica
5. Con forma de campanilla
6. Alargada
7. Plana y multifacética
8. Agrupada

**Fig. 4.** Forma del corno que presenta *Colacasia esculenta* “taro”

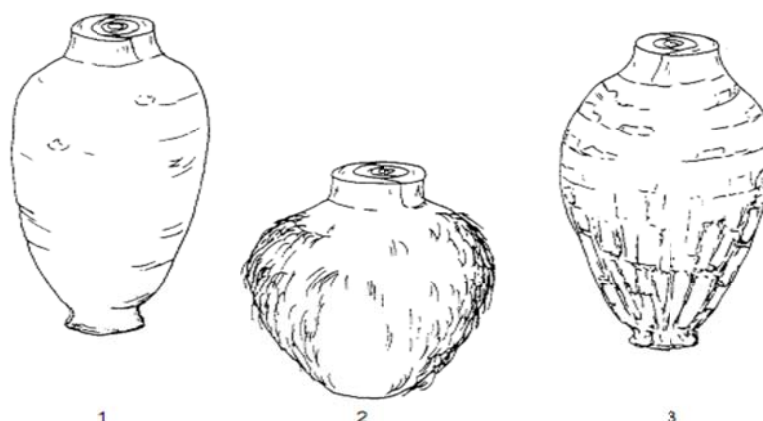


**Fuente:** Plan Genética Resources, 1997

La superficie de la piel del corno se clasifica, por:

1. Lisa
2. Fibrosa
3. Escamosa

**Fig.5.** Superficie de la piel del Corno de *Colacasia esculenta*



**Fuente:** Plan Genética Resources, (1997).

#### 2.4. COMPOSICIÓN DE LA PAPA CHINA.

**Tabla: 1** Composición de 100 g de materia seca del corno de papa china, según varios autores.

COMPONENTE	UNIDAD	Collazos	Jacoby/1	Montaldo
		Et.al. (1975)	(1975)	(1975)
Agua	gr.	72.2	72.4	72.6
Calorías	cal.	112.0	105.0	100.0
Proteína	gr	1.8	2.4	2.0
Grasas	gr	1.5	0.2	0.2
Carbohidratos	gr	23.5	24.1	24.3
Fibra	gr	0.4	--	0.6
Cenizas	gr	1.0	--	0.9
Calcio	mg.	3.0	22.0	14.0
Fósforo	mg	30.0	--	43.0
Hierro	mg	0.7	0.8	1.3
Vitaminas	mg	--	--	--
Tiamina	mg	0.09	0.09	0.13
Riboflavina	mg	0.03	0.03	0.02
Niacina	mg	0.44	0.50	0.40
Ácido Ascórbico.	mg	3.10	10.00	3.00

**Fuente:** Montaldo y Pinedo (1999)

Todas las partes de la planta son comestibles, pero como todas las aráceas, contienen oxalato de calcio lo cual limita el consumo de algunas variedades, también la pulpa contiene un principio de acre que genera ácido cianhídrico, pero que puede eliminarse por lavado y cocción, **(Montaldo y Pinedo 1999)**.

**Fig. 6.** Ilustración de *Colacasia esculenta*



**Fuente:** Univ. Of Florida, CanterforAquaactica and InvasidePlants, 2008.

**Fig. 7.** Representación de estolones de izquierda y derecha



**Fuente:** Plan Genetic Resources, 1997

## **2.5. COSECHA.**

La cosecha se realiza desde los 6 a 7 meses de la siembra de la plántula y en cormo a los 9 meses. La planta está lista para ser cosechada cuando las hojas inferiores se tornan amarillentas y cuando los cormelos se cierran en la parte superior. La cosecha de cormelos de la papa china puede ser diferida hasta por tres meses, esto facilita al productor para adecuarse a la demanda del mercado. **(Mosquera, E y Cárdenas, D 2008).**

Los cormos se extraen del suelo, se dejan secar para eliminar la tierra, se separan por la parte más delgada o pedúnculo y se guardan. La falta de lavado y desinfección de los tubérculos conduce a pérdida por ataque de hongos, pero el principal problema que se presenta durante el almacenaje es el brotamiento, **(Montaldo y Pinedo, 1999).**

Los cormos pueden almacenarse por varios meses; la pérdida de peso (en un período hasta de ocho meses) fluctúa entre 7 y 24% de acuerdo con la especie. La mejor manera de almacenar los cormos en el campo es enterrándolos. Para almacenar cormos para semilla, éstos deben ser tendidos en el suelo en capas finas o en montículos a la temperatura ambiente (25 a 30 °C). Aunque el cormo se puede almacenar por varios meses, es conveniente controlar periódicamente las condiciones de humedad y temperatura. Cuando los cormos quedan expuestos al sol durante mucho tiempo se desarrollan lesiones negruzcas en el interior de ellos, **(Lozada. A, 2005).**

## **2.6. POST- COSECHA**

### **2.6.1. Empaque**

Luego de cosechada la papa china (taro), se procede al empaque en canastillas para que sea transportado a la empacadora; en dónde se lo almacena en un cuarto frío y proceden a lavarlo manualmente en agua y en tinas grandes, para después

ser desinfectadas con sitrex (orgánico) en inmersión, así mismo en tinas, en dónde entran de 200 a 280 gavetas, luego se lo seca con cubículos aéreos en dónde se airean y pierden su humedad durante cuatro días. El cormo debe ser empacado en cajas de plancha de fibra ventiladas totalmente, de doble pared de cartón corrugado que contengan 42 libras netas, cuya medida de la caja es 48cm de largo x 40cm de ancho x 27cm de alto, **(Guamán, 2008)**.

### **2.6.2. Almacenamiento**

Después las cajas son transportadas en rodillos hacia la bodega. Es muy sensible a daños por enfriamiento, presentando descomposición por humedad y por la presencia de altas temperaturas, **(Guamán, 2008)**.

### **2.6.3. Transporte**

La papa china (taro) se transporta en furgones refrigerados manteniendo la temperatura y humedad relativa mencionada, **(Guamán, 2008)**.

La papa china tiene un período de vida de 2.5 a 3 meses especialmente manteniendo en refrigeración pero hay que tener cuidado con el enfriamiento excesivo, las altas temperatura y la presencia de humedad; el transporte se realiza a temperaturas menores a 10 °C. **(Salazar, W. 2001)**

## **2.7. FORMAS DE UTILIZACIÓN**

Casi toda la totalidad de producción de taro es utilizada para alimentación humana, en general consumido directamente en forma de vegetal cocido, el cormo se utilizan de manera similar a la papa, en la alimentación directa después de ser cocinados, en puré, en sopas y guisos. Se consume frito, forma en la que se preparan hojuelas crocantes. También se prepara una chicha o "masato" de taro. En África, el taro se usa en la preparación de "fufu", alimento tradicional en estos



pueblos, que consiste en una masa elástica elaborada con ñame cocido, molido y amasado en un mortero de madera, (**Montaldo y Pinedo, 1999**).

Contiene fósforo, hierro, calcio, vitaminas B1 y B5, y es un cormo, raíz, no como muchos imaginan, (**A Fresca, 2007**).

Además de la alimentación, el taro es utilizado en la cura de varias enfermedades, incluyendo el reumatismo, artritis, ácido úrico, la inflamación, todas las infecciones (Forúnculo, quistes sebáceos, los huesos, hemorroides, sinusitis, apendicitis), los virus y micosis, (**A Fresca, 2007**).

También nos protege de las enfermedades transmitidas por mosquitos como el paludismo, el dengue y la fiebre amarilla. De acuerdo Jardineiro. net (2007) se usa en forma medicinal para ser suministradas a las persona; cuya acción son las siguientes:

**a) Indicaciones:** Desnutrición, convalecencia, debilidad, anemia, osteoporosis, crecimiento, reumatismo.

**b) Propiedades:** Antiinflamatoria, diurética, energética, mineralizante.

**c) Partes usadas:** Hojas, flores, tallos y rizomas, siempre cocidos para uso interno o rallado crudo para el edema reumático

## **2.8. VARIEDADES.**

Existen numerosas variedades botánicas. También el taro mantiene numerosas cultivares agrícolas cultivares agrícolas, pero generalmente se clasifican en dos grupos principales:

**2.8.1. Eddoe,** que posee cormos más pequeños y cormelos más grandes.

**2.8.2. Dasheen**, en el cual el corno es grande y los cormelos más pequeños.

Algunos botánicos clasifican a los grupos eddoe y dasheen de taro como variedades botánicas distintas de *Colocasia esculenta*. Bajo esta clasificación el tipo eddoe es *Colocasia esculenta* variedad *antiquorum*, mientras que los tipos dasheen son *colocasia esculenta* variedad *esculenta*. **(Onwueme, 1978)**

Los cultivares de taro son distinguidos en base al color de la carne del corno y comerlos, por el color de la cáscara y venas, por el color del peciolo y por la acidez del tubérculo y las hojas. **(Onwueme, 1978)**

## **2.9. EL CAMOTE (*Ipomea batata L*)**

El camote es uno de los cultivos alimentarios del mundo más importantes en términos de consumo humano, en particular en el África subsahariana, partes de Asia y las islas del Pacífico. En primer lugar más domesticado de hace 5.000 años en América Latina, que se cultiva en más países en desarrollo que cualquier otro cultivo de otras raíces. A pesar de su nombre, la batata no está relacionada con la patata. Es una raíz no un tubérculo y pertenece a la familia por la mañana- glória. Muchas partes de la planta son comestibles, incluyendo las hojas, raíces, y las vides, y existen variedades con una amplia gama de color de la piel y la carne, de color morado blanco a amarillo-naranja y profundo. **(CIP, 2010).**

## **2.10. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.**

Reino: vegetal.  
División: Angiosperma.  
Clase: Dicotiledoneae.  
Orden: Tubifloras.  
Familia: Convolvulaceae.  
Género: *Ipomea*.

Especie: *batatas*.

**Fuente: (Raudez M. Guillermo, Poveda M. Miguel, 2004)**

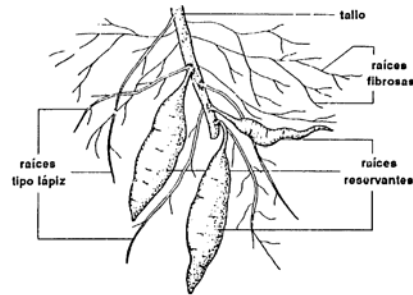
### **2.11. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.**

El Camote es una planta perenne, cultivada anualmente, pertenece a la familia de convolvuláceas (*Convolvulaceae*). A diferencia de la papa que es un tubérculo, o esqueje engrosado, el camote es una raíz reservante **(FAO, 2006)**

Es fibrosa y extensiva, tanto con profundidad y en sentido lateral. La porción comestible es la raíz tuberosa cuya cáscara y pulpa varían del color blanco al amarillo naranja, las raíces se originan en los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra, pueden medir de 30 a 40 cm de longitud y 15 a 20 cm de diámetro. **(FAO, 2006)**

El sistema radicular de la batata consiste en: a) raíces fibrosas que absorben nutrientes y agua, y sostienen a la planta, y b) raíces reservantes que son raíces laterales en las que se almacena los productos fotosintéticos. El sistema de las plantas que se obtuvo por propagación vegetativa se inicia con las raíces adventicias. Estas se desarrollan como raíces fibrosas primarias que se ramifican lateralmente. Conforme la planta madura se produce de raíces de tipo lápiz que tienen alguna lignificación. Otras raíces que no tienen lignificación, son carnosas.

**fig. 8 Raíz reservante.**



**Fuente:**(Huamán, Z. 2000)

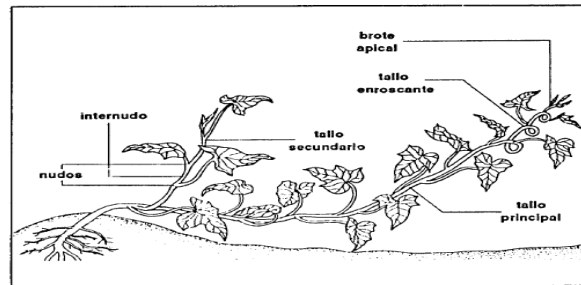
### **2.11.1. Tallo.**

Es una guía de hábito rastrero, aunque existen variedades del tipo arbustivo erecto. Su color varía de verde, verde bronceado a púrpura, con longitud de hasta 1.0 m. y superficie glabra o pubescente. Puede ser poco o muy ramificada, presentando 1 ó 2 yemas en cada axila foliar. **(FAO, 2006)**

Los tallos (bejucos o guías) son cilíndricos y longitud, así como la de los entrenudos, depende del hábito de crecimiento del cultivar y de la disponibilidad de agua en el suelo. Los cultivares de crecimiento erecto son de aproximadamente 1 metro de largo mientras que los muy rastreros pueden alcanzar más de 5 m de longitud. **(Huamán, Z. 2000)**

Dependiendo de los cultivares, el color de los tallos varía de totalmente verde a totalmente pigmentado con antocianinas (color rojo o morado). Los brotes apicales tiernos y, en algunos cultivares también los tallos, varían desde glabros (sin pelos) a muy pubescentes **(Huamán, Z. 2000)**

**fig. 9.** Partes del Tallo



**Fuente:** Huamán, Z. 2000

### **2.11.2. Hojas.**

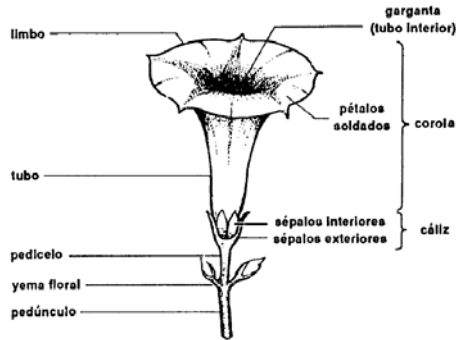
Son simples insertadas en el tallo, tiene una longitud de 4 a 20 cm, su forma puede ser orbicular ovalada, el borde se presenta como entero, dentado, lobulado o partido. La coloración varía de verde pálido hasta verde oscuro con pigmentaciones moradas. **(FAO, 2006)**

### **2.11.3. Flores.**

Las flores están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, con un raquis de 5 a 20 cm de largo, su color va desde verde pálido hasta púrpura oscuro. El cáliz está formado por 5 sépalos libres, la corola libre abierta es infundibuliforme, el androceo posee 5 estambres soldados a la corola, el gineceo tiene 2 carpelos y el ovario es supero. **(FAO, 2006)**

Los cultivares de batata difieren en su hábito de floración. Bajo condiciones normales en el campo, algunos cultivares no florecen, otras producen muy pocas flores y otras florecen muy profusamente. La flor de la batata es bisexual. Además el cáliz y la corola, contienen los estambres que son el órgano masculino o androceo y el pistilo que es el órgano femenino gineceo. **(Huamán, Z. 2000)**

**Fig. 10.** Partes de la flor



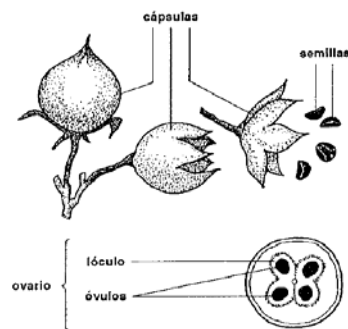
**Fuente:** Huamán, Z. 2000)

#### 2.11.4. Fruto y semilla

El fruto es una cápsula más o menos esférica con una punta terminal y puede ser pubescente o glabro. La cápsula una vez madura se torna color marrón. **(Huamán, Z. 2000)**

La semilla tienen un diámetro de 2 a 4 mm, de forma irregular a redondas levemente achatadas, de color castaño a negro, el tegumento es impermeable, lo que dificulta su germinación, pero no posee latencia **(FAO, 2006)**

**Fig. 11.** Partes del fruto y semillas



**Fuente:** Huamán, Z. 2000.

### **2.11.5. Raíces Reservante.**

La parte comercial de la batata son las raíces reservantes, algunas veces llamada erróneamente "tubérculos". La mayoría de los cultivares producen raíces reservantes en los nódulos de los esquejes sembrados originalmente y que permanecen bajo tierra. Sin embargo los cultivares de hábito muy rastrero forman raíces reservantes en algunos de los nudos de los tallos que están en contacto con el suelo. **(Huamán, Z. 2000)**

### **2.12. VARIEDADES.**

Las variedades de camote se clasifican según su sabor y color en: camotes dulces (blancos y rosados), y camotes desabridos (o papa camote) **(Cousin, citado por Berrú y Carrillo 1984).**

En la actualidad, al describir un cultivar se toma en cuenta el carácter de la pulpa, húmeda o seca (moist o drytipe), aclarando que estos términos se refieren al ablandamiento de los camotes cuando se cocinan, como consecuencia del desdoblamiento de los almidones en maltosa. Según este factor, y el del color de la pulpa, la siguiente es la agrupación de las variedades con mayor difusión mundial **(Folquer, 2000)**

#### **a) Tipo seco:**

- Pulpa blanca o cremosa.
- Pulpa amarilla.
- Pulpa morada.

#### **b) Tipo húmedo:**

- Pulpa anaranjada (con alto contenido en carotenoides).

- Pulpa amarilla.

### 2.13. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAMOTE.

**Tabla 2** Composición química del Camote.

COMPONENTE	CANTIDAD
Humedad	70%
Carbohidratos totales	26,1 g
Proteína	1,5 g
Lípidos	0,3 g
Calcio	32 mg
Fósforo	39 mg
Hierro	0,7 mg
Fibras digeribles	3,9 g
Energía	111 kcal

**Fuente:** Wolfe, citado por Silva y otros (2004)

### 2.14. OPERACIONES COSECHA Y POST-COSECHA.

El potencial de producción de la batata es extraordinario, especialmente en las regiones tropicales donde se encuentra su habitad natural. En el trópico, la batata puede proporcionar hasta tres cosechas sucesivas por año. Lo cual representa un enorme volumen de producción por unidad de superficie. **(Folquer, F. 2000)**



### **2.14.1. Operaciones Básicas de acondicionamiento.**

Los parámetros para determinar la fecha de cosecha son el ciclo vegetativo, disminución en la intensidad del color oscuro del follaje y el agrietamiento de la tierra alrededor de las plantas. Algunos productores toman en cuenta la floración pero cuando se tiene días largos los días a flor se alargan. **(FAO, 2006)**

### **2.14.2. Recolección.**

Para sacar las raíces se procede con un azadón, piocha o con otro implemento que permita remover la tierra; para las variedades que tienen sus raíces en disposición compacta esta labor se facilita ya que solamente se busca en la parte más cercana a la planta, no así las variedades que las presentan dispersa donde es necesario buscar en toda el área. **(FAO, 2006)**

### **2.14.3. Secado y curación.**

Después del lavado el camote son colocados en zarandas o canastillas para el secado por dos o tres días dependiendo de la condición del clima. Las canastillas son preferibles por la facilidad de mover y manipular y causan menos daño mecánico que las zarandas. **(USAID-RED, 2007).**

La curación tiene como objeto provocar la cicatrización de las lesiones causadas por la cosecha, evitando el ataque de microorganismos que provocan putrefacción, disminuir la pérdida de humedad y mayor intensidad respiratoria ocasionada por las heridas. Una buena curación se consigue colocando el camote en depósitos durante 4 a 7 días a temperatura entre 27 y 30°C, manteniendo una buena humedad relativa del 85 al 95% a temperatura de 31.5° C la curación se realiza en un tiempo de 3 a 5 días. El camote curado tiene mejor apariencia; la Suberización de las heridas es completa y pueden conservarse por largo tiempo (hasta un año) con buen almacenaje. **(FAO, 2006).**

#### **2.14.4. Almacenamiento.**

Después de la extracción de las raíces, éstas se colocan a la sombra, para realizar la separación del producto dañado del sano, inmediatamente después empacan en redes para su comercialización. Si el producto no se llevará inmediatamente al mercado se debe colocar en bodegas que sean frescas y ventiladas. Durante el acondicionamiento y almacenaje se puede perder entre un 5 y 10% por deshidratación y por los procesos de respiración. Parte de los almidones se transforman en azúcares lentamente durante el almacenamiento, por esta razón los tipos blandos quedan mucho más dulces y muestran una consistencia más suave después de su acondicionamiento y almacenaje, comparándolo con los recién cosechados. **(FAO, 2006)**

#### **2.14.5. Empaque.**

El tipo de caja dependerá de la variedad y mercado e incluya empaques de 6, 10, y 18.2 Kg. en todos los casos la caja debe ser bien ventilada, resistente y compatible con la tarima. Se estiba en columnas verticales para facilitar el movimiento de aire en los contenedores. **(USAID-RED, 2007).**

#### **2.14.6. Transporte.**

El camote empacado es transportado en contenedores refrigerados a una temperatura de 12 °C (55 °F) y con 25% de ventilación. Temperatura por debajo de 10 °C (50 °F) se presenta daños por frío. Al llegar el contenedor a la planta empacadora es recomendable realizar una revisión del mismo. Que esté limpio, sin olores extraños. etc. **(USAID-RED, 2007).**

## **2.15. USOS DEL CAMOTE.**

### **2.15.1. Alimentación y Forraje**

Los camotes, desde el punto de vista de su aprovechamiento, se dividen en tipos alimenticios y tipos forrajeros. Las raíces del camote pueden utilizarse frescas, enlatadas, deshidratadas y como forraje (**Montaldo, 1999**).

En Asia se prefiere el camote de pulpa seca, dura, blanca, con alto contenido de almidón, poca proteína y carotenos, que se utiliza en la industria de extracción del almidón, producción de alcohol y alimentación animal; mientras que en los países de occidente el camote es empleado para la alimentación humana, por lo que se prefiere que tenga más proteína y caroteno (**Ramón-Ávalos y otros s.f.**).

En Guatemala el camote se consume fresco (cocido) y conservado en dulces de trozos de raíz en forma de “marqueta”. La elaboración de harina en el ámbito experimental ha dado buenos resultados; el consumo animal es reducido y el industrial no ha sido explotado (**Soto Guevara 1992**).

En Guatemala, mediante la deshidratación artesanal de la raíz se obtiene harina de camote, la que se usa para la elaboración de atol, que es una bebida que se prepara disolviendo 100 g de harina de camote en 1,5 litros de agua fría, se cocina a fuego lento, se le agrega azúcar y canela al gusto, y sirve para la alimentación de infantes. En estudios realizados en Cuba se ha llegado a la conclusión de que la raíz deshidratada puede sustituir hasta el 50% del maíz en las dietas de los cerdos con resultados satisfactorios; el uso de la pulpa cocida del camote puede sustituir con buenos resultados todo el maíz en la dieta de los cerdos cuando se utiliza un suplemento proteico adecuado. Por otra parte, el bejuco fresco es muy apetitoso para los cerdos y puede ser una fuente económica de proteína en la dieta. El camote como cultivo integral, utilizando combinadamente la raíz y el bejuco,

puede competir ventajosamente y aun sobrepasar al maíz como alimento para los cerdos **(Domínguez, 1992)**.

En el Perú la raíz se destina a la alimentación humana en forma fresca, y a la agroindustria como insumo; mientras que el follaje se destina a la alimentación animal y se emplea como semilla, forraje y abono verde. También es utilizado para la elaboración de pan de camote, el que contiene 34% de harina de camote y 66% de harina de trigo **(Peralta y otros 1992)**.

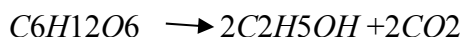
#### **2.15.2. En la Industria.**

Otro de los usos es el industrial. En el 2005 un equipo de técnicos de la Escuela Politécnica Nacional determinó que debido a la alta cantidad de amilasa que contiene, el almidón de camote al mezclarlo con dos plastificantes naturales, glicerol y sorbitol, puede servir como constituyente de láminas de plástico de alta resistencia **(SENACYT/FUNDACYT 2005)**.

Pruebas de laboratorio efectuadas en el Perú demuestran que se puede obtener 125 litros de alcohol por tonelada métrica de camote; teóricamente es posible obtener 22 000 litros de alcohol por ha/año. El siguiente paso es instalar una planta que produzca alcohol para el consumo humano, para la fabricación de shochu, y para la reproducción de plántulas libres de virus. Actualmente, en Japón se consumen 980 millones de litros de shochu, equivalentes a 7 litros por persona. Después de lograr la producción de alcohol y shochu, se puede pasar a la producción de etanol **(Paz s.f.)**.

#### **2.16. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.**

La fermentación alcohólica es una bioreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. La conversión se representa mediante la ecuación:



Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de levadura usada con más frecuencia. Por supuesto que existen estudios para producir alcohol con otros hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis*, pero la explotación a nivel industrial es mínimo. A pesar de parecer, a nivel estequiométrico, una transformación simple, la secuencia de transformaciones para degradar la glucosa hasta dos moléculas de alcohol y dos moléculas de bióxido de carbono es un proceso muy complejo, pues al mismo tiempo la levadura utiliza la glucosa y nutrientes adicionales para reproducirse. Para evaluar esta transformación, se usa el rendimiento biomasa/producto y el rendimiento producto substrato (**Vázquez H y Dacosta A, 2007**)

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias. Estos microorganismos transforman el azúcar en alcohol etílico y dióxido de carbono. La fermentación alcohólica, comienza después de que la glucosa se degrada en un ácido pirúvico. Este ácido pirúvico se convierte luego en CO<sub>2</sub> y etanol. Los seres humanos han aprovechado este proceso para hacer pan, cerveza, y vino. En estos tres productos se emplea el mismo microorganismo que es: la levadura común o la *Saccharomyces cerevisiae*. (**Macek, M, 2012**)

### **2.16.1. Antecedentes de las bebidas alcohólicas.**

La producción y el consumo de bebidas alcohólicas es una de las actividades más antiguas desarrolladas por el hombre. Hoy en día la elaboración de cerveza, de vino y de destilados representa una de las principales actividades comerciales en muchos países no islámicos y supone una importante fuente de ingresos para los gobiernos a través de los impuestos. Pero, al mismo tiempo hay que admitir que un exceso en el consumo de alcohol conduce a graves problemas sociales y de salud para las personas, así como las pérdidas en la economía nacional por la

disminución de la productividad, los costos de los tratamientos médicos. etc.  
**(Alan H. Vanam, Jane P. Sutherland, 1997)**

En esencia las bebidas alcohólicas son soluciones aromatizadas de etanol derivadas de numerosos sustratos, que pueden ser cereales (como la cebada en la cerveza), uvas u otras frutas (como el caso del vino), o cualquier carbohidrato (como los licores destilados). Ciertamente la fermentación alcohólica es el proceso biotecnológico más antiguo realizado por el hombre, y probablemente se remonte a más de 3000 años. Primeramente la fermentación se utilizó como método de conservación de jugos de frutas, pero después se adaptó para elaborar bebidas alcohólicas a partir de la fermentación de los cereales y la posterior destilación. **(Byong H. Lee, 1996)**

#### **2.16.2. Tipos de Bebidas Alcohólicas.**

A lo largo de los años ha ido apareciendo gran diversidad de bebidas alcohólicas, aunque la mayoría de los casos es posible encuadrarlas dentro de una de estas tres categorías: bebidas fermentadas, bebidas destiladas o espirituosas y bebidas encabezadas o generosas, en función de los ingredientes y de los procedimientos de su elaboración. **(Alan H Vanam, jane P. Sutherland, 1997)**

##### **a) Bebidas Fermentadas.**

Este proceso químico se produce cuando se dejan reposar determinados vegetales y frutas de gran contenido en glucosa durante un período de tiempo largo y a una temperatura apropiada. Las más consumidas en nuestro país son el vino de la mesa (11°–12°), la cerveza (4°–5°) y la sidra (3°). Los vinos aperitivos, como los vermús, oscilan entre una graduación de 18° a 24°, y se forman a base de añadir alvino, sino que también otras sustancias vegetales amargas o estimulantes. **(Mundo descargas, 2012)**

**b) Bebidas Destiladas o Espirituosas.**

Se obtiene cuando se hierven las bebidas fermentadas. Al eliminarse por el calor parte de su contenido en agua, se eleva la graduación de alcohol. Entre las más consumidas se encuentran el whisky (50°), la ginebra (40°), el ron (40°.80°), el coñac(40°), el anís(36°) y el pacharán (28°). También hay bebidas más purificantes, como ciertos rones o aguardientes, que sobrepasan una concentración de alcohol del 50%.**(Mundo descargas, 2012)**

**c) Bebidas Encabezadas o Fortificados.**

El vino fortificado, fortalecido o generoso, es aquel vino que, en su proceso de elaboración, incorpora procesos especiales para aumentar su estabilidad y aumentar su graduación alcohólica, sin perder por ello su condición de derivado 100% de la uva. Este tipo de vinos surgió en los siglos XVI y XVII, como resultado de la búsqueda de métodos para preservar el vino contra las condiciones perjudiciales que implicaba su transporte, desde los países europeos productores hasta los consumidores. La técnica más común para fortificar el vino consiste en añadir brandy durante o antes del proceso de fermentación, resultando en un vino de mayor graduación alcohólica (17 a 25 grados Gay Lussac), de mayor textura y sabores más robustos. Generalmente, este tipo de vinos son más dulces debido a los azúcares que no consiguieron fermentarse. También tienen mayor estabilidad: una vez abierta, una botella de vino fortificado puede durar varios meses sin perder sus propiedades al gusto. Los vinos fortalecidos más conocidos son el Jerez (España), el Oporto, el Madeira (Portugal), el Marsala (Italia) y el Banyuls (Francia).**(Wikipedia,2012)**

### **2.16.3. Condiciones necesarias para la Fermentación Alcohólica.**

#### **a) Levaduras.**

Las levaduras constituyen uno de los subgrupos de hongos más importantes que han perdido la morfología micelial. Aunque la mayoría de los hongos tienen una morfología relativamente compleja, las levaduras se distinguen por medrar en forma de pequeñas células sueltas (de 5 a 30  $\mu\text{m}$  de longitud por 1-5  $\mu\text{m}$  de anchura) las levaduras se clasifican dentro de tres clases de hongos superiores; ascomicetes, basidiomicetes y hongos imperfectos. La conocida *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura ascomicetal. Esto significa que la reproducción por gemación cesa en cierto momento del crecimiento y las células vegetativas se transforman en ascas, cada uno contenido cuatro ascosporas. **(Byong H Lee, 1996)**

*Saccharomyces* es capaz de fermentar un amplio número de azúcares, entre los que se encuentran: sacarosa, fructosa, galactosa, manosa y maltotriosa. La producción de etanol, el principal producto de fermentación, conlleva la formación en aerobiosis de piruvato a través de la ruta metabólica de Embden-Meyerhof y la descarboxilación del piruvato en anaerobiosis para rendir acetaldehído. Finalmente el acetaldehído se reduce a etanol. **(Waldemar Gastoni Venturini, 2000)**

#### **b) Temperatura.**

Las levaduras son microorganismos mesófilos, esto hace que la fermentación pueda tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13-14°C hasta los 33-35°C. Dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios. Sin embargo, a menor temperatura es más fácil conseguir



un mayor grado alcohólico, ya que parece que las altas temperaturas que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes. **(TRILLAS, 2002)**

La temperatura más adecuada para realizar la fermentación alcohólica se sitúa entre los 18-23°C y es la que se emplea generalmente en la elaboración de vinos blancos. Sin embargo, para elaborar vinos tintos es necesaria una maceración de los hollejos (y pepitas) de las uvas con el fin de extraer antocianinas y taninos principalmente, de forma que se fermenta a temperaturas más elevadas (24-31°C) para buscar una mayor extracción de estos compuestos. Por encima de 33-35°C el riesgo de parada de fermentación es muy elevado, al igual que el de alteración bacteriana ya que a estas elevadas temperaturas las membranas celulares de las levaduras dejan de ser tan selectivas, emitiendo substratos muy adecuados para las bacterias. **(TRILLAS, 2002)**.

### c) pH.

El crecimiento de la levadura y la velocidad de fermentación no se ve afectado por la variación del pH entre 3.5 y 6.0 en el medio, pero a los valores de pH entre 3.05 hasta 3.5 en el medio, se logra alcanzar un máximo de rendimiento de acuerdo a la formación de producto y crecimiento de la levadura. En una fermentación alcohólica, el pH varía normalmente entre un mínimo de 2.8 y un máximo de 3.8, rango que depende básicamente de la composición del medio a ser fermentado. Se establece que el pH en valores menores que 3.0 en un proceso fermentativo, se presenta el fenómeno de inhibición por pH, el cual se debe al efecto que esta variable tiene sobre los centros activos en las enzimas. Estos centros presentan actividad en un determinado estado de ionización y este estado varía en función del número de centros activos y estos, depende del pH del medio. En la levadura *Saccharomyces cerevisiae* el crecimiento se da más rápido que en las bacterias a bajos valores de pH, ofreciendo la ventaja de operar una fermentación alcohólica evitando contaminación. **(Ramírez G, Pedroza J, 2001)**

### **Ajustes de pH.**

- Adición de ácido Tartárico o de ácido cítrico: los dos únicos ácidos que se pueden usar tanto tecnológicamente como legalmente. **(Ramírez G, Pedroza J, 2001)**
- Desacidificación: los desacidificantes utilizables técnicamente en las fermentaciones son: el carbonato de calcio, el bicarbonato de potasio y el tartrato neutro de potasio. **(Ramírez G, Pedroza J, 2001).**

#### **d) Aireación.**

La velocidad de fermentación al inicio del proceso fermentativo, depende estrechamente de las condiciones de aireación, desarrollándose dicha fermentación más rápidamente cuando las levaduras están mejor aireadas. Por lo tanto, es conveniente airear el medio hasta el máximo, máximo que coincidirá con el límite de solubilidad de un gas (oxígeno) en un líquido y que es muy bajo. Por mucho que se airee al principio, se tenderá a alcanzar muy pronto la saturación del mosto se desviaría el proceso alcohólico, y comenzaría entonces la metabolización de los azúcares por vía respiratoria, produciendo mayor cantidad de células. La fermentación con agitación es ligeramente más rápida que la fermentación sin agitación. A pesar de ello, los niveles finales de etanol y azúcar obtenidos son similares en ambas condiciones de operación, observándose un ligero aumento en el grado alcohólico y el azúcar residual en la fermentación sin agitación **(López, 1995,).**

#### **2.16.4. Sulfitación.**

El metabisulfito de Potasio en la producción de vinos, cerveza etc. es muy utilizado. Se usó de manera extensiva en la industria inglesa sidrera para controlar la micro flora en el mosto, minimiza la oxidación de los componentes del jugo, y

para prevenir cambios oxidativos durante el almacenamiento e infecciones secundarias, después de la fermentación. (Navarre, 1998)

## 2.17. Enzimas.

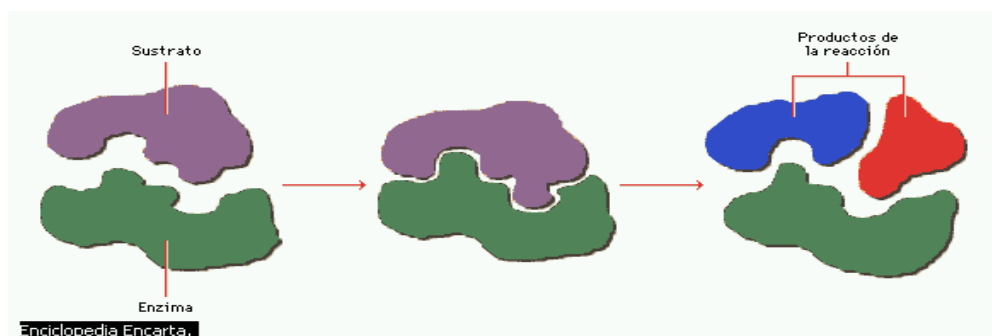
Son biomoléculas especializadas en la catálisis de las reacciones químicas que tienen lugar en la célula. Son muy eficaces como catalizadores ya que son capaces de aumentar la velocidad de las reacciones químicas mucho más que cualquier catalizador artificial conocido, y además altamente específicos ya que cada uno de ellos induce la transformación de un solo tipo de sustancia y no de otra que se puedan encontrar en el medio de reacción. (Bionova, 2010)

### 2.17.1. Función de las Enzimas

En su estructura globular, se entrelazan y se pliegan una o más cadenas polipeptídicas, que aportan un pequeño grupo de aminoácidos para formar el sitio activo, o lugar donde se adhiere el sustrato, y donde se realiza la reacción. Una enzima y un sustrato no llegan a adherirse si sus formas no encajan con exactitud. Este hecho asegura que la enzima no participa en reacciones equivocadas.

La enzima misma no se ve afectada por la reacción cuando los productos se liberan, la enzima vuelve a unirse con un nuevo sustrato. (Avilés J, 2010)

**Fig. 12** Proceso de reacción de las enzimas sobre el sustrato.



**Fuente:** Enciclopedia Encarta 2008.

### 2.17.2. Clasificación de las Enzimas.

El nombre de las enzimas es el del **sustrato** + el sufijo: **-asa**. Los nombres de las enzimas revelan la especificidad de su función:

**a) Oxido-reductasas:** catalizan reacciones de óxido-reducción, las que implican la ganancia (oxireducción) o pérdida de electrones (u oxidación), las más importantes son las deshidrogenasas y las oxidasas.

**b) Transfer asas:** transfieren grupos funcionales de una molécula otra, ej. quinasas; transfieren fosfatos del ATP a otra molécula.

**c) Hidrolasas:** rompen varios tipos de enlaces introduciendo radicales–H y –OH.

**d) Liazas:** adicionan grupos funcionales a los dobles enlaces.

**e) Isomerías:** convierten los sustratos isómeros unos en otros.

**f) Ligases o Sin tasas:** forman diversos tipos de enlaces aprovechando la energía de la ruptura del ATP ej.: polimerasas. **(Sáenz, P. 2004).**

### 2.17.3. Alfa amilasa.

La  $\alpha$ -amilasa es una enzima proteica que se encuentra en la saliva humana cataliza la degradación del almidón, que es un polisacárido de reserva vegetal. **(Garrido A, 2008)**

Su origen fúngico (*aspergillus oryzae*), bacteriano (*B. stearothermophilus*, *B. subtilis*), de cereales y del páncreas. La  $\alpha$ -amilasa cataliza la hidrólisis de la

cadena lineal (amilosa) y la ramificada (amilopeptina) del almidón, rompiendo enlaces 1,4 interiores (endoamilasas) para formar una mezcla de dextrinas; por ello se conoce como enzima dextrinogénica (mezcla de amilodextrina, eritrodextrina, acrodextrina y maltodextrina) con poca producción de maltosa. **(CIBYB, 2012)**

#### **2.17.4. Hidrólisis Enzimática**

Lo que llamamos almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la amilopeptina. Ambos están formados por unidades de glucosa, en el caso de la amilosa unidas entre ellas por enlaces a 1-4 lo que da lugar a una cadena lineal. En el caso de la amilopeptina, aparecen ramificaciones debidas a enlaces a 1-6. EL almidón sufre hidrólisis por acción de la amilasa, esta puede ser alfa amilasa o beta amilasa, en el caso de la primera la hidrólisis produce principalmente dextrina y en menor proporción la alfa maltosa. La beta maltosa produce alfa maltosa totalmente debido a que actúa desde el extremo no reductor de la cadena, catalizando la hidrólisis del segundo enlace  $\alpha$ -1,4, rompiendo dos unidades de glucosa (maltosa) a la vez, los microorganismos pueden usar alimentos macromoleculares; para ello, es necesaria una hidrólisis extracelular preliminar, igual que en los animales superiores. Los distintos microorganismos elaboran para este fin una cierta variedad de enzimas extracelulares que segregan al medio, el objetivo de esta práctica es evaluar que microorganismos producen amilasa y son por tanto capaces de utilizar el almidón. **(Buenas tareas, 2011)**

#### **2.18. ALMIDÓN.**

El almidón es un polímero de glucosa que constituye el tejido de almacenamiento más importante en las plantas. Es la sustancia más importante que existe desde el punto de vista de la alimentación humana por su volumen de consumo, disponibilidad, precio y disposición. **(Fernández José M, 2005).**

El almidón proviene de diversas fuentes con diferentes estructuras cristalinas. Los granos de cereal como maíz, trigo arroz son fuentes de almidón, como lo son raíces y tubérculos. Por ejemplo la tapioca, y las patatas se usan frecuentemente en la preparación de alimentos sin gluten”. (VACLAVIKA.2002)

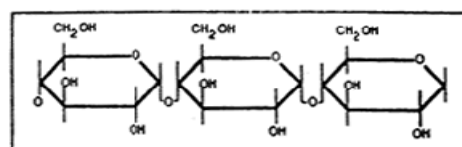
Su funcionalidad depende del peso molecular promedio de la amilosa y la amilopectina, así como de la organización molecular de estos glucanos dentro del gránulo. (Aguilar Claudia, 2007)

### 2.18.1. Composición Química de los Almidones.

El almidón está compuesto esencialmente de polímeros de D-glucosa (98-99%); químicamente, el almidón consiste en dos polímeros de diferente estructura, amilosa (24 al 27%) y amilopectina (77 al 76%), además de que algunos almidones se han identificado un tercer componente denominado material intermedio.(Aguilar Claudia, 2007)

La amilosa es una molécula lineal de almidón que está constituida por muchos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas que no tienen ramificaciones. (Sánchez, E, 2010)

Fig. 13 Formula de Amilosa.



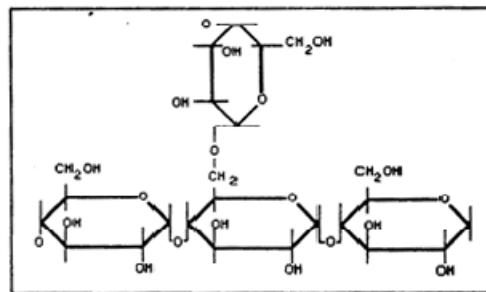
**AMILOSA**

Fuente: Wikipedia, (2012)

La amilopectina es un polisacárido que se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol: las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces  $\alpha$ -D-(1,6), localizadas cada 25-30 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de

daltones. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes. Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina y son conocidos como céreos. La amilopectina de patata es la única que posee en su molécula grupos éster fosfato, unidos más frecuentemente en una posición O-6, mientras que el tercio restante lo hace en posición O-3. Se diferencia del glucógeno por tener las ramificaciones  $\alpha$ -(1,6) cada 25-30 monómeros, pues éste tiene sus ramificaciones cada 8-12 unidades de glucosa. (Wikipedia, 2012)

**Fig. 14** Formula de Amilopectina



**AMILOPECTINA**

**Fuente:** Wikipedia, (2012)

## 2.19. DESTILACIÓN.

Todo líquido azucarado que ha experimentado una fermentación, no se ha transformado solamente en alcohol etílico y dióxido de carbono la glucosa se desdobra en un 94% en  $C_2H_6$  (etano) y  $CO_2$  (gas Carbónico) –sino que además se obtiene un buen número de distintos productos, unos volátiles y otros fijos. Entre los primeros, figuran los alcoholes propílicos, iso propílico, butílico, amílico, e iso amílico; los ácidos acético, málico, butílico y sus éteres correspondientes; el aldehído etílico, etc. En los segundos, figuran todas las materias albuminoides. (Carbonell, 1965)

Los puntos de ebullición del alcohol y del agua difieren considerablemente, pues está, a presión atmosférica a nivel del mar, hierve a 100 °C, en tanto que el

primero lo hace a 78,4. En cambio, el punto de ebullición de una mezcla de ambos líquidos se encontrará entre las dos cifras dadas. Proporcionalmente, cuando predomina el alcohol, baja el punto de ebullición, y a medida que dicha sustancia se va evaporando sube hasta que, finalmente, el agua destila a 100 centígrados. Si la destilación obtenida de la mezcla de alcohol y agua se destila de nuevo, se observa que ha aumentado la cantidad de alcohol. **(Enciclopedia Ilustrado Cumbre, 2000)**

Resultados similares pero de separación más difícil pueden lograrse invirtiendo el proceso. Esto implicaría enfriar el alcohol contenido en un líquido, comenzando a congelar el agua cuando se alcancen los 0°C y separar el alcohol de la solución. (el punto de congelación del alcohol es -114°C). **(Macek M, 2012)**

### **2.19.1. Historia de la destilación.**

Desde la más remota antigüedad, el hombre conoce los poderes excitantes de las bebidas fermentadas; entre ellas el vino, ha ocupado siempre un lugar destacado. El Génesis habla de vino, y en todas las religiones ha sido elemento de importancia, considerado como la ofrenda máxima con que satisfacer a los dioses; las religiones anteriores a las a la griega, utilizaron ya el vino en sus sacrificios, vertiéndolo junto a los altares; en el culto de Dion y Sios, el orondo dios griego, alcanzó su máximo esplendor. **(Carbonell, 1965)**

Hasta donde se sabe, el proceso de la destilación fue inventado por los alquimistas egipcios, quienes emplearon gran cantidad de aparatos diseñados para vaporizar sustancias volátiles y tratar los metales con ellas. Parece que, ocasionalmente, se realizaba una especie de destilación de líquidos. Por ejemplo, se calentaba agua de mar en calderos cubiertos y se sacudían las gotas condensadas en las tapaderas, con el fin de usarlas como agua para beber. Asimismo, el aceite de pez se elaboraba por el calentamiento del alquitrán y la subsecuente condensación de su vapor. **(Valiente B. Antoni, 2002.)**



El proceso de destilado se remonta a épocas anteriores al año 800 AC (antes de Cristo), momento en el cual se documentó al detalle el primer proceso de fermentación y destilación que se conoce. El siguiente es un cuadro con la referencia histórica que se conoce del proceso de destilación a lo largo de la historia de la humanidad. (Macek M. 2012)

**Tabla 3** Referencia Histórica del proceso de destilación.

Época	País o Zona Geográfica	Bebida fermentada	Material base para el producto	Bebida destilada obtenida
antes del 800 AC	China	Tchoo (tchú)	arroz y mijo	Sautchú (sautchoo)
800 AC	Ceylan e India	Toddy	arroz y melaza	Arrack
	Asia	Kumiss	leche de burra o yegua	Arika
	Tartaria Caucásica	Kefir	leche de burra o yegua	Skhou
	Japón	Sake	arroz	Sochu
500 DC	Reino Unido (Inglaterra)	agua miel (mead)	miel	Agua miel destilada
1000	Italia	Vino	uvas	Brandy
	Karpatos	fermento	papas y cereales	Vodka
	Países eslavos	brandy de ciruela	ciruelas	Slivovitza
1100	Irlanda	Cerveza	malta, avena y cebada	Usquebaugh (un tipo de whisky)
1200	España	Vino	uvas	Aquavini
	España y Francia	melaza de caña	caña de azúcar	Rum, rhum o ron.
1500	Escocia	Cerveza	malta de cebada	Aqua vitae o whisky
1650	Méjico	fermento	agave (cactus)	Tequila

**Fuente:** Macek M, (2012)

### 2.19.2. Modalidades de la Destilación.

Las modalidades de la destilación que interesan al enólogo son: la destilación simple y la destilación fraccionada.

**a) La destilación simple** sirve para separar un líquido de impurezas no volátiles o para separar mezclas de líquidos de distinto punto de ebullición. **(UNED BIZKAIA, 2010)**

**b) La destilación fraccionada** como norma general, cualquier mezcla de dos componentes que hierven con una diferencia de unos 80°C pueden separarse por destilación sencilla. El componente de menor punto de ebullición destila con mayor rapidez y la primera fracción del destilado es muy rica. El componente de mayor punto de ebullición será el componente principal de la última fracción del destilado. Si los puntos de ebullición de los dos componentes difieren entre 30 y 80 °C, todavía puede separarse por varias destilaciones sencillas, pero es un procedimiento muy laborioso. **(UNED BIZKAIA, 2010)**

**c) Destilación a vacío**, la destilación a vacío es una forma de destilación (sencilla o fraccionada, según el equipo empleado) que se efectúa a presión reducida. No es posible destilar a presión atmosférica muchas sustancias porque se descomponen antes de alcanzar el punto de ebullición normal. **(UNED BIZKAIA, 2010)**

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Ubicación del experimento.

El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de frutas y hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar.

##### 3.1.2. Localización del experimento.

**Provincia:** Bolívar.

**Cantón:** Guaranda.

**Parroquia:** Guanujo.

**Lugar:** Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar.

##### 3.1.3. Situación geográfica y climática de la localidad.

**Tabla:4** Situación geográfica y climática

PARÁMETROS	VALORES
Altitud	2.800 msnm
Longitud	79° 0'02"
Latitud	01° 34' 15"
Temperatura media anual	13°C
Temperatura máxima	18°C
Temperatura mínima	8°C
Humedad	75%

**Fuente:** Estación meteorológica del Laguacoto II Guaranda- Ecuador (2011).

#### **3.1.4. Material de oficina.**

- Borrador.
- Calculadora
- Carpetas
- CD's
- Computadora
- Cuaderno
- Escritorio
- Data Traveler
- Impresora
- Internet.
- Lápiz.
- Libretas
- Libros
- Papel bonn
- Papel de impresión
- Regla.
- Silla

#### **3.1.5. Material de experimentación.**

- Levadura (*Saccharomyces Cerevisiae*)
- Enzima ( $\alpha$  Amilasa GRINDAMYL™ A 10000)
- Camote (*Ipomea Batatas L*)
- Papa China (*Colacasia Esculenta*)
- Azúcar

### **3.1.6. Material de campo.**

- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica digital
- Filmadora
- Celular

### **3.1.7. Material de laboratorio.**

- Alcolímetro.
- Brixómetro
- Equipo de destilación. artesanal
- Balanza digital
- pH- metro
- Probetas
- Recipientes plásticos
- Licuadora industrial
- Alcoholímetro.
- Termómetro de alcohol escala -10 a 100 °C
- Pipetas.
- Tubos de ensayo.
- Envases de vidrio para muestra 250ml
- Guantes quirúrgicos.

### **3.1.8. Reactivos.**

- Metabisulfito de sodio.
- Ácido Cítrico
- Agua destilada
- Solución de Lugol
- Fenolftaleína.

- Hidróxido de sodio 0.1 N

### 3.1.9. Material de Biblioteca.

- Libros.
- Periódicos.
- Computadora.
- Folletos.
- Internet.

## 3.2. MÉTODOS.

### 3.2.1. Factores en Estudio.

En el experimento se evaluaron dos factores de estudio (A x B) con dos réplicas. Los factores con sus niveles son:

**Tabla: 5** Factores en estudio.

Factores	Código	Descripción del Nivel
Cantidad de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en g (levadura)	A	$a_1=0,06g.$ $a_2=0,08g.$
Mezcla de sustratos	B	$b_1= 25\%$ . de sustrato de papa china y 75% de sustrato de Camote $b_2= 50\%$ . de sustrato de papa china y 50% de sustrato de Camote $b_3 = 75\%$ de sustrato de papa china y 25%. de sustrato de Camote

**Fuente:** Albán C; Carrasco J. (2012)

### 3.2.2. Tratamientos.

De la combinación de los factores en estudio (A x B) a diferentes niveles se obtuvo los siguientes tratamientos:

### 3.2.3. Descripción del Diseño Factorial.

**Tabla: 6** Factores de estudio.

Tratamientos	Código	Total de observaciones
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2
T3	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	2
T4	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2
T5	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	2
T6	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	2
TOTAL		12

**Fuente:** Albán C; Carrasco J. (2012)

TUE (Tamaño de la Unidad Experimental) = 4Lit.

**Tabla: 7** Tratamientos.

Nº	CÓDIGO	NIVEL
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0,06g. Levadura + (25%.de sustrato de papa china y 75%. de sustrato de camote.)
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0,06g. Levadura + (50%. de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote.)
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0,06g. Levadura. + (75% de sustrato de papa china y 25%. de sustrato de camote.)
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0,08g. Levadura + (25%. de sustrato de papa china y 75%. de sustrato de camote.)
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0,08g. Levadura+ (50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote.)
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	0,08g levadura + (75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote.)

Fuente: Albán. C; Carrasco J. (2012).

### 3.2.3. Descripción del Diseño Experimental.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), en arreglo factorial 2 x 3 con 2 repeticiones el mismo que responde al siguiente modelo matemático:

$$(Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_{ij})$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$ = Variable sujeta de medición estas son: volumen (vinillo), producción (destilado), Acidez, Grado alcohólico (GL), color, olor, sabor y aceptabilidad.

$\mu$ = Media General



$A_i$ = Efecto del Factor A (g de *Saccharomyces cerevisiae*)

$B_j$ = Efecto del Factor B (% de sustratos de papa china y camote)

$AB_{ij}$ = Efecto de la Interacción (A x B)

$C_{ij}$ = Efecto del Error Experimental

### **3.3. PROCEDIMIENTO.**

#### **3.3.1. Tipo de Diseño.**

Para la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial 2 x 3 con 2 repeticiones;

Factor de estudio	(Fe)	=	2.
Repeticiones	(r)	=	2.
Unidades Experimentales	(t x r)	=	12.
Unidad Experimental	=		4 Lit.

### 3.3.2. Tipo de Análisis

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

**Tabla: 8** Análisis de Varianza

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Total	$(A \times B \times r - 1)$	11
Repeticiones.	$(r - 1)$	1
Factor A	$(A - 1)$	1
Factor B	$(B - 1)$	2
Interacción A x B	$(A - 1)(B - 1)$	2
Error Experimental.	$(A \times B - 1)(r - 1)$	5

**Fuente:** Albán C; Carrasco J. (2012)

### 3.3.3 Análisis Estadístico.

Para la determinación del mejor tratamiento se realizó:

- Prueba de Tukey al 5%.
- Prueba de Tukey para comparar factores en estudios (A, B).
- Análisis de correlación - regresión al 5%.

### 3.4. MEDICIONES EXPERIMENTALES.

Las mediciones experimentales que se evaluaron son a la materia prima, en el proceso del experimento, en el producto terminado así como también en el mejor tratamiento, se detallan a continuación:

- °Brix.
- Acidez Total.
- Análisis físico-químico del mejor tratamiento.
- Análisis Organoléptico.
- Evaluación beneficio-costo del mejor tratamiento.
- Grados Alcohólicos °GL.
- pH.
- Presencia de Almidón
- Presencia de Metanol.
- Rendimiento del alcohol.

**a) En la materia prima.**

- **Potencial Hidrógeno pH.**

Se realizó según el método (NTE INEN 526)

El pH-metro se calibró con solución buffer de 4 y 7 pH.

Se pesó con aproximación al 0,1 mg, 10mg de muestra de almidón y se colocó en un vaso de precipitación, 10g de muestra preparada y se colocó en el vaso de precipitación se añadió 100cm<sup>3</sup> de agua destilada, recientemente hervida y enfriada, se agitó suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.

Se continuó la agitación durante 30 min. A 26 °C, de modo que la que las partículas de almidón se mantuvieron en suspensión, y se dejó en reposo para que el líquido se decante.

Se determinó el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

- **Porcentaje de sólidos solubles (°Brix)**

Se tomó muestras de cada sustrato y con ayuda de un Brixómetro se procedió a medir los dos sustratos tanto de papa china como el sustrato de camote.

- **Presencia de Almidón.**

Para verificar la presencia de almidón en la materia prima se procedió a tomar una muestra de almidón disuelto en agua añadimos cuidadosamente Lugol.

Evaluación

Si cambia a color azul oscuro o negro (es un indicativo de presencia de almidón)

El color cambio a rojizo a marrón (el almidón no está totalmente degradado)

Cuando no cambia el color de la solución, color pardo rojizo (es indicativo de ausencia de almidón)

**b) En el proceso**

- **Porcentaje de Sólidos Solubles (°Brix)**

Se tomó muestras de cada dos días y con ayuda de un Brixómetro se midió todos los tratamientos y se verificó el descenso del porcentaje de °Brix q disminuyó.

- **Potencial Hidrógeno.**

Para estas pruebas nos ayudamos de un pH-metro los datos se fueron registrando cada dos días esto se aplicó a todos los tratamientos.

c) **Producto terminado**

- **Grado alcohólico.**

Según (NTE INEN 340) "Determinación del grado alcohólico" se necesitó de la ayuda de un alcoholímetro con escala Gay Lussac con la finalidad de determinar el grado alcohólico del producto terminado.

- **Rendimiento del alcohol.**

Se midió el volumen de alcohol destilado en relación al sustrato utilizado por 100. Con el objeto de conocer el rendimiento del alcohol de cada tratamiento.

$$R = \frac{\text{Alcohol destilado en ml.}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$$

- **Acidez Total.**

Según (NTE INEN 341) "Determinación de la acidez" para bebidas alcohólicas" (por titulación con fenolftaleína) se midió la acidez de la bebida de papa china y camote. Para lo cual se midió 25 ml de muestra, se mezcló con 250 ml de agua destilada, se añadió 5 gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio 1 N hasta el cambio de color ligeramente rosado.

- **Pruebas organolépticas.**

Una vez realizados los análisis antes citados al producto, se procedió con la evaluación organoléptica:

Se realizó con un panel de 10 catadores no entrenados, que con ayuda de la guía instructiva y hoja de encuesta se procedió a evaluar: sabor, color, olor y

aceptabilidad.

**d) Mejor tratamiento.**

- **Análisis físico-químicos.**

Estos análisis se aplicaron luego de obtener el mejor tratamiento mediante la tabulación de datos con el programa estadístico; estos análisis son grados alcohólicos (GL), acidez, pH y °Brix estos análisis se realizaron en un laboratorio.

- **Análisis de Metanol.**

Se determinó el contenido de metanol (NTE INEN 347), de la fermentación en la bebida alcohólica y verificar si no es perjudicial para la salud.

### **3.5. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.**

#### **3.5.1. Descripción del Proceso**

El siguiente proyecto se desarrolló en tres etapas determinadas que son: obtención del almidón, hidrólisis del almidón y el proceso de fermentación.

Utilizando la indumentaria necesaria para el ingreso a la Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar, esta indumentaria y pasos a seguir son: mandil, cofia, mascarilla, botas de caucho y un limpión luego de cumplir con esta disposición se procedió al ingreso y desinfectar toda el área con agua potable, cloro y continuamos con los siguientes pasos para obtener excelentes resultados en el trabajo de investigación.

## **1<sup>ra</sup> Etapa.**

### **a) Obtención del Almidón.**

- **Recepción.-** La presente investigación se inició con la recepción de la materia prima (Papa China y Camote), se colocó sobre una mesa para evaluar e inspeccionar la calidad de la misma, en forma visual que no haya sufrido ningún daño en la recolección y transporte.
- **Clasificación.-** Se separó el producto sano de las descompuestas, disponiendo de recipientes adecuados donde se colocó el producto descartado de manera que no tuvo contacto con el producto seleccionado para el procesamiento, facilitando así los siguientes pasos.
- **Primer Pesado.-** Este paso se dio para verificar la cantidad de papa china y camote que llegó de los productores (en buenas condiciones), libre de objetos o sustancias extrañas al producto; también para saber la cantidad de producto que llegó para trabajar en el práctica; para esto utilizamos una balanza.
- **Limpieza y Pelado.-** La limpieza se ejecutó con abundante agua con el fin de eliminar las impurezas adheridas a la corteza y la tierra de la papa china y el camote

El pelado se procedió a realizarlo de una forma manual (con cuchillos), es decir, se despojará la corteza.

- **Segundo Pesado.-** Esta operación se la realizó con la finalidad de saber qué porcentaje de corteza eliminamos ya que al final del proyecto todo esto se tomó en cuenta para costos de producción.

- **Acondicionamiento**

El acondicionamiento consiste en añadir el metabisulfito de sodio en una cantidad de 80 ppm esto suele ser una sal sódica que sirve como conservante, antioxidante y bacteriostático en la preparación de bebidas alcohólicas.

- **Rallado.-** Esta procedimiento es muy importante porque es la acción de liberar el almidón de la papa china y el camote respectivamente empleando: métodos mecánicos o manuales. La eficiencia de esa acción recibe el nombre de efecto rallador (ER), que se ha calculado (Alarcón, 1989) mediante la siguiente ecuación.

$$ER = 1 - \left[ \frac{A_A \times F_R}{A_R \times F_A} \right]$$

**Dónde:**

$A_A$  = Almidón recuperado en el afrecho.(%)

$F_R$  = Fibra cruda en la papa china y camote frescos, respectivamente (%)

$A_R$  = Almidón en la papa china y camote fresco, respectivamente (%)

$F_A$  = Fibra cruda en el afrecho (%)

En el rallado se liberarán los gránulos de almidón contenido en las células de (papa china y camote) respectivamente. La eficiencia de esta operación determinará, en gran parte, el rendimiento total de almidón en el proceso de extracción.

El rallador es un utensilio de cocina que se lo puede adquirir en almacenes o se lo puede fabricar con una lámina de hierro galvanizado que se perfora manualmente con un clavo (o punzón) en toda su área. Se hacen generalmente una o dos perforaciones por  $\text{cm}^2$



- **Lavado.**-Una vez terminado la operación de rallado se procedió a lavar con agua y agitación constante, para extraer la mayor cantidad de almidón, esta operación se repitió tres veces.
- **Sedimentación y Decantado.**- Cuando la lechada de papa china y camote respectivamente rallada sale, contiene almidón, fibra fina y material proteico en suspensión.

Esta lechada fue conducida a tanques o recipientes, donde se llevó a cabo la sedimentación del almidón. De la lechada que se encuentre en los recipientes, se separa el componente más denso, o sea, el almidón, cuyos gránulos, de diverso tamaño, se sedimentará en el fondo. Este proceso duró 6 a 8 horas en los recipientes. Al final de esta etapa quedo una capa de almidón compactado en el fondo del recipiente. El agua sobrenadante se desechó a esto se le denomina decantado.

- **Secado.**- El secado es la operación de deshidratación del almidón húmedo mediante exposición al calor. Este procedimiento se realizó una vez terminado la serie de pasos anteriores, para esto necesitamos de un horno secador o una estufa el tiempo estimado fue de 3 horas a 45 °C.
- **Pesado.**- Una vez que se obtuvo el almidón libre de humedad se llevó a la balanza nuevamente para pesar y sacar los rendimientos de cada producto
- **Almidón.** El producto final fue el almidón resultado de todos los procesos anteriormente citados y listos para continuar con la experimentación.

## 2<sup>da</sup> etapa

### b) Hidrólisis enzimática.

Se realizaron los siguientes pasos:

- **Mezclado:** Se mezcló 200g de almidón con 1 litro agua destilada, evitando la de grumos esto basado en previos ensayos tanto para el almidón de la papa china (*Colacasia esculenta*) y el almidón de camote (*Ipomoea Batata L*)
- **Gelatinización:** Esta mezcla se sometió a la llama hasta llegar a 70 °C durante 30 min.
- **Hidrólisis:** La enzima  $\alpha$  amilasa de nombre comercial GRINDAMYL™ A 10000 se adicionó al almidón gelatinizado produciendo el fenómeno de hidrólisis (libera Dextrina, Maltosa y Glucosa) esta enzima se utilizó de acuerdo a la hoja técnica que es de 20 a 50 ppm en los 2400g de almidón con 12 litros de agua destilada.
- **Reposo:** Adicionada la enzima  $\alpha$  amilasa se dejó en reposo durante una hora para que la enzima hidrolice los enlaces glucosídicos alfa1,4 de amilosa y amilopectina y por consiguiente se transformó rápidamente en dextrinas solubles y oligosacáridos. Y como resultado de la Hidrólisis los sustratos estuvieron listos con la siguiente etapa.
- **Prueba de Lugol.**

Para detectar la presencia de almidón en el proceso de hidrólisis mediante la acción hidrolítica de la enzima  $\alpha$  amilasa de la marca comercial GRINDAMYL™ 10000 se realizó la prueba de yodo o Lugol. El procedimiento del análisis es el siguiente:

Preparamos una muestra de 10 ml de solución de almidón. Añadimos cuidadosamente 1 ml de solución de yodo (1 gr de yodo + 10 gr de yoduro potásico + 1 litro de agua).

**Evaluación:**

- No cambia el color de la solución de yodo (color pardo rojizo) ausencia de almidón.
- El color cambia de pardo rojizo a marrón (el almidón no está completamente degradado).
- Color azul, azul oscuro o negro (presencia de almidón).

**3<sup>ra</sup> Etapa.**

**c) Fermentación.**

- los sustratos obtenidos producto de la hidrólisis resultado de la etapa anterior se realizó mediciones de °Brix y pH, en base a estos se procedió a realizar los ajustes necesarios (21 °Brix y el pH a 4). Para el cálculo del ajuste de grados °Brix se utilizó la siguiente fórmula.

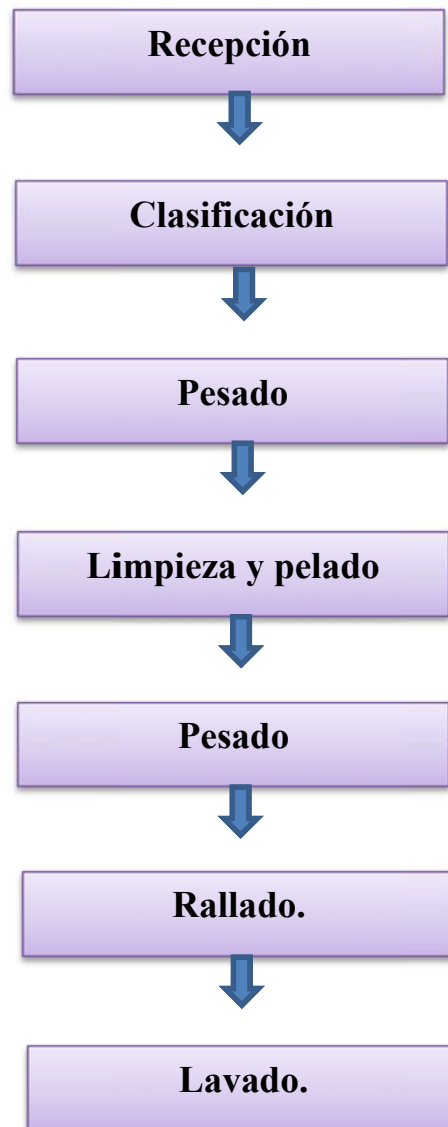
$$W \text{ Sacarosa} = \frac{W \text{ de sustrato } (\text{°Brix deseados} - \text{°Brix obtenidos})}{100 - \text{°Brix deseados}}$$

- **Acondicionamiento**

El acondicionamiento consiste en añadir el metabisulfito de sodio en una cantidad de 80 ppm esto suele ser una sal sódica que sirve como conservante, antioxidante y bacteriostático en la preparación de bebidas alcohólicas.

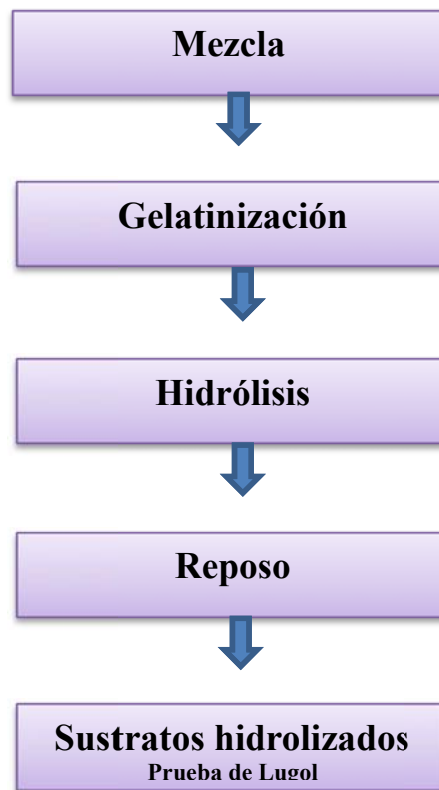
- **Inoculación:** Se colocó 100ml de mosto en un vaso de precipitación a 35°C, se agrega la cantidad recomendada en el diseño experimental (0.06 y 0.08 respectivamente) de levadura con respecto al volumen del mosto, se deja en reposo durante cinco minutos manteniendo una temperatura de 30 a 35°C hasta que la levadura se activó y presente espuma sobre la superficie. Esto indicó que la levadura esta lista para inocular el resto del mosto
- **Fermentación:** El mosto inoculado se lleva a los recipientes de plástico de 6 litros de capacidad y el mosto fue de 4 litros, en donde se realiza la fermentación alcohólica, a una temperatura aproximada como mínimo a 18 °C y máximo a 35 °C por un tiempo de 21 días.
- **Trasiego:** Terminado el proceso de fermentación (°Brix y pH constantes) se procedió a realizar el trasiego del mosto a otro recipiente con el fin de eliminar los sedimentos
- **Destilación:** El mosto se destiló en un equipo de destilación a una temperatura de 78°C (temperatura de ebullición del alcohol), obteniendo etanol con grado alcohólico elevado.
- **Embotellado:** Luego de haber destilado y diluido la bebida alcohólica se envaso en botellas de vidrio de capacidad de 250ml.
- **Etiquetado:** Las botellas que contienen la bebida alcohólica fue etiquetado para su presentación.
- **Almacenamiento:** El destilado se almacenó para los respectivos análisis al mejor tratamiento.

**Diagrama 1. Proceso de obtención de almidón de papa china y camote.**



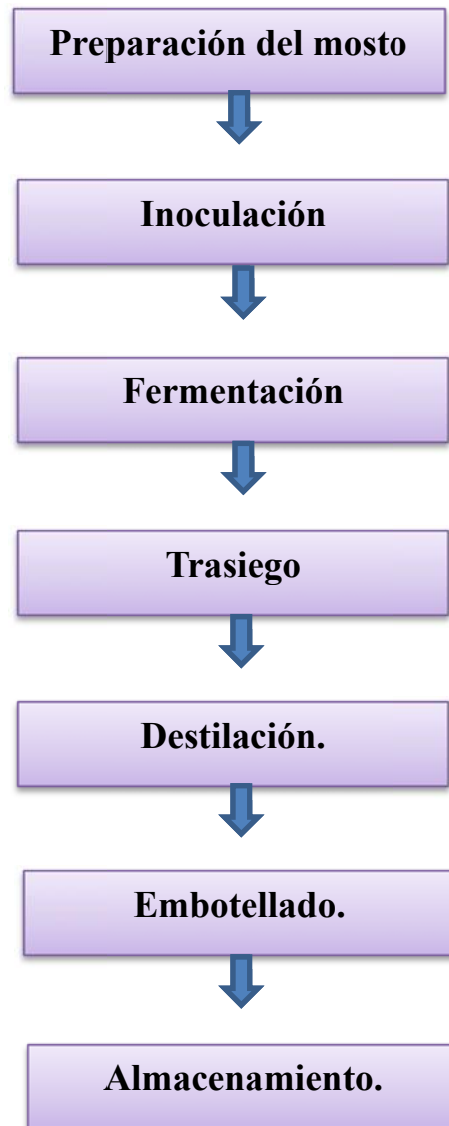
Fuente: Albán C; Carrasco J. (2012)

**Diagrama 2. Hidrólisis Enzimática**



Fuente: Albán C; Carrasco J. (2012)

**Diagrama 3. Proceso de Fermentación.**



**Fuente: Albán C; Carrasco J. (2012)**

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

En la “Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de Levadura utilizando como sustrato papa china (*Colocasia esculenta*) y camote (*ipomoea batatas* L)” en la Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar. se obtuvo los siguientes resultados y por consiguiente la respectiva discusión.

##### 4.1. RENDIMIENTO DEL ALMIDÓN.

Según el análisis realizado para el rendimiento tanto para la papa china (*Colocasia esculenta*) y camote (*Ipomea batatas* L), se utilizó materia prima comprada en el mercado de la ciudad del Puyo provincia de Pastaza

Para el caso de la papa china se compró 24,3 y se obtuvo 4,950Kg de almidón de papa china, para calcular el rendimiento utilizamos la siguiente fórmula.

$$R = \frac{PA}{PPCH} \times 100$$

**Dónde:**

**R=** Rendimiento

**PA=** peso del almidón.

**PPCH=** peso papa china

$$R = \frac{4950g}{24300g} \times 100$$

R= 20.4% de rendimiento de la papa china

Para el camote el mismo procedimiento se compró 22,4Kg. de camote de los cuales se obtuvo 4,8Kg de almidón de camote, para calcular el rendimiento utilizamos la siguiente fórmula:



$$R = \frac{PA}{PC} \times 100$$

**Dónde:**

**R=** Rendimiento

**PA=** peso del almidón.

**PC=** peso del camote

$$R = \frac{4820g}{25000g} \times 100$$

R= 19.28% de rendimiento del camote.

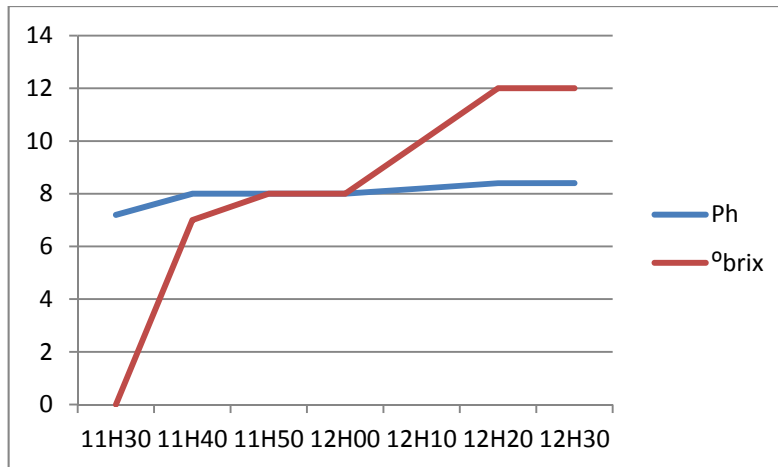
#### **4.1.1. Análisis durante la Hidrólisis enzimática.**

**Tabla N° Hidrólisis del almidón de papa china.**

<b>HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DEL ALMIDÓN DE PAPA CHINA (<i>Colacasia esculenta</i>)</b>			
<b>HORA</b>	<b>pH</b>	<b>°Brix</b>	<b>PRESENCIA DE ALMIDÓN</b>
11H30	7,2	0	+
11H40	8	7	+
11H50	8	8	+
12H00	8	8	+ -
12H10	8,2	10	+ -
12H20	8,4	12	-
12H30	8,4	12	-

Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

**Fig. 15** Curvas de variación de pH y GL en la Hidrólisis.



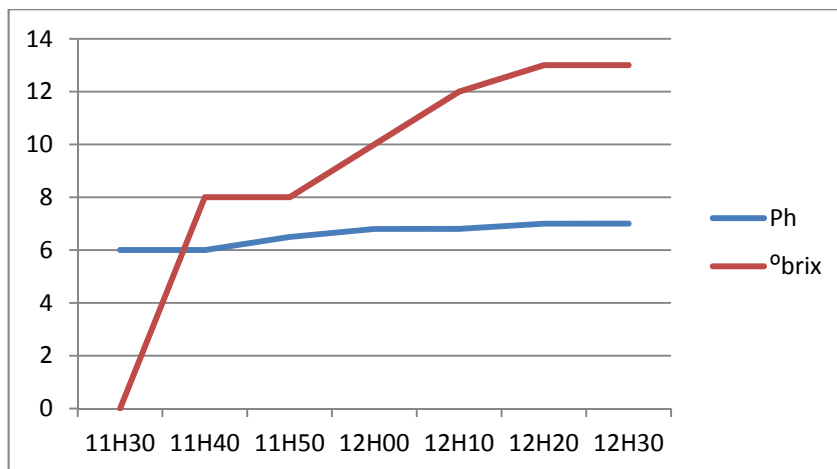
Fuente: Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°10** Hidrólisis del almidón del camote.

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DEL ALMIDÓN CAMOTE ( <i>Ipomoea batata</i> L)			
HORA	pH	°Brix	PRESENCIA DE ALMIDÓN
11H30	6	0	+
11H40	6	8	+
11H50	6,5	8	+
12H00	6,8	10	+ -
12H10	6,8	12	+ -
12H20	7	13	-
12H30	7	13	-

Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

**Fig. 16 Curvas de variación de pH y GL en la Hidrólisis.**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

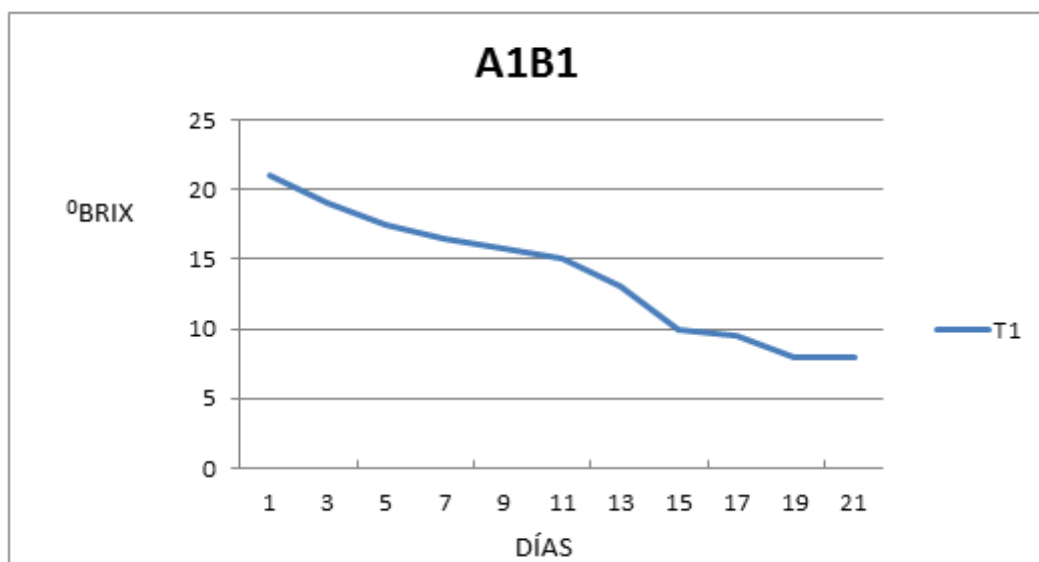
Como podemos observar tanto en las tablas como en los gráficos los °Brix y pH se midió cada 10min. durante una hora y se observó, al momento que se utilizó la enzima comenzó el fenómeno, a los 10 min se obtuvo inmediatamente resultados; y así a los 60 min llegó a 12 °Brix y 8.4 de pH para el caso del sustrato de papa china; para el caso del camote a 13 °Brix y un pH de 7; todos estos cambios se debe a la intervención de la enzima alfa amilasa sobre el almidón (desdoblamiento de los enlaces glucosídicos) y podemos decir que el objetivo 1 se cumple a cabalidad.

## 4.2. ANÁLISIS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.

### a. Porcentaje de Sólidos Solubles (°Brix).

Para todos los tratamientos el consumo de azúcar es muy rápido que se denomina etapa de crecimiento, debido a que existe suficiente cantidad de azúcar, estos azúcares se convierten en ácido pirúvico y este ácido pirúvico se transforma en CO<sub>2</sub> y etanol, viene luego una etapa de latencia donde el azúcar tiene un papel muy importante ya que es el alimento fundamental de las levadura, donde al no existir suficiente azúcar comienza un descenso mínimo los grados °Brix y muy pronto llegara a una etapa de muerte lo que significa que se ha terminado el proceso de fermentación y la no existencia de azúcar.

**Fig. 17 Variaciones de sólidos solubles en el T1.**

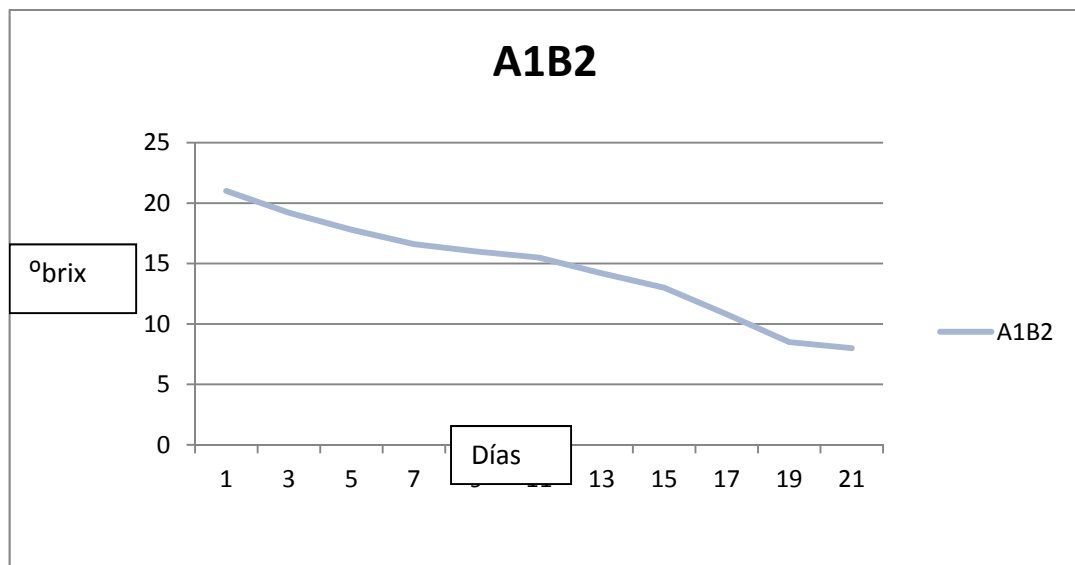


Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. 17. Indica la variación del % de sólidos solubles en el T<sub>1</sub> en el factor A (0,06g de levadura) y el factor B (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) se observa un descenso rápido hasta el día 13, la razón de este

descenso es debido al alto porcentaje de sólidos solubles y de esto se alimentan las levaduras como van pasando los días va disminuyendo el porcentaje de sólidos solubles y empieza una etapa de latencia luego continua con el descenso de la fermentación alcohólica con un valor de 15 °Brix y llegando al día 21 con un valor de 8 °Brix.

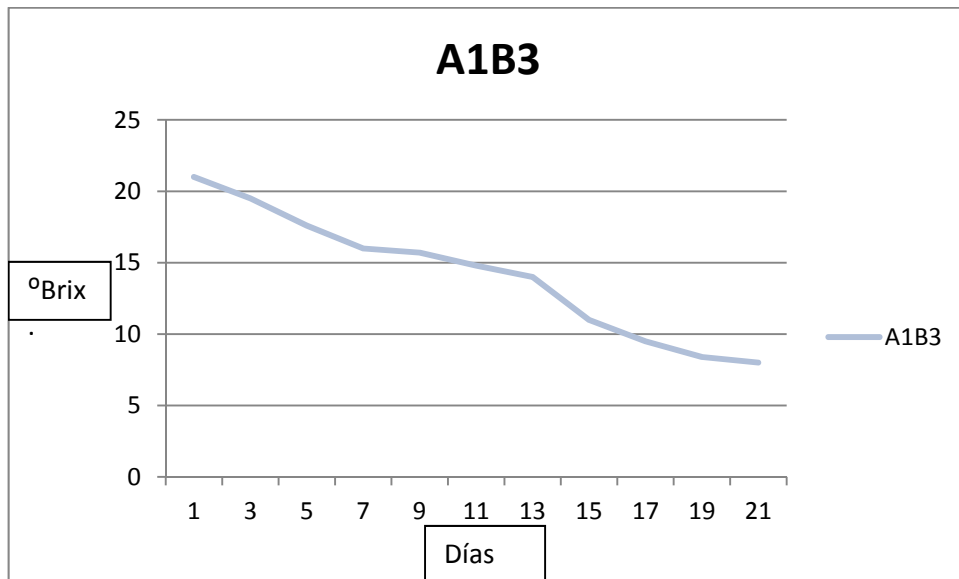
**Fig. 18 Variaciones de sólidos solubles en el T<sub>2</sub>.**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

La fig. 18 indica la variación del % de sólidos solubles en el Tratamiento 2, donde el factor A consta de (0,06g de levadura más 50% de sustrato de papa china y 50% de camote) se observa un descenso rápido hasta el día 19 de la fermentación alcohólica con un valor de 8,5 °Brix. y termina la fermentación con un valor de 8 °Brix.

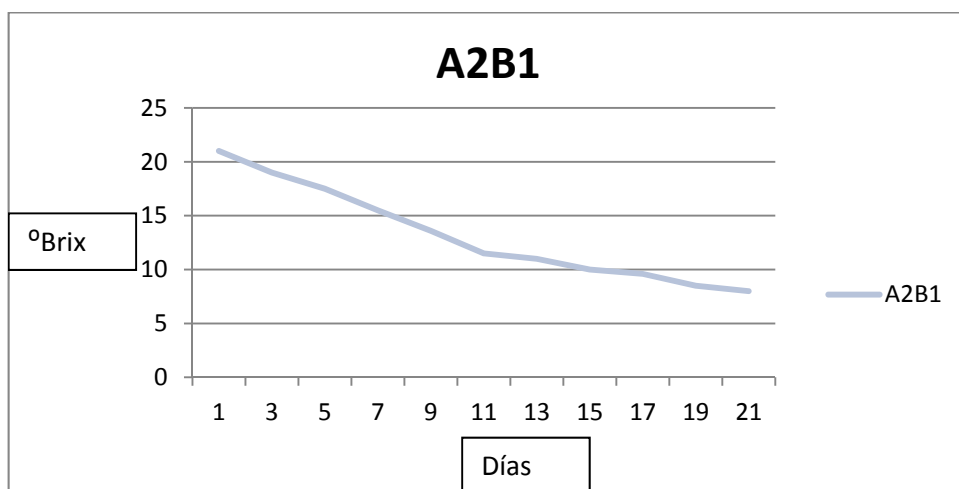
**Fig. 19 Variaciones de sólidos solubles en el T<sub>3</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. 19 Indica la variación del % de sólidos solubles en el T<sub>3</sub> en el factor A (0,06g de levadura) y el factor B (75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote) se observa un descenso rápido hasta el día 11 de la fermentación alcohólica con un valor de 14.8 °Brix y llegando al día 21 con un valor de 8 °Brix.

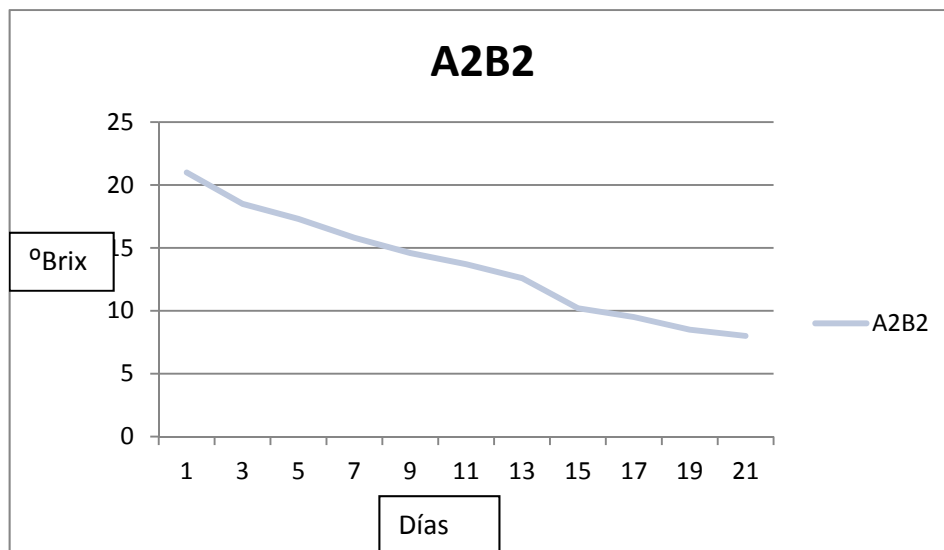
**Fig. 20 Variaciones de sólidos solubles en el T<sub>4</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. 20 Indica la variación del % de sólidos solubles en el T<sub>4</sub> en el factor A (0,8g de levadura) y el factor B (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) se observa un descenso rápido hasta el día 11 de la fermentación alcohólica con un valor de 14.8 °Brix y llegando al día 21 con un valor de 8 °Brix.

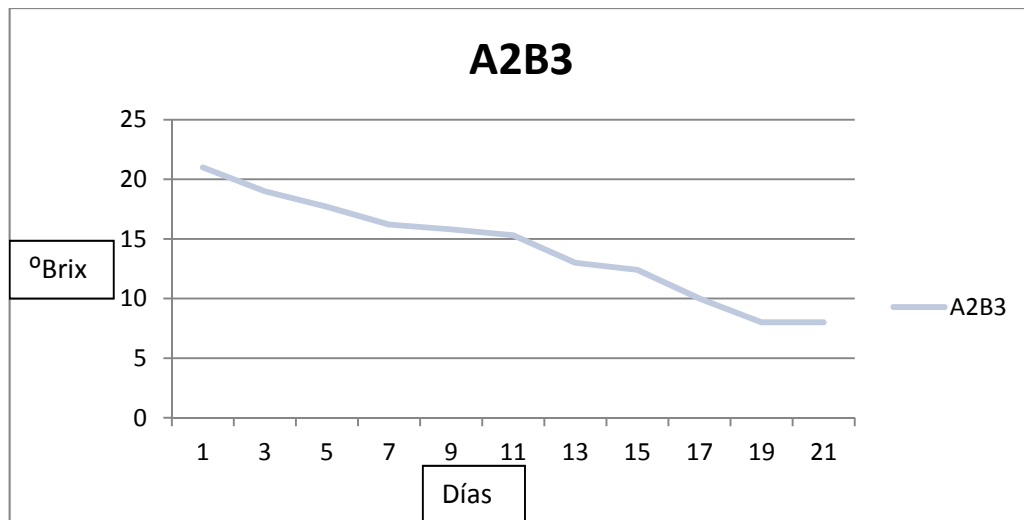
**Fig. 21 Variaciones de sólidos solubles en el T<sub>5</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. 21 Indica la variación del % de sólidos solubles en el T<sub>5</sub> en el factor A (0,08g de levadura) y el factor B (50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) se observa un descenso rápido hasta el día 15 de la fermentación alcohólica con un valor de 10,2 °Brix y llegando al día 21 con un valor de 8 °Brix

**Fig. 22 Variaciones de sólidos solubles en el T<sub>6</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

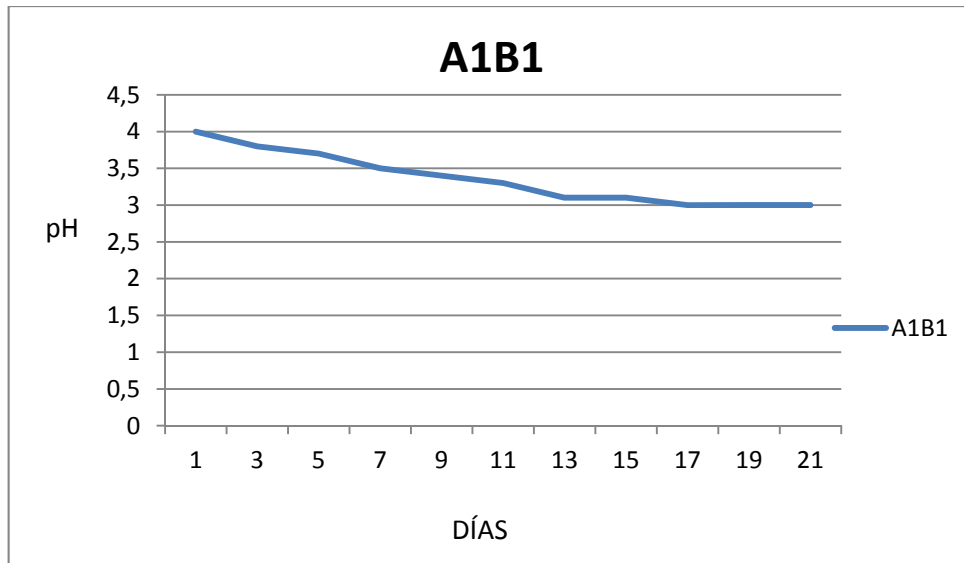
En la fig. 22 Indica la variación del % de sólidos solubles en el T<sub>6</sub> en el factor A (0,08g de levadura) y el factor B (75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote) se observa un descenso rápido hasta el día 13 de la fermentación alcohólica con un valor de 13 °Brix y llegando al día 21 con un valor de 8 °Brix.

#### **b. Análisis de pH.**

Para todos los tratamientos el pH este es un factor importante en la fermentación, debido a su importancia en el control de la contaminación de bacterias como también al efecto en el crecimiento de las levaduras, en la velocidad de fermentación y en la formación de alcohol. Durante la fermentación la levadura toma el nitrógeno de los aminoácidos orgánicos, perdiendo su carácter anfótero y pasando a ácidos, lo cual origina una disminución del pH del medio. Cuanto más bajo el pH del medio, tanto menor el peligro de infección, pero si se trabaja con pH muy bajos la fermentación es muy lenta, ya que la levadura no se desarrolla de la forma conveniente.



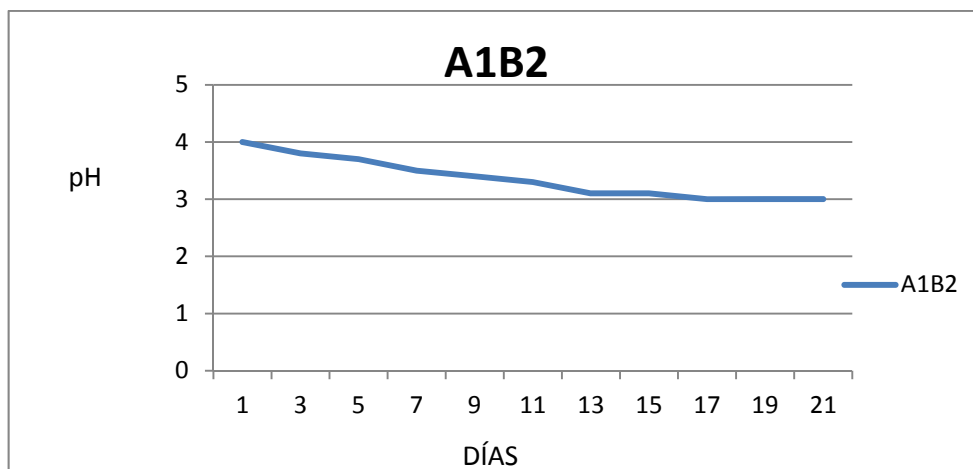
**Fig. N° 23 variaciones de pH en el T<sub>1</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 23 la variación del pH del T<sub>1</sub> (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) que comprende el factor A (0,06g de levadura más 25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) muestra un descenso hasta el día 13 manteniéndose por dos días con un valor de 3,1 luego continúa bajando el pH hasta el día 21 que termina la fermentación con un valor de 3.

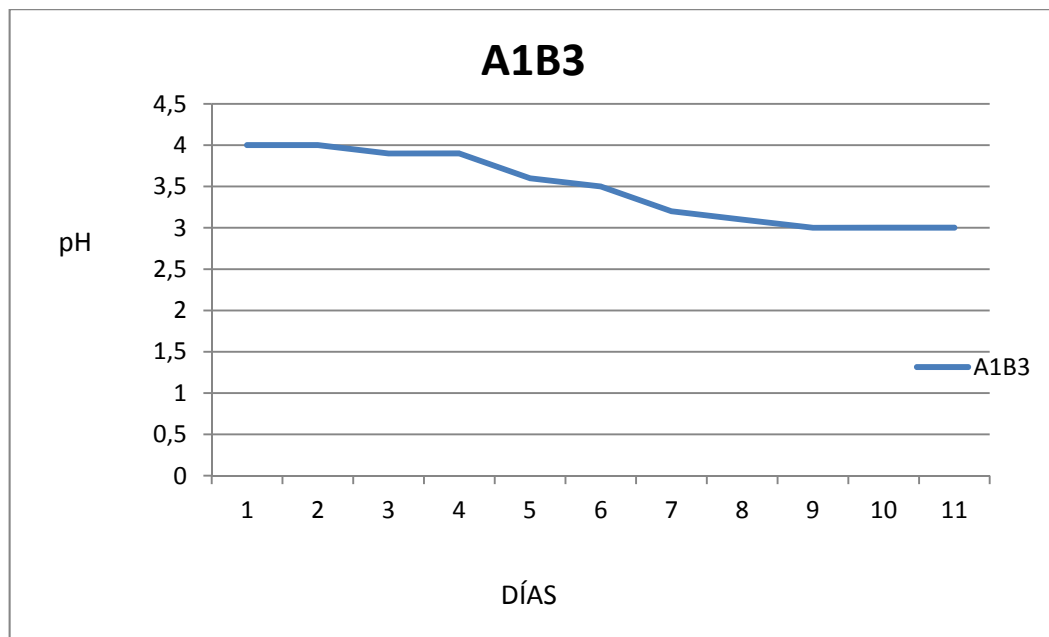
**Fig. N° 24 variaciones de pH en el T<sub>2</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 24 la variación del pH del T1 ( $A_1B_2$ ) que comprende el factor A (0,06g de levadura más 50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) muestra un descenso hasta el día 13 manteniéndose por dos días con un valor de 3,1 luego continúa bajando el pH hasta el día 21 que termina la fermentación con un valor de 3.

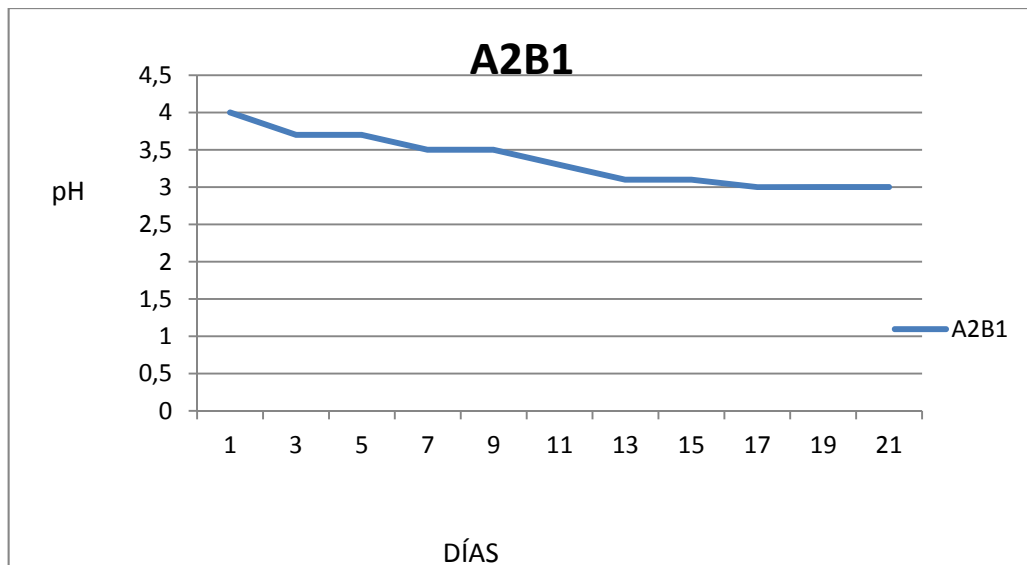
**Fig. N° 25 variaciones de pH en el T<sub>3</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 25 la variación del pH del T3 ( $A_1B_3$ ) que comprende el factor A (0,06g de levadura más 75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote) muestra un descenso hasta el día 5 manteniéndose por dos días con un valor de 3,9 luego continúa bajando el pH hasta el día 17 a un pH de 3 y se mantiene hasta el día 21 que termina la fermentación con un valor de 3.

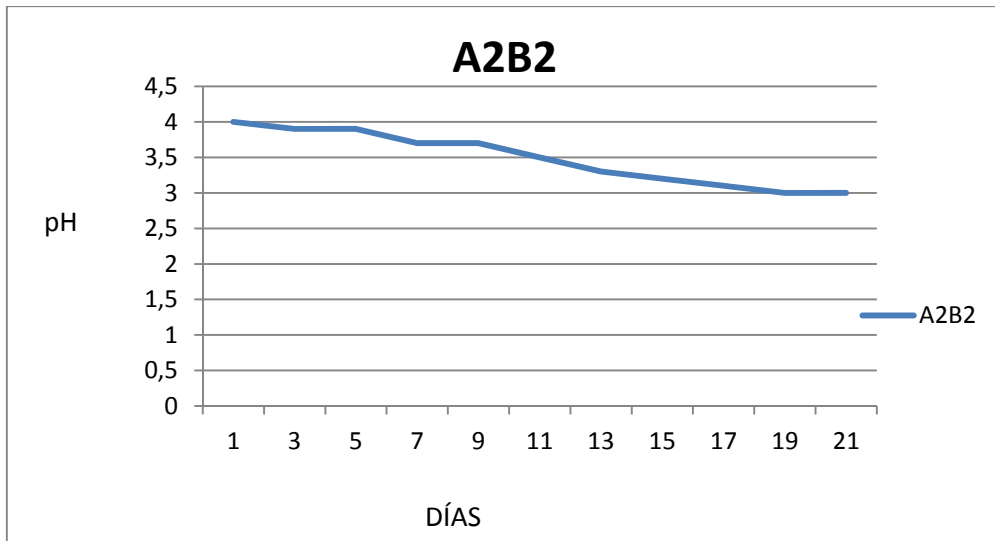
**Fig. N° 26 variaciones de pH en el T<sub>4</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 26 la variación del pH del T<sub>4</sub> (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) que comprende el factor A (0,08g de levadura más 25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) muestra un descenso hasta el día 3 manteniéndose por dos días con un valor de 3,7 luego continúa bajando el pH hasta el día 7 a un pH de 3,5 y se mantiene por 2 días con un pH de 3,5 se detiene en el día 13 con un pH de 3,1 se mantiene por dos días y llega a un pH de 3 hasta el día 21 que termina la fermentación con un valor de 3.

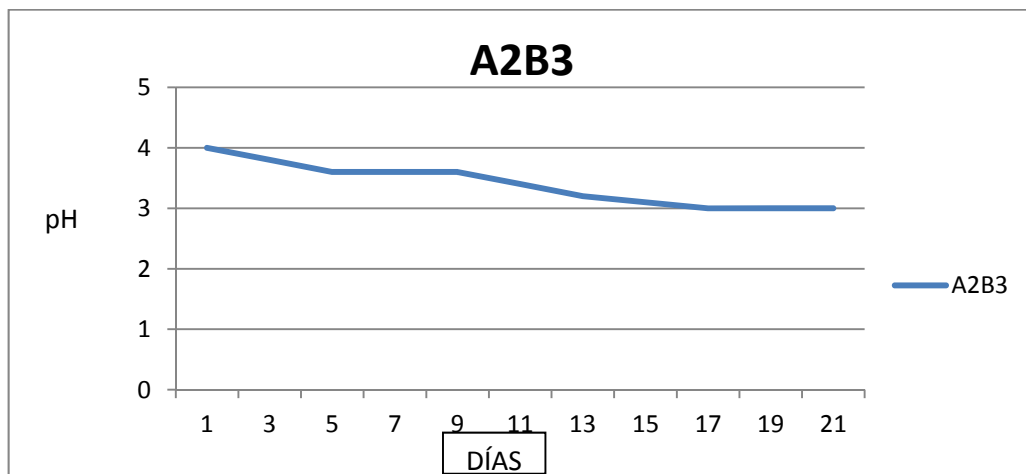
**Fig. N° 27 variaciones de pH en el T<sub>5</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 27 la variación del pH del T<sub>5</sub> (A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>) que comprende el factor A (0,08g de levadura más 50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) muestra un descenso hasta el día 3 manteniéndose por dos días con un valor de 3,9 luego continua bajando el pH hasta el día 7 a un pH de 3,7 y se mantiene por dos días y continúa con el proceso de descenso hasta el día 19 que llega a un pH de 3 hasta terminar la fermentación.

**Fig. N° 28 variaciones de pH en el T<sub>6</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 28 la variación del pH del T6 (A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>) que comprende el factor A (0,08g de levadura más 25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) muestra un descenso hasta el día 5 manteniéndose por tres días con un valor de 3,6 luego continúa bajando el pH hasta el día 17 a un pH de 3 y se mantiene hasta el día 21 que termina la fermentación con un valor de 3.

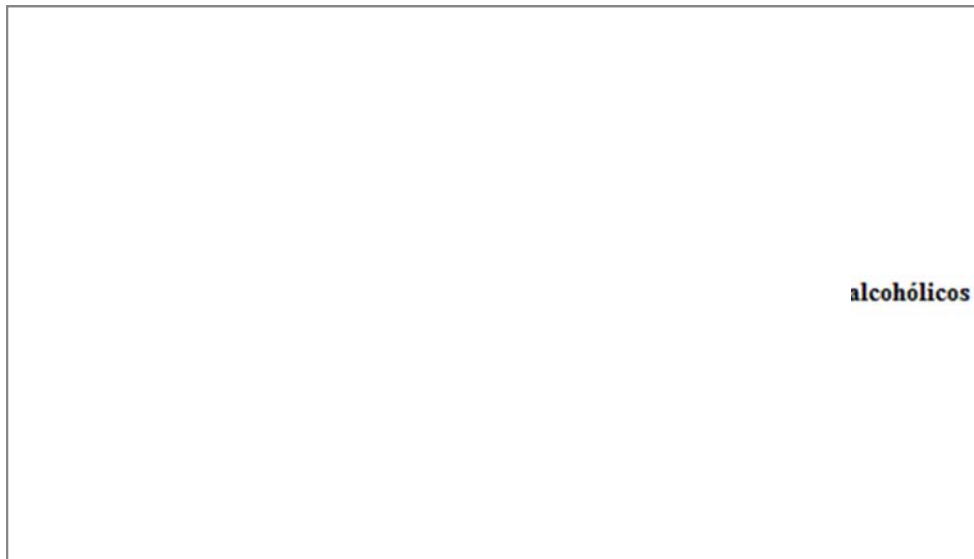
### c. Grados alcohólicos GL.

En todo el proceso durante los 21 días de trabajo investigativo se procedió a medir el grado alcohólico. A lo largo de todo el proceso de fermentación, y en función de las condiciones (cantidad de azúcar disponible, temperatura, oxígeno, etc.) cambia el tipo de levadura que predomina pudiéndose distinguir varias fases en la fermentación: 1ª fase (primeras 24 horas), predominan levaduras no esporogéneas, que resisten un grado alcohólico 4-5. Son sensibles al anhídrido sulfuroso. 2ª fase, (2º-4º día), predomina el *Saccharomyces cerevisiae* que resiste hasta un grado de alcohol entre 8 y 16. En esta fase es cuando se da la máxima capacidad fermentativa. 3ª fase, sigue actuando *Saccharomyces Cerevisiae* junto a *Saccharomyces Oviformes*. También pueden existir otros microorganismos procedentes principalmente de las bodegas y de los utensilios, suelen ser hongos entre los que destacan *Penicillium*, *Aspergillus*, *Oidium*. Otras sustancias generadas en la fermentación son:

- Ácido acético
- Ácido láctico
- Ácido pirúvico y acetaldehído
- Ácido succínico
- Acetoina, Diacetilo y 2-3 Butanodiol (butilenglicol)
- Alcoholes Superiores, Ésteres y Acetatos
- Vinil-Fenoles y Etil-Fenoles

El proceso fermentativo termina cuando ya se han desdoblado prácticamente todos los azúcares y cesa la fermentación.

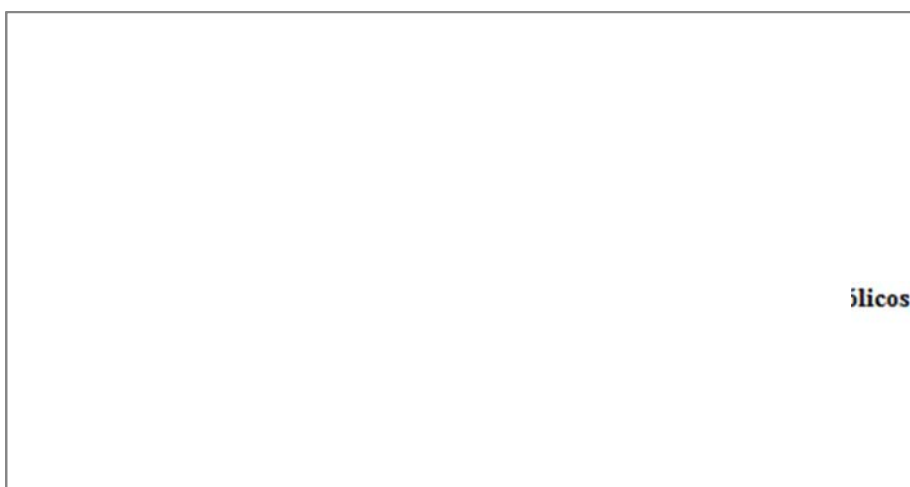
**Fig. N° 29 variaciones de GL en el T<sub>1</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J;( 2012)

En la fig. N° 29 la variación de los grados alcohólicos (GL) del T<sub>1</sub> (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) que comprende el factor A (0,06g de levadura más 25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) muestra un acenso notorio hasta el día 13 luego lentamente sube hasta llegar a los 12 GL .

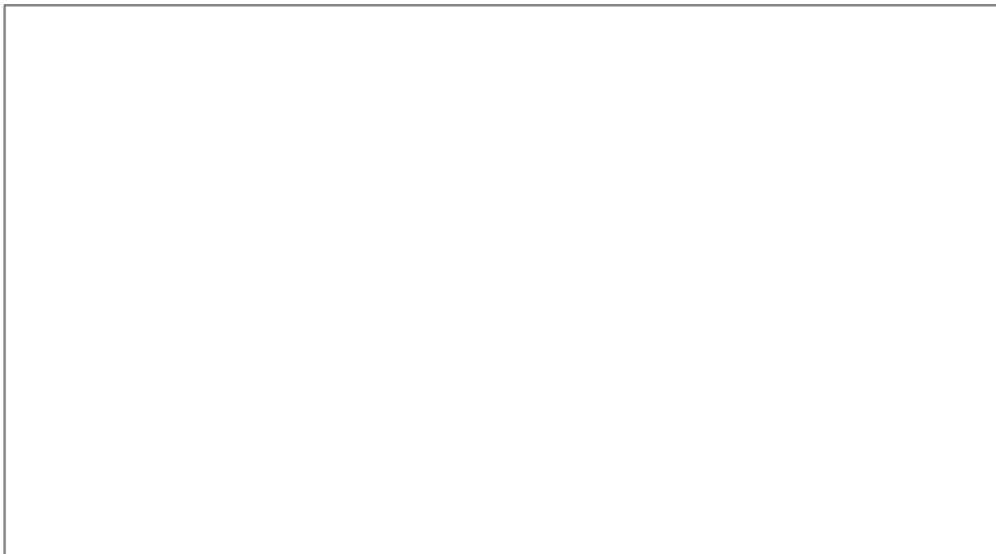
**Fig. N° 30 variaciones de GL en el T<sub>2</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 30 la variación de los GL del T2 ( $A_1B_2$ ) que comprende el factor A (0,06g de levadura más 50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) muestra un ascenso notorio hasta el día 15 de ahí en adelante es un ascenso muy lento hasta llegar a los 21 días con 12.5 GL .

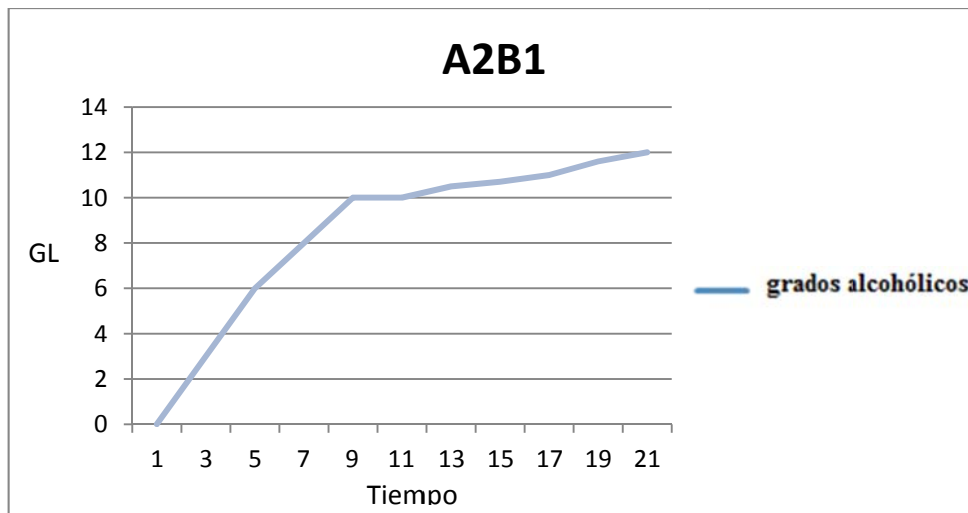
**Fig. N° 31 variaciones de GL en el T<sub>3</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 31 la variación de los GL del T3 ( $A_1B_3$ ) que comprende el factor A (0,06g de levadura más 75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote) muestra en el día 11 al 15 que se mantiene el GL luego lentamente reinicia su ascenso hasta llegar día 21 llegando a 12.5 GL .

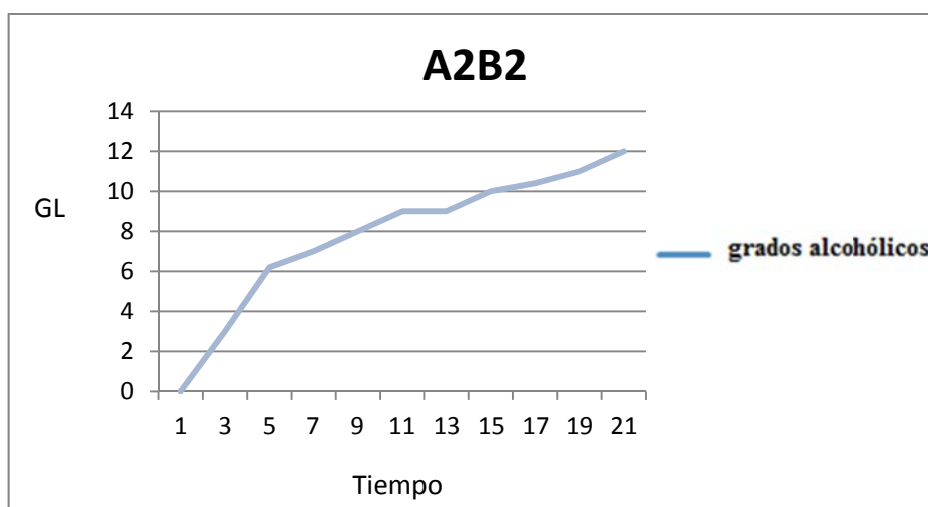
**Fig. N° 32 variaciones de GL en el T<sub>4</sub>**



Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)

En la fig. N° 32 la variación de los GL del T<sub>4</sub> (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) que comprende el factor A (0,08g de levadura más 25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) muestra en el día 9 al 11 se mantiene en 10 GL, lentamente reinicia su ascenso hasta llegar día 21 llegando a 12 GL .

**Fig. N° 33 variaciones de GL en el T<sub>5</sub>**

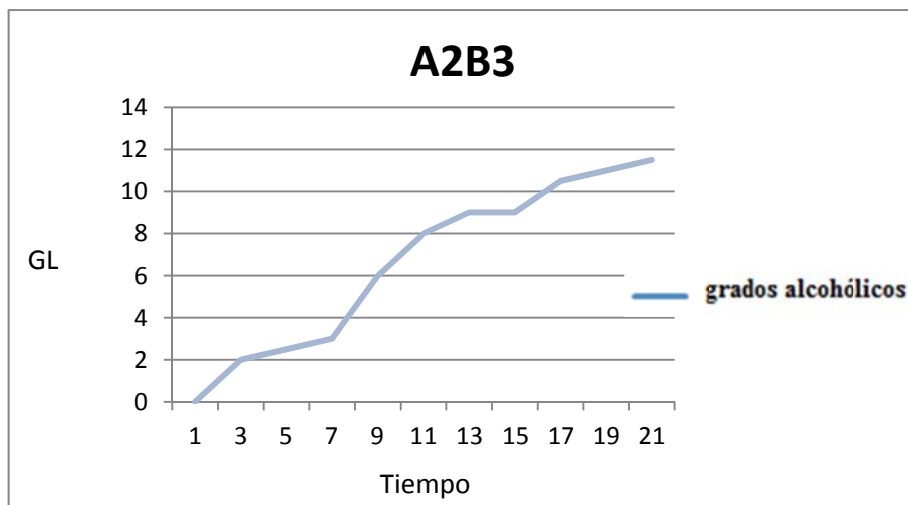


Fuente: Albán, C; Carrasco, J; (2012)



En la fig. N° 33 la variación de los GL del T5 ( $A_2B_2$ ) que comprende el factor A (0,08g de levadura más 50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) muestra hasta el día 15 el ascenso es acelerado a partir de ese momento sigue el ascenso muy lentamente hasta el día 21 que termina en a 12 GL.

**Fig. N° 34 variaciones de GL en el T<sub>6</sub>**



Fuente: (Albán, C; Carrasco, J; 2012)

En la fig. N° 34 la variación de los GL del T6 ( $A_2B_3$ ) que comprende el factor A (0,08g de levadura más 75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote) muestra un ascenso normal hasta el día 21 que termina en 11.5 GL.

### 4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS VARIABLES DEL PRODUCTO TERMINADO

a. Análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5% y Análisis de para cada una de las variables del producto terminado como son; volumen obtenido (Vinillo), producción (Bebida alcohólica destilada), acidez y grado alcohólico (GL).

Tabla N°11 Análisis de Varianza (ADEVA) para evaluar la variable de Volumen (vinillo) en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*")

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GL	CM	Razón de Varianza	p-valor
CANTIDAD LEVADURA	833,3	1	833,33	0,19	0,6786NS
% DE SUSTRATOS	15816,67	2	7908,33	1,83	0,2528NS
BLOQUES	8533,33	1	8533,33	1,98	0,2186NS
I (A x B)	15816,67	2	7908,33	1,83	0,2528NS
Error	21566,67	5	4313,33		
Total	79122,92	11			
CV= 1,77					

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Dónde:**

**NS= No Significativo.**

En la tabla N° 11, se aprecia en el análisis estadístico de varianza el volumen obtenido, se observa claramente que existe una diferencias no significativa ( $p=$

0,05) para el factor A la cantidad utilizada de *Saccharomyces cerevisiae*, B el % de sustratos, indican que la cantidad de levadura y los porcentajes de papa china y camote utilizados en el proceso de fermentación no intervienen en el resultado final del producto.

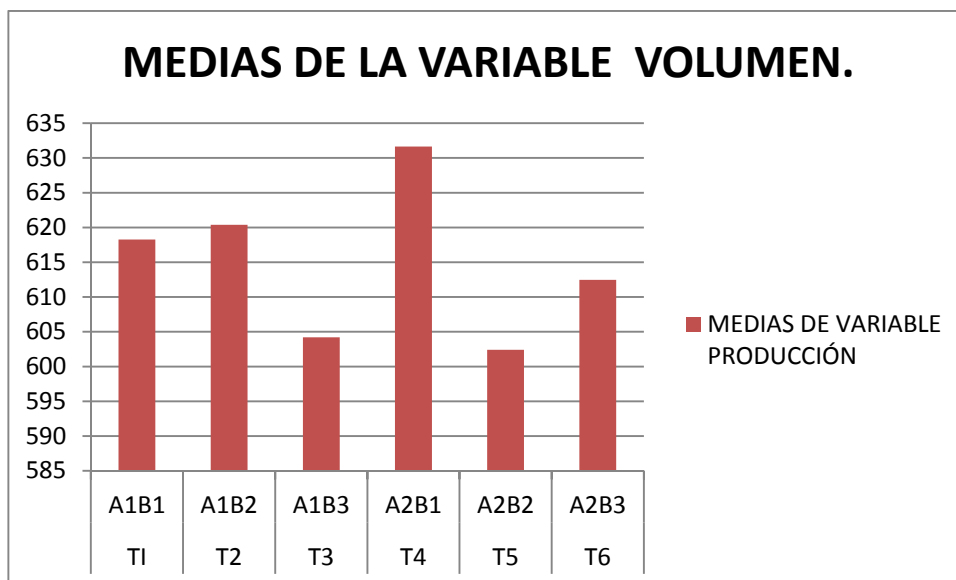
**Tabla N°12 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable de Volumen (vinillo) en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*) "**

Tratamientos	Código	MEDIAS DE VARIABLE VOLUMEN.(vinillo)	Significancia
T5	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	3615,00	A
T6	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	3675,00	A
T3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	3690,00	A
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	3710,00	A
T2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	3722,00	A
T6	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	3790,00	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

Al no existir diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de Tukey en esta variable no fue posible determinar el mejor tratamiento, pero esto no quiere decir que todos los tratamientos son iguales, existen diferencias mínimas en la variable volumen (vinillo), el tratamiento cuatro (T4) A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> que consta de 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* y un 25% de sustrato de papa china y un 75% de sustrato de camote se obtuvo un valor numérico mayor que los demás y podemos decir que es el mejor tratamiento con respecto a la variable volumen (vinillo).

**Fig. 35 Prueba de Tukey de la variable Volumen.**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N° 13 Análisis de Varianza (ADEVA) para evaluar la variable de Producción (destilado) en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	GL	CM	Razón de varianza	p-valor
CANTIDAD DE LEVADURA	4,44	1	4,44	0,03	0,8629NS
% DE SUSTRATOS	626,14	2	313,07	2,33	0,1929NS
BLOQUES	172,52	1	172,52	1,28	0,3087NS
I (A x B)	567,03	2	283,51	2,11	0,2167NS
Error	672,27	5	134,45		
Total	2042,40	11			
C.V.= 1.89					

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Dónde:****NS= No Significativo.**

En la tabla N° 13, se aprecia en el análisis estadístico de varianza de la variable de Producción obtenido, se observa claramente que existe una diferencia no significativa ( $p= 0,05$ ) para el factor A la cantidad utilizada de *Saccharomyces cerevisiae*, B el % de sustratos, indican que la cantidad de levadura y los porcentajes de papa china y camote utilizados en el proceso de fermentación no intervienen en la producto final.

**Tabla N°14 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable de Producción (destilado), en la "Elaboración de una bebida alcohólica dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)".**

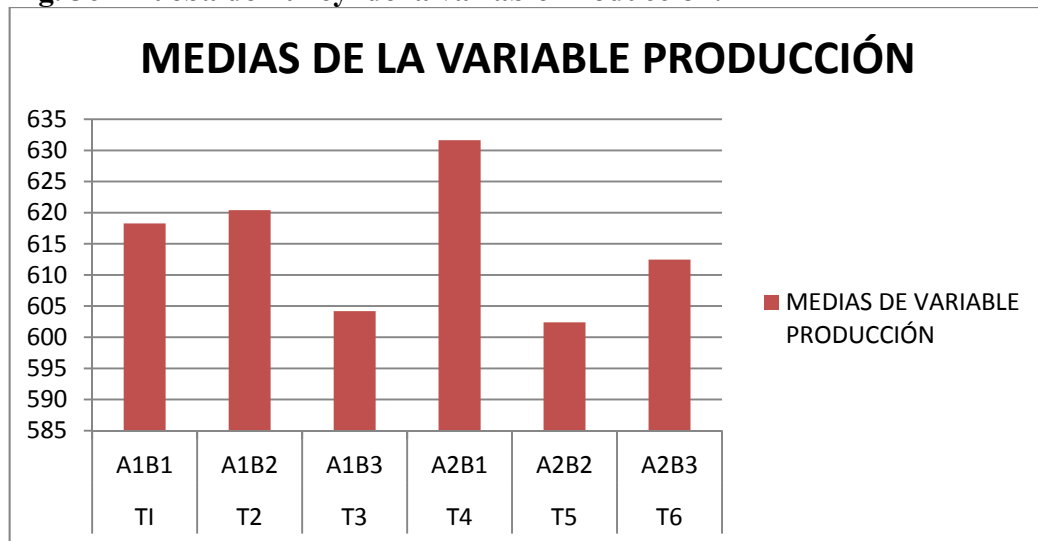
Tratamientos	Código	Medias de variable producción (destilado)	Significancia
T5	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	602,40	A
T3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	604,20	A
T6	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	612,47	A
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	618,27	A
T2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	620,4	A
T4	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	631,65	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

Al no existir diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de Tukey en esta variable no fue posible determinar el mejor tratamiento, pero esto no quiere decir que todos los tratamientos son iguales existen diferencia mínimas, el tratamiento cuatro T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) que consta de 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* y un 25% de sustrato de papa china y un 75% de sustrato de camote nos indica que

tiene una mayor producción de destilado por ende nos atrevemos a decir que es el mejor tratamiento.

**Fig. 36 Prueba de Tukey de la variable Producción.**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla Nº15 Análisis de Varianza (ADEVA) para evaluar la variable Acidez en la "Elaboración de Una bebida alcohólica destilada evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	G.L	CM	RAZÓN DE VARIANZA	p-valor
CANTIDAD DE SACHAROMYCCES	2,8E-04	1	2,8E-04	2,90	0,1491NS
% DE SUSTRATOS	2,7E-05	2	1,4E-05	0,14	0,8721 NS
BLOQUES	5,6E-05	1	5,6E-05	0,58	0,4794 NS
I (A x B)	2,1E-04	2	1,1E-04	1,09	0,4036 NS
Error	4,8E-04	5	9,7E-05		
Total	1,1E-03	11			
C.V.= 3.75					

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Dónde:**

**NS= No Significativo.**

En la tabla N° 15, se aprecia en el análisis estadístico de varianza la acidez obtenida, se observa claramente que existe una diferencia no significativa ( $p=0,05$ ) para todos los factores, en los que A: la cantidad utilizada de *Saccharomyces cerevisiae*, B el % de sustratos, indican que la cantidad de levadura y los porcentajes de sustratos de papa china y camote utilizados en el proceso de fermentación no intervienen en la acidez del producto terminado no interviene en el resultado final la razón es que son variaciones imperceptibles que no difieren entre un tratamiento de otro.

**Tabla N° 16 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable Acidez en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea Batata L*) "**

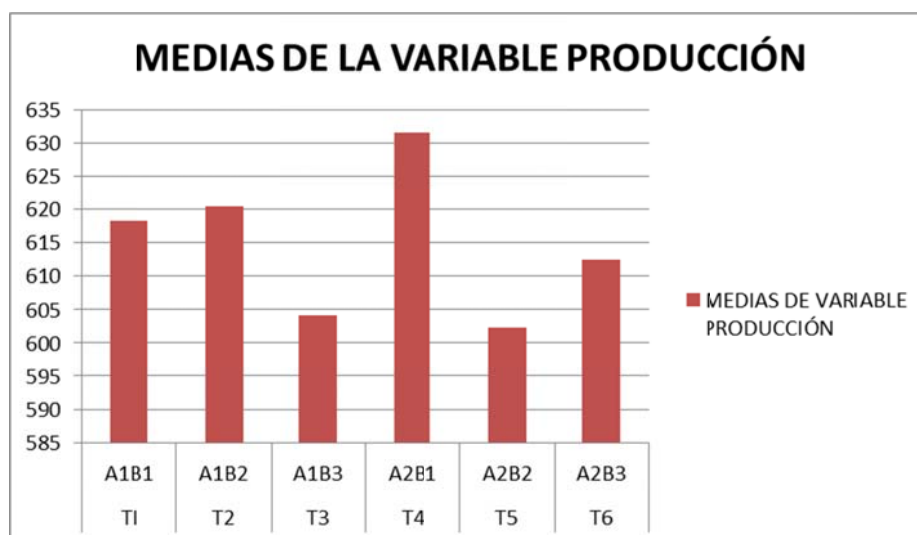
TRATAMIENTOS	CÓDIGO	ACIDEZ	SIGNIFICANCIA
T4	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0,25	A
T6	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	0,26	A
T5	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	0,26	A
T2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0,26	A
T3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0,26	A
T1	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	0,28	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

En la tabla N° 16 nos dice que al no existir diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de Tukey en esta variable no fue posible determinar el mejor tratamiento, pero esto no quiere decir que todos los tratamientos son iguales existen diferencia mínimas, el tratamiento cuatro (T4) A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> que consta de 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* y un 25% de sustrato de papa china y un 75% de

sustrato de camote nos indica que tiene una incidencia mayor sobre los otros tratamientos

**Fig. 37 Prueba de Tukey de la variable Acidez.**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N° 17 Análisis de Varianza (ADEVA) para evaluar la variable Grado Alcohólico (°GL) en la Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea Batata L*)**

FUENTE DE VARIACIÓN.	SUMA DE CUADRADOS	GL	CM	RAZÓN DE VARIANZA	p-valor
CANTIDAD DE SACHAROMYCCES	3,00	1	3,00	5,63	0,0638 NS
% DE SUSTRATOS	0,50	2	0,25	0,47	0,6508 NS
BLOQUES	0,33	1	0,33	0,63	0,4650 NS
I (A x B)	9,50	2	4,75	8,91	0,0225*
Error	2,67	5	0,53		
Total	16,00	11			

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)



La tabla N° 17 al realizar el análisis estadístico de varianza nos indica que los grados Gay Lussac, se observa claramente que no existe diferencia significativa, la cantidad de *Saccharomyces cerevisiae* y el % de sustratos no intervienen en el grado alcohólico, y en la interacción de los factores A (cantidad de *Saccharomyces cerevisiae*), B (% de sustratos) indicamos que existe una diferencia significativa y que si influye en el grado alcohólico en el producto final.

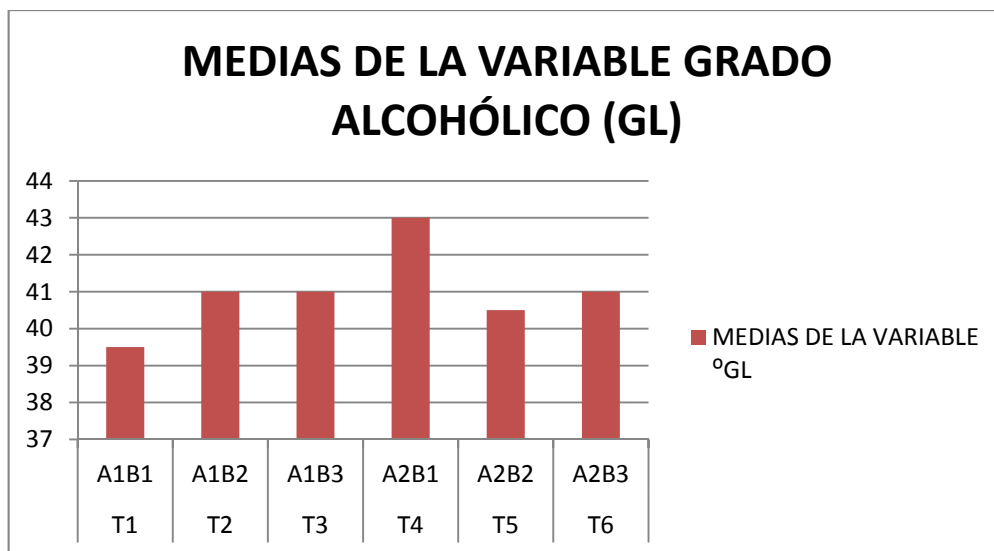
**Tabla N° 18 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable Grado alcohólico (GL) en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS DE LA VARIABLE GL	SIGNIFICANCIA
T1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	39,5	A
T5	A <sub>5</sub> B <sub>2</sub>	40,5	A B
T6	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	41,0	A B
T2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	41,0	A B
T3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	41,0	A B
T4	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	41	B

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

En la tabla N° 18 al existir diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de Tukey en esta variable podemos notar claramente que el T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) sin lugar a duda es el mejor tratamiento que consta en el factor A (0.08g de *Saccharomyces cerevisiae*) y el factor B (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote), nos indica que tiene una incidencia mayor sobre todos por el nivel de significancia que es diferente a los demás tratamientos y con seguridad decimos que el T4 es el mejor tratamiento.

**Fig. 38 Prueba de Tukey de la variable Grados Alcohólicos (GL).**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**b. Análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5% y Análisis para cada una de las variables de los atributos organolépticos del producto terminado como son; color, olor, sabor y aceptabilidad.**

**Tabla N° 19 datos ranqueados de color**

CATADOR	TRATAMIENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Σ
1	3	3	3	4	5	4	22
2	3	3	3	3	3	3	18
3	2	2	3	3	3	3	16
4	3	3	3	3	3	3	18
5	3	4	3	3	4	3	20
6	3	3	3	4	3	3	19
7	3	3	3	3	3	3	18
8	4	3	4	4	3	3	21
9	2	2	4	1	1	2	12
10	5	5	2	2	2	2	18
Σ	31	31	31	30	30	29	182

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°20 réplica de datos ranqueados color.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	4	3	5	4	4	3	23
2	4	3	5	3	4	4	23
3	2	3	3	3	4	4	19
4	2	3	2	2	3	3	15
5	2	2	3	3	2	2	14
6	2	3	2	3	4	2	16
7	2	3	3	3	2	2	15
8	3	4	3	3	4	1	18
9	2	3	3	4	3	2	17
10	3	2	3	3	3	3	17
Σ	26	29	32	31	33	26	177

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°21 Análisis de Varianza (ADEVA) de las pruebas sensoriales del atributo color en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO S MEDIOS	RAZON DE VARIANZA	P-VALOR
TRATAMIENTO	3.30	5	0.66	1.15	0.3394NS
RÉPLICA	0.30	1	0.30	0.52	0.4715NS
CATADOR	14.67	9	1.63	2.84	0.0050*
Error	59.73	104	0.57		
Total	78.00	119			
C.V.= 25.26					

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

NS= No Significativo.

\* = Significativo.

En la tabla N° 9 se puede apreciar el análisis estadístico (ADEVA) de las pruebas sensoriales variable color, donde podemos notar claramente que no existe diferencias significativas ( $p=0,05$ ) ni en el factor A; ni en el factor B, indicándonos que en el producto elaborado no influye directamente el color, pero los catadores no entrenados si tuvieron influencia en la calificación final del producto.

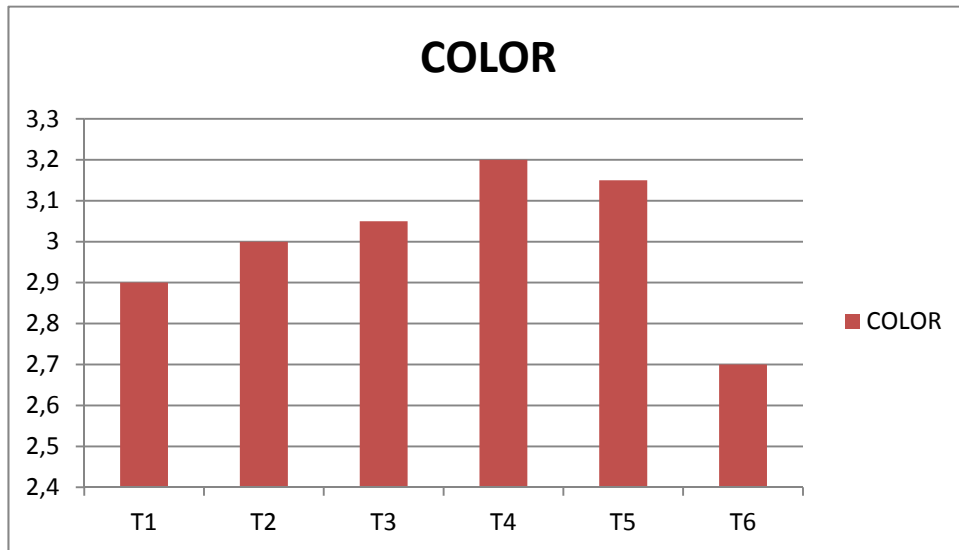
**Tabla N°22 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable color en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

TRATAMIENTO	g. de Levadura.	% de Sustratos	COLOR	SIGNIFICANCIA
T4	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	3,20	A
T5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	3,15	A
T3	A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	3.05	A
T2	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	3.20	A
T1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	3.15	A
T6	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	2.70	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

La tabla N° 22 se realizó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento aunque no hubo suficiente respuesta, pero se pudo determinar que existe mínimos indicios que el mejor tratamiento es el T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) consta del factor A (0.08g de *Saccharomyces cerevisiae*) y el factor B (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote).

**Fig. 39 Prueba de Tukey de las medias del análisis sensorial color.**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°23 datos ranqueados de las pruebas sensoriales olor.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	3	3	4	5	3	4	22
2	3	3	3	4	4	4	21
3	3	3	4	3	3	4	20
4	5	3	4	3	4	3	22
5	3	4	3	3	4	3	20
6	3	4	3	4	5	3	22
7	3	2	3	2	3	3	16
8	3	3	2	3	2	3	16
9	3	3	4	4	4	3	21
10	3	3	4	4	4	5	23
Σ	32	31	34	35	36	35	203

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°24 réplica datos ranqueados olor.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Σ
1	3	2	4	4	3	2	18
2	3	3	3	1	2	2	14
3	3	3	3	2	2	2	15
4	3	2	3	3	4	1	16
5	3	3	3	3	2	2	16
6	2	3	4	2	3		14
7	2	3	3	2	3	3	16
8	3	2	4	3	2	2	16
9	2	3	3	3	1	2	14
10	3	4	3	3	2	2	17
Σ	27	28	33	26	24	18	156

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°25 Análisis de Varianza (ADEVA) de las pruebas sensoriales del atributo olor en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

FUENTE DE VARIACIÓN.	SUMA DE CUADRADOS	GL	CM	RAZÓN DE VARIANZA	p-valor
TRATAMIENTO	3.57	5	0.71	1.44	0.2173 NS
RÉPLICA	16.13	1	16.13	32.50	0.0001 **
CATADOR	6.63	9	0.74	1.48	0.1633 NS
Error	51.63	104	0.50		
Total	77.97	119			
C.V.= 23.36					

Fuente: Experimentales: Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**NS= No Significativo.**

**\*\* = Altamente Significativo**

En la tabla N° 25 se puede apreciar el análisis estadístico (ADEVA) de las pruebas sensoriales variable olor, donde podemos notar claramente que no existe diferencia significativa ( $p=0,05$ ) en los tratamientos, indicándonos que en el producto elaborado no influye directamente el olor, la replica es altamente significativa una de otra y los catadores no entrenados nos indican que no existe diferencias significativas en la calificación final del producto.

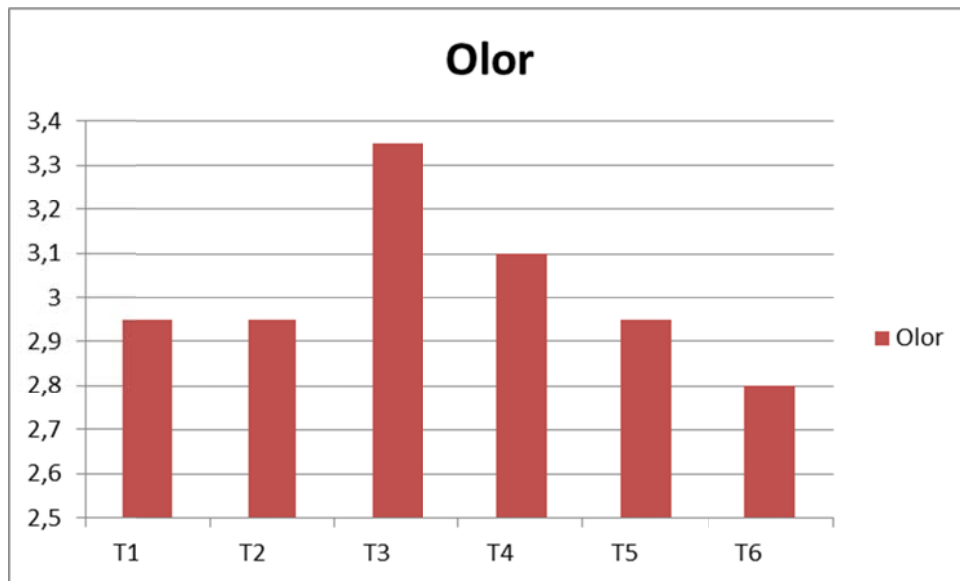
**Tabla N° 26 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable Olor en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

TRATAMIENTO	g. de Saccharomyces	% de Sustratos	Olor	SIGNIFICANCIA
T3	A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	3,35	A
T4	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	3,10	A
T5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	2,95	A
T2	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	2,95	A
T1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	2,95	A
T6	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	2.80	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

Como podemos apreciar en la tabla N° 26 no podemos determinar el mejor tratamiento con la prueba de Tukey ya que para el programa estadístico es imperceptible, pero a simple vista si graficamos las medias la tendencia cayó sobre el T3 (A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>), implica en el factor A (0,06g de Saccharomyces cerevisiae) y el factor B (75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote)

**Fig. 40 Prueba de Tukey de las medias del análisis sensorial olor**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N°27 datos ranqueados de las pruebas sensoriales sabor.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	3	3	4	5	3	4	22
2	3	3	3	4	4	4	21
3	3	3	4	3	3	4	20
4	5	3	4	3	4	3	22
5	3	4	3	3	4	3	20
6	4	3	4	5	3	2	21
7	3	2	3	2	3	3	16
8	3	3	2	3	2	3	16
9	3	3	4	4	4	3	21
10	3	3	4	4	4	5	23
Σ	33	30	35	36	34	34	202

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)



**Tabla N°28 réplica datos ranqueados sabor.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	3	2	4	3	4	4	20
2	3	3	4	3	3	3	19
3	3	4	3	3	4	2	19
4	4	4	4	5	4	5	26
5	3	3	3	4	4	3	20
6	3	4	4	3	2	4	20
7	3	3	2	3	2	2	15
8	3	3	3	2	4	3	18
9	4	3	5	3	3	4	22
10	4	3	3	2	3	2	17
Σ	33	32	35	31	33	32	196

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**TABLA N°29 Análisis de Varianza (ADEVA) de las pruebas sensoriales del atributo sabor en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

FUENTE DE VARIACIÓN.	SUMA DE CUADRADOS	GL	CM	RAZÓN DE VARIANZA	p-valor
TRATAMIENTO	0.48	5	0.10	0.20	0.9631NS
RÉPLICA	0.41	1	0.41	0.85	0.3598NS
CATADOR	25.24	9	2.80	5.81	0.0001**
Error	50.20	104	0.48		
Total	76.33	119			
CV= 20,90					

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**NS= No Significativo.**

**\*\* = Altamente Significativo**

\* = **Significativo**

En la tabla N° 29 se puede apreciar el análisis estadístico (ADEVA) de las pruebas sensoriales variable sabor, donde podemos notar claramente que no existe diferencia significativa ( $p=0,05$ ) en los tratamientos, indicándonos que en el producto elaborado no influye directamente el sabor, pero los catadores no entrenados nos indican que es altamente significativo si se tuvieron influencia mínima en la calificación final del producto.

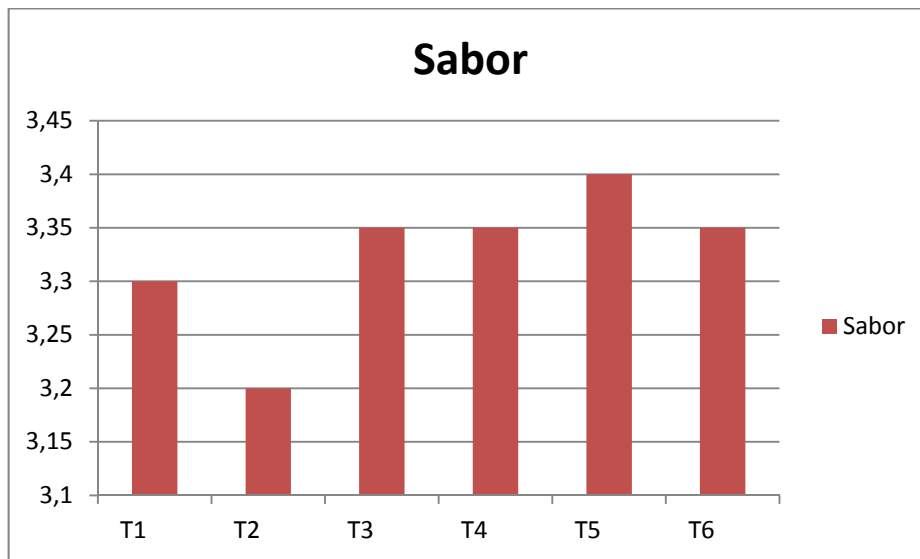
**Tabla N° 30 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable Sabor en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*) "**

TRATAMIENTOS	g. de Saccharomyces	% de Sustratos	Sabor	SIGNIFICANCIA
T5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	3,40	A
T6	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	3,35	A
T4	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	3,35	A
T3	A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	3,35	A
T1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	3,30	A
T2	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	3,20	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

Según la tabla N° 30 Tukey al 5%, no encontramos el mejor tratamiento pero en el cuadro de medias nos indica que, el T5 (A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>) que comprende en el factor A, (0.8g de *Saccharomyces cerevisiae*) más (50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) tiene una leve diferencia de los otros así que nos atreveríamos a decir que en este aspecto es el mejor tratamiento.

**Fig. 41 Promedios de medición de Sabor.**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N° 31 datos ranqueados de las pruebas sensoriales aceptabilidad.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	3	4	4	4	3	3	21
2	3	3	3	3	4	4	20
3	4	3	4	3	4	2	20
4	4	3	5	3	2	4	21
5	3	4	3	3	3	4	20
6	3	4	3	4	3	3	20
7	3	3	3	3	3	3	18
8	4	3	4	4	3	3	21
9	2	3	3	4	2	4	18
10	2	3	4	5	3	5	22
Σ	31	33	36	36	30	35	201

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N° 32 réplica datos ranqueados aceptabilidad.**

CATADOR	TRATAMIENTOS						Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	4	3	3	2	4	4	20
2	3	2	3	4	2	2	16
3	3	3	2	3	3	2	16
4	4	4	4	4	4	3	23
5	4	3	3	4	3	3	20
6	3	3	2	5	3	3	19
7	4	3	3	4	3	2	19
8	3	4	3	2	3	3	18
9	3	2	4	3	3	2	17
10	3	4	3	3	3	3	19
Σ	34	31	30	34	31	27	187

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Tabla N° 33 Análisis de Varianza (ADEVA) de las pruebas sensoriales del atributo Aceptabilidad en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*)"**

FUENTE DE VARIACIÓN.	SUMA DE CUADRADOS	GL	CM	RAZÓN DE VARIANZA	p-valor
TRATAMIENTO	3.27	5	0.65	1.34	0.2522 NS
RÉPLICA	1.63	1	1.63	3.36	0.0698 NS
CATADOR	5.97	9	0.66	1.36	0.2147 NS
Error	50.60	104	0.49		
Total	61.47	119			
C.V.= 21.57					

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**NS= No Significativo.**

Al analizar la tabla N° 33 nos indica el resumen no significativo, eso quiere decir que ni el factor A (cantidad de *Saccharomyces cerevisiae*) ni el factor B (% de sustratos) no produce ningún efecto sobre el producto terminado que los catadores no entrenados probaron.

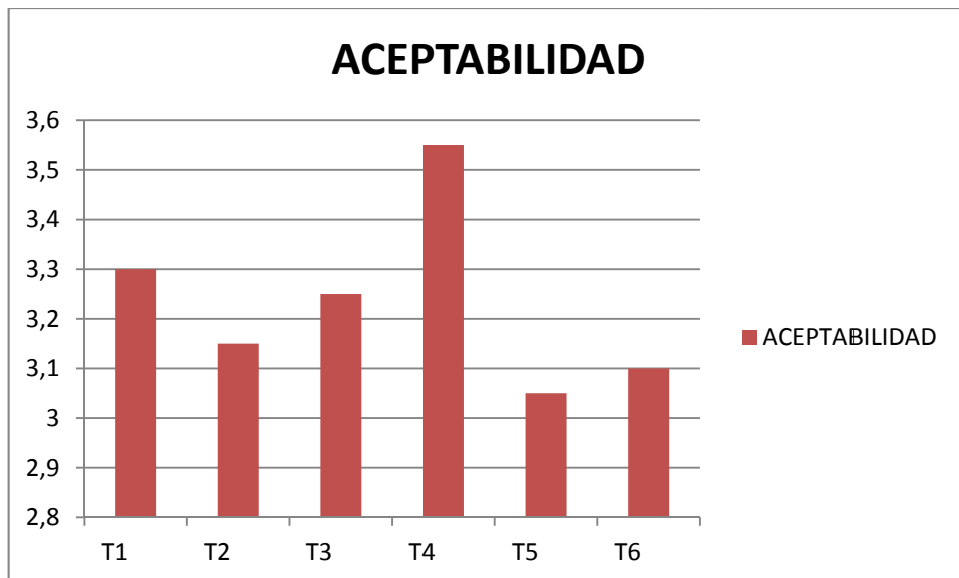
**Tabla N° 34 Resultados de prueba de Tukey para comparar promedios en los tratamientos de la variable Aceptabilidad en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*) "**

TRATAMIENTO	g. de <i>Saccharomyces</i>	% de Sustratos	Medias	SIGNIFICANCIA
T4	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	3,55	A
T1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	3.15	A
T3	A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	3.25	A
T2	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	3,15	A
T6	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	3,10	A
T5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	3,05	A

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

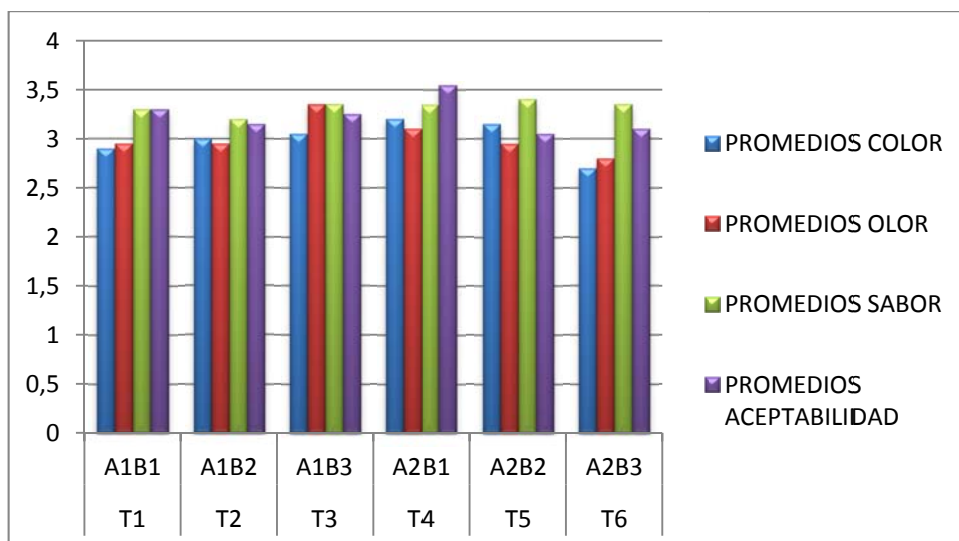
Según la tabla N° 34 la prueba de Tukey al 5% no se logró determinar el mejor tratamiento, pero existe una pequeña tendencia en el T4 (A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>), que está constando del factor A (0,08g de *Saccharomyces cerevisiae*) más el factor B (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) y acertadamente podemos determinar que este es el mejor tratamiento.

**Fig. 42 Promedios de medición de Aceptabilidad.**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**Fig. 43 Resumen de las pruebas sensoriales en la "Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura a partir de sustrato de papa china (*Colacasia esculenta*) y Camote (*Ipomoea batata L*) "**



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

En la fig. N° 43, se indica gráficamente los resultados del promedio de los valores obtenidos para cada uno de los atributos sensoriales evaluados (color, olor, sabor y aceptabilidad). Basados en la comparación de medias sumando todos los atributos y sacando una media para cada tratamiento se puede determinar que la cantidad de *Saccharomyces cerevisiae* y los % de sustratos A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> (0,08g de *Saccharomyces cerevisiae* más (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) que corresponde al tratamiento T4, con un promedio de 3,3 como el mejor, seguido del T3 (A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>) es (0,06g *Saccharomyces cerevisiae* más (75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote) con un promedio de 3,25 y el tratamiento T5(A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>) que está conformado por (0,08g de *Saccharomyces cerevisiae* más 50% de sustrato de papa china y 50% de sustrato de camote) con un promedio de 3,14, siendo estos los tratamientos con mayor puntaje en promedio de los atributos.

#### 4.4. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN – REGRESIÓN.

**Tabla N° 35 Análisis de regresión lineal múltiple.**

Variable Dependiente	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
GL	132	0,84	0,83

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

**R<sup>2</sup> Aj.**= coeficiente de correlación ajustada 0.83%

Explica los cambios de la variable dependiente en función del comportamiento de los grados alcohólicos que va a depender de los tiempo de fermentación en donde a futuro se podrá pronosticar qué pasará con el producto.

**Tabla N°36 Coeficiente de regresión y estadísticos asociados.**

Parámetro	Estimación	Error Estándar.	Estadístico T	Valor-p
Constante	2,14	0,54	3,98	0,0001
Saccharomyces cerevisiae	0,06	0,08	0,75	0,4534
% de Sustratos	-0,30	0,26	-1,18	0,2417
TIEMPO	0,52	0,02	25,58	<0,0001

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre los grados alcohólicos y el tiempo requerido para la fermentación.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$Y = K + \text{Saccharomyces cerevisiae} - \% \text{ de sustratos} + \text{tiempo.}$$

Dónde:

$$\text{Tiempo de fermentación} = 2,14 * K + 0,06 * \text{Saccharomyces cerevisiae} - 0,30 * \% \text{ de sustratos} + 0,52 * \text{tiempo.}$$

**Tabla N° 37 Análisis de varianza**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	CM	Razón-F	Valor-p
Modelo.	1452,06	3	484,02	218,77	0,0001**
Saccharomyces cerevisiae	1,25	1	1,25	0,57	0,4534NS
% de Sustratos	3,06	1	3,06	1,38	0,2417NS
TIEMPO	1447,75	1	1447,75	654,36	0,0001**
Error	283,20	128	2,21		
Total	1735,26	131			

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)



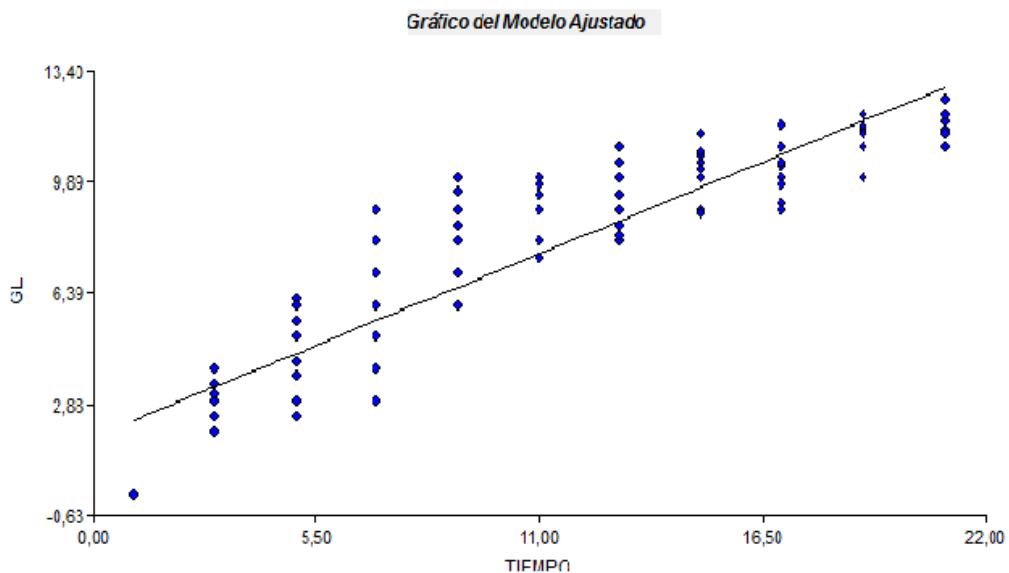
**Dónde:**

**ND** = No Significativo.

**\*\*** = Altamente Significativo.

Se discute que el p-valor en la tabla ADEVA es mayor o igual que 0.05, y que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95% esto quiere decir que existe alta probabilidad de otras posibles formulaciones dentro del experimento.

**Fig. 44** Regresión del tiempo de Fermentación vs Grados Alcohólicos.



Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

#### 4.5. ANÁLISIS DEL MEJOR TRATAMIENTO.

##### a. Análisis Físico- Químico

Tabla N° 38 Resultados de análisis físico-químicos en laboratorio.

ENSAYOS	R1	R2	Valores Promedios
GRADOS BRIX	15,8	15	15,4
GRADOS ALCOHÓLICOS	43	43,5	43,25
pH	5,36	5,2	5,28
ACIDEZ Expresada en ácido Tartárico	8,25	8,8	8,525
Acidez expresada en ácido Acético con factor de conversión. = 0.0800	6,6	7,04	6,82

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

De acuerdo a la tabla 38 de resultados físico-químicos se los realizo con el fin de verificar si el producto obtenido por medio de desdoblamientos enzimáticos, tiene consecuencias nocivas o no.

Estos análisis se realizaron con el mejor tratamiento obtenido, que es T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) que implica 0.08g de Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) más (25% de sustrato de papa china (*Colacasia Esculenta*) y 75% de sustrato de camote (*Ipomoea batata L*)) gracia a los diferentes movimientos estadísticos.

**b. Análisis de Metanol.**

**Tabla N° 39 Resultados de análisis de Metanol en Laboratorio.**

<b>ENSAYO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>Valores Promedios</b>
<b>PRESENCIA DE METANOL</b>	0,029	0,022	0,0255

Fuente: Experimentales. Albán, C; Carrasco, J. (2012)

En la tabla N° 39 de metanol presente en alcohol obtenido el mejor tratamiento se puede identificar que es sumamente bajo comparando con los requisitos que pide la NTE INEN 362; en el capítulo de conclusiones se explicará de mejor manera

#### 4.6. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO.

EL análisis Económico de relación beneficio-costos en la “Elaboración de una bebida alcohólica destilada, Evaluando dos niveles de Levadura utilizando como sustrato papa china (*colocasia esculenta*) y camote (*ipomoea batatas L*)” en la Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar se lo realizo ultimando todo detalle de costos.

**Tabla N° 40 Análisis económico de relación beneficio-costos.**

En 24 kg de Papa China y 25Kg de Camote			
Materia Prima	Cantidad en g.	P. Unitario.	Total
Papa China	24000	0,44	10,56
Camote	25000	0,5	12,5
Enzima	2,4	0,04	0,096
Sacarosa	2550	2	5,1
Levadura	0,84	0,036	0,03
Agua destilada	4800	0,6	28,8
Ácido Cítrico	6	0,0026	0,0156
Botellas	30 unidades	0,8	24
Etiquetas	30 unidades	0,01	0,3
Mano de obra			3
Gas			1
Costo total			85,4016
Costo Unitario			2,85
Precio venta unitario			6
Precio venta total			180
Relación Beneficio costo unitario			3,15
Relación beneficio costo total			94,5

Fuente: Albán, C; Carrasco, J. (2012)

En la tabla N° 40 realizamos el análisis de beneficio-costos en el cual se determina el costo total de producción para la “Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de Levadura utilizando como sustrato papa china (*colocasia esculenta*) y camote (*ipomoea batatas l*)” en la Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar, es de 85,4016USD de los cuales el costo de cada unidad es de 2,85USD, ofertando al consumidor en presentaciones de 250ml. A un costo de 4,50USD, que se obtuvo un margen de

ganancia de 1,65USD por cada unidad vendida; por cada dólar invertido se obtuvo un margen de ganancia neta de 0.58cvos.

## V. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

### 5.1. HIPÓTESIS A VERIFICAR.

**H<sub>0</sub>** En los diferentes tratamientos de sustratos de papa china (*Colacasia esculenta*) y sustrato de camote (*Ipomoea batata L*), la cantidad de bebida alcohólica destilada será igual.

$$\mathbf{H_0} = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 \dots T_{12}$$

**H<sub>1</sub>** En los diferentes tratamientos de sustratos de papa china (*Colacasia esculenta*) y sustrato de camote (*Ipomoea batata L*), la cantidad de bebida alcohólica destilada no será igual.

$$\mathbf{H_1} \neq T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \dots T_{12}$$

### 5.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS EN EL PRODUCTO TERMINADO DE LA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores del volumen obtenido de la bebida alcohólica destilada de cada tratamiento, este capítulo lo realizamos con la ayuda de un estadístico de prueba T; y a continuación tenemos las expresiones matemáticas que son:

$$\mathbf{H_0} = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 \dots T_{12}$$

$$\mathbf{H_1} \neq T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \dots T_{12}$$

### 5.3. DATOS PARA EL ESTADÍSTICO DE PRUEBA

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba T Student con el método de los valores críticos.

**Tabla N°41 resultados posterior a la destilación.**

PRODUCCIÓN DE BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA.		
TRATAMIENTOS	REPLICA 1	REPLICA 2
T1	616,6ml	619,93ml
T2	625ml	615,8ml
T3	600ml	608,4ml
T4	633,3ml	630ml
T5	583,4ml	621,4ml
T6	608,33ml	616,6ml
TOTAL	3666,63ml	3712,13ml

**Fuente:** Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)

$\mu = 633.3$	<b>Dónde:</b>	Volumen más alto de los tratamientos
$n = 12$		Tamaño de la muestra
$\bar{x} = 614.9\text{ml.}$		Media
$S^2 = 185.67$		Varianza.
$S = 13.62$		Desviación estándar
$S\bar{x} = 3.933$		Error Típico o error estándar
$gl = 11$		Grados de libertad

**Fórmula para calcular:**  $S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = S\bar{x} = \sqrt{\frac{185,67}{12}} = 3.933$

### 5.3.1. Cálculo de hipótesis.

Necesitamos de la ayuda de una fórmula

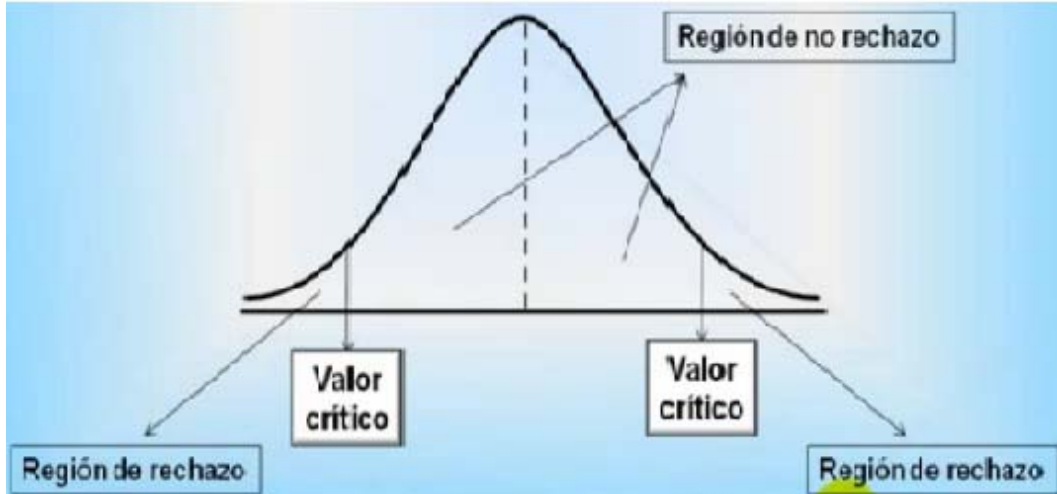
a. 
$$PET = \frac{\bar{x} - \mu}{S\bar{x}}$$

b. 
$$PET = \frac{614.96333}{3.93} \qquad PET = -4.6819$$

c. 
$$PET = \frac{-18.4}{3.93}$$

### 5.3.2. Representación gráfica para el estadístico de prueba.

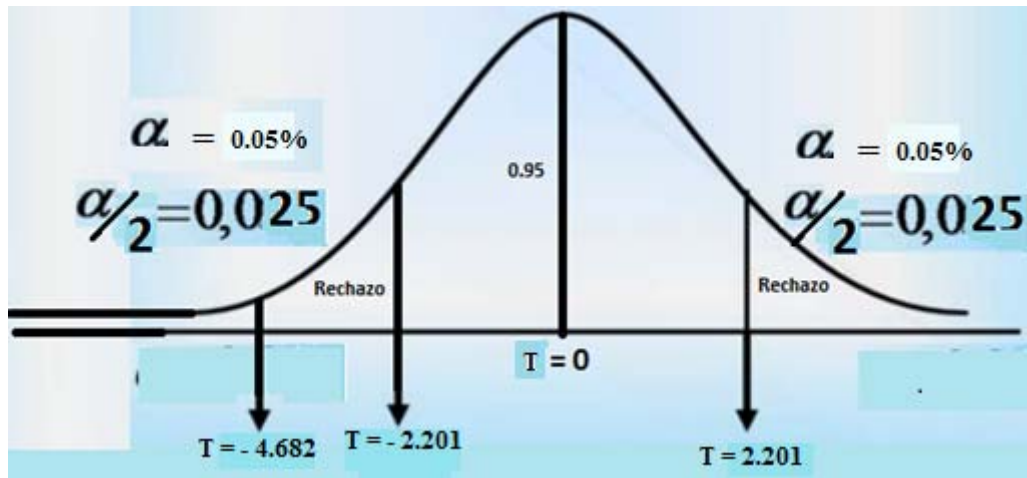
Fig. 45 Distribución normal.



Fuente: Experimentales, Albán C; Carrasco J. (2012)



**Fig. 46 Resultados distribución normal**



**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

Hay suficiente evidencia para suponer que en la producción la bebida alcohólica que proviene de dos cantidades de Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y diferentes porcentajes de sustratos de papa china (*Colacasia esculenta*) y sustrato de camote (*Ipomoea batata l*); se cree que  $\mu$  (633,3) no es igual a los demás tratamientos y se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), que dice: en los diferentes tratamientos de sustratos de papa china (*Colacasia esculenta*) y sustrato de camote (*Ipomoea batata L*), la cantidad de bebida alcohólica destilada será igual. Y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) que dice: en los diferentes tratamientos de sustratos de papa china (*Colacasia esculenta*) y sustrato de camote (*Ipomoea batata L*), la cantidad de bebida alcohólica destilada no será igual.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 6.1. CONCLUSIONES.

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se llega a las siguientes conclusiones.

- En la obtención del almidón de papa china y camote permitió establecer cuál de estos dos productos contienen mayor cantidad de almidón, siendo el camote con un 20,4% de rendimiento.
- La enzima GRYNDAMIL™ A 10000, presentó una efectividad en la hidrólisis de los sustratos y el tiempo que necesitó fue de una hora.
- En el proceso de la hidrólisis enzimática, en el sustrato de camote se observó mayor efectividad al momento de darse el fenómeno y al cabo de una hora finalizó con 13 °Brix.
- El pH de los tratamientos en estudio se observó un descenso normal desde 4, hasta su finalización que cerró con 3 hasta el día 21.
- En la variable porcentaje de sólidos solubles se puede apreciar que los tratamientos T1 (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) que comprende 0.06g de *Saccharomyces cerevisiae* más (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) y el T6 (A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>) que comprende 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* más (75% de sustrato de papa china y 25% de sustrato de camote), que termina el proceso de fermentación mucho más antes que los demás esto implica algunos factores como: estuvieron mucho más cerca de la fuente de calor o menos expuesta a la luz.
- El mayor grado alcohólico se obtuvo en el T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) que consta de 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* más (25% sustrato de papa china y 75% sustrato

de camote) con un valor de 43 °GL.

- En lo que respecta a metanol, el mejor tratamiento no presentan contenido de metanol, y podemos decir que está dentro de los parámetros de requisitos de la bebida alcohólica destilada tipo aguardiente en la norma NTE INEN 362.
- T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>), que comprenda 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* más (25% sustrato de papa china y 75% sustrato de camote) fue el mejor tratamiento con respecto a los resultados obtenidos anteriormente con los análisis de varianza tanto en el producto terminado como en los análisis sensoriales.
- En lo que respecta a rendimiento de la bebida alcohólica destilada del mejor tratamiento, se concluye que T4 es el mejor con un porcentaje de 15.8%.
- En la determinación de los costos de producción el precio de una botella de 250 ml tuvo un valor de 4 dólares, que en el mercado representa un costo adecuado comparando con el costo de los aguardientes comerciales como el Antioqueño que su precio es de 20 dólares el de 750.
- Se concluye que el mejor tratamiento de esta investigación es el T4 (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>) que implica 0.08g de *Saccharomyces cerevisiae* más (25 % sustrato de papa china y 75% sustrato de camote). Y presento las siguientes características y comparando con las NTE INEN 362 se concluye que el porcentaje de sólidos solubles es de 15.4 y el pH 5,28 como promedio de la réplica 1 y réplica 2 no existe información normativa para estos ítems pero esto nos sirve únicamente para información, respecto al grado alcohólico (GL) según la norma INEN 362 como mínimo 30 °Brix y como máximo 50 °Brix nuestro producto tiene 43.25 °Brix eso quiere decir que está dentro de los parámetros de la normativa Ecuatoriana; la acidez 6,82 expresado en ácido acético como máximo tenemos 40 también está dentro de los parámetros este producto está

apto para el consumo humano con respecto a la acidez: el punto mas importante la presencia de Metanol considerado como el alcohol de madera que tiene efectos nocivos para la salud, según la NTE INEN de 0 a 10 son aceptables, la bebida alcohólica que se produjo tiene 0.025 que es un valor mínimo con respecto a la normativa esto nos da entender que apto para el consumo humano.

**Tabla N° 42 Características y comparaciones de los análisis de laboratorio.**

ENSAYOS	R1	R2	Valores Promedios	Requisitos NTE INEN 362	
				Min	Max
<b>GRAD. BRIX.</b>	15,8	15	15,4	*	*
<b>GRADOS ALCOHÓLICOS</b>	43	43,5	43,25	30	50
<b>pH</b>	5,36	5,2	5,28	*	*
<b>ACIDEZ Expresada en ácido Acético</b>	6,6	7,04	6,82	-	40
<b>PRESENCIA DE METANOL</b>	0.029	0.022	0.025	-	10

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

\* No existe normativa para estos datos obtenidos, únicamente para información técnica.

- **Se acepta la hipótesis alternativa que dice:**

En los diferentes tratamientos de sustratos de papa china (*Colacasia esculenta*) y sustrato de camote (*Ipomoea batata L*), la cantidad de bebida alcohólica destilada no será igual.

## 6.2. RECOMENDACIONES.

Tomando en cuenta que el presente trabajo de investigación está enfocado a un producto novedoso nos permitimos sugerir lo siguiente:

- Esta investigación recomienda realizar la producción de bebidas alcohólicas tipo aguardiente de camote y papa china en temporadas en donde exista sobreproducción.
- Para la mezcla de agua y almidón se recomienda utilizar agua potable para bajar los costos de producción.
- Se recomienda investigar otros métodos de obtención de almidón para mejorar su rendimiento, por ejemplo la utilización de métodos mecánicos.
- Se recomienda que en el proceso de destilación, se considere los parámetros de temperatura, para la obtención de mejores resultados.
- Se recomienda para posteriores investigaciones se realice los análisis de determinación de aldehídos, alcoholes superiores, furfural y ésteres para tener la seguridad completa del producto.
- Tener en cuenta el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y de higiene tanto en equipos como en personal que está a cargo, desde el momento que empieza la recepción hasta finalizar el proceso ya que de estos parámetros depende los excelentes resultados del proceso.
- Investigar nuevas alternativas de industrialización del camote y papa china para el sector agroindustrial, puede utilizarse estos almidones en la industria de cárnicos o en panadería etc.
- La obtención de la materia prima para la obtención del almidón se

recomienda comprar los meses de mayo y junio donde existe mayor cantidad de producción.

## VII. RESUMEN Y SUMMARY

### 7.1. RESUMEN.

La presente investigación tuvo como principal objetivo la utilización de papa china y camote, enzimas alfa-amilasa; con el fin de obtener una bebida alcohólica destilada con características de una bebida alcohólica destilada, mediante la incorporación de dos niveles de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), con la ayuda del proceso fermentativo, y con estos procesos dar un valor agregado a estos productos olvidados.

La parte experimental de esta tesis se realizó en la Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar, provincia de Bolívar y los análisis físico-químicos se realizó en el laboratorio de la Doctora Fabiola Villa en la ciudad de Riobamba.

El presente estudio consistió en obtener una bebida alcohólica destilada con características de un aguardiente a partir de sustratos de papa china y camote sometiendo las materias primas a tres etapas como son: Obtención del almidón de cada producto, proceso de hidrólisis y por último la fermentación. Las variables en estudio fueron: sólidos solubles, pH, Grado alcohólico y acidez esto durante la fermentación y en el mejor tratamiento los análisis físico-químicos y presencia de Metanol realizado en un laboratorio.

Para el desarrollo de la fase experimental se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B; en el que A corresponde la cantidad de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), B la cantidad de sustratos tanto de papa china como de camote utilizado.

Las características del experimento fueron dos repeticiones, seis tratamientos y doce unidades experimentales conformadas con cuatro litros cada una. El análisis

se realizó con la ayuda de una guía instructiva y la hoja de encuesta; para determinar su significación estadística se realizó el ADEVA de cada una de la característica organoléptica.

Posteriormente se determinó el mejor tratamiento, en los cuales se realizó análisis físico-químicos y presencia de metanol, concluyendo como mejor tratamiento es el T4 que está constituido de 0,08g de Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) más (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) en el cual se obtuvo los mejores resultados y mejores rendimientos.



## 7.2. SUMMARY.

The present study had as main objective the use of Chinese potatoes and yams, enzymes alpha-amylase to obtain a distilled alcoholic beverage features a distilled alcoholic beverage, by introducing two levels of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) with the help of the fermentation process, and these processes to add value to these products forgotten.

The experimental part of this thesis was conducted in the Fruit and Vegetable Plant State University of Bolívar, Bolívar province and physical-chemical analysis was performed in the laboratory of Dr. Fabiola Villa in the city of Riobamba.

The present study was to obtain an alcoholic beverage distilled spirits characteristics of substrates from Chinese potatoes and yams subjecting raw materials such as three stages: Preparation of starch from every product, process and finally hydrolysis fermentation. The variables studied were: soluble solids, pH, acidity and alcoholic fermentation this for the best treatment and the physical-chemical analysis and the presence of methanol in a laboratory.

For the development of the pilot phase we used a completely randomized design with factorial A x B, where A is the amount of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), B the number of substrates both Chinese potatoes as yams used.

The characteristics were two replicates of the experiment, six and twelve units experimental treatments shaped with four liters each. The analysis was performed with the aid of an instructional sheet and survey; to determine statistical significance ANOVA was performed for each of the organoleptic characteristics.

It was later determined the best treatment, which was performed in physicochemical analysis and the presence of methanol, concluding as best treatment is T4 consisting of 0.08 g of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) more

(25% of Chinese potatoes substrate and 75% yam substrate) in which the best results are obtained and improved yields.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- ALAN H. VANAM, JANE P. SUTHERLAND, (1997) Bebidas Tecnología Química y Microbiológica Alimentos Básicos 2, editorial Acribia. S.A. Zaragoza. 307, 308p.
- ALARCÓN M., F. 1989. Obtención de dextrinas a partir del almidón de yuca. (Tesis). Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. 120p.
- Badui S. (2006), Química de los Alimentos. Cuarta edición. Pearson Educación, México. .55p
- BADUI, S. (2006). Química de los Alimentos. 4<sup>ta</sup> edición. Editorial Pearson Educación, México.
- BELITZY GROSCH,(1997) . Química de los alimentos. Acribia, Zaragoza, 957p
- BYONG H. LEE (1996). “Fundamentos de Biotecnología de los alimentos” Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España 66-207p
- COUSIN, citado por BERRÚ, VJ, CARRILLO, Ch. 1984. Colección y Comportamiento de Variedades de Camote (*Ipomoea batatas L*) en la provincia de Loja. Tesis Ing. Agr. Loja. EC, Universidad Nacional de Loja. Facultad de Agronomía. 99p.
- DÍAZ, J. (2008). Descubre los frutos exóticos. Editoriales Capitel Ediciones S.L. Madrid. 66,67p.
- DOMÍNGUEZ, PL. (1992). Utilización del camote (*Ipomoea batatas*) en la alimentación de los cerdos. En Desarrollo de productos de raíces y tubérculos, volumen 2 América Latina; taller sobre procesamiento, comercialización y

utilización de raíces y tubérculos en América Latina (1991, Villa Nueva, GU). Memorias. Ed. GJ Scott, JE Herrera, N Espínola, M Daza, C Fonseca, H Fano, M Benavides. Lima, Perú, CIP. p. 111-120.

- FREIRE B, (2012). Entrevista al Ingeniero Bolívar Freire, en CODEAMA. Puyo-Pastaza
- FOLQUER, F. (2000) La Batata (camote); estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 144p
- GASTONI V. WALDEMAR. (2000). Elaboración Artesanal de Licores. Editorial Edgar Blucher. 20p.
- GUAMÁN, M. (2008). Informe de Codeama. Puyo – Pastaza. 126p.
- LOPEZ, F y Guell C. Revista de alimentación, equipos y tecnología. Marzo de (1995) 55p.
- LOZADA, A.(2005). Producción de cultivos de papa china (Colacasia esculenta) utilizando dos métodos de propagación asexual bajo cuatro niveles de fertilización orgánica. 5-68p.
- MAGAP. (2008). Estimación de la Superficie Cosechada, producción y rendimiento agrícola del Ecuador. Quito 2008.
- MOSQUERA, E Y CÁRDENAS, D. (2008). Sectores de mayor producción de papa china de las provincias amazónicas. Gobierno Provincial de Pastaza.
- NAVARRE, (1998). Técnicas de Elaboración de Bebidas Alcohólicas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. 35p.

- ONWUEME, I. (1978). Tropical Tuber Crops. Jhon Wiley and Sons. New York EEUU 199, 200p
- PERALTA, N; CAVERO, W; CHUMBE, V. (1992). Un diagnóstico rápido del pan de camote en el Perú. En Desarrollo de productos de raíces y tubérculos, volumen 2 América Latina; taller sobre procesamiento, comercialización y utilización de raíces y tubérculos en América Latina (1991, Villa Nueva, GU). Memorias. Ed. GJ Scott, JE Herrera, N Espínola, M Daza, C Fonseca, H Fano, M Benavides. Lima, Perú, CIP. p. 175-197.
- RAMÍREZ, G; PEDROZA, J. (2001). Desarrollo de una Fermentación alcohólica a pH regulado y temperatura de 25 °C en el Biorreactor Bioflo 3000 M1227 y estudio inicial de fermentaciones en sistema continuo (Tesis) 90p
- SOTO GUEVARA, LM. (1992). El cultivo de la batata o camote (*Ipomoea batatas*) en Guatemala. En Desarrollo de productos de raíces y tubérculos, volumen 2 América Latina; taller sobre procesamiento, comercialización y utilización de raíces y tubérculos en América Latina (1991, Villa Nueva, GU). Memorias. Ed. GJ Scott, JE Herrera, N Espínola, M Daza, C Fonseca, H Fano, M Benavides. Lima, Perú, CIP. p. 35-38.
- VACLAVIK, A. (2002); Fundamentos de Ciencias de los alimentos; Editorial ACRIBIA , S.A. ZARAGOZA España; 45,46p.

➤ **WEB GRAFÍA.**

- A FRESCA. (2007). Inhame: vitaminas e poder curativo. Consultado el 10 de Marzo del 2009. Disponible en: <http://afresca.blogspot.com/2007/08/inhame-vitaminas-e-poder-curativo.html>
- AGUILAR, C. (2007). "Optimización del proceso de modificación del almidón de Maíz ceroso por extracción y el uso de mezclas de almidones modificados con mucilagos de Nopal para la encapsulación de aceite esencial de naranja empleando el secado por aspersion" (tesis) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Consultado el 10 de Marzo del 2012. Disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Optimizacion%20del%20proceso%20de%20modificacion%20del%20almidon%20de%20maiz.pdf>
- AVILÉZ, J. (2010). Enzimas. Consultado el 12 de Marzo del 2012. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/enzim/enzim.shtml>
- BIONOVA. (2010). Enzimas. Consultado el 10 de junio del 2012. Disponible en: <http://www.bionova.org.es/biocast/documentos/tema14.pdf>
- CÁMARA DE AGRICULTURA DE LA I ZONA, (2010). Análisis e interpretación del III Censo Agropecuario. Consultado el 06 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>
- CIP, (2010).El Camote. Consultado el 01 de junio del 2012 Disponible: [http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.cipotato.org/&ei=6e7CT8K2D4Gg9QTE89GnCW&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CGsQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3Dcip%26hl%3Des%26rlz%3D1R2SKPT\\_esEC438%26biw%3D1280%26bih%3D534%26prmd%3Dimvns](http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.cipotato.org/&ei=6e7CT8K2D4Gg9QTE89GnCW&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CGsQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3Dcip%26hl%3Des%26rlz%3D1R2SKPT_esEC438%26biw%3D1280%26bih%3D534%26prmd%3Dimvns)

- COBEÑA R. GLÓRIA-HINOSTROZA G. FRANCISCO, (2003). Situación actual del Camote (*Ipomoea batatas L.*) en Ecuador. Consultado el 06 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/peru/glória.htm>
- FAO (2001), SILVA, JBC DA; LÓPEZ, CA; MAGALHÃES, JS. 2004. Cultura da batata doce (en línea). Embrapa Hortalizas Sistemas de Produção 6. Consultado 7 mayo 2012. Disponible en: [www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/referencias.htm](http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/referencias.htm)
- FAO, (2006). Fichas Técnicas productos frescos y fermentados, fecha de consulta 05 de junio del 2012 disponible en: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CAMOTE.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CAMOTE.HTM)
- FAO, 2010. Taro cultivation in Asia and the Pacific. Consultado el 06 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/ac450e/ac450e03.htm#TopOfPage>
- FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. (2008). WeedAlert, Wild taro, (*Colocasia esculenta*). Consultado el 03 de Junio del 2012. Disponible en: <http://www.dep.state.fl.us/lands/invaspec/2ndlevpgs/pdfs/WildTaro.pdf>
- GARRIDO, A. (2001). Actividad enzimática de la alfa amilasa. Consultado el 23 de Marzo del 2012. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf900/actividad-enzimatica-amilasa/actividad-enzimatica-amilasa.pdf>
- GIACOMETTI, D Y LEÓN, J. (2010) La agricultura amazónica y caribeña. Yautía Malanga. Consultado el 25 de Febrero del 2012. Disponible en: [http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap4\\_8.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap4_8.htm)

- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE PASTAZA, (2012). Comercialización. Consultado el 06 de junio de 2012. Disponible en:  
<http://www.pastaza.gob.ec/obras-y-proyectos/comercializacion>
- GUAMÁN, M. (2008). Informe de Codema. Puyo – Pastaza. Pp 126. Consultado el 25 de marzo del 2012. Disponible en:  
<http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-general/materiales-de-clase-1/tema-1.-introduccion-al-estudio-de-la-fisiologia/Tema%20B-Bloque%20I-Enzimas.pdf>
- HAO, S. (2006)., “Taro”. Consultado el 03 de junio del 2012. Disponible en: <http://wapedia.mobi/pt/Taro>
- HUAMÁN Z, (2000), Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. Consultado el 05 de junio de 2012, disponible en:  
[http://www.agrifoodgateway.com/sites/default/files/articles/botanica\\_camote.pdf](http://www.agrifoodgateway.com/sites/default/files/articles/botanica_camote.pdf)
- JARDINERO. NET. (2007). Taro – Colacasia esculenta. Consultado El 10 de marzo Del 2009. Disponible en:  
[http://www.jardineiro.net/br/banco/Colacasia\\_esculenta.php](http://www.jardineiro.net/br/banco/Colacasia_esculenta.php)
- MACEK M, (2012). La Destilación. Consultado el 05 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm>
- MONTALDO, A Y PINEDO, M. (1999). Tipos de Cultivos - Hortalizas Amazónicas – Name. Ecu territorial páginas. Apoyo Agro Tecnología innovación. Agrícola Cultivos. Pp. 131 -162. Consultado el 19 de enero del 2012, en la página Web. <http://www.concope.gov.ec/>



- MUNDO DESCARGAS, (2012). Clasificación de las Bebidas Alcohólicas. Consultado el 12 de junio del 2012. Disponible en: [http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/salud/decargar\\_bebidas-alcoholicas.pdf](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/salud/decargar_bebidas-alcoholicas.pdf)
- ORTIZ A, (2008). La papa China consultado el 30 de mayo del 2012 disponible en <http://www.rednaturaleza.com.ar/planta/1063-dioscorea-trifida-papa-china>
- PLAN GENETIC RESOURCES, (1997). Bioersity International, International Plant Genetic Resources Institute. Descriptores para el Taro *Colacasia esculenta*. Consultado el 03 de marzo del 2012. Disponible en: [http://books.google.com.ec/books?id=D-V\\_W3nwuh0C&pg=PA44&lpg=PA44&dq=Colacasia+esculenta+caracteristicas+de+temperatura+y+suelo&source=bl&ots=nbvzVsruHl&sig=kkhm66som0dW\\_H9xDFZm3ZVtPc8&hl=es&ei=p9G2Scy5JpmRmQfm\\_9DqCg&sa=X&oi=book\\_result&resnum=4&ct=result#PPA31,M1](http://books.google.com.ec/books?id=D-V_W3nwuh0C&pg=PA44&lpg=PA44&dq=Colacasia+esculenta+caracteristicas+de+temperatura+y+suelo&source=bl&ots=nbvzVsruHl&sig=kkhm66som0dW_H9xDFZm3ZVtPc8&hl=es&ei=p9G2Scy5JpmRmQfm_9DqCg&sa=X&oi=book_result&resnum=4&ct=result#PPA31,M1).
- Paz, L. s.f. Tecnología y valor agregado (en línea). Palestra. Pontificia Universidad Católica del Perú. Consultado 7 julio 2012. Disponible en: <http://palestra.pucp.edu.pe/index.php?id=274&num=1>
- RAUDEZ M. GUILLERMO, POBEDA M. MIGUEL, (2004). Tesis CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SEIS GENOTIPOS DE CAMOTE (*Ipomea Batatas l*) CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA. Fecha de consulta 05 de junio del 2012 Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30r243.pdf>
- RAMÓN-AVALOS y otros. (s.f.). El uso de la yuca y Camote en la industria alimenticia, como recurso potencial para la obtención de almidones y

alternativas de desarrollo para la agricultura rural. Consultado el 21 de marzo del 2012. Disponible en:

[www.sicbasa.com/tuto/AMECIDER2006/PARTE%208/89%20silvio%20oswaldo%20ramon%20avalos%20et%20al.pdf](http://www.sicbasa.com/tuto/AMECIDER2006/PARTE%208/89%20silvio%20oswaldo%20ramon%20avalos%20et%20al.pdf)

- SÁENZ, P. 2004. Mecanismo de acción de las Enzimas. Consultado el 27 de marzo del 2012. Disponible en:

<http://www.biologia.edu.ar/metabolismo/enzimas.htm#Clases de Enzimas>

- SALAZAR, W. 2001. La Malanga. Consultado el 10 de julio del 2012. Disponible en:

[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

[o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

[419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

[az85KuJDgQdcH2sSq2FF6Zc-](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

[g6N35krTdSQsM4miZT4oQGvaY27w2L8FhY6\\_aM-Q-](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

[8w8Zc9wPLvLIhG89EPCnjes9qaldS6IGnUr02qQ&sig=AHIEtbTQbxUeIdspNx\\_](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

[2GkPEmGE-02iCPQ](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7aTnK-o8PDcJ:biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%2520Malanga/5.pdf+POST-COSECHA+DE+LA+MALANGA+...&hl=es-419&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEESgS0QNXaLUbHu30wK8IkMyuGzTnKmqg)

- SENACYT/FUNDACYT, EC. 2005. Almidones en remplazo del plástico. s.n.t. Consultado 20 marzo 2010. Disponible en:

[http://www.elmercurio.com.ec/web/titulares.php?seccion=PIiPF9t&nuevo\\_mes=10](http://www.elmercurio.com.ec/web/titulares.php?seccion=PIiPF9t&nuevo_mes=10&nuevo_ano=2005&dias=24)

- UDO AGRÍCOLA, (2008). Sistemas de producción de Cumo Chino (*Colacasia esculenta*), consultado el 06 de junio de 2012. Disponible en:

<http://www.bioline.org.br/request?cg08013>

- UNED BIZKAIA, (2010). Destilación. Consultado el 10 de marzo del 2012. Disponible en:

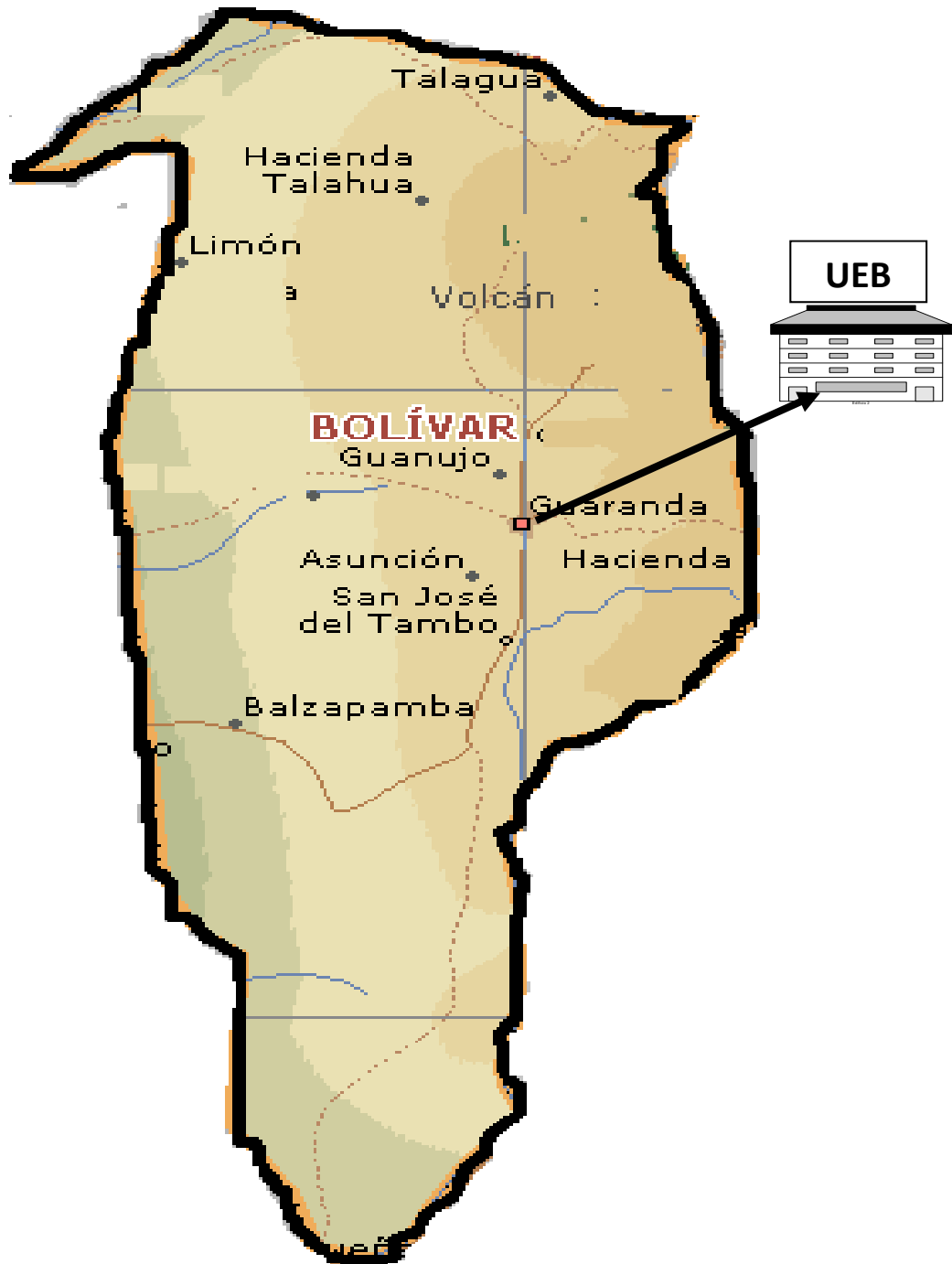
<http://www.unedbizkaia.es/archivos/practicas/09químicas/0910practica07b.pdf>

- USAID-RED, 2007. Manejo pos-cosecha del camote "buch back" (en línea). Boletín Técnico de pos-cosecha. Consultado el 05 de junio del 2012. Disponible en: [www.usaid-red.org](http://www.usaid-red.org)
- UNIVERSITY OF FLORIDA CENTER FOR AQUATIC AND INVASIVE PLANTS, (2008). *Colacasia esculenta*. wild taro, dasheen. Non-Nativeto Florida. Consultado el 10 de Marzo del 2009. Disponible en: <http://aquat1.ifas.ufl.edu/node/108> Vázquez H y Dacosta A, (2007). Ingeniería Investigación y Tecnología VIII consultado el 16 de junio del 2012. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/ict/vol10804/ICT000800404.pdf>
- VALIENTE, B. (2002). Historia de la destilación. Consultado el 10 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Historia-De-La-Destilaci%C3%B3n/2044479.html>
- WIKIPEDIA, (2012), Vino Fortificado. Consultado el 10 de junio del 2012. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Vino\\_fortificado](http://es.wikipedia.org/wiki/Vino_fortificado)

# ANEXOS

ANEXO N° 1

CROQUIS DE UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN



**ANEXO 2.**

**FICHA ORGANOLÉPTICA DE CATACIÓN**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL.**

**EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA ALCOHÓLICA.**

**Fecha..... Nombre.....**

**Instrucciones:** Sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una **X** el punto que mejor indique su sentido acerca de la muestra

Característica	Alternativas	Muestra N°					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Color</b>	1- Oscuro.						
	2- Claro.						
	3- Transparente.						
	4- Semi transparente.						
	5- Característico.						
<b>Olor</b>	1- Muy desagradable.						
	2- Desagradable						
	3- Agradable.						
	4- Muy bueno.						
	5- Excelente.						
<b>Sabor</b>	1- Muy desagradable.						
	2- Desagrada.						
	3- Agradable.						
	4- Muy agradable.						
	5- Excelente.						
<b>Aceptabilidad</b>	1- Malo.						
	2- Regular.						
	3- Bueno.						
	4- Muy bueno.						
	5- Excelente.						

Fuente: Wittig, E (1991)

OBSERVACIONES:.....  
 .....  
 .....

### ANEXO 3

#### Base de Datos

**TABLA N° 1.- ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES °BRIX.**

DÍAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	21	21	21	21	21	21
3	19	19,2	19,5	17	18	19
5	17,5	17,8	17,6	15	16	17,7
7	16,4	16,6	16	13	15,5	16,2
9	15,8	16	15,7	12	14,5	15,8
11	15	15,5	14,8	11	13	15,3
13	13	14,2	14	10,5	12,2	13
15	10	13	11	9	9,5	12,4
17	9,5	10,8	9,5	8	8	10
19	8,5	9,3	9	8	8	8
21	8	8	8	8	8	8
$\Sigma$	153,7	161,4	156,1	132,5	143,7	156,4
$\bar{X}$	13,97	14,67	14,19	12,05	13,06	14,22

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 2.- ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES °BRIX RÉPLICA.**

DÍAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	21	21	21	21	21	21
3	19,3	19,5	19,7	17	18	17,5
5	17,4	17,6	18	15	17	16
7	16,4	16,5	16	14	15	15
9	15,5	15,8	18	13	13,5	13
11	15	15	14	12,5	13,3	10
13	13	14	13,3	10	11	9
15	11	13	10	9	10	9
17	9,5	10,2	9,6	8	9	8,5
19	8	8,2	8,5	8	8	8
21	8	8	8	8	8	8
$\Sigma$	154,1	158,8	156,1	135,5	143,8	135
$\bar{X}$	14,01	14,44	14,19	12,32	13,07	12,27

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 3.- ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN pH.**

DÍAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	4	4	4	4
3	3,8	3,8	4	3,7	3,9	3,8
5	3,7	3,7	3,9	3,7	3,9	3,6
7	3,5	3,5	3,9	3,5	3,7	3,6
9	3,4	3,4	3,6	3,5	3,7	3,6
11	3,3	3,3	3,5	3,3	3,5	3,4
13	3,1	3,1	3,2	3,1	3,3	3,2
15	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1
17	3	3	3	3	3,1	3
19	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3
Σ	36,9	36,9	38,2	36,9	38,3	37,3
$\bar{x}$	3,35	3,35	3,47	3,35	3,48	3,39

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 4.- ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN pH RÉPLICA.**

DÍAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	4	4	4	4	4
3	4	3,8	4	4	3,8	3,6
5	3,7	3,6	3,9	4	3,7	3,6
7	3,7	3,5	3,8	3,8	3,7	3,6
9	3,5	3,5	3,6	3,8	3,5	3,3
11	3,3	3,1	3,5	3,5	3,5	3,3
13	3,1	3,1	3,4	3,5	3,2	3,3
15	3	3	3,1	3,2	3,2	3,1
17	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3
Σ	37,3	36,6	38,3	38,8	37,6	36,8
$\bar{x}$	3,39	3,33	3,48	3,53	3,42	3,35

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**



**TABLA N° 5.- ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN GL GRADO ALCOHÓLICO.**

TIEMPO EN HORAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
24	0	0	0	0	0	0
72	2	3	2,5	3	3	2
120	5	6	5,5	6	6,2	2,5
168	7	8	7	8	7	3
216	9	8,5	9	10	8	6
264	9,8	9	9,5	10	9	8
312	10	10	9,5	10,5	9	9
360	10,5	10,8	10	10,7	10	9
408	11	11	10	11	10,4	10,5
456	11,4	11,5	11	11,6	11	11
504	12	12,5	11,4	12	12	11,5
$\Sigma$	87,7	90,3	85,4	92,8	85,6	72,5
$\bar{X}$	7,97	8,21	7,76	8,44	7,78	6,59

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 6.- ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN GL GRADO ALCOHÓLICO RÉPLICA.**

TIEMPO EN HORAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
24	0	0	0	0	0	0
72	2,5	3,5	4	3	3,2	4
120	3	4,2	5	6	3,8	6
168	5	6	6	9	4	8
216	7	7	7	9,6	7	9
264	7,5	8	8	10	9	9,5
312	8	8,5	8,2	10,5	11	10
360	9	9	8,9	10,8	11,4	10,3
408	9,8	9,2	9	11	11,7	10,5
456	10	10	10	11,4	12	11
504	11	11	11	11,8	12	11,4
$\Sigma$	72,8	76,4	77,1	93,1	85,1	89,7
$\bar{X}$	6,62	6,95	7,01	8,46	7,74	8,15

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 7.- ANÁLISIS Y RENDIMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO.**

RESULTADOS EXPERIMENTALES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
VINILLO	3700ml	3750ml	3600ml	3800ml	3500ml	3650ml
PRODUCTO TERMINADO	616,6ml	625ml	600ml	633,3ml	583,4ml	608,33ml
GL	39 °GL	41 °GL	41 °GL	42 °GL	43 °GL	42 °GL
Acidez	0,28	0,263	0,263	0,257	0,25	0,247

**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 8.- ANÁLISIS Y RENDIMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO RÉPLICA.**

RESULTADOS EXPERIMENTALES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
VINILLO	3720ml	3695ml	3650ml	3780ml	3730	3700
PRODUCTO TERMINADO	619,93ml	615,8ml	608,4ml	630ml	621,4ml	616,6ml
GL	40 °GL	41 °GL	41 °GL	43 °GL	40 °GL	40 °GL
Acidez	0,27	0,263	0,263	0,25	0,27	0,27

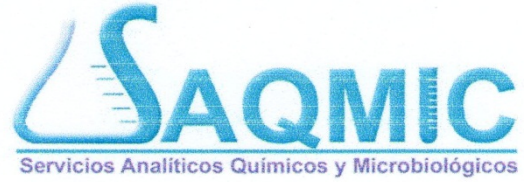
**Fuente: Experimental, Albán C; Carrasco J. (2012)**

**TABLA N° 9.- VALORACIONES DE LAS CATAACIONES EN EL PRODUCTO TERMINADO-**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
<b>COLOR</b>	31	31	26	31	29	29
<b>OLOR</b>	32	30	34	35	34	35
<b>SABOR</b>	30	32	31	35	33	34
<b>ACEPTABILIDAD</b>	30	33	34	36	31	35
<b>Σ</b>	123	126	125	137	127	133

ANEXO N° 4

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 032360260  
Avenida 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

**INFORME DE ANALISIS BROMATOLOGICO**

Solicitado por: Jofre Carrasco y Carlos Albán  
Fecha de análisis: 15 de noviembre de 2012  
Fecha de entrega de resultados: 20 de noviembre del 2012  
Tipo de muestras: destilado de papa china y camote T4 (R1)  
Localidad: Guaranda

**ANALISIS QUÍMICO:**

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
GRADOS BRIX	%	15.8
GRADOS ALCOHOLICOS	%	43
pH	%	5.36
Acidez expresado ácido tartárico	%	6.6
Presencia de metanol	%	0.029

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gina', written over a horizontal line.

Dra. Gina Álvarez Reyes

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fabiola', written over a horizontal line.

Dra. Fabiola Villa

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo  
Las muestras son receptadas en el laboratorio

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 032360260  
Avenida 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador


### INFORME DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Solicitado por: Jofre Carrasco y Carlos Albán  
Fecha de análisis: 15 de noviembre de 2012  
Fecha de entrega de resultados: 20 de noviembre del 2012  
Tipo de muestras: destilado de papa china y camote T4 (R2)  
Localidad: Guaranda

#### ANALISIS QUÍMICO:

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
GRADOS BRIX	%	15.4
GRADOS ALCOHOLICOS	%	43.5
pH	%	5.28
Acidez expresado ácido tartárico	%	6.82
Presencia de metanol	%	0.025

Atentamente



Dra. Gina Álvarez Reyes

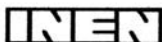


Dra. Fabiola Villa

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo  
Las muestras son receptadas en el laboratorio

ANEXO N° 5

NORMAS TÉCNICAS ECUATORIAN INEN



NTE INEN 362

1992-07

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Obligatoria

**BEBIDAS ALCOHOLICAS.  
AGUARDIENTE DE CAÑA RECTIFICADO  
REQUISITOS**

**INEN 362  
Cuarta revisión  
1992-07**

**1. OBJ ETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el aguardiente de caña rectificado, para ser considerado apto para el consumo humano.

**2. DEFINICIONES**

2.1 Aguardiente de cana rectificado. Es el producto obtenido mediante la fermentación alcohólica y destilación de jugos y otros derivados de la caña de azúcar, sometido a rectificación, de modo que conserve sus características organolépticas. También podrá denominarse "Aguardiente" o "Aguardiente de caña".

**3. REQUISITOS**

3.1 Debe ser transparente, incoloro o ambarino, con olor y sabor característicos del aguardiente de caña rectificado.

3.2 No se permite la adición de edulcorantes artificiales, colorantes diferentes al caramelo de sacarosa, esencias naturales o artificiales que modifiquen sus características organolépticas, ni bonificadores artificiales.

3.3 Debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

**Tabla 1. Requisitos del aguardiente de caña rectificado.**

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Grado alcohólico a 15° C	°GL			INEN 340
a) a nivel de productor		85	-	
b) a nivel de consumidor		30	50	
Acidez total, como ácido acético	*	-	40	INEN 341
Esteres, como acetato de etilo	*	-	80	INEN 342
Aldehídos, como etanal	*	-	20	INEN 343
Furfural	*	-	1,5	INEN 344
Alcoholes superiores	*	-	150	INEN 345
Metanol	*	-	10	INEN 347
Congéneres	*	18	250	

\* mg/100 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro.

**DESCRIPTORES:** Bebidas espirituosas, alcoholes, aguardientes, licores, fermentación, destilación, maceración, requisitos.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.4 El agua utilizada para hidratar el producto hasta los niveles establecidos en la tabla 1 debe ser potable, según Norma INEN 1108. También podrá ser destilada, desionizada o desmineralizada.

#### 4. INSPECCIÓN

4.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a la Norma INEN 339

#### 5. ENVASADO Y ROTULADO

5.1 El aguardiente, para consumo final, debe envasarse cumpliendo los requisitos establecidos en la Norma correspondiente, de tal forma que se garantice su calidad e inviolabilidad.

5.2 El aguardiente, como producto de consumo final, debe tener impreso, con caracteres legibles e indelebles en el panel principal de la etiqueta, la denominación "Aguardiente", "Aguardiente de caña" o "Aguardiente de caña rectificado", Indistintamente, además de todos los requisitos estipulados en la Norma INEN 1 933.

5.3 El envasado y comercialización del aguardiente de caña rectificado, para consumo final, se someterá a las Normas y Regulaciones dictadas por el INEN y las leyes pertinentes.

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

- INEN 339 *Bebidas alcohólicas. Muestreo.*  
INEN 340 *Bebidas alcohólicas. Determinación del grado alcohólico.*  
INEN 341 *Bebidas alcohólicas. Determinación de la acidez.*  
INEN 342 *Bebidas alcohólicas. Determinación de ésteres.*  
INEN 343 *Bebidas alcohólicas. Determinación de aldehídos.*  
INEN 344 *Bebidas alcohólicas. Determinación de furfural.*  
INEN 345 *Bebidas alcohólicas. Determinación de alcoholes superiores.*  
INEN 337 *Bebidas alcohólicas. Determinación de metanol*  
INEN 1108 *Agua potable. Requisitos.*  
INEN 1933 *Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

- Norma Cubana 83-0. *Aguardiente. Especificaciones de calidad.* Comité Estatal de Normalización. La Habana, 1984.
- Norma ICONTEC 410. *Bebidas alcohólicas. Aguardiente de caña. Primera revisión.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1976.
- Código Latinoamericano de Alimentos. *Bebidas alcohólicas y licores. Segunda edición.* Buenos Aires, 1964



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** NTE INEN 362 **TÍTULO:** BEBIDAS ALCOHOLICAS. AGUARDIENTE DE CAÑA RECTIFICADO. REQUISITOS **Código:** AL 04.02-401  
**Cuarta revisión**

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1998-04-15 Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 227 de 1988-05-20 publicado en el Registro Oficial No. 949 de 1998-06-03  Fecha de iniciación del estudio: 1991-05-20
--	--

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico: AL 04.02 **Bebidas Alcohólicas**  
Fecha de iniciación: **1991-08-01** Fecha de aprobación: **1991-09-29**  
Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

Dra. Consuelo Alvario (Presidenta)  
Econ. Carlos Rosero (Vicepresidente)  
Dr. Juan Jalil  
Dra. Azucena Torres  
Ing. Carlos Zapata  
Ing. Mauricio Burbano  
Sra. Ximena Mateu  
Econ. Claudio Patiño  
Dr. Guido Martínez  
Ing. Miguel Peña  
Dr. Carlos Crespo  
Ing. Manuel Auquilla  
Dr. Luis Monsalve  
Dr. Manuel Vega  
Ing. Francisco Giler  
Ing. Luis Bonilla  
Ing. Mario Proaño  
Sr. Pedro Rosales  
Sr. Hugo Ricaurte  
Ing. Alberto Salvador  
Ing. Wilson Saniana  
Ing. Alberto Sánchez  
Cap. Fernando Mantilla  
Sr. Jorge Villa  
Sr. Adolfo Espinosa  
Dra. Magdalena Báuz  
Dr. Oscar Luzuriaga  
Ing. Henry Troya  
Ing. Gustavo Jiménez  
Ing. César Jara H. (Secretario Técnico)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE "LIP"  
ALCOHOLESA  
LICORESA  
LICORESA  
ILSA  
ILSA  
ILSA  
ILSA  
DACA  
DACA  
DACA  
ZHUMIR  
ZHUMIR  
EASA  
CELIASA  
LICOFINO  
ALCOCORP  
ILENSA-BIOINGENIERIA  
ILENSA  
VIHURI  
ADILE-ILREPSA  
ILA S.A.  
VINICOLA HISPANO ECUATORIANA  
CORPORACIÓN CANEY INTERNACIONAL  
GUEBARRA  
ANDINA DE LICORES  
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA  
FACULTAD DE QUÍMICA - U. C.  
INEN  
INEN  
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de **1992-07-08**

**Oficializada como:** Obligatoria **Por Acuerdo Ministerial No. 442.....de...1992-08-27**  
**Registro Oficial No. ....38.....de...1992-10-01**

Norma Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS ENSAYO DE CATADO	INEN 350 1978-03
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJ ETO</b></p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para efectuar el catado de bebidas alcohólicas.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p>2.1 <i>Catar.</i> Es la operación mediante la que, utilizando los sentidos, se determinan las características organolépticas: aspecto, color, olor y sabor.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 El ensayo debe efectuarse siempre con un mismo tipo de copa.</p> <p>3.2 Es preferible realizar el ensayo de catado durante la mañana, procurando hacerlo siempre a la misma hora.</p> <p>3.3 El catador no debe fumar ni ingerir alimentos o bebidas (excepto agua destilada) durante el tiempo que se realiza la operación, quedando a su criterio y experiencia determinar el tiempo que debe transcurrir desde la última ingestión de alimentos o bebidas hasta el inicio del ensayo de catado.</p> <p>3.4 Las manos del catador deben estar perfectamente limpias y exentas de olores, a fin de evitar confusiones en la operación.</p> <p>3.5 No debe efectuarse el ensayo si el catador tiene las vías respiratorias o la cavidad bucal afectadas, si se encuentra cansado o si tienen alterado su sistema nervioso.</p> <p>3.6 El lugar en que se realiza el ensayo debe ser tranquilo, confortable y exento de olores y contaminantes que puedan influir en la operación de catado.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. INSTRUMENTAL</b></p> <p>4.1 <i>Copa,</i> apropiada para efectuar el ensayo; debe ser de vidrio incoloro, transparente y fino. Sus dimensiones serán las indicadas en la figura A.1 o tan similares como sea posible.</p> <p>4.2 <i>Vidrio de reboj,</i> de aproximadamente 60 mm de diámetro.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. REACTIVOS</b></p> <p>5.1 <i>Agua destilada, incolora, inodora e insípida.</i></p>		

## 6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 6.1 La muestra debe ser preparada e identificada por una persona que no sea la que va a realizar el ensayo de catado.
- 6.2 Los vinos y otras bebidas alcohólicas cuyo grado alcohólico sea inferior a 50° GL deben someterse al ensayo sin dilución previa.
- 6.3 Las bebidas alcohólicas cuyo grado alcohólico sea superior a 50°GL deben diluirse hasta aproximadamente 35° GL antes de realizar el ensayo.
- 6.4 Colocar en la copa un volumen de muestra aproximadamente igual a la tercera parte de su capacidad, observando siempre las indicaciones del catador a este respecto; luego, tapar con el vidrio de reloj.
- 6.5 Dejar la copa tapada en reposo durante 30 min antes de iniciar el ensayo de catado, procurando que la temperatura del medio permanezca constante en valores comprendidos entre 15° C y 25°C, según el tipo de bebida alcohólica.

## 7. PROCEDIMIENTO

### 7.1 Aspecto.

- 7.1.1 Observar la porción de muestra contenida en la copa, a fin de determinar la transparencia del producto.

### 7.2 Color.

- 7.2.1 Observar la porción de muestra contenida en la copa, a fin de determinar el color del producto y, si se dispone de una muestra patrón o tipo, establecer la comparación correspondiente.

### 7.3 Olor.

- 7.3.1 Mover la copa suavemente y en forma circular para facilitar la captación del olor, evitando la fatiga del olfato.
- 7.3.2 Dejar transcurrir por lo menos cinco segundos entre dos pruebas, aspirando aire profundamente en el intervalo.

### 7.4 Sabor.

- 7.4.1 Sostener la copa, colocando la palma de la mano en el lugar de unión del cuello con el cuerpo de la copa, durante cinco minutos antes de proceder a la prueba.
- 7.4.2 Probar con sorbos de igual volumen cada vez (aproximadamente de 4 a 5 cm<sup>3</sup>), no debiendo permanecer la bebida más de cinco segundos en la boca y prefiriendo no ingerir, para evitar falsas percepciones.

(Continúa)

7.4.3 El catador debe centrar su atención cada vez en una propiedad particular (suavidad, acidez, amargor, dulzor, etc.).

7.4.4 Después de cada prueba debe enjuagar la boca con agua destilada tibia.

#### 8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 El informe del catador debe ser lo más claro posible, evitando expresiones ambiguas o confusas.

8.2 Una vez emitido el informe de resultados no debe repetirse el ensayo, a menos que el catador presente una razón legítima y de importancia que justifique una nueva realización del ensayo sobre la misma muestra.

8.3 Debe incluirse cualquier condición no especificada en esta norma, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre los resultados.

8.4 Deben indicarse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

*(Continúa)*



CDU: 663.5

AL 04.02-308

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>BEBIDAS ALCOHOLICAS DETERMINACION DEL METANOL</b>	<b>INEN 347 1978-03</b>
<b>1. OBJ ETO</b>		
<p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de metanol en bebidas alcohólicas destiladas.</p>		
<b>2. RESUMEN</b>		
<p>2.1 Determinar espectrofotométricamente el contenido de metanol en bebidas alcohólicas, usando ácido cromotrópico.</p>		
<b>3. INSTRUMENTAL</b>		
<p>3.1 Aparato para destilación (ver figura 1), compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) matraz de destilación, con fondo redondo y de 1 000 cm<sup>3</sup> de capacidad</li> <li>b) malla de asbesto</li> <li>c) fuente eléctrica de calentamiento, con regulador de temperatura,</li> <li>d) tubo de vidrio delgado, de 6 mm de diámetro interno aproximadamente y de 30 mm x 300 mm x 150 mm, dimensiones:</li> <li>e) refrigerante de Liebig, de longitud igual o mayor a 400 mm,</li> <li>f) tubo de vidrio adecuado para dirigir el destilado al recipiente colector,</li> <li>g) matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup></li> <li>h) baño de agua, con hielo, en el que debe sumergirse el matraz volumétrico.</li> </ul>		
<p>3.2 <i>Espectrofotómetro</i></p>		
<p>3.3 <i>Pipeta volumétrica, de 1 y 2 cm<sup>3</sup></i></p>		
<p>3.4 <i>Matraz volumétrico, de 50 cm<sup>3</sup> y de 250 cm<sup>3</sup></i></p>		
<p>3.5 <i>Baño de agua, con temperatura constante en 15 ± 0,5 °C, de profundidad igual o superior a 30 cm.</i></p>		
<p>3.6 <i>Termómetro, graduado en décimas de grado Celsius (°C).</i></p>		
<b>4. REACTIVOS</b>		
<p>4.1 <i>Solución de permanganato de potasio.</i> Disolver 3,0 g de permanganato de potasio y 15 cm<sup>3</sup> de ácido fosfórico, en 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada. La solución debe prepararse mensualmente.</p>		
<p>4.2 <i>Solución de ácido cromotrópico,</i> Solución acuosa al 5% que puede prepararse con el ácido o la sal sódica, semanalmente. Debe filtrarse si no es clara. Para purificación del ácido cromotrópico, ver Anexo A.</p>		

4.3 *Bisulfito de sodio, seco.*

4.4 *Acido su sulfúrico, al 98 %, reactivo para análisis.*

4.5 *Alcohol etílico absoluto, reactivo para análisis.*

4.6 *Solución patrón efe metanol. Debe contener 0,025 % en volumen de metanol en alcohol etílico al 5,5%.*

4.7 *Agua destilada.*

4.8 *Alcohol metílico*

## 5. REPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Lavar cuidadosamente el equipo para destilación con agua destilada y proceder a armarlo.

5.2 Enjuagar el matraz con una porción de la muestra de bebida alcohólica y luego llenarlo con la muestra, hasta sobrepasar la marca de 250 cm<sup>3</sup>; tapar el matraz.

5.3 Colocar el matraz en el baño de agua a temperatura constante de 15° ± 0,5° C, durante 20 min, y retirar el exceso de muestra que sobrepasa la marca utilizando una pipeta, hasta obtener el volumen exacto de 250 cm<sup>3</sup>.

5.4 Transferir el contenido al matraz del aparato de destilación y lavar con tres porciones de 10 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recogiendo el agua de lavado en el mismo matraz del aparato de destilación. Añadir núcleos de ebullición.

5.5 Destilar lentamente la muestra recogiendo el condensado en un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup>, al que se ha añadido 10 cm<sup>3</sup> de agua destilada, hasta que se haya recogido 220 cm<sup>3</sup> aproximadamente.

5.6 Colocar el matraz en un baño de agua a temperatura constante de 15° ± 0,5° C, durante 20 min, y luego añadir cuidadosamente agua destilada a 15°C, hasta completar el volumen de 250 cm<sup>3</sup> homogeneizar.

5.7 Diluir o ajustar la muestra a una concentración alcohólica comprendida entre 5 y 6%.

5.8 Si el contenido de metanol en la muestra es superior a 0,057o, diluir con 5,5% de alcohol etílico.

5.9 Si el contenido de metanol en la muestra es inferior a 0,057o, colocar 200 cm<sup>3</sup> de muestra en el destilador de fraccionamiento y destilar durante 15 min con una razón de reflujo alta (de por lo menos 20:1), recogiendo 10 cm<sup>3</sup> de destilado; llevar a volumen de 160 cm<sup>3</sup> con agua destilada.

## 6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- 6.2** Colocar 2 cm<sup>3</sup> de solución de permanganato de potasio en un matraz volumétrico de 50 cm<sup>3</sup> y enfriar en un baño de agua con hielo.
- 6.3** Añadir 1 cm<sup>3</sup> de la muestra preparada y dejar en reposo, dentro del baño helado, durante 30 min.
- 6.4** Decolorar con una pequeña porción de bisulfito de sodio seco y adicionar 1 cm<sup>3</sup> de la solución de ácido cromotrópico.
- 6.5** Añadir 15 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico, lentamente y con agitación; luego, colocar en un baño de agua caliente (60° a 75°C) durante 15 min; enfriar.
- 6.6** Adicionar agua destilada hasta tener aproximadamente 50 cm<sup>3</sup>; mezclar y llevar a volumen con agua destilada a temperatura ambiente.
- 6.7** Determinar la absorbancia (A) a 575 mm, con respecto a una referencia de alcohol etílico al 5,5%, tratado similarmente.
- 6.8** Tratar la solución patrón de metanol en igual forma y determinar la absorbancia (A<sub>1</sub>).

### 7. CÁLCULOS

- 7.1** El contenido del metanol en bebidas alcohólicas se determina mediante la ecuación siguiente:

$$M = 0,025 \frac{A}{A_1} \times f$$

Siendo:

- M* = contenido de metanol en la muestra, en porcentaje de volumen.  
*A* = absorbancia correspondiente a la muestra.  
*A*<sub>1</sub> = absorbancia correspondiente a la solución patrón de metanol.  
*f* = factor de dilución de la muestra.

### 9. ERRORES DE MÉTODO

- 9.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 2%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

### 10. INFORME DE RESULTADOS

- 10.1** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.
- 10.2** En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.
- 10.3** Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

**ANEXO A****PURIFICACIÓN DEL ACIDO CROMOTROPICO**

**A.1** Si la absorbancia de un ensayo en blanco es superior a 0,05, debe purificarse el reactivo en la forma indicada a continuación.

**A.2** Disolver 10 g de ácido cromotrópico o su sal en 25 cm<sup>3</sup> de agua destilada; deben agregarse 2 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico a la solución acuosa de la sal para obtener ácido libre.

**A.3** Agregar 50 cm<sup>3</sup> de metanol, calentar hasta el inicio de la ebullición y filtrar

**A.4** Añadir 100 cm<sup>3</sup> de isopropanol para precipitar el ácido cromotrópico libre.

**A.5** Puede añadirse más isopropanol para aumentar el rendimiento en la producción del ácido purificado.



Norma Técnica Ecuatoriana	<b>BEBIDAS ALCOHOLICAS DETERMINACION DE LA ACIDEZ</b>	<b>INEN 341 1978-03</b>
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la acidez en bebidas alcohólicas destiladas.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma establece el método para determinar la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil.</p> <p><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 <i>Acidez total.</i> Es la suma de los ácidos valorables obtenida cuando se lleva la bebida alcohólica a neutralidad (pH: 7), por adición de una solución alcalina.</p> <p>3.2 <i>Acidez volátil.</i> Es la suma de los ácidos volátiles valorables por neutralización de la bebida alcohólica, usando una solución alcalina.</p> <p>3.3 <i>Acidez fija.</i> Es la suma de los ácidos fijos valorables por neutralización de la bebida alcohólica, usando una solución alcalina.</p> <p><b>4. RESUMEN</b></p> <p>4.1 Determinar la acidez total y la acidez fija mediante titulación con hidróxido de sodio y, por diferencia, establecer el valor de la acidez volátil.</p> <p><b>5. INSTRUMENTAL</b></p> <p>5.1 <i>Matraz Erlenmeyer</i>, de 500 cm<sup>3</sup>.</p> <p>5.2 <i>Crisol de platino</i>, o de porcelana, de 50 cm<sup>3</sup>.</p> <p>5.3 <i>Baño de vapor.</i></p> <p>5.4 <i>Estufa</i>, con regulador de temperatura.</p> <p>5.5 <i>Bureta</i>, de 10 cm<sup>3</sup> con graduación de 0,05 cm<sup>3</sup>.</p> <p>5.6 <i>Pipeta volumétrica</i>, de 25 cm<sup>3</sup>.</p>		

**6.2** Colocar 2 cm<sup>3</sup> de solución de permanganato de potasio en un matraz volumétrico de 50 cm<sup>3</sup> y enfriar en un baño de agua con hielo.

**6.3** Añadir 1 cm<sup>3</sup> de la muestra preparada y dejar en reposo, dentro del baño helado, durante 30 min.

**6.4** Decolorar con una pequeña porción de bisulfito de sodio seco y adicionar 1 cm<sup>3</sup> de la solución de ácido cromotrópico.

**6.5** Añadir 15 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico, lentamente y con agitación; luego, colocar en un baño de agua caliente (60° a 75°C) durante 15 min; enfriar.

**6.6** Adicionar agua destilada hasta tener aproximadamente 50 cm<sup>3</sup>; mezclar y llevar a volumen con agua destilada a temperatura ambiente.

**6.7** Determinar la absorbancia (A) a 575 mm, con respecto a una referencia de alcohol etílico al 5,5%, tratado similarmente.

**6.8** Tratar la solución patrón de metanol en igual forma y determinar la absorbancia (A<sub>1</sub>).

## 7. CÁLCULOS

**7.1** El contenido del metanol en bebidas alcohólicas se determina mediante la ecuación siguiente:

$$M = 0,025 \frac{A}{A_1} \times f$$

Siendo:

- M = contenido de metanol en la muestra, en porcentaje de volumen.
- A = absorbancia correspondiente a la muestra.
- A<sub>1</sub> = absorbancia correspondiente a la solución patrón de metanol.
- f = factor de dilución de la muestra.

## 9. ERRORES DE MÉTODO

**9.1** La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 2%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 10. INFORME DE RESULTADOS

**10.1** Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

**10.2** En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

**10.3** Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

**ANEXO A****PURIFICACIÓN DEL ACIDO CROMOTROPICO**

**A.1** Si la absorbancia de un ensayo en blanco es superior a 0,05, debe purificarse el reactivo en la forma indicada a continuación.

**A.2** Disolver 10 g de ácido cromotrópico o su sal en 25 cm<sup>3</sup> de agua destilada; deben agregarse 2 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico a la solución acuosa de la sal para obtener ácido libre.

**A.3** Agregar 50 cm<sup>3</sup> de metanol, calentar hasta el inicio de la ebullición y filtrar

**A.4** Añadir 100 cm<sup>3</sup> de isopropanol para precipitar el ácido cromotrópico libre.

**A.5** Puede añadirse más isopropanol para aumentar el rendimiento en la producción del ácido purificado.

Norma Técnica Ecuatoriana	<b>BEBIDAS ALCOHOLICAS DETERMINACION DE LA ACIDEZ</b>	<b>INEN 341 1978-03</b>
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la acidez en bebidas alcohólicas destiladas.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma establece el método para determinar la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil.</p> <p><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 <i>Acidez total.</i> Es la suma de los ácidos valorables obtenida cuando se lleva la bebida alcohólica a neutralidad (pH: 7), por adición de una solución alcalina.</p> <p>3.2 <i>Acidez volátil.</i> Es la suma de los ácidos volátiles valorables por neutralización de la bebida alcohólica, usando una solución alcalina.</p> <p>3.3 <i>Acidez fija.</i> Es la suma de los ácidos fijos valorables por neutralización de la bebida alcohólica, usando una solución alcalina.</p> <p><b>4. RESUMEN</b></p> <p>4.1 Determinar la acidez total y la acidez fija mediante titulación con hidróxido de sodio y, por diferencia, establecer el valor de la acidez volátil.</p> <p><b>5. INSTRUMENTAL</b></p> <p>5.1 <i>Matraz Erlenmeyer</i>, de 500 cm<sup>3</sup>.</p> <p>5.2 <i>Crisol de platino</i>, o de porcelana, de 50 cm<sup>3</sup>.</p> <p>5.3 <i>Baño de vapor.</i></p> <p>5.4 <i>Estufa</i>, con regulador de temperatura.</p> <p>5.5 <i>Bureta</i>, de 10 cm<sup>3</sup> con graduación de 0,05 cm<sup>3</sup>.</p> <p>5.6 <i>Pipeta volumétrica</i>, de 25 cm<sup>3</sup>.</p>		

**6. REACTIVOS**

- 6.1 Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente valorada.
- 6.2 Solución indicador de fenolftaleína, solución alcohólica al 1%.
- 6.3 Alcohol neutro.
- 6.4 Agua destilada.

**7. PROCEDIMIENTO**

7.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra.

**7.2 Determinación de la acidez total.**

7.2.1 Colocar 250 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> y añadir 25 cm<sup>3</sup> de muestra y 5 gotas de la solución de fenolftaleína; proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

**7.3 Determinación de la acidez fija.**

7.3.1 Evaporar a sequedad 25 cm<sup>3</sup> de muestra contenidos en un crisol de platino o de porcelana, sobre un baño de vapor.

7.3.2 Colocar el crisol y su contenido en la estufa, a 100°C, durante 30 min.

7.3.3 Disolver y transferir el residuo seco utilizando porciones de alcohol neutro (aproximadamente 25 cm<sup>3</sup>) a un matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup>, que debe contener 250 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada.

7.3.4 Adicionar 5 gotas de solución de fenolftaleína y proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

**8. CALCULOS**

8.1 La acidez total en bebidas alcohólicas destiladas se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$AT = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

Siendo:

AT = acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro.

V<sub>1</sub> = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos (ver 7.2.1).

**6. REACTIVOS**

- 6.1 *Solución 0,1 N de hidróxido de sodio*, debidamente valorada.
- 6.2 *Solución indicador de fenolftaleína*, solución alcohólica al 1%.
- 6.3 *Alcohol neutro*.
- 6.4 *Agua destilada*.

**7. PROCEDIMIENTO**

7.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra.

**7.2 Determinación de la acidez total.**

7.2.1 Colocar 250 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> y añadir 25 cm<sup>3</sup> de muestra y 5 gotas de la solución de fenolftaleína; proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

**7.3 Determinación de la acidez fija.**

7.3.1 Evaporar a sequedad 25 cm<sup>3</sup> de muestra contenidos en un crisol de platino o de porcelana, sobre un baño de vapor.

7.3.2 Colocar el crisol y su contenido en la estufa, a 100°C, durante 30 min.

7.3.3 Disolver y transferir el residuo seco utilizando porciones de alcohol neutro (aproximadamente 25 cm<sup>3</sup>) a un matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup>, que debe contener 250 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada.

7.3.4 Adicionar 5 gotas de solución de fenolftaleína y proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

**8. CALCULOS**

8.1 La acidez total en bebidas alcohólicas destiladas se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$AT = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

Siendo:

AT = acidez total, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro.

V<sub>1</sub> = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos (ver 7.2.1).

G = grado alcohólico de la muestra (ver INEN 340).

8.2 La acidez fija se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$AF = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

Siendo:

AF = acidez fija, expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro.

V<sub>2</sub> = volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación, en centímetros cúbicos (ver 7.3.4).

G = grado alcohólico de la muestra (ver INEN 340).

8.3 La acidez volátil se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$AV = AT - AF$$

Siendo:

AV = acidez volátil.

AT = acidez total.

AF = acidez fija.

## 9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 1%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 10. INFORME DE RESULTADO

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

10.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>BEBIDAS ALCOHOLICAS. DETERMINACIÓN DEL GRADO ALCOHOLICO.</b>	<b>NTE INEN 340:1994 Primera revisión 1994-10</b>
--	---	---

### 1. OBJETO

1.1 Esta Norma establece el método para determinar el grado alcohólico en bebidas alcohólicas.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta Norma se aplica a bebidas alcohólicas destiladas, alcohol etílico, materias primas y subproductos alcohólicos.

### 3. DEFINICIONES

**3.1 Grado alcohólico.** Es el volumen de alcohol etílico, expresado en centímetros cúbicos, contenido en 100 cm<sup>3</sup> de bebida alcohólica, a una temperatura determinada.

**3.2 Grado alcohólico.** Es el grado de una mezcla hidroalcohólica pura, indicado por el alcoholímetro centesimal de Gay Lussac en una temperatura diferente a la de referencia. La lectura de un grado aparente debe darse siempre indicando la temperatura a la cual dicha lectura fue tomada. También se considera grado aparente la lectura alcoholimétrica de una mezcla que no sea pura, debido a la adición de sustancia que altera la densidad de la mezcla. En este caso, para determinar el grado alcohólico real, debe someterse a un proceso de destilación, hasta obtener una mezcla hidroalcohólica pura.

### 4. METODO DE ENSAYO

#### 4.1 Resumen

4.1.1 El método consiste en efectuar una destilación simple de la bebida alcohólica, llevar a un volumen inicial con agua destilada y determinar en el destilado hidroalcohólico, el grado alcohólico volumétrico, por alcoholimetría.

#### 4.2 Instrumental

4.2.1 Alcoholímetro de Gay-Lussac, calibrado a 15°C y 20°C graduados en décimas de grado alcohólico, de calidad certificada.

4.2.2 Termómetro graduado en décimas de grado Celsius (centígrados).

4.2.3 Matraz volumétrico, de 250 cm<sup>3</sup>.

4.2.4 Probeta de capacidad y diámetro adecuados para evitar rozamiento con el alcoholímetro.

4.2.5 Aparato para destilación (ver figura 1), compuesto por:

(Continúa)

DESCRIPTORES: Bebidas espirituosas, alcoholes, aguardientes, licores, fermentación, destilación, infusión, percolación, maceración, método de ensayo.



- a) matraz de destilación, de 1000 cm<sup>3</sup>, con fondo redondo,
- b) malla de asbesto,
- c) fuente eléctrica de calentamiento,
- d) tubo de vidrio delgado, de aproximadamente 6 mm de diámetro interno y de dimensiones 300 x 300 mm x 150 mm,
- e) refrigerante de Liebig de longitud igual o mayor a 400 mm,
- f) tubo de vidrio adecuado para dirigir el destilado al recipiente colector,
- g) matraz volumétrico, de 250 cm<sup>3</sup>, y
- h) baño de agua con hielo, en el que debe sumergirse el matraz volumétrico.

**4.2.6** Baño de agua, con temperatura constante de  $15 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , ó  $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , según el caso, de profundidad igual o superior a 30 cm.

**4.2.7** Núcleos de ebullición.

#### **4.3 Preparación de la muestra.**

**4.3.1** Para productos alcohólicos que contienen extracto seco, debe destilarse previamente la muestra, y determinar en el destilado el grado alcohólico volumétrico utilizando el alcoholímetro Gay-Lussac.

**4.3.2** Lavar cuidadosamente el equipo para destilación con agua destilada y proceder a armarlo.

**4.3.3** Enjuagar el matraz con una porción de la muestra de bebida alcohólica, llenarlo con la muestra hasta sobrepasar la marca de 250 cm<sup>3</sup> y tapar el matraz.

**4.3.4** Colocar el matraz en el baño de agua, a temperatura constante de  $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ó  $20^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , según el caso, durante 20 minutos y retirar el exceso de muestra que sobrepasa la marca, utilizando una pipeta, hasta obtener el volumen exacto de 250 cm<sup>3</sup>.

**4.3.5** Transferir el contenido al matraz del aparato de destilación y lavar con tres porciones de 10 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recogiendo el agua de lavado en el mismo matraz del aparato de destilación. Añadir núcleos de ebullición.

**4.3.6** Destilar lentamente la muestra, recogiendo el condensado en un matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup> al que se añaden previamente 10 cm<sup>3</sup> de agua destilada, hasta que se haya recogido 220 cm<sup>3</sup> aproximadamente.

**4.3.7** Colocar el matraz en un baño de agua a temperatura constante  $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ó  $20^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , según el caso, durante 20 minutos y luego añadir cuidadosamente agua destilada a  $15^{\circ}\text{C}$  ó  $20^{\circ}\text{C}$ , según el caso, hasta completar el volumen de 250 cm<sup>3</sup> y homogeneizar.

#### **4.4 Procedimiento**

**4.4.1** Efectuar la determinación en la misma muestra preparada por duplicado.

**4.4.2** Colocar la muestra preparada en la probeta perfectamente limpia y seca.

**4.4.3** Limpiar y secar cuidadosamente el alcoholímetro y el termómetro e introducirlos suavemente en la probeta con la muestra, manteniéndolos así durante 10 minutos

(Continúa)

4.4.4 Agitar ligeramente para igualar la temperatura del sistema y leer la temperatura.

4.4.5 Dejar en reposo hasta que desaparezcan las burbujas de aire que se forman en el seno del líquido y efectuar la lectura en el alcoholímetro, considerando el nivel real del líquido y no la elevación del menisco, utilizando una lupa, si fuera necesario.

4.4.6 Corregir el grado alcohólico aparente medido a 15°C, utilizando la tabla 1.

4.4.7 Corregir el grado alcohólico aparente medido a 20°C utilizando la tabla 2.

4.4.8 Corregir el grado alcohólico aparente Intermedio, por interpolación.

#### 4.5 Errores de método

4.5.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 0,2 GL; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

#### 4.6 Informe de resultados.

4.6.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, con aproximación a una centésima.

4.6.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

4.6.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

**ANEXO N° 6**

**FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

**Fotos defensa del Anteproyecto.**



## Fotos Trabajo de Campo







Fotos de Análisis Organolépticos.



## ANEXO N° 7.

### GLOSARIO.

- **Ácido Pirúvico:** El ácido pirúvico es un ácido alfa-ceto que tiene un papel importante en los procesos bioquímicos.
- **Almidón:** es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo.
- **Amilopectina:** La amilopectina es un polisacárido que se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol.
- **Amilosa:** La amilosa es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos  $\alpha(1,4)$ , que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón.
- **Aspergillus oryzae:** Es un hongo utilizado en la cocina japonesa y para la fermentación del miso y del sake.
- **Atol:** O atole es una bebida hecha con harina de maíz, disuelta en agua o leche hervida q se de varias maneras y a la que puede añadirse diversos ingredientes.
- **Cormo:** Un cormo es un tallo engrosado subterráneo.
- **Daltones:** Es la unidad de masa atómica o una, o Dalton nombrada en honor del químico John Dalton, es la más pequeña unidad de masa usada para expresar masas atómicas y masas moleculares.



- **Destilación:** La destilación es la operación de separar, mediante vaporización y condensación en los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión.
- **Glabro:** En botánica y micología, glabro es un adjetivo usado para describir una característica morfológica como liso, brillante.
- **Glucosa:** Es un monosacárido con fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ , la misma que la fructosa pero con diferente posición relativa de los grupos  $-OH$  y  $O=$ . Es una hexosa, es decir, que contiene 6 átomos de carbono, y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel.
- **Hidrólisis:** es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química. Esta reacción es importante por el gran número de contextos en los que el agua actúa como disolvente.
- **Hollejos:** Piel delgada de algunas frutas y legumbres.
- **Lignificación:** Fenómeno por el que se deposita lignina en la membrana celular.
- **Pubescente:** Cualquier superficie de un órgano u otra parte de la planta que posee una gran cantidad de pelillos.

- **Shochu:** Es una bebida alcohólica de Japón, comúnmente destilada de cebada, camote o arroz. Típicamente es 25% de graduación alcohólica, lo que lo hace más débil que el whisky y más fuerte que el vino y el sake.
- **Suberización:** Es una impregnación de la pared celular con suberina o depósito de laminillas de suberina sobre la Pared.
- **TM:** <sup>TM</sup> del inglés, trademark, marca registrada.