

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**E.A.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TITULO:**

**“ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A  
BASE DE UNA MEZCLA DE MAIZ DE JORA (*Zea mays L.*),  
GARBANZO (*Cicer arietinum L.*) Y HARINA DE TRIGO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

- **Bach. PONTE LÓPEZ EVELIN ARACELY.**
- **Bach. URBINA MEJÍA SANTITOS CHRISTIANET.**

**ASESOR:**

**M.Sc. AUGUSTO CASTILLO CALDERÓN**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2010**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a los seres que me han brindado todo su comprensión y amor: mis abuelos: Emiliano Mejía y Rosa Amelia Vásquez; mis padres, Mabel Mejía Vásquez y Cristian Ismael Urbina Célis; mis hermanos, Mabel y Christian; mis tíos Francisca y Carlos; mis sobrinos, Karla y Mauro y a mi gran amor por toda la paciencia y apoyo incondicional Ing. Carlos Alberto Nicho Grados.

**Santitos Christianet Urbina Mejía.**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a los seres que más amo en este mundo: Gracias Papá y Mamá por dame una carrera para mi futuro y creer en mí, solo les estoy devolviendo lo que me dieron como amor en un principio, Fortunato Ponte Herrera y María López Acuña, a mis

Hermanas, Cuñados y Sobrinos, por ser la fuente de mi inspiración y motivación para superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

**Evelin Aracely Ponte López.**

### **AGRADECIMIENTO**

Esta tesis, ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte de las autoras y su asesor, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación.

Primero y antes que nada, dar gracias a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer a mi familia y a mi gran amor por siempre confiar en mí y ser mi inspiración para salir adelante.

De igual manera mi más sincero agradecimiento al M.Sc. Augusto Castillo Calderón nuestro asesor, M.Sc. Elza Aguirre Vargas, M.Sc. Gilbert Rodríguez Paucar, Ing. Jorge Domínguez Castañeda ,profesores que siempre me guiaron y por su paciencia a Ing. Soledad Quezada.

**Santitos Christianet Urbina Mejía.**

## **AGRADECIMIENTO**

### **Deseo expresar mis más sinceras muestras de agradecimiento:**

A Dios, por enseñarme el camino correcto de la vida, guiándome y fortaleciéndome cada día con su Santo Espíritu.

A mis Padres, Hermanas y Cuñados por creer y confiar siempre en mi, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida.

A mis mejores amigos y en especial a Santitos y Tonny por su ayuda y apoyo incondicional.

A mis maestros, por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia.

A mis compañeros de Trabajo, por el apoyo y motivación que de ellos he recibido.

**Evelin Aracely Ponte López.**

- ***I.- INTRODUCCIÓN***

La producción y el consumo de bebidas alcohólicas siguen aumentando en todo el mundo. El total de la producción comercial, calculada en etanol al 100%, aumentó en cerca del 50%, lo que representa un aumento del 15% por persona. La cifra del 15% incluye un aumento de la producción por persona del 70% en América del Norte, del 90% en el Japón y del 66% en Australia y Nueva Zelandia. (O.M.S, 1995)

En la actualidad los adelantos tecnológicos en la producción de licor y bebidas carbonatadas van desplazando y restando importancia a los productos tradicionales por lo que se hace necesario encontrar nuevas formas de procesamiento y así poder competir comercialmente con los anteriores.

En el ámbito de las bebidas, destaca entre los espirituosos el pisco, un brandy de uva originario con el cual se prepara el pisco sour, cóctel de bandera preparado en base al pisco. La chicha de jora es una bebida de origen precolombino, hecha de maíz. Es un licor tradicional y extendido de la sierra y es, además, la bebida tradicional de la Fiesta de San Juan, celebrada en toda la selva peruana. En la selva, se prepara el masato, licor de origen indígena, hecho de yuca fermentada. (Riggio. M., 1973)

En nuestro país los tipos de bebidas elaboradas a base de maíz varían considerablemente en el uso de insumos, métodos y productos obtenidos por lo que pueden presentarse características organolépticas diferentes en lo que respecta a sanidad e higiene.

Se define la fermentación alcohólica como la transformación de los azúcares en alcohol y anhídrido carbónico, es el fenómeno químico biológico producido por seres organizados o

microorganismos vivos llamados levaduras o fermentos, que actúan y proliferan cuando se encuentran en un medio apropiado y condiciones favorables y adecuadas que provocan la fermentación. (Jorgensen.A., 1978)

El maíz (*Zea mays L.*) en su forma de malteado presenta excelentes condiciones para la obtención de bebidas fermentadas y por sus virtudes tradicionales conocidas, en el presente estudio se tomo como materia prima junto con el garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.

La chicha de jora es una bebida ancestral en el Perú y América, y su principal ingrediente es la jora o maíz fermentado. Los antiguos peruanos descubrieron el arte de hacer chicha de Jora de manera casual, y aunque su origen fue modesto, esa bebida llegó a ser la más importante del imperio Inca. (Riggio. M., 1973)

En consideración a lo anteriormente expuesto, se plantea la alternativa de elaborar una bebida fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*) , garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo, formulando un producto con características organolépticas aceptables, ofreciendo al consumidor un producto de calidad y acrecentar la aceptación de esta bebida tradicional, por consiguiente a un crecimiento sustancial de este negocio.

El presente estudio se realizó dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa, laboratorio de Análisis y Composición de Agroindustria de la Escuela de Ingeniería Agroindustria y tuvo como objetivos los siguientes:

- Obtener una bebida fermentada, y conseguir características organolépticas aceptables a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.
- Determinar las concentraciones de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo, en la obtención de una bebida fermentada.
- Determinar propiedades fisicoquímicos como: acidez, pH, densidad, viscosidad, sólidos solubles, grados alcohólicos y análisis sensorial para escoger la bebida del mejor tratamiento según el diseño experimental.
- Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto final obtenido de una bebida fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.

- **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**2.1. MAIZ DE JORA (*Zea mays L.*) var. *Cuban yellow.***

### 2.1.1.- Taxonomía

Reino	:	<i>Plantae</i>
División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Liliopsida</i>
Sub-clase	:	<i>Commelinidae</i>
Familia	:	<i>Poaceae</i>
Género	:	<i>Zea</i>
Especie	:	<i>Z. mays</i>



**Figura 1.** Maíz de Jora. Especie - *Z. mays* variedad amarillo duro.

### 2.1.2.- Generalidades sobre el Maíz

En la zona de Tingo María, se cultiva el maíz amarillo duro, variedad Cuban yellow, desde el año 1950, a través de este periodo se ha podido observar que

esta variedad se adapta muy bien a las condiciones climáticas de suelo imperantes en este lugar. (Zecevich, T ,1984)

En los últimos años se han introducido híbridos de maíz amarillo duro hecho que estaría motivando una modificación genética, de la variedad Cuban yellow. (Carbajal ,1990)

La norma oficial mejicana lo define como aquel maíz de granos amarillos o amarillos con un trozo rojizo, y que tenga un valor menor o igual a 6% de maíces de otro color.

El departamento de Agricultura de Estados Unidos menciona que es aquel maíz compuesto por granos de color amarillo, y puede contener como máximo 5% de maíces de otros colores. Los granos ligeramente teñidos de rojo se considerarán como amarillo siempre y cuando el color rojo oscuro cubra menos del 50%, si no se consideran como maíces de otros colores.

Este maíz es procesado en la industria almidonera, ya que el gluten forrajero es muy codiciado por los ganaderos, debido a su contenido de carotenos (precursores de la vitamina A). También se utiliza en la fabricación de frituras de maíz, dada la coloración final del producto. (Llanos ,1984)

### **2.1.2.1.- Estructura del grano**

Según Cheftel (1989), el fruto de la planta del maíz se llama comercialmente grano, botánicamente es una cariósida y agrícolamente se le conoce como semilla. Está formado por las siguientes partes:

***Pericarpio:*** Cubierta del fruto de origen materno, se conoce como testa, hollejo o cáscara.

***Aleurona:*** Capa de células del endospermo, de naturaleza proteica.

***Endospermo:*** Tejido de reserva de la semilla, que alimenta al embrión durante la germinación. Es la parte de mayor volumen. Hay dos regiones bien diferenciadas en el endospermo, el suave o harinoso y el duro o vítreo. La proporción depende de la variedad.

***Escutelo o cotiledón:*** Parte del embrión.

***Embrión o germen:*** Planta en miniatura con la estructura para originar una nueva planta, al germinar la semilla.

***Capa terminal:*** Parte que se une al olote, con una estructura esponjosa, adaptada para la rápida absorción de humedad.

Entre esta capa y la base del germen se encuentra un tejido negro conocido como capa hilar, la cual funciona como un mecanismo sellante durante la maduración del grano. La formación de la capa negra indica grano maduro.

### **2.1.2.2.-Composición química general**

**Almidón**

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, (que es la forma en que los cereales almacenan energía en el grano) al que corresponde hasta el 72 o 73% del peso del grano. Otros hidratos de carbono son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3% del grano.

### **Proteínas**

Las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11% del peso del grano y en su mayor parte se encuentran en el endospermo.

La calidad nutritiva del maíz como alimento viene determinada por la composición de aminoácidos de sus proteínas.

### **Aceite y ácidos grasos**

El aceite del grano de maíz está fundamentalmente en el germen y viene determinado genéticamente, con valores que van del 3 al 18%.

### **Fibra dietética**

Después de los hidratos de carbono (principalmente almidón), las proteínas y las grasas, la fibra dietética es el componente químico

del maíz que se halla en cantidades mayores. Los hidratos de carbono complejos del grano de maíz se encuentran en el pericarpio y la piloriza, aunque también en las paredes celulares del endospermo y en menor medida, en las del germen.

### **Otros hidratos de carbono**

El grano maduro contiene pequeñas cantidades de otros hidratos de carbono, además del almidón. El total de azúcares del grano varía entre el 1 y el 3% y la sucrosa, el elemento más importante, se halla esencialmente en el germen. En los granos en vías de maduración hay niveles más elevados de monosacáridos, disacáridos y trisacáridos. Doce días después de la polinización, el contenido de azúcar es relativamente elevado, mientras que el de almidón es bajo.

Conforme madura el grano, disminuyen los azúcares y aumenta el almidón.

### **Minerales**

La concentración de cenizas en el grano de maíz es aproximadamente del 1.3%, solo ligeramente menor que el contenido de fibra cruda. El germen es relativamente rico en minerales, con un valor medio del 11%, frente a menos del 1% en el endospermo. El germen proporciona cerca del 78% de todos los minerales del grano. El mineral que más abunda es el fósforo, en

forma de fitato de potasio y magnesio, encontrándose en su totalidad en el embrión con valores aproximadamente 0.9% en el maíz común. Como sucede con la mayoría de los granos de cereal, el maíz tiene un bajo contenido de Ca y de oligoelementos.

### **Vitaminas**

**Liposolubles.-** El grano de maíz contiene del vitaminas solubles en grasa, la provitamina A o carotenoide y la vitamina E.

**Hidrosolubles.-** Las vitaminas solubles en agua se encuentran sobre todo en la capa de aleurona del grano de maíz, y en menor medida en el germen y el endospermo. (Sánchez, 1976)

**Cuadro 1.** Componentes del Maíz de jora (*Z. mays*) en 100 g de porción comestible.

**Fuente:** Instituto Nacional de Salud-Perú (2008)

### **2.2. GARBANZO (*Cicer arietinum* L)**

**Nombre científico :** *Cicer arietinum* L.

**Nombres vulgar :** *Garbanzo.*

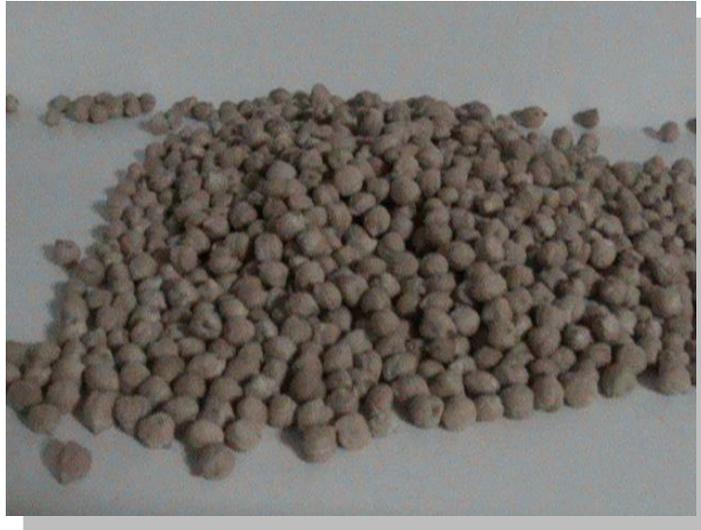
**Origen :** *Turquía*

**Familia :** *Fabacea (leguminosas)*

## Nombre del Alimento

## Maíz amarillo, jora seca de Composición

Energía <ENERC> kcal	347
Energía <ENERC> Kj	1450
Agua <WATER> g	13,8
Proteínas <PROCNT> g	7,00
Grasa total <FAT> g	3,6
Carbohidratos totales <CHOCDF> g	73,8
Carbohidratos disponibles <CHOAVL> g	73,8
Fibra cruda g	1,7
Fibra dietaria <FIBTG> g	•
Cenizas <ASH> g	1,8
Calcio <CA> mg	38
Fósforo <P> mg	346
Zinc <ZN> mg	•
Hierro <FE> mg	0,50
b caroteno equivalentes totales <CARTBQ> mg	•
Retinol <VITA> µg	6,00
Vitamina A equivalentes totales <VITA> mg	•
Tiamina <THIA> mg	0,38
Riboflavina <RIBF> mg	0,29
Niacina <NIA> mg	3,60
Vitamina C <VITC> mg	•



**Figura 2.** Garbanzo, especie *Cicer arietinum L.*

### **2.2.1. Propiedades**

Un alimento muy rico en lecitina, un tipo de grasa que tiene una gran importancia en el control del colesterol y de los triglicéridos, ya que permite emulsionar, es decir mezclar, las grasas del organismo con el agua, lo cual favorece su expulsión. Igualmente, a partir de la lecitina, se forma la colina, que se considera un miembro del grupo de la vitamina B y ayuda al hígado a prevenir o tratar una serie de enfermedades que pueden afectarle como la cirrosis, la hepatitis, el cáncer al hígado o la degradación del hígado causado por toxinas.

El contenido en proteínas de los garbanzos es algo inferior al resto de legumbres aunque es relativamente abundante, dentro de aminoácidos que contienen las proteínas de este alimento, el garbanzo presenta déficits en metionina y cistina.

Los garbanzos contienen más de un 60% de hidratos de carbono, los cuales unidos a su elevado contenido en grasas (si comparamos con otros legumbres) son los dos componentes que les proporciona una gran energía (más de 360 Kcal). El nivel calórico del garbanzo es algo superior a la media de las principales legumbres (355 Kcal). Dejando la parte estadística, podemos decir que las legumbres en general tienen un elevado poder calórico lo que puede ser muy interesante como fuente de alimento en personas que realizan grandes esfuerzos físicos, como trabajadores, deportistas o en la dieta de las personas jóvenes que requieren mucha energía. Por otra parte, estas mismas características determinan que deban consumirse con prudencia cuando se desea realizar dietas de adelgazamiento o en caso de obesidad. (Valero, 1995)

### **2.2.2. Uso Medicinal**

- Para bajar los triglicéridos, se machacan 5 garbanzos, se les agrega agua hasta completar una taza y se toma 2 o 3 veces día.
- Para disolver y expulsar los cálculos (piedras), de la vesícula biliar y de los riñones, se cocinan 5 cucharadas de garbanzos en 2 litros de agua y de este caldo se toma una taza cada 3 horas diarias.
- Para quitar las manchas y pecas de la piel, se muelen los garbanzos, se mezcla con miel de abejas y se aplica a manera de crema por las noches al acostarse. Al otro día se lava con agua tibia.

- Para corregir la menstruación, se toma el agua en que han sido hervidos los garbanzos.
- Los garbanzos puestos en agua natural y bebida, es un buen remedio para curar las blenorragias (gonorreas).(Cazabonne,2010)

**Cuadro 2.** Componentes del garbanzo (*Cicer arietinum L.*) en 100 g de porción comestible

<b>Composición del Garbanzo</b>	
<b>Energía (Kcal)</b>	330,0
<b>Proteínas (g)</b>	19,4
<b>Grasas (g)</b>	5,0
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	55,0
<b>Fibra (g)</b>	15,0
<b>Fósforo (mg)</b>	375,0
<b>Magnesio (mg)</b>	160,0
<b>Potasio (mg)</b>	800,0
<b>Sodio (mg)</b>	30,0
<b>Vit.E (mg)</b>	3,10

---

<b>Folatos (mcg)</b>	180,0
----------------------	-------

---

**Fuente: Instituto Nacional de Salud-Perú (2008)**

### **2.3. HARINA DE TRIGO**

El trigo (*Triticum aestivum* L.), es el cereal producido en forma más extensa en el mundo. La mayor parte del trigo se destina a consumo humano; por lo tanto, su aporte a la ingesta calórica es significativo, particularmente en las Américas y el Medio Oriente. El procesamiento del trigo entero a harina de trigo generalmente se concentra en unos pocos molinos grandes.

La harina producida se usa para fabricar pan, galletas, pastas y otros productos. Debido a su amplia distribución geográfica, aceptación, estabilidad y versatilidad, la harina de trigo es un vehículo apropiado para suministrar micronutrientes a la humanidad. Con el término harina se designa al producto de la molienda del grano de trigo (*Triticum*

aestivum L.), generalmente el blando, sin impurezas. Es el producto más importante derivado de la molturación de los cereales, especialmente del trigo maduro.(Hoffmann,1990)



**Figura 3.** Harina de Trigo

### **2.3.1.- Propiedades**

Extraída del grano de trigo, que es el cereal más importante y el único capaz de dar por sí mismo harinas panificables. En un grano de [trigo](#) observamos en su parte externa la cáscara o lo que conocemos con el nombre de salvado de trigo que equivaldría de un 13 a un 18% del trigo. El resto o sea entre un 2 o un 3% sería el germen que es la parte donde se realiza la reproducción del grano y que también es utilizado como alimento ya que es rico en [azúcares](#), materias grasas y vitaminas B y E.

Al moler el grano de trigo con las maquinarias apropiadas, se trata de extraer la mayor cantidad posible de su parte interna, obteniéndose así harinas con distintas

cantidades de cáscaras. De ahí la clasificación que se realiza con las harinas y sus formas de diferenciarlas con los ceros. Un cero, dos ceros, tres ceros, cuatro ceros.

A mayor cantidad de ceros, menor contenido de cáscara, es lo que se conoce como harina refinada y que también la deja más blanca que el resto de las harinas. De esta explicación, rescatamos como conocimiento práctico que cuando una masa no es bien blanca es porque ha sido elaborada con una harina de menor refinamiento y mayor contenido de cáscara. Lo que nos dice que si bien estéticamente no resulta tan agradable a la vista es más saludable por el alto contenido de fibra que posee.

Las harinas contienen almidón, agua, minerales, vitaminas y proteínas. Poca cantidad de azúcares y materias grasas, estas últimas localizadas en las cáscaras o salvado de trigo y en el germen. (Solo panes ,2007)

**Cuadro 3.** Componentes de la Harina de trigo en 100 g de porción comestible.

<b>HARINA DE TRIGO: Composición Nutricional</b>	
<b>Agua (ml)</b>	<b>10</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	<b>348</b>
<b>Carbohidratos (gr)</b>	<b>80</b>
<b>Proteínas (gr)</b>	<b>9,3</b>
<b>Lípidos (gr)</b>	<b>1,2</b>
<b>Colesterol (mgr)</b>	<b>0</b>
<b>Sodio (mgr)</b>	<b>5,1</b>
<b>Potasio (mgr)</b>	<b>146</b>
<b>Calcio (mgr)</b>	<b>15</b>
<b>Fósforo (mgr)</b>	<b>102</b>
<b>Hierro (mgr)</b>	<b>1,1</b>
<b>Retinol (mg)</b>	<b>71</b>
<b>Ácido ascórbico (C) (mgr)</b>	<b>0</b>
<b>Riboflavina (B2) (mgr)</b>	<b>0,06</b>

<b>Tiamina (B1) (mgr)</b>	<b>0,09</b>
<b>Ácido fólico (microgr)</b>	<b>22</b>
<b>Cianocobalamina (B12) (microgr)</b>	<b>0</b>
<b>Fibra vegetal (gr)</b>	<b>3,4</b>
<b>Ácidos Grasos Poliinsaturados (gr)</b>	<b>0,75</b>
<b>Ácidos Grasos Monoinsaturados (gr)</b>	<b>0,2</b>
<b>Ácidos Grasos Saturados (gr)</b>	<b>0,25</b>
<b>Ácido Linoleico (gr)</b>	<b>0,7</b>
<b>Ácido Linolénico (gr)</b>	<b>0,05</b>

**Fuente: Instituto Nacional de Salud-Perú (2008)**

## **2.4.BEBIDAS FERMENTADAS**

### **2.4.1.Definición**

Se obtienen al transformarse en alcohol el azúcar que contienen algunas frutas (vino, sidra), la raíz o el grano de algunas plantas (cerveza). Por este procedimiento es difícil conseguir más de un 17 por 100 de alcohol, ya que el propio alcohol mata a la levadura e inhibe la fermentación. Su contenido en alcohol oscila entre unos 3 a 5 grados. (Portal sobre Salud y Bienestar, 2009)

Obtenidas de la fermentación de los azúcares de diferentes frutas. Son conocidas por toda la cerveza, la sidra y el vino. Su graduación está entre 4° a 12°. (Manrique, 1978)

Las bebidas fermentadas son aquellas que se fabrican empleando solamente el proceso de fermentación, en el cual se logra que un microorganismo (levadura) transforme el azúcar en alcohol. Con este proceso solo se obtienen bebidas con un contenido máximo de alcohol equivalente a la tolerancia máxima del microorganismo, es decir, unos 14 grados. Este proceso es relativamente simple cuando el sustrato a fermentar es el jugo de una frutas, pero cuando el sustrato es almidón, como el caso de la cebada, el arroz y el maíz, la levadura no lo puede fermentar directamente, por lo que deberá ser transformarlo químicamente en azúcar: es el proceso de sacarificación.

Este proceso consiste en una cocción del sustrato amiláceo y una posterior adición de una enzima hidrolítica (amilasa) en forma químicamente pura o en forma de cultivo microbiano. Una vez lograda la sacarificación del almidón, podrá ser sometido al proceso de fermentación.

Mediante el proceso de fermentación alcohólica se pueden obtener, además de los productos tradicionales como el vino, una serie de productos a partir de sustratos no frutales, como es llamada cerveza africana, elaborada a base de sorgo; la cerveza tradicional, producida a partir de cebada; el pulque, elaborado con el jugo extraído del agave; el arroz, con el cual se fabrica el famoso “Sake” japonés.

En realidad, casi cualquier sustrato amiláceo (como las féculas y tubérculos) puede ser sometido a este proceso para obtener bebidas de una mayor o menor graduación. Sin embargo, el sustrato que se fermente determinará la presencia de ciertos productos orgánicos y por tanto de los

atributos del producto final. Estos compuestos son alcoholes, ácidos orgánicos, ésteres y aldehídos que, en conjunto reciben el nombre de congenéricos. (Vino de Fruta , 2008)

La fermentación alcohólica (denominada también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno - O<sub>2</sub>), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es: CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico.

El etanol resultante se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas, tales como el vino, la cerveza, la sidra, el cava, etc.

Aunque en la actualidad se empieza a sintetizar también etanol mediante la fermentación a nivel industrial a gran escala para ser empleado como biocombustible.

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO<sub>2</sub> como

desechos consecuencia de la fermentación. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados. Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno (O<sub>2</sub>), máxima durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico. (Velásquez 1979)

#### **2.4.2. Bioquímica de la reacción de la fermentación**

La glucólisis es la primera etapa de la fermentación, lo mismo que en la respiración celular, y al igual que esta necesita de enzimas para su completo funcionamiento. A pesar de la complejidad de los procesos bioquímicos una forma esquemática de la reacción química de la fermentación alcohólica puede describirse como una glicolisis de tal forma que puede verse como participa inicialmente una molécula de

Hexosa:



Se puede ver que la fermentación alcohólica es desde el punto de vista energético una reacción exotérmica, se libera una cierta cantidad de energía. La fermentación alcohólica produce gran cantidad de CO<sub>2</sub>, que es

la que provoca que el cava (al igual que el Champagne y algunos vinos) tengan burbujas. Este CO<sub>2</sub> pesa más que el aire, y puede llegar a crear bolsas que desplazan el oxígeno de los recipientes donde se produce la fermentación.

La liberación del dióxido de carbono es a veces "tumultuosa" y da la sensación de hervir, de ahí proviene el nombre de fermentación, palabra que en castellano tiene por etimología del latín *fervere*. (Barbado, 2005)

#### **2.4.3. Fermentación del maíz: CHICHA DE JORA**

Bebida alcohólica que se obtiene de la fermentación del maíz en agua azucarada. Los primeros elaboradores de esta cerveza de maíz fueron los incas. (Balizan ,1927)

Chicha es el nombre que reciben diversas variedades de bebidas alcohólicas derivadas principalmente de la fermentación no destilada del maíz y otros cereales originarios de América: aunque también en menor medida, se suele preparar a partir de la fermentación de diferentes frutos.

Se denomina chicha de jora, a la bebida alcohólica obtenida por fermentación, de la materia azucarada contenida en el maíz malteado. (Vásquez ,1927)

Chicha de Jora es un producto que en su elaboración artesanal con lleva una serie de etapas que se encuentran sistematizadas en: Materia Prima, Cocción, Filtración y Fermentación. Sin embargo podemos observar que en la etapa de producción de Jora se encuentran deficiencias que hacen esta no tenga las capacidades de una Malta de Cebada y un menor rendimiento.

Asimismo en las técnicas de fermentación artesanales se puede producir sustancias que son tóxicas para el hombre, y por último sería adecuado el conseguir un método de conservación que nos permita tenerla siempre lista para ser consumida en estado óptimo de sus características organolépticas. (De Revistas & Ciencia Enrique De Florio Ramírez, 2008)

#### **2.4.3.1.-Jora o malta de maíz**

Se denomina jora al producto de la germinación controlada de los granos de maíz.

La Malta de Maíz existe, aunque no es muy común encontrarla en los comercios. Como lo indica la definición de "malta", este producto proviene de la germinación de los granos de maíz, preparados para hacer un cocimiento.

El producto de este cocimiento, es un Sirope (líquido espeso azucarado que se emplea en repostería, para elaborar refrescos y como edulcorante natural). Sin embargo, el uso más común de la malta de maíz es para preparar Chicha de Jora, una bebida alcohólica de larga tradición en los países latinoamericanos, cuya receta original ha sido heredada del gran Imperio Inca, donde recibía los nombres de Aqha, Asua, Upi o Yamor Tocto.

Obtenida de la fermentación de maíz en agua azucarada, y el agregado de alguna sustancia aromática, se la conoce también como "cerveza de maíz". (Valeria P.2003).

#### **2.4.3.2.-Elaboracion de malta**

El objeto del malteo de un cereal es obtener una buena cantidad de enzimas con menos cantidad de materia orgánica consumida. (Carrasco, 1974)

##### **Remojo**

Es la operación fisicoquímica biológica que suministra al grano por absorción. La humedad indispensable para que comience su desarrollo vital.

La actividad biológica se inicia desde el instante en que el grano es introducido en el agua.

El tiempo de remojo dura entre doce a catorce horas, para maíces amiláceos Alazán, mientras que para maíces duros dura 40-48 horas. (Carrasco, 1974)

### **Germinación**

Menciona que en el desarrollo del embrión se inicia la producción de diastasas que hidrolizan y movilizan la fécula del grano (endospermo), a cuyas expensas se duplica la cantidad de sacarosa y dextrosa y por acción de las oxidasas se realiza la combustión del azúcar invertido en el proceso respiratorio.

Indica las distintas susceptibilidades de los gránulos de almidón crudo al ataque de las enzimas diastáticas, pueden ser debido en parte a que los gránulos de almidón se encuentran más o menos cubiertos por una película proteica.

La degradación de los albuminoides originan no solo peptonas colídales sino incluso aminoácidos. El almidón crudo o almidón atacable mediante un tratamiento biológico, finalmente las lipasas que hidrolizan las grasas y liberan los ácidos grasos que vuelven a combinarse. (Florio, 1986)

La germinación se detiene cuando la planta alcanza una altura de más o menos aunque esta medida no es exacta y está supeditada a diversas variables, entre las cuales destacan tamaño del grano,

características fisicoquímicas y forma del malteado. (Riggio .1973)

### **Secado**

Se utiliza el secado natural (solar) si se realiza una deshidratación. La temperatura no debe superar los 40 grados centígrados, temperatura mayores afectan la capacidad enzimática. (Carrasco, 1974)

#### **2.4.3.3.-Actividad enzimática de un producto malteado**

Consiste en la hidrólisis biológica de las materias amiláceas y proteicas que contiene, mediante [enzimas](#) producidas por el malteo (Carrasco, 1954).

En esta hidrólisis intervienen cuatro tipos de enzimas:

**a. Amilolíticas:** responsables de la solubilización de la fécula y su posterior sacarificación. Intervienen los siguientes [grupos](#) de enzimas:

**a.1.Beta-amilasa:** Actúa ordenadamente, produciendo maltosa sobre la cadena lineal de [glucosa](#). Se obtiene 68-84% de maltosa, dependiendo del origen de la amilasa. La [temperatura](#) óptima de [trabajo](#) es de 60 - 70 C [pH](#), entre 4.6 - 5 (Carrasco, 1 954).

**a.2. Alfa-amilasa:** Actúa desordenadamente en enlaces 1,4 de almidón, produciendo unidades de dextrinas. La temperatura óptima de trabajo es de 70 - 76 °C y un pH 4.6-5.

**b. Proteolíticas:** Desdoblan las [proteínas](#) en compuestos más sencillos, como péptidos, aminoácidos.

**c. Fitinas:** Enzimas importantes porque ayudan a establecer y mantener el pH de la mezcla [agua](#)-malta durante la maceración (ABMB, 1954).

**d. Beta-gluconasas:** Actúan sobre la beta-gluconasas que son un [grupo](#) lineal de polisacáridos, consistente en unidades de glucosa con enlaces  $\beta$  (1,4) 70%,  $\beta$  (1,3) 30% que aumentan la [viscosidad](#) de la solución. Estos se encuentran en altas cantidades en maltas mal disgregadas y en cereales no malteados. (Ballena, 1967)

#### 2.4.4. Método de elaboración

La elaboración de chicha de jora es artesanal, tanto que algunos productores la consideran como un arte, lo que explica la reserva demostrada por quienes afirman prefieren no revelar sus particularidades métodos de producción. En muchos casos se mezcla con valores místicos-religiosos o animistas (Milla, 1959.)

La materia prima más utilizada y algunos de los métodos artesanales empleados se encuentran en el cuadro 4.

**a) Recepción - Materia Prima:**

La materia prima es la jora o malta de maíz, y se le puede definir Como el producto de la germinación controlada de los granos, para limitar el desarrollo del talluelo y la radícula (Muelle, 1945.).

**Cuadro 4: Fórmulas de elaboración de algunas variedades de chicha de jora que se consumen en el Perú.**

<b>(Ciudad de Perú)</b>	<b>(Apariencia)</b>	<b>(Ingredientes)</b>	<b>(tiempo)</b>	<b>(tiempo)</b>
<b>Chiclayo</b>	Pardo claro Con sedimento	50 lb. jora 1 pata de toro  50 lb. azúcar 20 Gal. Agua	24 hrs.	8 Días
<b>Jequetepeque</b>	Vino claro turbia	17 kg de Jora 40 l. agua chancaca	.....	48 hrs.

<b>Catacaos</b>	Pardo claro	17 kg de Jora 40 l. agua chancaca	10-12 hrs.	10 meses.
-----------------	-------------	---	---------------	-----------

**Cuadro 4: Fórmulas de elaboración de algunas variedades de chicha de jora que se consumen en el Perú. (Continuación)**

<b>Procedencia (Ciudad de Perú)</b>	<b>Descripción (Apariencia)</b>	<b>Componentes (Ingredientes)</b>	<b>Cocción (tiempo)</b>	<b>Fermentación (tiempo)</b>
<b>Cajabamba</b>	Pardo Claro Turbia	5 lb. jora 15 lb. de agua 0.5 arroba de chancaca	9-10 hrs.	10-12 hrs. 18-20 hrs.
<b>Cajamarca</b>	Morado turbia	15 l. agua 6 lb de maíz 5 lb azúcar	1 hr. 3-4 hrs.	3 días
<b>Trujillo</b>	Pardo Claro turbia	50 l. agua 36 kg chancaca	6-8 hrs.	1-2 días
<b>Huánuco</b>	Pardo claro con sedimento	10 Kg. jora 2 patas de res.	24 hrs.	1 día

---

4 kg de cebada  
100 l. agua  
Azúcar

---

**Cuadro 4: Fórmulas de elaboración de algunas variedades de chicha de jora que se consumen en el Perú (Continuación)**

<b>Procedencia</b> <b>(Ciudad de Perú)</b>	<b>Descripción</b> <b>(Apariencia)</b>	<b>Componentes</b> <b>(Ingredientes)</b>	<b>Cocción</b> <b>(tiempo)</b>	<b>Fermentación</b> <b>(tiempo)</b>
<b>Juliaca</b>	Pardo claro turbia	1 kg Jora 15 lb de chancaca 30 l. agua	6-8 hrs	15 días
<b>Usquil</b> <b>(Trujillo)</b>	Pardo claro turbia	1/2 lb Jora 15 lb chancaca 30 l. agua	6-8 hrs.	15 días
<b>Piura</b>	Pardo claro turbia	4 lb Jora 2 lb chancaca 15 lit. agua	24 hrs.	3 días

---

**Fuente: Vinas et al, (1958)**

***b) Cocción:***

Se utiliza de 3 a 10 lit. de agua por cada kg de jora. Esta operación consiste en ebullición prolongada del mosto.

Del cuadro 4, se puede observar que la ebullición tiene una duración entre 6 a 24 horas. En esta etapa se realiza el agregado de sustancias aromáticas. En la etapa de cocción la elaboración tradicional no se produce la hidrólisis enzimática por las temperaturas altas usadas que son mayores de 80°C y asimismo carece de enzimas, por lo que solamente se realiza una extracción de los componentes solubles de la jora.

Desde esta [óptica](#) no es necesario que el tiempo de cocimiento sea prolongado, porque a los 60 minutos de iniciada la cocción se obtiene la mayor parte de la extracción de sólidos solubles de la Jora (De Florio, 1986.)

***c) Filtración:***

Es la operación de separación del afrecho (fibra) del mosto, se realiza en frío o en caliente.

En las formas tradicionales se realiza utiliza fibra de [algodón](#) (cedazo) o como colocando en la sierra colocando el Ichu en una cesta el cual actúa como medio para filtrar la chicha.

Esta operación presenta dificultad por la presencia alta de almidón gelificado que se incrementa la [viscosidad](#) y asimismo la posible presencia de beta-glucanasas detectadas en alta cantidad en una malta mal disgregada.

El incremento de la relación del agua con respecto a la Jora permite una [velocidad](#) de filtración rápida. (De Florio, 1986).

#### *d) Fermentación*

La fermentación se puede separar teóricamente en dos fases:

- **Inoculación.-** En esta etapa se da en forma natural "muchas veces para que se realice la fermentación es necesario de algunas levaduras, por lo que esta operación se realiza en unos cántaros borrachos", que no vienen a ser otra cosa que cantaros que contienen una gran cantidad de levaduras en constante aumento y madurez. También al adicionarle azúcar o chancaca se realiza una inoculación ya que la microflora de la misma está constituida principalmente por levaduras.

- **Fermentación.-** Se lleva a cabo por levaduras mal llamadas salvajes y son aquellas que intervienen en diversos [procesos](#) fermentativos espontáneos de la chicha de Jora. Comprende una amplia gama de levaduras a la que Manrique (1979) denomina "levaduras nativas" como: *S. Cereviseae* , *S. carlsbergensis* , entre otras.

La investigación realizada en la fermentación natural de Chicha de Jora de Maíz Alazán en condiciones no controladas como el hecho de elaborar en una chomba durante el [verano](#) de Lima, inicialmente con 12.7P (sólidos solubles), la fermentación tuvo una duración de aproximadamente 3 días y se puede apreciar el sabor agridulce que aparece a las 48 horas, llegando a las 96 horas a su sabor característico conocido como Chicha fuerte. También se obtuvo un valor de 9% de [alcohol](#) en [volumen](#) a las 92 horas.

Los grados alcohólicos que van de 0,8-13,2 de alcohol en volumen, encontrándose el 80% del total de valores por debajo de 5,8%. Con respecto a la acidez 80% de [los valores](#) hallados por Manrique (1979), se encuentran por debajo de 3,97%.

Los valores de [pH](#) encontrados fluctúan entre 3,5 - 5,4 siendo el valor más alto el registrado entre 4,3-4,6 (30% del total).

**-Otros Productos De La Fermentación.-** se dieron los siguientes resultados:

**Cuadro 5.** Análisis en la chicha de Jora .

<b>Análisis y Resultados</b>	<b>%</b>
<b>Furfural</b>	<b>0,0016</b>
<b>Acidez (expresado como ac. Láctico)</b>	<b>1,234</b>
<b>Taninos</b>	<b>----</b>
<b>Aldehídos (expr. como aldh. fórmico)</b>	<b>0,009</b>
<b>Alcohol en Peso</b>	<b>7,58</b>
<b>Alcohol en Volumen</b>	<b>8,98</b>
<b>Azúcares Reductores</b>	<b>4,83</b>

**Fuente: Bush (1952)**

El mismo investigador, no informa sobre el proceso de elaboración, ni como y ni dónde se obtuvo la muestra; pero sobre la base de estos resultados, se entiende que el producto que ha analizado es tóxico para el [consumo](#) humano.

**Características organolépticas de la chicha de jora**

El producto de la fermentación no recibe ningún tratamiento posterior, excepto en algunos casos en que se agrega azúcar. Entre las características organolépticas a evaluarse están: Color, olor, grado de claridad y sedimento (Manrique, 1979.)

**a) Color.-** El color es variado dependiendo de la materia prima utilizadas en su elaboración.

El color de la Chicha de Jora elaborada en Piura varía de color blanco amarillento a blanco rosa.

El color predominante es el pardo claro (Viñas et al, 1958. El color varía a través del tiempo de duración de la fermentación, iniciándose con el color pardo oscuro y tornándose a pardo claro (De Florio 1986).

**b) Aroma.-** Manrique (1979), lo describe como un aroma "sui generis", esto probablemente por las características particulares de los productos volátiles responsables del aroma de la chicha de Jora. León Molero (1952), describe el olor como particular agradable. El aroma no varía a lo largo del tiempo de fermentación (De Florio, 1986).

**c) Sabor.-** El sabor de la chicha de Jora descrita por León Molero (1979) es agridulce, agradable. Manrique (1978), lo señala como agradable particular. El sabor es fuertemente influenciado durante la fermentación que se inicia como a maíz dulce pasando por el agridulce y terminando con agrio, poco dulce y ácido. (De Florio, 1986)

**d) Grado de claridad.-** El grado de claridad de la chicha de Jora es turbio (Manrique, 1979), (León Molero, 1952).

**e) Sedimento.-** Es el resultado de la precipitación de los sólidos insolubles: gomas, proteínas, levaduras, cuando la fermentación ha terminado. Este se incrementa con el tiempo de elaborada la chicha (De Florio, 1979).



**Figura 4. Chicha de Jora restaurant “Las Malvinas”**



**Figura 5. Chicha de jora restaurant “El Rincón de Catacaos”**

**Cuadro 6. Componentes de la chicha de jora en 100 g de porción comestible.**

<b>Nombre del Alimento</b>	<b>Chicha de Jora</b>
<b>Energía &lt;ENERC&gt; kcal</b>	<b>28</b>
<b>Energía &lt;ENERC&gt; kJ</b>	<b>117</b>
<b>Agua &lt;WATER&gt; g</b>	<b>93,2</b>
<b>Proteínas &lt;PROCNT&gt; g</b>	<b>0,4</b>
<b>Grasa total &lt;FAT&gt; g</b>	<b>0,3</b>
<b>Carbohidratos totales &lt;CHOCDF&gt; g</b>	<b>5,8</b>
<b>Carbohidratos disponibles &lt;CHOAVL&gt; g</b>	<b>5,8</b>
<b>Fibra cruda g</b>	<b>0,2</b>
<b>Fibra dietaria &lt;FIBTG&gt; g</b>	<b>•</b>
<b>Cenizas &lt;ASH&gt; g</b>	<b>0,3</b>
<b>Calcio &lt;CA&gt; mg</b>	<b>22</b>
<b>Fósforo &lt;P&gt; mg</b>	<b>18</b>
<b>Zinc &lt;ZN&gt; mg</b>	<b>•</b>

---

Hierro <FE> mg	1,80
b caroteno equivalentes totales <CARTBQ> mg	•
Retinol µg	•
Vitamina A equivalentes totales <VITA> mg	•
Tiamina <THIA> mg	0,02
Riboflavina <RIBF> mg	0,10
Niacina <NIA> mg	0,20
Vitamina C <VITC> mg	2,40

---

Fuente: Instituto Nacional de Salud-Perú (2008)

### *III. MATERIALES Y MÉTODOS*

#### **3.1. Materiales**

##### **3.1.1. Materia Prima**

- Maíz de jora variedad Huaró Santa.
- Garbanzo de tipo café.
- Harina de trigo “serrana”.

##### **3.1.2. Materiales de laboratorio**

- Probeta de 100 ml.
- Embudos de vidrio y plástico.
- Fiolas de 10,50 ml.

- Bureta de 10, 25, 100, 250 ml.
- Vasos de precipitados de 20, 40, 100, 500 ml.
- Piscetas.
- Pipetas volumétricas de 1, 5 y 10 ml.
- Tapa a presión metálica.
- Varillas de agitación.
- Mangueras de plástico delgadas de 1m.
- Viales de 5 y 10 ml.

### **3.1.3. Equipos de laboratorio**

- Balanza analítica Denver Instrument Company, modelo AA – 200, capacidad máxima 150 g, precisión 0.0000 USA.
- Balanza Digital.
- Cocina eléctrica N°- 187856 Selecta, España.
- Termómetro de mercurio de -20 a 110° C, precisión de  $\pm 1^\circ \text{C}$
- Refractómetro, modelo N-1E, rango escalar de : 0.0 a 32° Brix, escala mínima de 0.5.
- PH-meter EC20 pH/SE meter, Microprocesador, Hanna Instruments USA.
- Viscosímetro rotacional Brookfield modelo LVDV-II+
- Recipiente adaptador para el viscosímetro, de 188 ml de capacidad, L = 10.7 cm,  $\varnothing = 4.69$  cm.

- Mufla; modelo N° FB 1310 M-26, H.W. Kessel, Type 1300 Furnace Thermolyne, USA.
- Estufa eléctrica, con termorregulador, Type U25, Memmert. Alemania.
- Refrigerador 15 ft<sup>3</sup>, Friolux. Perú.
- Cromatografo de gases, 6C-2010/ 370MBQ.
- Headspace Autosampler – Teldyne Tekmar HT3.
- Destilador de Kjeldahl.
- Fermentadores (frascos de vidrio(2 ½ lts.),con tapa a presión acondicionados para medir T°, además de otros parámetros)
  
- Otros
  - Ollas de acero inoxidable.                      - Cocina industrial.
  - Cuchillos de acero inoxidable.                      - Jarras de plástico de 1L.
  - Botellas de vidrio 294 y 475 ml. - Embudo de plástico.
  - Coladores de plásticos.
  - Materiales de adecuación de la incubadora: tecnopor, extensiones, zócalos colgantes y focos de 25 y 50 watts.

#### **3.1.4. Reactivos**

- Agua destilada.
- Éter de petróleo.
- Solución de Hidróxido de Sodio (Na OH) 0.1 N. (Eka Chemical).
- Sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

- Sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).
- Acido bórico al 4 %.
- Acido clorhídrico (HCl) 0.1 N.
- Acido Sulfúrico concentrado  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- Soda caústica líquida.
- Indicadores: fenolftaleína y rojo de metilo.

### **3.1.5. Insumos**

- Azúcar comercial.
- Chancaca.

### **3.1.6. Equipo de computo**

#### **A.- Hardware Básico**

Computadora Intel Pentium RD 3.20 GHz, 0.99 GB RAM con Windows XP (version 2002) como sistema operativo.

#### **B.- Programas**

- Design Expert 8.0.2 Trial Versión Demo, permite realizar los ajustes y análisis de varianza de las graficas, mediante el empleo de regresiones polinomiales y regresiones múltiples.
- Microsoft Excel 2007, Copyright (c), versión Microsoft Office Vista, hoja de cálculo, utilizada para el desarrollo de las graficas y tendencia de las mismas.

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Recolección de la materia prima**

Para el presente trabajo, el maíz de jora, garbanzo y harina de trigo se adquirió en el mercado Buenos Aires de Nuevo Chimbote. Del mismo lugar se adquirió también los insumos como el azúcar y la chancaca.

### **3.2.2. Preparación de la materia prima**

Las muestras se trasladaron a la Universidad Nacional del Santa, al laboratorio de Composición de Alimentos y de inmediato se sometieron a un análisis físico para su caracterización de muestra fresca y posteriormente determinar la composición proximal de cada uno de las materias primas.

### **3.2.3. Análisis Físicos**

#### **Caracterización de la materia prima**

Mediante la visualización se anotó las características físicas de las materias primas. Mediante el sentido del olfato se pudo detectar algún mal olor de la harina de trigo.

### **3.2.4. Análisis Proximal**

#### **A. Determinación de Humedad**

Método gravimétrico. Método AOAC 934.05 -2005. Se determinó por pérdida de peso en estufa a 105 °C a 2.5 hrs.

#### **B. Determinación de Cenizas**

Método calcinación directa. AOAC 204.022 -2005. Se determinó por incineración de la muestra seca en Mufla a 600° C por 3 hrs.

**C. Determinación de Proteínas**

Método Kjeldal. Método AOAC 963.15-2005. Se determinó la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína.

**D. Determinación de Grasas**

Método Soxhlet. Método AOAC. La muestra es sometida a extracción con éter etílico obteniendo el extracto etéreo o grasa bruta.

**E. Determinación de carbohidratos**

Se obtuvo por diferencias, restando la suma de los porcentajes de humedad, cenizas, grasas y proteínas del 100%. Incluye los almidones y azúcares que el organismo utilice completamente, así como los menos aprovechables. (Anexo 01)

**3.2.5. Análisis Físicoquímicos**

**A.- Determinación de Sólidos Solubles**

Para la determinación de sólidos solubles se utilizó el método refractométrico, utilizando el refractómetro modelo N-1E (Método 21.011 de la AOAC modificado).

### **B.- pH**

Método potenciométrico 973.04 del AOAC (1995). Se determinó utilizando el pH-metro digital.

### **C.- Acidez total**

Método Acidez titulable Método 10.026 del AOAC (2005), se determinó por neutralización con NaOH 0.1 N y fenolftaleína como indicador.

### **D.- Viscosidad**

Se determinó usando el viscosímetro Brookfield LVDV-II+, seleccionando el spindle LV1 a 200 RPM de velocidad del equipo.

### **E.- Densidad**

Método operativo descrito por Adolfo Montes (1981), a temperaturas diferentes que van de 5 a 80° C y con precisión de  $\pm 0.1^\circ \text{C}$  y  $\pm 0.0001 \text{ g}$ .

## **G.- Grados Alcohólicos**

Para calcular los grados alcohólicos estequiométricamente se realizó lo siguiente:

Glucosa genera = 2 \* PM Etanol

%Alcohólico = ((2 \* PM Etanol) \* 100%) / PM Glucosa

%Alcohol Chicha Jora = (%alcohólico \* Δ °Brix) / 100%

Grados Alcohólicos Gay Lussac = (%alcohol chicha jora) / [etanol

### **3.2.6. Elaboración de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.**

#### **A.- Evaluación de la Materia Prima**

Se recepcionó las materias primas y de inmediato se procedió a realizar los respectivos análisis, acondicionándose según sea el método a realizar.

Los parámetros a evaluar para la materia prima fueron de evaluar si la harina estuviera exenta de cualquier olor y color extraño. Así como en el garbanzo si estuviera acompañada con desechos de animales y gorgojos.

#### **B.- Formulaciones Preliminares**

En esta etapa se procedió a determinar la composición porcentual de cada uno de los tratamientos a realizar, teniendo como referencia la matriz que resultó en el programa Design Expert Version 8.0, en cual se escogió para mezclas – óptimo, considerando los siguientes porcentajes para los 3 componentes:

**Cuadro 7.** Porcentaje de los tres componentes, considerado en el programa para determinar los tratamientos.

<b>Componentes</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Maíz de Jora (%)</b>	<b>70</b>	<b>85</b>
<b>Garbanzo (%)</b>	<b>5</b>	<b>15</b>
<b>Harina de Trigo (%)</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

Estos porcentajes suman 100 %, arrojando 16 tratamientos, con el método cuadrático. Se trabajó con 2 fuentes de sacarosa: azúcar comercial y chancaca. Mediante el siguiente cuadro se expondrá los tratamientos realizados a mismas condiciones iniciales de 12 ° Brix, con pH que oscilaron de 4.27- 4.80 y %Acidez (g/l de ácido láctico) de 0.08-0.25.

**Cuadro 8.** Formulaciones de acuerdo al diseño experimental.

<i>Tipo de Estudio:</i>	<i>Combined</i>	<i>Corridas:16</i>	
<i>Diseño:</i>	<i>D-optimal</i>		
<i>Modelo Del Diseño:</i>	<i>Quadratic</i>	<i>X Main</i>	<i>effects</i>

N° Formulaciones	Corridas	A:Maiz Jora	B:Garbanzo	C: Harina de Trigo	Fuente AZUCAR
10	1	77,5	12,5	10	CHANCACA
8	2	85	5	10	AZUCAR
1	3	80	5	15	CHANCACA
4	4	75	20	5	CHANCACA
11	5	77,5	12,5	10	AZUCAR
5	6	85	10	5	CHANCACA
3	7	70	15	15	AZUCAR
12	8	70	15	15	CHANCACA
15	9	77,5	12,5	10	CHANCACA
14	10	85	5	10	CHANCACA
2	11	80	5	15	AZUCAR
9	12	70	20	10	CHANCACA
6	13	85	10	5	AZUCAR
16	14	77,5	12,5	10	AZUCAR
7	15	75	20	5	AZUCAR
13	16	70	20	10	AZUCAR

Según n

En nuestro diseño experimental se determinó los siguientes factores:

**Factores Cuantitativos:** maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.

**Factores Cualitativos:** Fuente de Azúcar: en algunos casos se utilizó azúcar comercial y en otra chancaca.

Para escoger el mejor tratamiento se evaluaron los factores de respuesta los cuales fueron 4: Sólidos Solubles (°Brix), % acidez (g/l ácido láctico), densidad (g/ml) y grado alcohólico (gay lussac).

Y para obtener un producto óptimo se compararon los resultados a una bebida que tiene una acogida en el mercado, se escogieron dos de los 16 tratamientos, en esta segunda parte se trabajó con 24 °Brix inicial , porque queríamos obtener un grado alcohólico que se asemeje al producto posicionado en el mercado.

#### **a.- Evaluación de las formulaciones preliminares**

Durante los ensayos preliminares, los parámetros controlados fueron los sólidos solubles (°Brix).En los días de fermentación se controlaban

además el pH, % acidez y densidad. A una misma hora, se trataba se medir de 9 a 10 am, previa agitación.

#### **b.- Tratamiento térmico**

En la cocción se trabajó a un tiempo de acuerdo a la cantidad de mezcla preparada ya que el objetivo es cocinar los tres componentes. (Aprox. 2hr para medio kilo de jora).

La pasteurización se trabajó a 65°C y de 3 a 4 min. Ya que se quiere detener la fermentación obteniendo un producto de calidad.

**C.- Formulación óptima de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.**

En esta etapa se prosiguió a la preparación de la formulación que mejor se adecuaba a las características fisicoquímicas del producto comercial, durante los ensayos preliminares.

Esta fue la formulación (tratamiento 1) con sólidos solubles 15 °Brix, pH 3.67 y 0.85 % acidez.

Para la elaboración del producto se siguieron las siguientes etapas:

#### **a.- Recepción de la Materia prima e insumos**

Etapas que comprendió la verificación de la calidad de la materia prima y los insumos mediante un análisis organoléptico y proximal.

#### **b.- Pesado**

En esta operación se realizó por el rendimiento que puede obtenerse de la fruta.

Esta pesada se realizó con instrumentos como son balanzas electrónicas, analíticas (para pesar insumos) o manuales como la de plataforma o pata de gallo (se usa en mercados de abasto). Llamados también de gravedad.

#### **c.- Preparación**

**Consta de dos operaciones:**

**Lavado:** Se eliminó las partículas extrañas adheridas a la fruta. Por inmersión y agitación. Esta operación se realizó para el maíz de jora, garbanzo, manzanas verdes y cáscaras de Piña.

**Remojo:** En el caso del garbanzo se remojó por un tiempo de 24 horas y a temperatura de ambiente, para que el tiempo de cocción sea menor y el olor característico disminuya.



**Figura 6.** Lavado de materia prima.

#### **d.- Formulación**

Se acondicionó todos los insumos en cantidades apropiadas, como a continuación:

**Cuadro 9.** Formulaciones de los tratamientos escogidos según el diseño experimental.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Maíz de Jora (%)</b>	<b>Garbanzo (%)</b>	<b>Harina de Trigo (%)</b>
<b>1</b>	85	10	5
<b>2</b>	85	5	10

#### **e.- Cocción**

Esta operación se realizó, llevando a temperatura de ebullición por un tiempo de 2 horas. El tiempo dependió de la cantidad de mezcla que se cocinó. Hay que tener en cuenta que se tiene que cocer todos los componentes y ver que el agua hirviendo adquiera el color característico de la chicha de jora.

Se utilizó la proporción de 3 a 10 litros de agua para un kilo de maíz escogiendo para el kilo de maíz de jora 3 litros de agua, para obtener una bebida similar a la artesanal refiriéndome al color, se agregó manzanas de agua y cáscaras de piña así como también 250 g. de piña licuada. Se agitó constantemente para evitar que se quemara, dejando que se consuma el líquido hasta la mitad del volumen inicial para luego volver a llenar y dejar cocer hasta apagar el fuego definitivamente.

Al terminar la cocción se dejó enfriar, luego se adicionó el azúcar para poder llevarlos al ° Brix con el cual se iniciará la fermentación.



**Figura 7.** Cocción de materias primas.

**f.- Filtración**

El caldo fue filtrado con coladores, con la finalidad de uniformizar la mezcla, esta acción consistió en separar los residuos sólidos de los líquidos, eliminando las partículas de gran tamaño.



**Figura 8.**Filtración.

**g.- Estandarización**

El caldo es adicionado azúcar comercial para poder iniciar la fermentación con 24°Brix. Mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Azúcar} = \frac{\text{Peso jugo} [\text{°Brix final} - \text{°Brix inicial}]}{100 - \text{°Brix final}}$$



**Figura 9.** Registro de °Brix inicial.



**Figura 10.** Pesado de azúcar comercial.

#### **h.- Fermentación**

Fue anaeróbica, las diferentes concentraciones se colocaron en los fermentadores .El lugar de reposo fue en una incubadora para mantener la temperatura constante a 25°C.Se fermentó por 12 días, se agitó el caldo antes de cada toma de muestra.

Se tomaron muestras cada 24 horas, donde se registró: temperatura del mosto, color, olor, sabor sólidos solubles, pH, % acidez, densidad, viscosidad y grados alcohólicos.

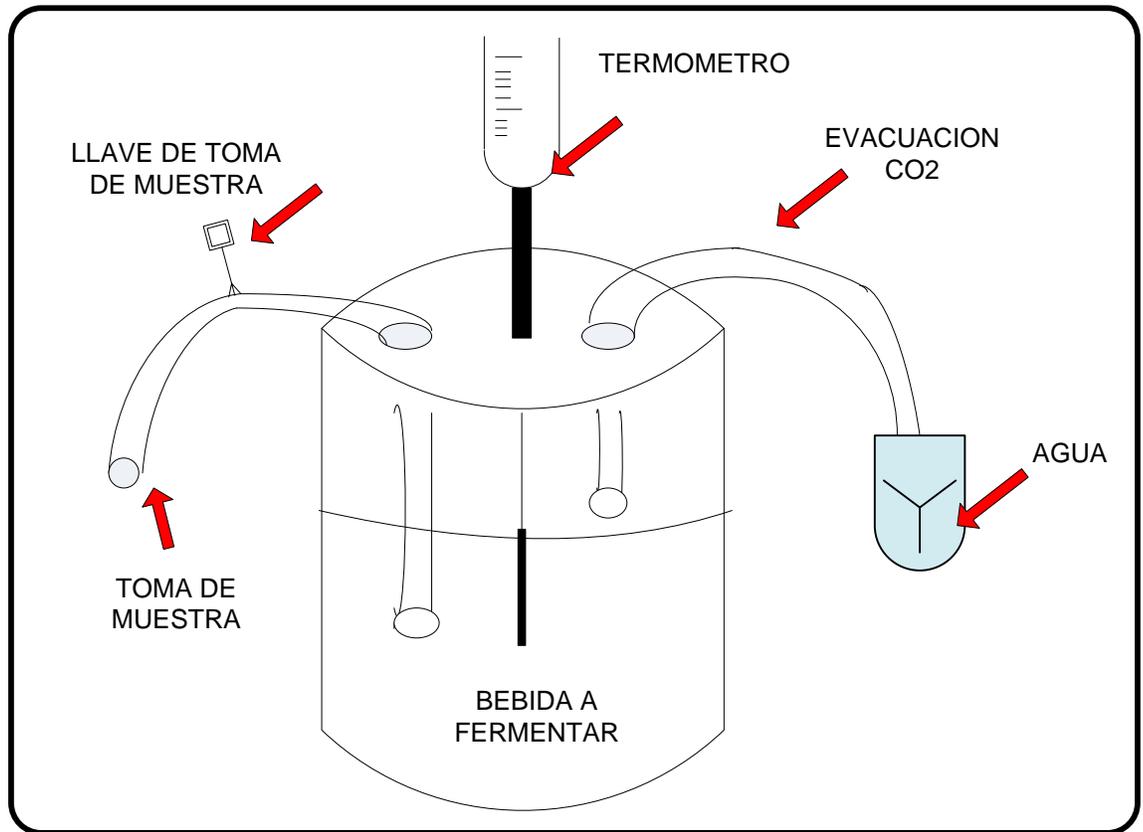
Los fermentadores fueron envases de vidrio con una capacidad de 2.50 lts, fueron esterilizados, sumergiéndolos en agua en punto de ebullición por 10 minutos, se cerraron herméticamente con cinta adhesiva, muy aparte a que las tapas cerraban a presión.

Todo esto se realizó para que no haya motivos de contaminación, el área donde se ubicaban los fermentadores fue desinfectada. (100 ppm)

Los dos tratamientos se analizaron a un tiempo de fermentación de 12 días. Este proceso no se inició si no hasta el 3er día porque la temperatura de ambiente en los días que se elaboraron los tratamientos (11 de agosto) era de 17°C, temperatura muy baja para que la reacción de fermentación ocurra.

En el segundo día que no se observaba burbujas, símbolo de fermentación, se optó en abrigar los depósitos hasta que se trasladó a una

encubadora donde se mantenía la temperatura a 25 °C, donde se observó el inicio de la fermentación con mayor claridad.



**Figura 11.** Bosquejo del fermentador.



**Figura 12.**Fermentadores esterilizados.



**Figura 13.**Fermentadores

#### **i.- Pasteurización**

El caldo se trató a 65°C entre 3 a 4 minutos con el objeto de no alterar las propiedades del producto y no evaporar el alcohol.

### **j.- Envasado**

Los envases de vidrio tuvieron un tratamiento previo, al igual que a los fermentadores se esterilizaron para eliminar cualquier contaminación. Se procedió a embotellar los dos tratamientos en 4 botellas de 475 ml. Se llevó a cabo asépticamente ya que se requiere obtener un producto de calidad.



**Figura 14.** Esterilización de envases.



**Figura 15.** Embotellado de bebida fermentada.

### **k.- Enfriado**

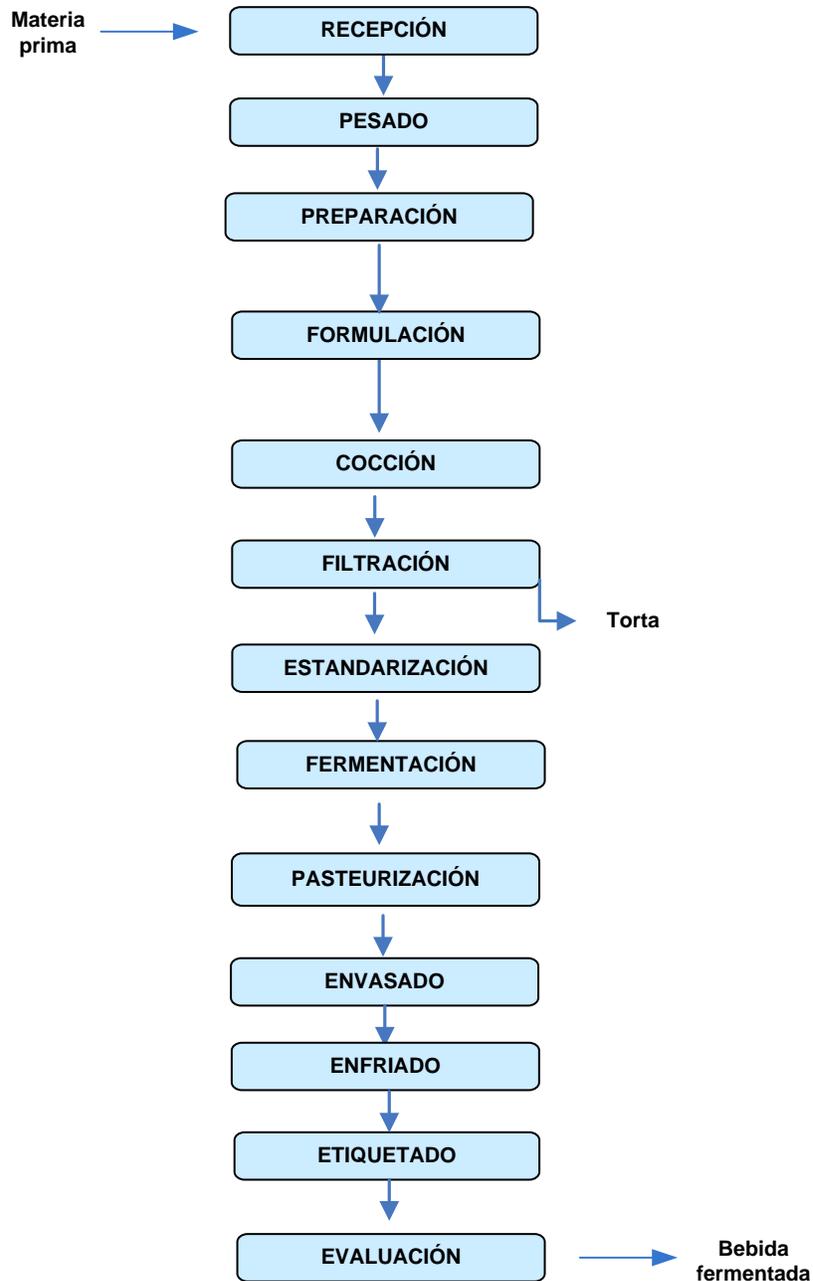
Se colocó las bebidas en cubetas con agua fría para su enfriamiento rápido de tal manera que se produzca un “shock” térmico, reduciendo las pérdidas de aroma, sabor y consistencia. Hasta que el producto alcanzó la temperatura de ambiente.

### **l.- Etiquetado**

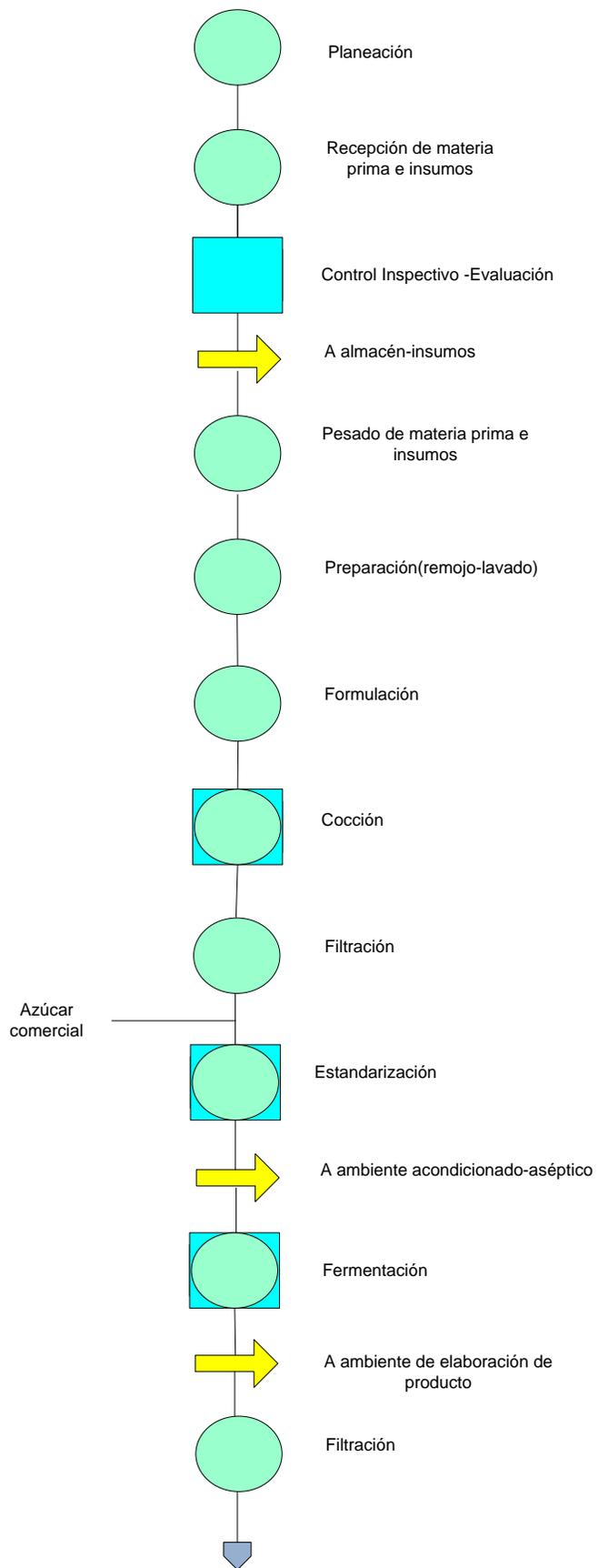
Se lavó y secó los envases para eliminar los residuos de microorganismos de la parte externa de los envases. A cada botella se colocó una etiqueta provisional que identifique al producto. Después de la evaluación se colocó las etiquetas.

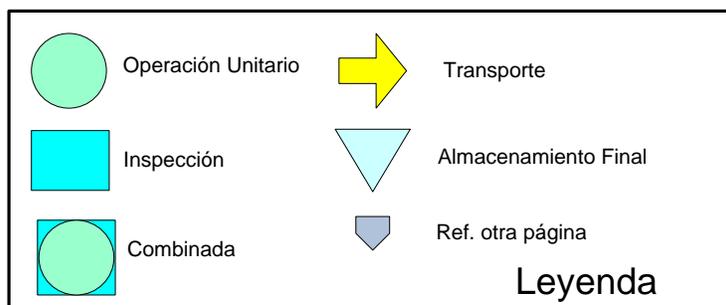
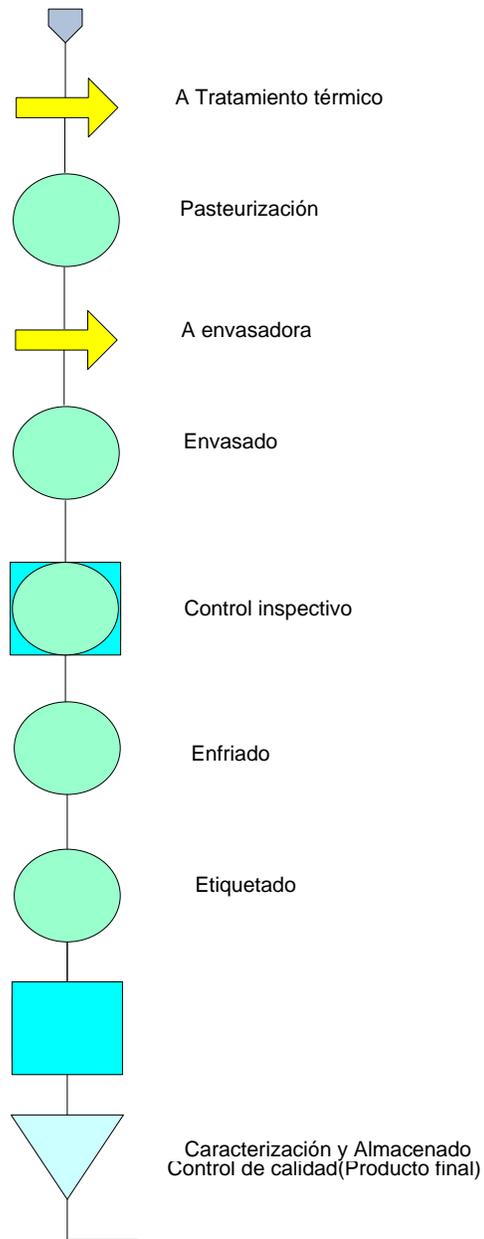
### **m.- Evaluación**

Las diferentes formulaciones fueron evaluadas según sólidos solubles, pH, % acidez, densidad, viscosidad y grados alcohólicos. Y se realizó el análisis sensorial para su color, olor, sabor y aceptabilidad.



**Figura 16:** Flujo Grama de la elaboración de una Bebida fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.





**Figura 17.** Diagrama de Operaciones para la obtención de una Bebida fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.

**D.- Evaluación de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.**

**a.- Evaluación Fisicoquímica**

Se obtuvo datos de los siguientes análisis:

- Sólidos solubles (°Brix)
- pH.
- %Acidez titulable (g/l de ácido láctico)
- Densidad(g/ml)
- Viscosidad(Cp.)
- Grados alcohólicos(Gay lussac)

**b.- Evaluación Microbiológica**

Se evaluaron los posibles microorganismos que podrían encontrarse en este producto, como:

- Mesófilos, medios como Agar Plate Count
- Hongos, medios como Agar Saboraud Dextrosa, respectivamente.

### **c.- Evaluación sensorial afectiva**

La evaluación sensorial afectiva se llevó a cabo con 16 panelistas semi entrenados, entre la población estudiantil de la Universidad Nacional del Santa (como estudiantes de últimos ciclos y profesionales de la carrera) mediante una encuesta de preguntas estructuradas, evaluando los atributos de color, sabor, olor y aceptabilidad. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA).Teniendo el siguiente criterio de evaluación.

#### **Aceptabilidad**

- 1.Desagrada**
- 2.Agrada poco**
- 3.Ni agrada ni  
desagrada**
- 4.Agrada**
- 5.Agrada Mucho**

#### **Color**

- 1.Negro**
- 2.Marron Oscuro**
- 3.Entre pardo y  
marrón**
- 4.Pardo claro**
- 5.Pardo**

#### **Olor**

- 1.Putrido**
- 2.Desagradable**
- 3.Ni agrada ni  
desagrada**
- 4.Maiz fermentado  
fuerte**
- 5.Maiz fermentado**

### **Sabor**

- 1.Acido**
- 2.Anormal**
- 3.Normal**
- 4.Agridulce muy  
marcado**
- 5.Agridulce**

Teniendo como el puntaje 1, el menos favorable para el producto y el 5 como el mejor para poder determinar la preferencia del producto elaborado. En la elaboración del producto óptimo se desarrolló 2 tratamientos y se adicionó un tercero siendo éste un producto ya posicionado en el mercado.

Los datos fueron analizados por calificación acumulada, siendo el más alto puntaje el preferido; además se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba múltiple de comparación de medias, para definir que tratamiento es el que contribuye en las diferencias.

**Cuadro 10.** Formulaciones presentadas en el análisis sensorial

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Códigos</b>	<b>Maíz de Jora (%)</b>	<b>Garbanzo (%)</b>	<b>Harina de Trigo (%)</b>
<b>1</b>	<b>515</b>	<b>85</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>615</b>	<b>85</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>715</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## ***IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

### **4.1.- Evaluación de la materia prima.**

En la evaluación organoléptica del maíz de jora (*Zea mays L.*) var. Rojo Huaro Santa, se pudo encontrar las siguientes características del maíz lo que confirma con lo descrito por Enrique De Florio Ramírez (2008), el maíz germinado o Jora presenta modificaciones morfológicas por el desarrollo del talluelo y cambios histológicos, encontrándose un aspecto sólido en forma esferoidal, en su morfología externa son granos de color rojizo según su variedad, y con un olor característico al maíz seco germinado-jora.

En lo que respecta al garbanzo es de color café, proveniente de Ica, comercialmente muy elegido por el poco tiempo de cocción, siendo eso ratificado en nuestra experiencia. Según lo descrito por Revista Científica UDO Agrícola (2007), el garbanzo castellano que es el más común es de tamaño medio o grande, forma esférica y color amarillento característico. Características que coincidieron con las nuestras.

En la harina de trigo, utilizada como materia prima de esta bebida fue de tipo serrana se escogió este tipo por su color y olor agradable. Estuvo exenta de sabores, olores extraños y de insectos vivos. Como también de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos), en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana. Así como lo indica la norma codex.

En el cuadro 11, presentamos el análisis proximal del maíz de jora (*Zea mays L.*), en donde observamos que el porcentaje de proteínas de 10.518 %, está dentro del valor encontrado por De Florio (1986), quien reporta 9.4 % debido a la variedad de maíz, según Collazos Et al. (1953) con humedad 13.5 % (donde si existen diferencias significativas con respecto a nuestra variedad), proteínas 7.6 % (aprox.3% menos), grasa 3.7 %, carbohidratos 73.4 % (nuestra variedad tiene menos carbohidratos) y cenizas 1.7 %.

**Cuadro 11.** Análisis químico proximal del maíz de jora (*Zea mays L.*) var.

Rojo Huaro Santa

<b>Maíz de Jora</b>	
<b>Humedad</b>	19.802 ± 1.45 %
<b>Proteínas</b>	10.518 ± 0.15 %
<b>Carbohidratos</b>	62.024 ± 1.26 %
<b>Grasa</b>	5.040 ± 0.00 %
<b>Ceniza</b>	2.617 ± 0.04 %

Para Navas Miño Cecilia (2004) en la variedad Morochon encontramos la humedad en 10.28 % siendo menos con respecto al cuadro y con 9.01% de proteínas.

Los porcentajes de fibra y cenizas son mayores, el porcentaje de proteínas también mayor, y menor porcentaje de carbohidratos con respecto a lo encontrado Villareal Chávez (1993) var. Cuban Yellow.

Según el cuadro 12 que mostramos a continuación, y lo reportado por tablas de composición de alimentos peruanos (2008), está dentro del rango el porcentaje de grasa (6.2%) y de proteínas (19.2 %), con respecto a los carbohidratos es mayor el valor con respecto al que reporta la tablas de composición.

**Cuadro 12.** Análisis químico proximal del garbanzo (*Cicer arietinum L.*) var.

café

<b>Garbanzo</b>	
<b>Humedad</b>	9.133 ± 0.09 %
<b>Proteínas</b>	18.751 ± 0.08 %
<b>Carbohidratos</b>	66.328 ± 0.08 %
<b>Grasa</b>	5.025 ± 0.08 %
<b>Ceniza</b>	0.762 ± 0.01 %

En el cuadro 13, observamos que el porcentaje de proteínas está dentro del rango según Benítez Betty (2008) con 11.97% que reportó, pero según la tabla de composición de alimentos peruanos (2008) es mucho mayor al encontrado con 7.90%.(Anexo 01)

**Cuadro 13.** Análisis químico proximal de harina de trigo.

<b>Harina de Trigo</b>	
<b>Humedad</b>	11.892 ± 0.05 %
<b>Proteínas</b>	12.30 ± 0.19 %
<b>Carbohidratos</b>	72.570 ± 0.15 %
<b>Grasa</b>	1.445 ± 0.10 %
<b>Ceniza</b>	1.794 ± 0.19 %

**4.2.- Formulaciones preliminares de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.**

Se utilizó una base de mezcla de componentes, ya que para 1 Kg de jora es de 3-10 litros de agua. Empleando el menos diluido para elaborar una bebida .De ésta forma calculamos la cantidad de cada componente para la elaboración de la bebida fermentada. Como se muestra a continuación en el cuadro 14.

**Cuadro 14.** Composición en gramos de los ingredientes según el diseño experimental.

<b>Runs</b>	<b>A:Maiz Jora g.</b>	<b>B:Garbanzo g.</b>	<b>C:Harina de Trigo g.</b>
<b>1</b>	<b>516.67</b>	<b>83.33</b>	<b>66.67</b>
<b>2</b>	<b>566.67</b>	<b>33.33</b>	<b>66.67</b>
<b>3</b>	<b>533.33</b>	<b>33.33</b>	<b>100.00</b>
<b>4</b>	<b>500.00</b>	<b>133.33</b>	<b>33.33</b>
<b>5</b>	<b>516.67</b>	<b>83.33</b>	<b>66.67</b>
<b>6</b>	<b>566.67</b>	<b>66.67</b>	<b>33.33</b>
<b>7</b>	<b>466.67</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>8</b>	<b>466.67</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>9</b>	<b>516.67</b>	<b>83.33</b>	<b>66.67</b>
<b>10</b>	<b>566.67</b>	<b>33.33</b>	<b>66.67</b>
<b>11</b>	<b>533.33</b>	<b>33.33</b>	<b>100.00</b>
<b>12</b>	<b>466.67</b>	<b>133.33</b>	<b>66.67</b>
<b>13</b>	<b>566.67</b>	<b>66.67</b>	<b>33.33</b>
<b>14</b>	<b>516.67</b>	<b>83.33</b>	<b>66.67</b>
<b>15</b>	<b>500.00</b>	<b>133.33</b>	<b>33.33</b>
<b>16</b>	<b>466.67</b>	<b>133.33</b>	<b>66.67</b>

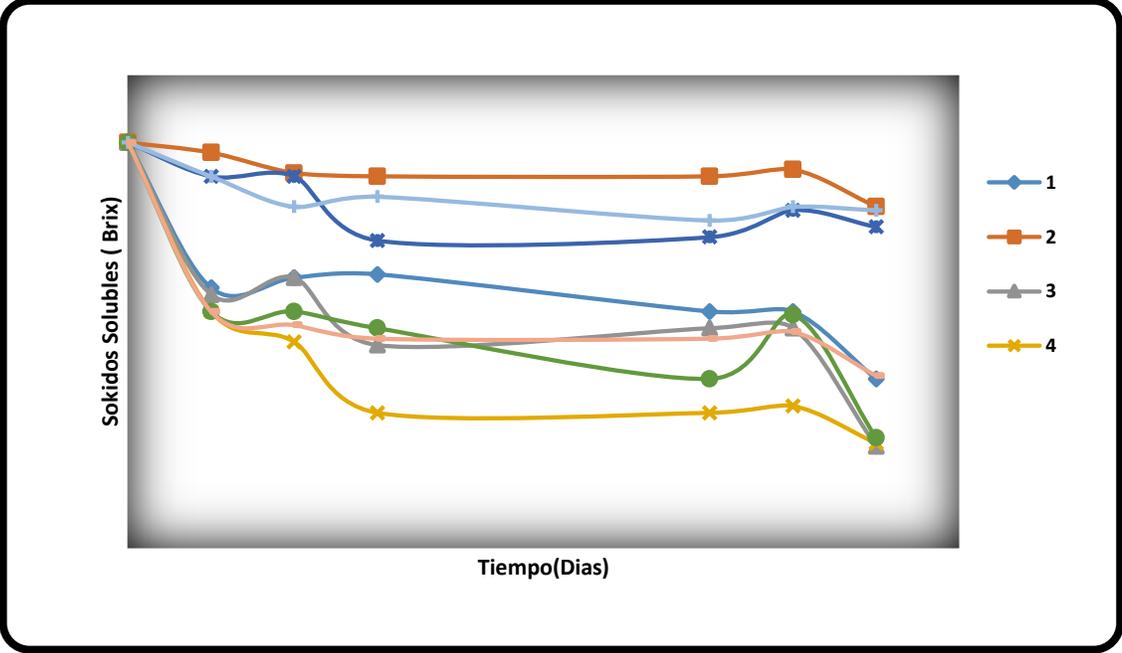
Los tratamientos se realizaron en dos etapas, el primer grupo corresponde al “A” elaborado el 21 al 30 de junio y el grupo “B” desde 6 al 15 de julio del año en curso, con un tiempo de cocción de 2 horas y a temperatura de ebullición, tiempo de fermentación de 9 días, a temperatura de ambiente que oscilaban de 19- 21 °C, se realizó la estandarización llevándose a 12°Brix inicial. Con este diseño se obtuvo una concentración óptima.

Los gráficos que a continuación se reportan son las respuestas experimentales durante la fermentación.

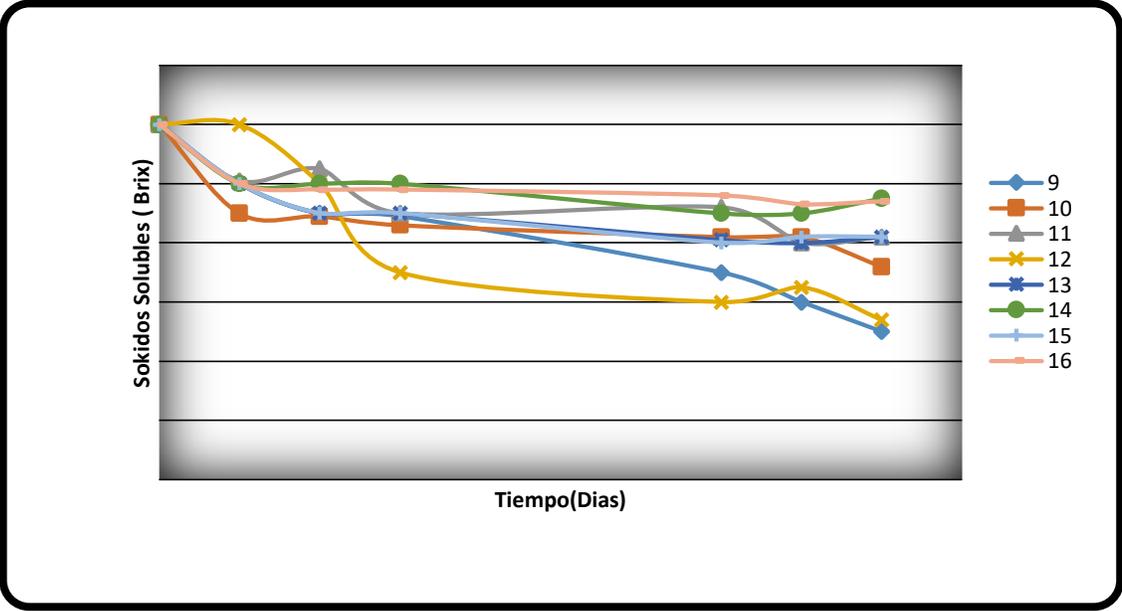
### **Sólidos Solubles (°Brix)**

Se puede observar que todos los tratamientos tuvieron una inclinación decreciente con respecto a sus sólidos solubles medidos en °Brix. Existiendo una gradiente de 6-8 °Brix en los tratamientos con la fuente de chancaca y solo una disminución de 2 -3 °Brix en la fuente de azúcar comercial.(Gráfico1 y 2)

Según Barbado José Luis (2005) ,las concentraciones límite dependen del tipo de azúcar así como de la levadura responsable de la fermentación. Las concentraciones de azúcares afectan a los procesos de osmosis dentro de la [membrana celular](#). Cuando el medio es rico en azúcar (como puede ser el caso de las [melazas](#) o [siropes](#)), la transformación del mismo en alcohol hace que la presencia de una cierta concentración (generalmente expresada en [grados brix](#)) afecte a la supervivencia de levaduras no pudiendo realizar la fermentación en tal medio (las altas concentraciones de azúcar frenan los procesos [osmóticos](#) de las membranas de las células).



**Gráfico 1.** °Brix vs. tiempo durante la fermentación de los tratamientos preliminares.”A”



**Gráfico 2.** °Brix vs. tiempo durante la fermentación de los tratamientos preliminares.”B”

Al no haberse detenido la fermentación se asume que no hubo exceso de azúcar. Realizándose la fermentación sin interrupciones.

Cuando se hicieron los tratamientos queriendo comparar estas dos clases de endulzantes con gran aporte calórico y vitamínico en caso de la chancaca, fue para no perder la elaboración artesanal y que el público lo acepte en el mercado.

Con respecto a la chancaca se dice que es un alimento endulzante y energético producto de la concentración de los sólidos solubles presentes en el jugo de la caña de azúcar. Su composición es mayoritariamente sacarosa con glucosa y fructosa en menor proporción y conservando todos los nutrientes como proteínas, vitaminas, minerales, ácido glicólico entre otros. La azúcar comercial rubia contiene únicamente sacarosa al 99%, se parece al azúcar moreno. Es un azúcar de caña parcialmente refinado, en el que queda un poco de melaza. De ahí su color rubio y su perfume. Estela Flores (2007)

Según Romo Pozos (2000) Los azúcares presentes en las tres muestras de panela granulada fueron la sacarosa, que aparece en mayor proporción y otros componentes menores denominados azúcares reductores o invertidos como la glucosa y la fructosa, los cuales poseen un mayor valor biológico para el organismo que la sacarosa.

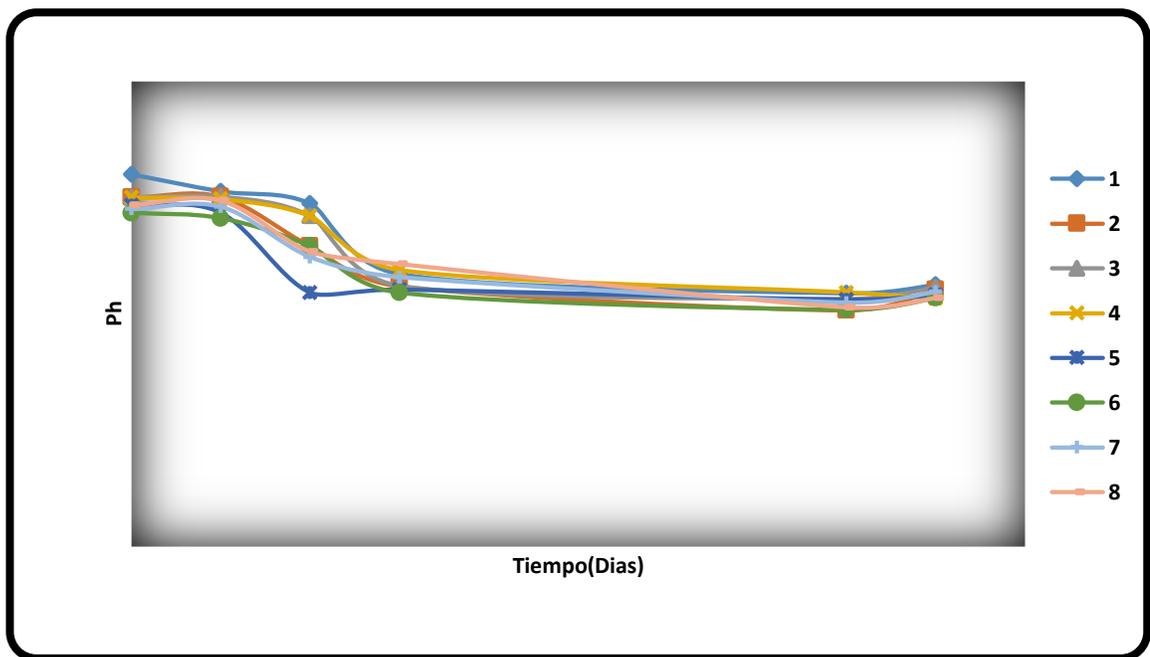
A lo que coincide lo anteriormente explicado con las características de color en los tratamientos, obteniendo un color pardo oscuro con azúcar (no alterando el color del maíz de jora) pero con chancaca es una bebida de color marrón, perdiendo así una característica primordial del producto que se quiere obtener.

La disminución del ° Brix según Marcet García (1190) es debido a que el azúcar desaparece porque la levadura la transforma en alcohol y bota el dióxido de carbono.

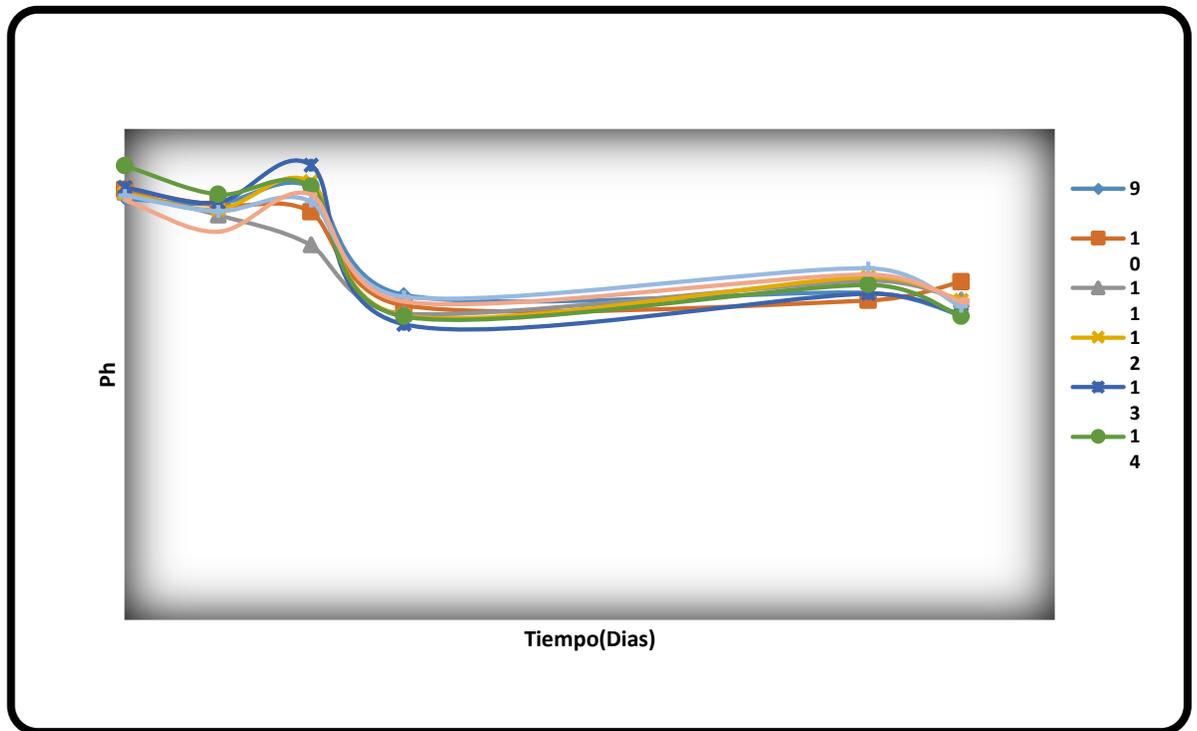
El Brix disminuye porque la concentración es menor ya que desaparece el azúcar y según Gutiérrez Cibrián (2000) Los grados brix en el control se disminuyen rápidamente con respecto a la prueba, logrando valores cercanos a cero.

## pH

En los gráficos siguientes 3 y 4 se puede observar la disminución de pH, fluctuando en el inicio de la fermentación con 4.27-4.80 y finalizando con 3.11-3.44.



**Gráfico 3.** pH vs. tiempo durante la fermentación de los tratamientos preliminares. "A"



**Gráfico 4.** pH vs. tiempo durante la fermentación de los tratamientos preliminares.”B”

Según Hernández Gil (2007), sabiendo que las enzimas son proteínas, cualquier cambio brusco de pH puede alterar el carácter iónico de los grupos amino y carboxilo en la superficie proteica, afectando así las propiedades catalíticas de una enzima. A pH alto o bajo se puede producir la desnaturalización de la enzima y en consecuencia su inactivación.

Según Barbado José Luis (2005), el [pH](#) es un factor limitante en el proceso de la fermentación ya que las levaduras se encuentran afectadas claramente por el ambiente, bien sea alcalino o ácido. Por regla general el funcionamiento de las levaduras está en un rango que va aproximadamente desde 3.5 a 5.5 pH. Los procesos industriales procuran mantener los niveles óptimos de acidez durante la fermentación

usualmente mediante el empleo de [disoluciones tampón](#). Los ácidos de algunas [frutas](#) ([ácido tartárico](#), [málico](#)) limitan a veces este proceso.

Según investigaciones de bebidas alcohólicas-Cerveza (2004) El rango de pH permitido, que es 3,5-5 para todas las cervezas.

En el estudio de elaboración de Bebida alcohólica fermentada a base de tumbo (2002), nos indica que el mejor desarrollo se da para pH entre 4 y 5, resultando la muestra con niveles de pH 4.0 la que obtuvo un rendimiento alcohólico significativamente mayor.

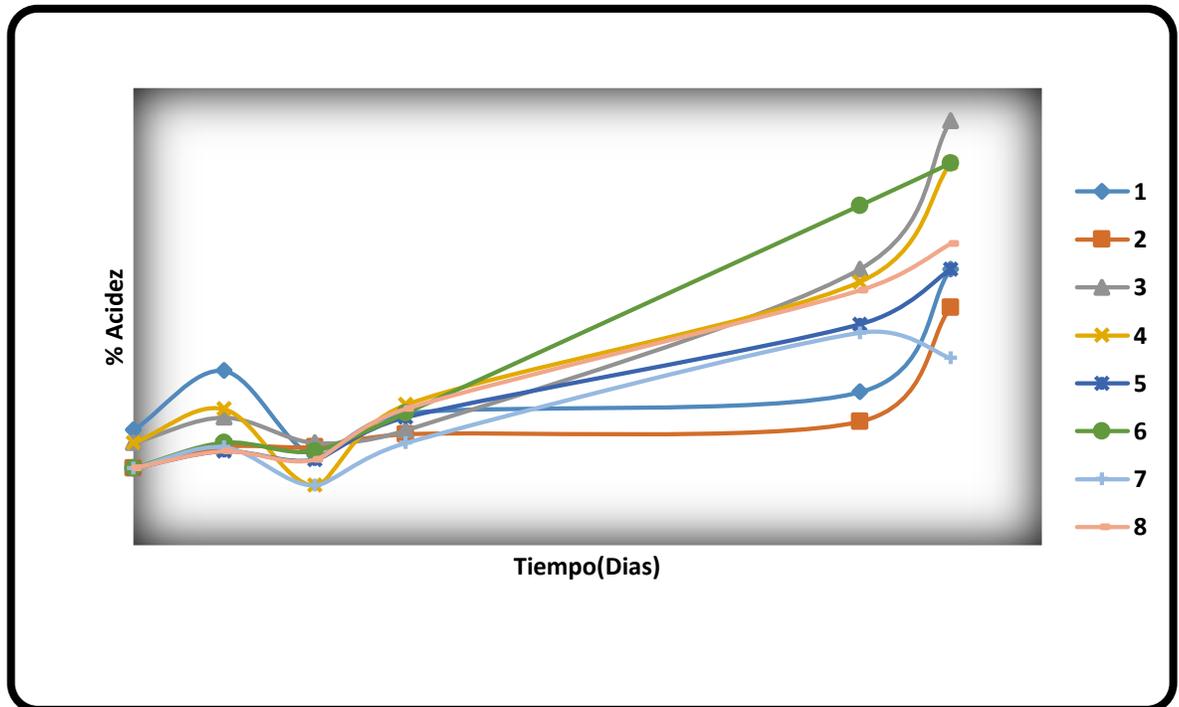
Estando de esta forma dentro del rango de un producto aceptable con 3.11-3.44 de pH.

El factor primordial del vino es el pH. El pH óptimo para la proliferación de las bacterias se sitúa entre 4,2 y 4,5, muy por encima del pH de los vinos que va de 3,0 a 4,0. El pH límite absoluto se encuentra aproximadamente, en 2,9, valor por debajo del cual, la fermentación bacteriana no es posible. De Lucas Javier (1994)

En nuestro reporte no tuvimos datos menores de 2.9 a lo que se garantiza el buen control en los días de fermentación.

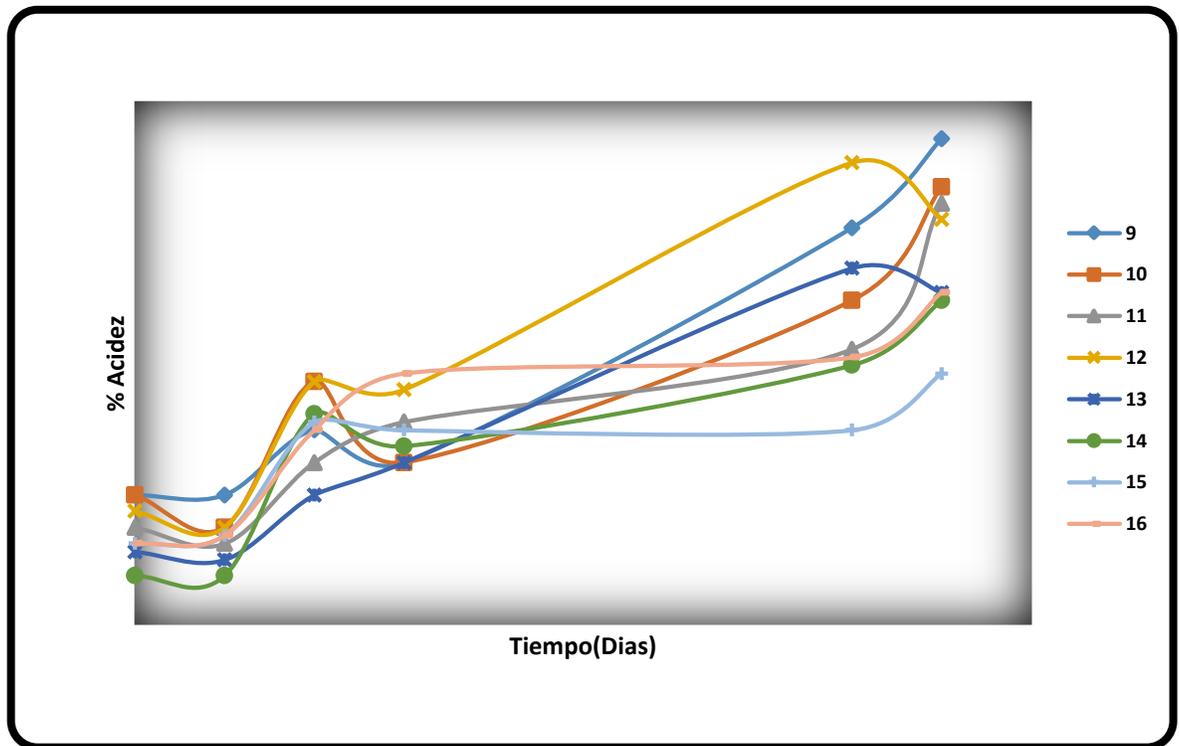
## Acidez Titulable

Según datos reportados el % acidez (expresado en g/l ácido láctico) plasma un aumento de este parámetro de 0.08-0.93%. Como se muestra en los gráficos a continuación:



**Gráfico 5.** Acidez titulable vs. tiempo durante la fermentación de los tratamientos preliminares. "A"

Durante la fermentación las levaduras generan pequeñas cantidades de ácido acético (un vino suele tener menos de 300 mg/litro) y su concentración refuerza los olores y sabores, proporcionando "complejidad". El ácido láctico está presente en pequeñas cantidades a no ser que se haya forzado la fermentación malo-láctica a costa de consumir ácido málico (lo que hace que el pH global aumente). Rodríguez Fischer, (2002).



**Gráfico 6.** Acidez titulable vs. tiempo durante la fermentación de los tratamientos preliminares.”B”

En cuanto a la acidez total, expresada en porcentaje de ácido láctico, no debe ser mayor que 0,3%. Según investigaciones de bebidas alcohólicas-Cerveza (2004).

A lo que se predice que existió fermentación malo láctica, al sobrepasar el % de acidez.

Sea cual el procedimiento utilizado en la fermentación del almidón, la principal fase del proceso es caracterizada por la formación de burbujas de gas en la masa de almidón, espumas en la superficie del aguas sobrenadante y aumento de la acidez titulable. Diego P. R. Ascheri (2003), y de acuerdo a nuestros resultados obtuvo una orientación creciente, confirmando la teoría.

Al respecto Bush (1952) realizó análisis en la chicha de Jora obteniendo Acidez (expresado como ac. Láctico) 1,2 %.Según este parámetro estaríamos dentro del rango para obtener un producto aceptable.(Anexo 02)

### Producto terminado

Los tratamientos al llegar a su última etapa, se evaluaron de acuerdo a 4 respuestas experimentales como a continuación se describe:

**Cuadro 15.** Reporte de datos de los tratamientos de acuerdo a sus respuestas experimentales designadas:

Run	Componente 1 <b>A:Maiz Jora</b>	Componente 2 <b>B:Garbanzo</b>	Componente 3 <b>C:Harina de trigo</b>	Factor 4 <b>D:FUENTE DE AZUCAR</b>	Respuesta 1 <b>Sólidos Solubles</b>  ° Brix	Respuesta 2 <b>Acidez</b>  %	Respuesta 3 <b>Densidad</b>  g/ml	Respuesta 4 <b>Alcohol</b>  %
1	77.500	12.500	10.000	Chancaca	5.000	0.660	1.759	4.475
2	85.000	5.000	10.000	Azúcar	10.100	0.511	1.020	1.215
3	80.000	5.000	15.000	Chancaca	3.000	0.929	1.759	5.754
4	75.000	20.000	5.000	Chancaca	3.100	0.836	1.757	5.690
5	77.500	12.500	10.000	Azúcar	9.500	0.697	1.020	1.598
6	85.000	10.000	5.000	Chancaca	3.250	0.920	1.755	5.594
7	70.000	15.000	15.000	Azúcar	10.000	0.474	1.020	1.279
8	70.000	15.000	15.000	Chancaca	5.100	0.660	1.759	4.411
9	77.500	12.500	10.000	Chancaca	5.000	0.660	1.759	4.475
10	85.000	5.000	10.000	Chancaca	7.200	0.502	1.700	3.069
11	80.000	5.000	15.000	Azúcar	8.200	0.334	1.020	2.429
12	70.000	20.000	10.000	Chancaca	5.400	0.474	1.700	4.219
13	85.000	10.000	5.000	Azúcar	8.200	0.567	1.019	2.429
14	77.500	12.500	10.000	Azúcar	9.500	0.697	1.020	1.598
15	75.000	20.000	5.000	Azúcar	8.200	0.288	1.021	2.429
16	70.000	20.000	10.000	Azúcar	9.400	0.381	1.021	1.662

Al realizar distintas pruebas, no se ha tomado en cuenta el pH ya que no existían diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se optó por eliminar esa respuesta experimental.

### Sólidos Solubles (°Brix)

El modelo F-valor de 59.12 implica el modelo es significativo. Los sólidos solubles no se diferencian mucho de los datos en el término de fermentación fluctúan de 3-10.1 °Brix, el gráfico 7 muestra la dispersión de los datos.

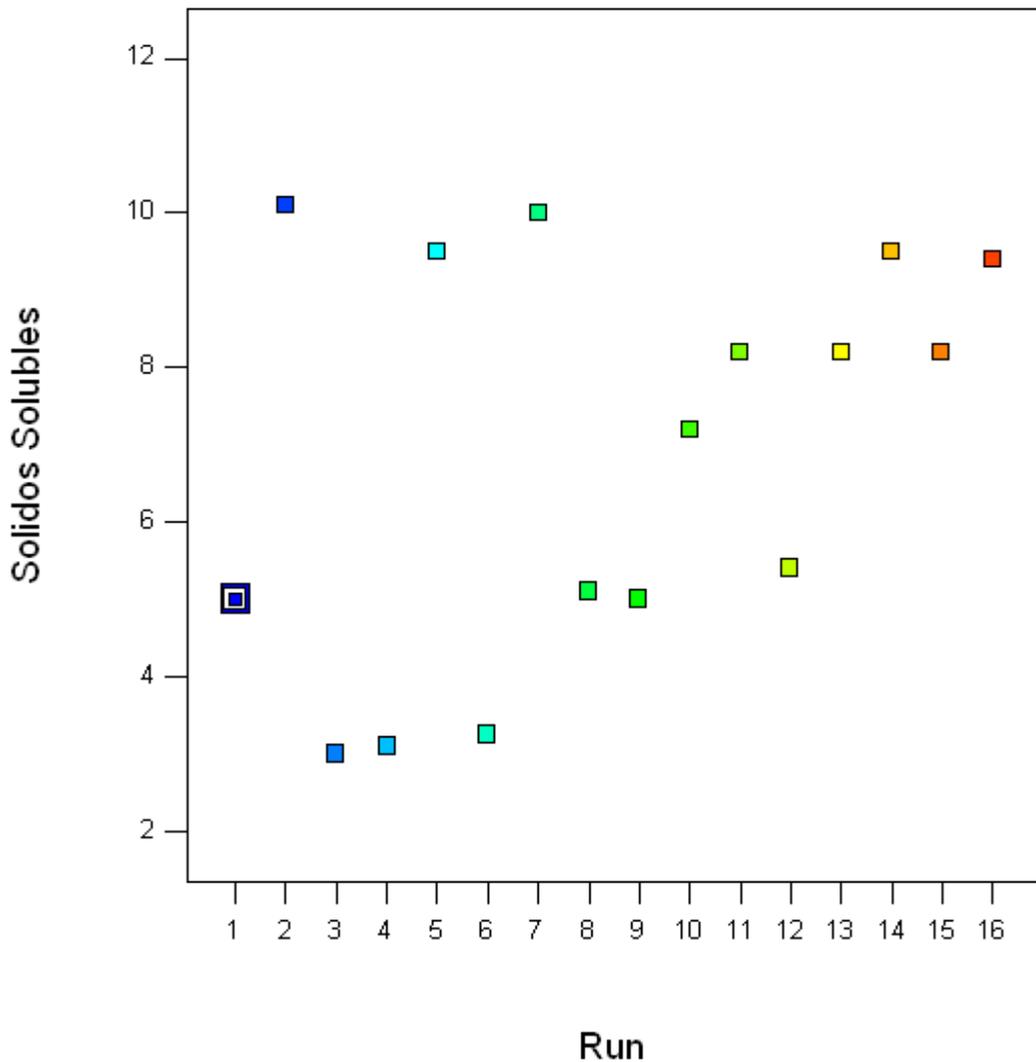


Gráfico 7. Tratamientos vs. Sólidos Solubles en los productos terminados.

### Acidez(%expresado en gr/l de acido láctico)

El modelo F-valor de 14,94 implica el modelo es significativo. Este parámetro no difiere de los reportes de fin de fermentación. El rango está entre 0.29-0.93 % como se muestra en gráfico siguiente:

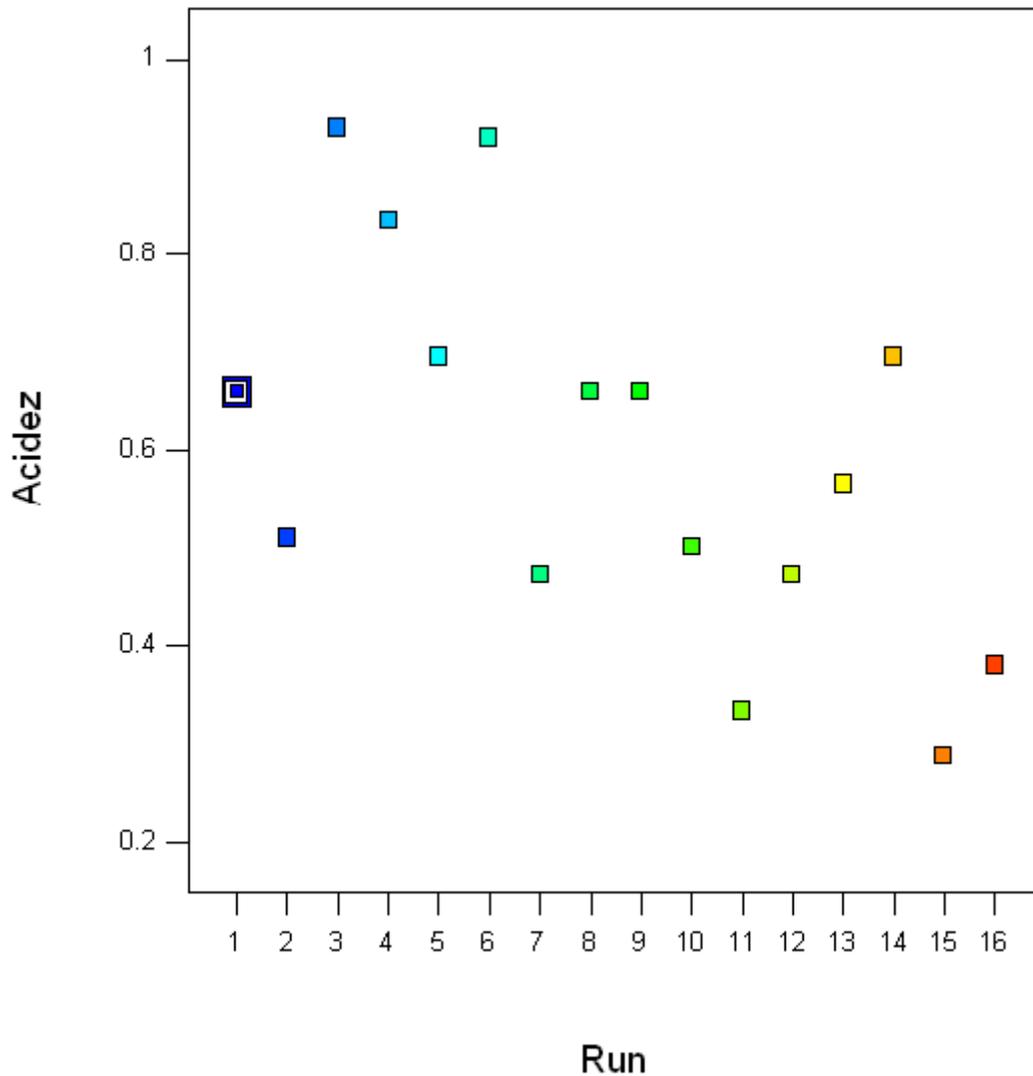


Gráfico 8. Tratamientos vs. %Acidez en productos terminados

### Densidad(g/ml)

El modelo F-valor de 1.302.754,22 implica el modelo es significativo. Existe una gran diferencia entre los tratamientos elaborados con azúcar y chancaca ya que reportan 1.02 y 1.76 g/ml respectivamente, como se muestra en el gráfico 9.

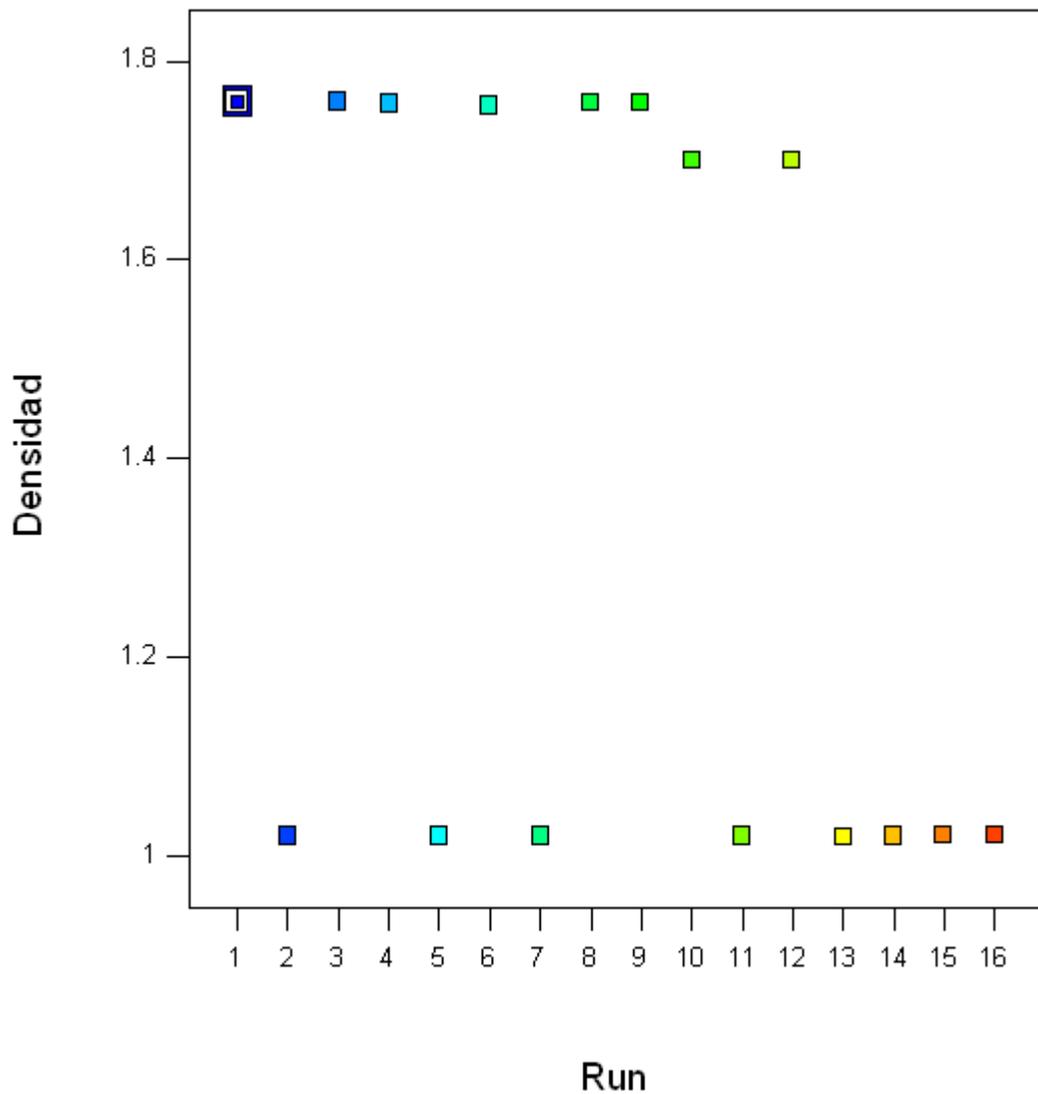


Gráfico 9. Tratamientos vs. Densidad de los productos terminados.

## Grados alcohólicos

El modelo F-valor de 59.12 implica el modelo es significativo. Se obtuvo datos que varían entre 1.21-5.75 Gay Lussac, en el gráfico 10 observamos dicha dispersión entre los tratamientos.

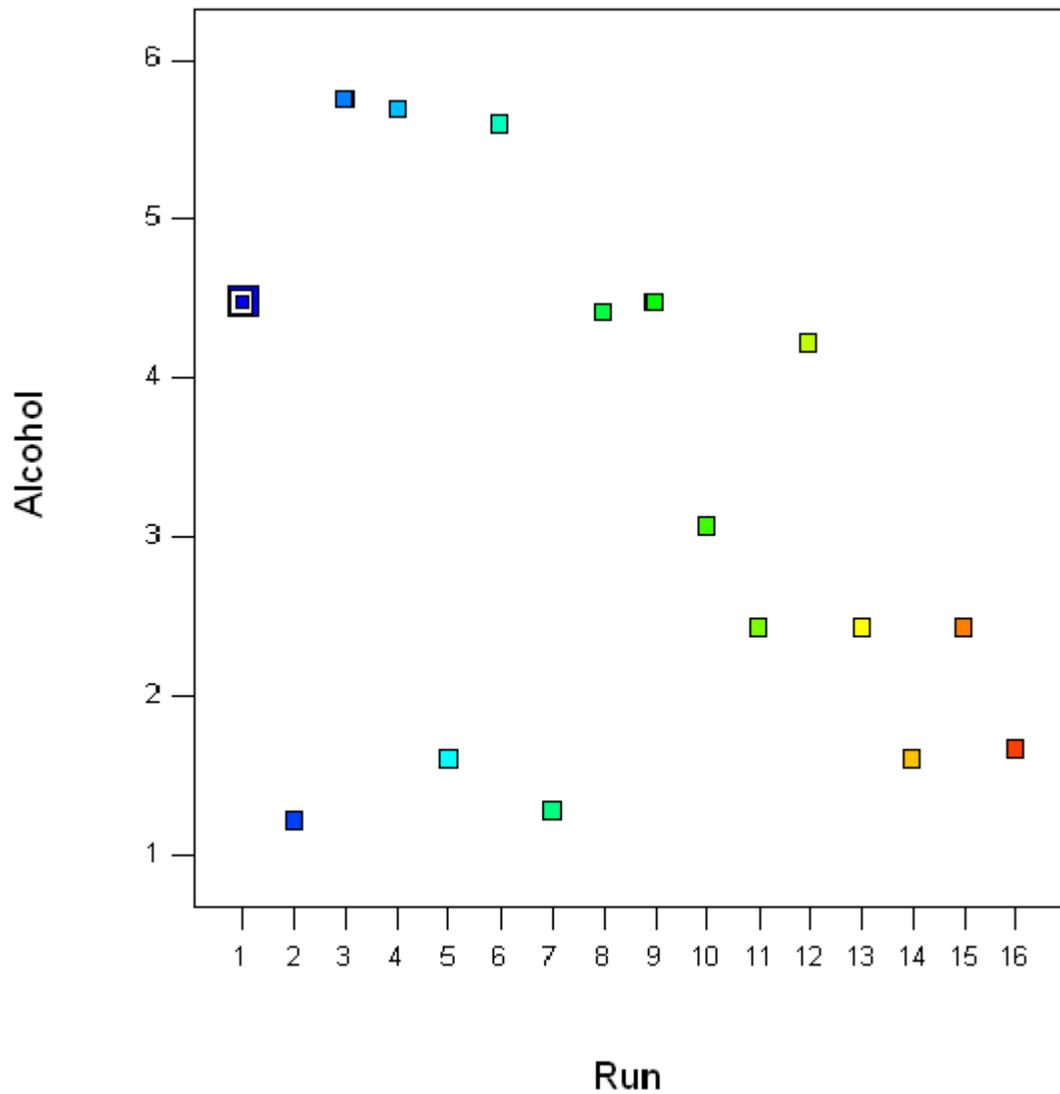


Gráfico 10. Tratamientos vs. Grados alcohólicos de los productos terminados.

## Optimización

Para optimizar se realizó un análisis fisicoquímico a una bebida fermentada que es vendida en los restaurants de Chimbote y es muy consumida por la población, la cual obtuvo los siguientes resultados:

**Cuadro 16.** Análisis Fisicoquímico de una bebida fermentada comercializada.

<b>Análisis Fisicoquímico</b>	
<b>Chicha de jora “Las Malvinas”</b>	
<b>Sólidos solubles (°Brix)</b>	7
<b>Ph</b>	2.8
<b>Acidez Titulable (%)</b>	0.46
<b>Densidad(g/ml)</b>	1. 01
<b>Grados alcohólicos (GayLussac)</b>	4

Entonces, en esta etapa se evaluó de la siguiente manera:

En los factores:

**A: Maíz de jora (%)** se escogió el porcentaje objetivo de 85% del rango 70-85, el objetivo del trabajo era elaborar una bebida tradicional como lo es “la chicha de jora”, a lo que se consideró escoger el máximo del rango.

**B: Garbanzo (%)** se escogió el porcentaje menor del rango 5-15, ya que en las pruebas de ensayo el alto contenido de garbanzo hacía el tiempo de cocción mayor, incluso el olor era diferente al tradicional “Chicha de jora”. Esta leguminosa contiene un olor fuerte muy característico. Por lo que era necesario remojarlo con 24 horas de anticipación como también para que facilite su cocción.

**C: Harina de trigo (%)** se escogió el porcentaje menor del rango 5-15, ya que en la pruebas de ensayo este componente en alto contenido, el olor de la harina “serrana” no correspondía al perfil de la bebida que se quería obtener.

**D: Fuente de azúcar:** azúcar comercial y chancaca, en los tratamientos se observaba muy bien definido un factor importante en el producto, el color, al querer un color característico de pardo claro u oscuro mas no marrón como se distinguía en los tratamientos con fuente de azúcar - chancaca, se decidió rechazar esta fuente, a pesar de que en las pruebas de sólidos solubles (°Brix) su disminución fue mejor en comparación a la fuente con azúcar.

En las respuestas experimentales decidimos trabajar con un producto final que contenga los siguientes parámetros fisicoquímicos siendo los puntos objetivos los hallados en la bebida comercializada Chicha de jora “Las Malvinas”:

**Sólidos Solubles:** se tiene un rango de 3-10.1 °Brix, considerando 7°Brix.

**Acidez Titulable:** tiene un rango de 0.29-0.93 %, considerando 0.46% (expresado en g/l de ácido láctico).

**Densidad:** se mantuvo en su rango de 1.02-1.76 g/ml.

**Alcohol:** se mantuvo en su rango de 1.21-5.75 gay lussac. (Anexo 03)

Se obtuvo los siguientes tratamientos como los óptimos:

**Cuadro 17.** Soluciones sugeridas del programa Design Expert Version 8.00

<b>Soluciones</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Maíz Jora (%)</b>	85	85
<b>Garbanzo (%)</b>	10	5
<b>Harina de trigo (%)</b>	5	10
<b>FUENTE DE AZUCAR</b>	Azúcar	
<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	8.562	9.618
<b>Acidez (%)</b>	0.571	0.505
<b>Densidad(g/ml)</b>	1.019	1.020
<b>Desiderabilidad</b>	0.717	0.588

**4.3.- Preparación de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo.**

En la preparación de la bebida fermentada óptima según el diseño experimental determinó dos soluciones sugeridas que a continuación se detallan:

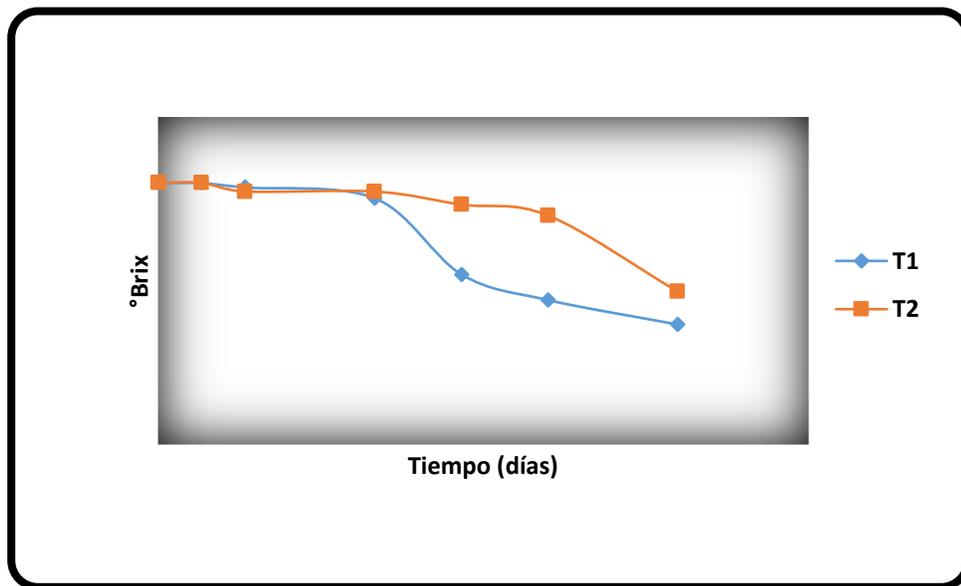
**Cuadro 18.** Formulaciones sugeridas como óptimas.

<b>Formulación</b>	<b>Componente 1</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Componente 3</b>	<b>Factor 4</b>	<b>Componente 1</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Componente 3</b>
	<b>A:Maiz Jora</b>	<b>B:Garbanzo</b>	<b>C:Harina de Trigo</b>	<b>Fuente de Azúcar</b>	<b>A:Maiz Jora</b>	<b>B:Garbanzo</b>	<b>C:Harina de Trigo</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>		<b>g.</b>	<b>g.</b>	<b>g.</b>
1	85	10	5	Azúcar	566.67	66.67	33.33
2	85	5	10	Azúcar	566.67	33.33	66.67

A partir de ahora simplificaremos al referirnos con **T1** al tratamiento 1 y **T2** al tratamiento 2 según cuadro anterior.

A continuación los gráficos correspondientes a la etapa de fermentación de los dos tratamientos:

Los tratamientos 1 y 2 terminaron su fermentación en 11 y 13°Brix respectivamente, en el gráfico 11, se observa que existió un tiempo de latencia de 3 días, en el cual no se iniciaba la fermentación por las bajas temperaturas.



**Gráfico 11.** Sólidos Solubles (°Brix) con respecto al tiempo de T1 y T2.

El proceso de fermentación es exotérmico, y las levaduras tienen un régimen de funcionamiento en unos rangos de temperatura óptimos, se debe entender además que las levaduras son seres [mesófilos](#).

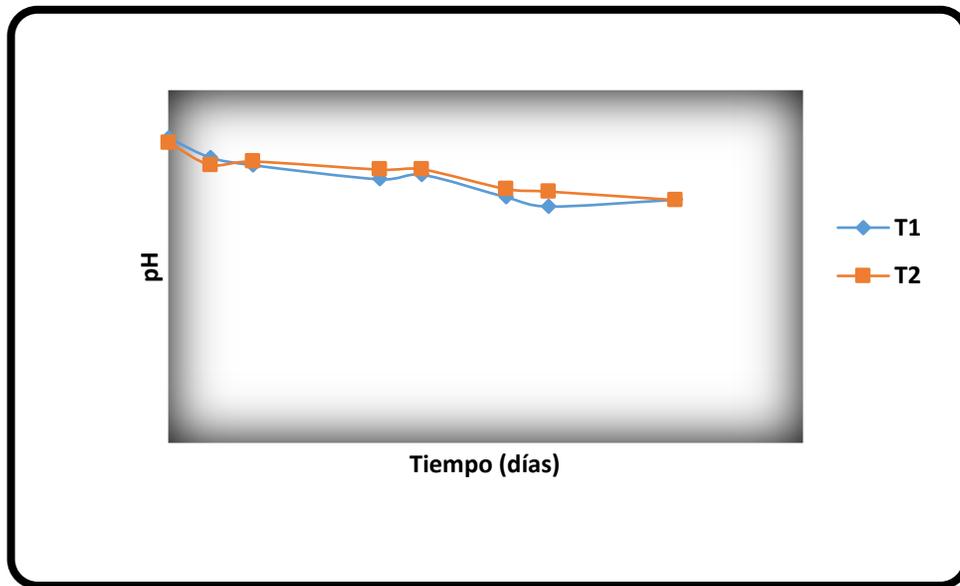
Si se expone cualquier levadura a una temperatura cercana o superior a 55 °C por un tiempo de 5 minutos se produce su muerte. La mayoría cumple su misión a temperaturas de 30 °C. Barbado José Luis (2005).

La fermentación alcohólica es un proceso exotérmico, es decir, se desprende energía en forma de calor. Es necesario controlar este aumento de temperatura ya que si ésta ascendiese demasiado (25 - 30°) las levaduras comenzarían a morir deteniéndose el proceso fermentativo. Neway Justin O. (1989)

A mayor temperatura la fermentación transcurre más rápidamente, sin embargo es menos pura, es decir, se produce menos etanol y más cantidad de compuestos secundarios. Las levaduras a 30°C tienen su temperatura óptima de desarrollo. Por encima de 35°C la actividad disminuye rápidamente y mueren a antes de 45°C. Villacrez E. (1985).

Las levaduras se inhiben y dejan de realizar la fermentación, generalmente debido a malas condiciones ambientales, temperaturas extremas, falta de oxígeno, mala calidad de la uva, etc. Neway Justin O. (1989). Motivo explicado a que nuestras soluciones no fermenten en los primeros días.

Los T1 y T2 fluctuaron de 4.32-3.45 y 4.25- 3.44 respectivamente, disminuyendo de esta forma el pH. (Gráfico 12) No se ajustó el pH se dejó trabajar en forma natural la fermentación. Haciendo un control minucioso.

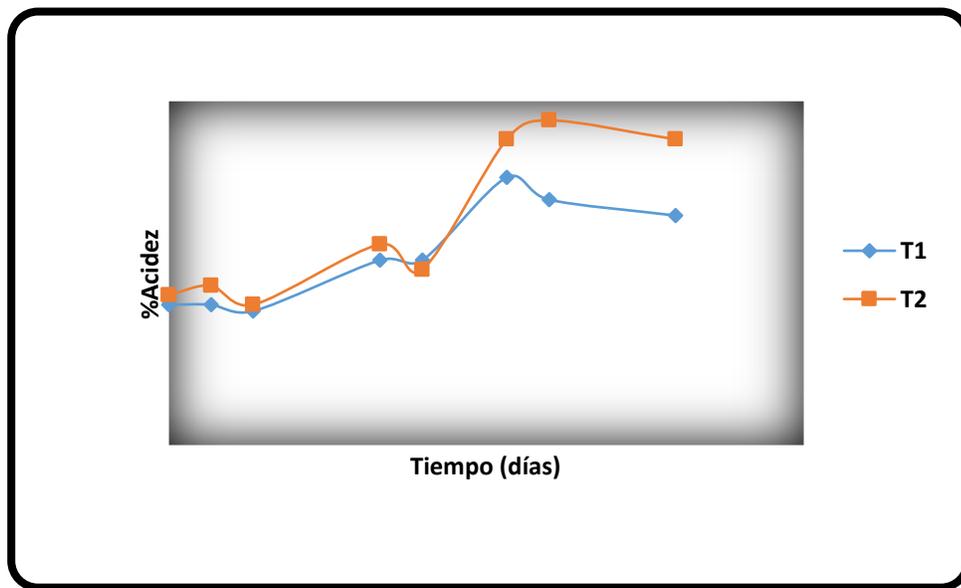


**Gráfico 12.** pH con respecto al tiempo de T1 y T2.

Preparar un sustrato (tener en cuenta que esté en buen estado), medir los grados Brix y verificar que se encuentren entre 17-20 grados. En caso de ser necesaria una corrección, se puede adicionar azúcar como fuente de carbono suplementaria hasta obtener los grados Brix requeridos. Una vez corregidos, se ajusta el pH (3.0-3.5). Finalizado este proceso, se toman 200ml del mosto y en él, se adiciona la levadura (aproximadamente 2-4g/l) para su activación a 37 °C. Al mosto sobrante, se le agrega Bisulfito de Sodio (100 ppm.) para impedir la proliferación bacteriana y el pardeamiento del medio. Ramírez Gladys (1999). De esta forma explicamos la metodología empleada similar a la nuestra al elaborar la bebida estando dentro de lo permitido.

La mezcla revuelta entonces se permite pasar con una fermentación más cuidadosa para aproximadamente un mes, siguiendo que **pH** de la mezcla habrá caído a alrededor 3.4, y la concentración del alcohol habrá alcanzado el aproximadamente 15%. Jarra (2006).Según reporte se realizó la fermentación en 12 días menos al indicado por el investigador llegando a un pH 3.44.

Los datos del %Acidez no tienen una orientación definida al comienzo de la fermentación hasta que logra estabilizarse en 0.67 y 0.89 % en T1 y T2 respectivamente, como indica en el gráfico 13 a continuación:

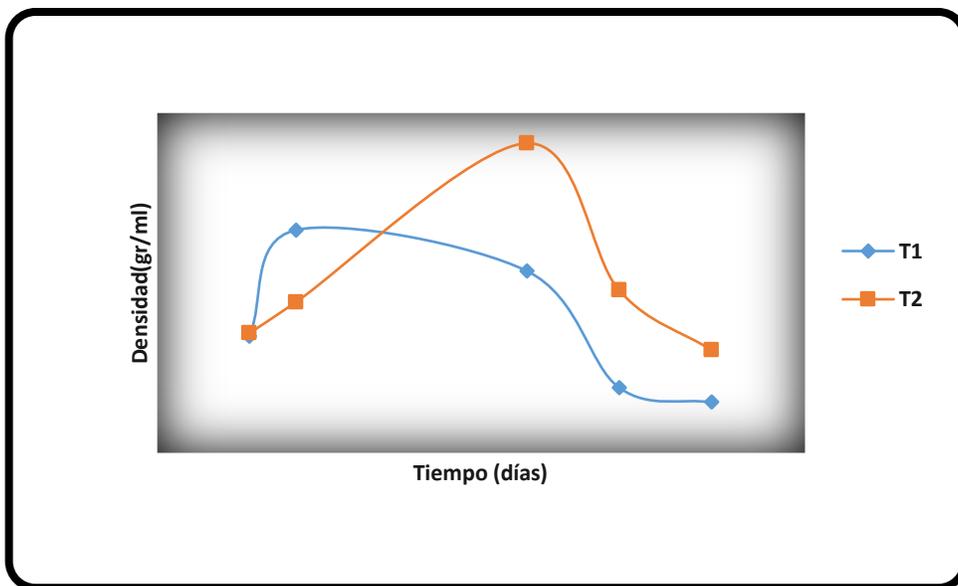


**Gráfico 13.** %Acidez (g/l de ácido láctico) con respecto al tiempo de fermentación (12 Días)

El oxígeno es el desencadenante inicial de la fermentación, ya que las levaduras lo van a necesitar en su fase de crecimiento. Sin embargo al final de la fermentación conviene que la presencia de oxígeno sea pequeña para evitar la pérdida de etanol y la aparición en su lugar de acético. Barbado José Luis (2005)

Nosotros mantuvimos herméticamente cerrado el depósito, aunque en el agujero de donde se colocaba el termómetro se colocó cinta adhesiva., existe la posibilidad que haya un poco de entrada de oxígeno.

El gráfico 14, refleja altos y bajos en la densidad del caldo, el T1 si demuestra disminución de este factor de 1.14-1.09 g/ml, en cambio el T2 se mantiene en la densidad inicial de 1.14 g/ml, observando un pico de densidad dentro del 6to y 8vo día.

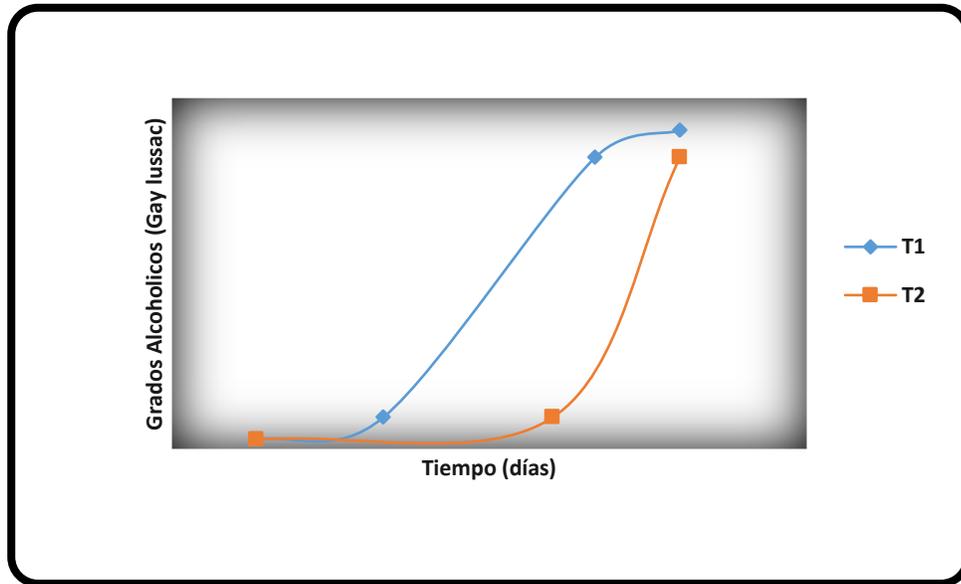


**Gráfico 14.** Densidad (g/ml) con respecto al tiempo de fermentación (12 días)

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 en la fermentación: **1ª fase** (primeras 24 horas), predominan levaduras no esporogéneas, que resisten un grado alcohólico 4-5. **2ª fase**, (2º-4º día), predomina el *Sacharomyces 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 *Sacharomyces Cerevisiae* junto a *Sacharomyces Oviformis*. También otros microorganismos procedentes principalmente de las bodegas y de los utensilios, suelen ser hongos entre los que destacan *Penicillium*, *Aspergillus*.

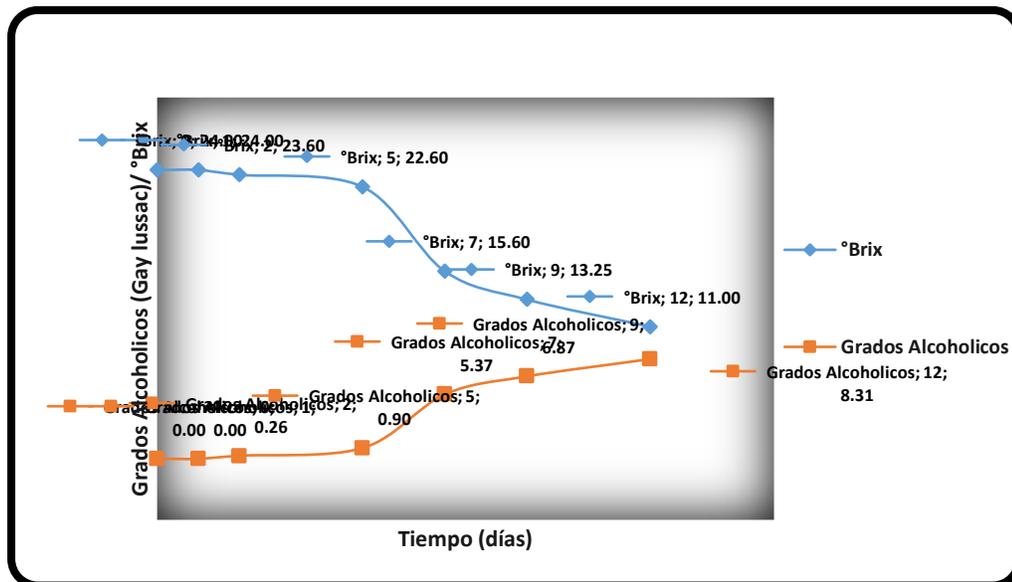
Generando también: Ácido acético, láctico, pirúvico y acetaldehído. Jeffries Thomas (2005). A lo que se otorga toda responsabilidad a lo explicado anteriormente por el investigador.

Estequiométricamente se obtuvo 9.08 y 6.39 Gay lussac de T1 y T2 respectivamente. La fase más activa de la fermentación es la tumultuosa. Dura entre 5 y 10 días. Las levaduras transforman el azúcar de la uva en alcohol, CO<sub>2</sub> y calor y el mosto llega a bullir, como si estuviera hirviendo. Esto se observó en los tratamientos a lo largo del 4to día al 12vo día de fermentación. A continuación mostramos el gráfico 15, de producción de alcohol en la fermentación.

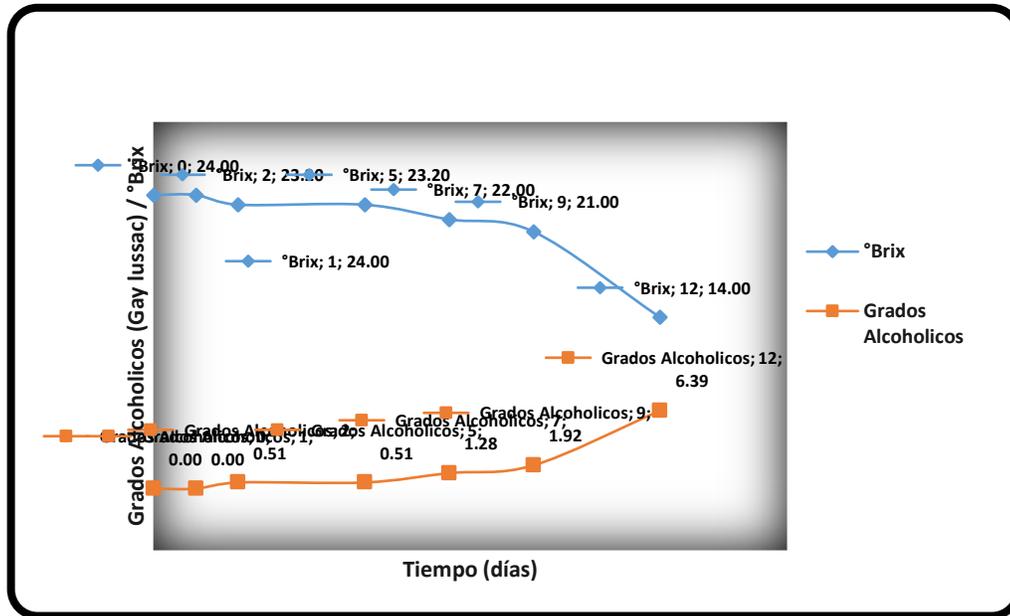


**Gráfico 15.** Grados Alcohólicos (gay lussac) con respecto al tiempo de fermentación (12 días)

Los gráficos 16 y 17 a continuación son los resultados de grados alcohólicos calculados estequiométricamente por la diferencia de °Brix, contenido en el caldo, tanto para T1 como para T2.



**Gráfico 16.** Relación de Sólidos Solubles y Grado Alcohólico con respecto al tiempo de fermentación (12 días) en T1



**Gráfico 17.** Relación de Sólidos Solubles y Grado Alcohólico con respecto al tiempo de fermentación(12 días) en T2.

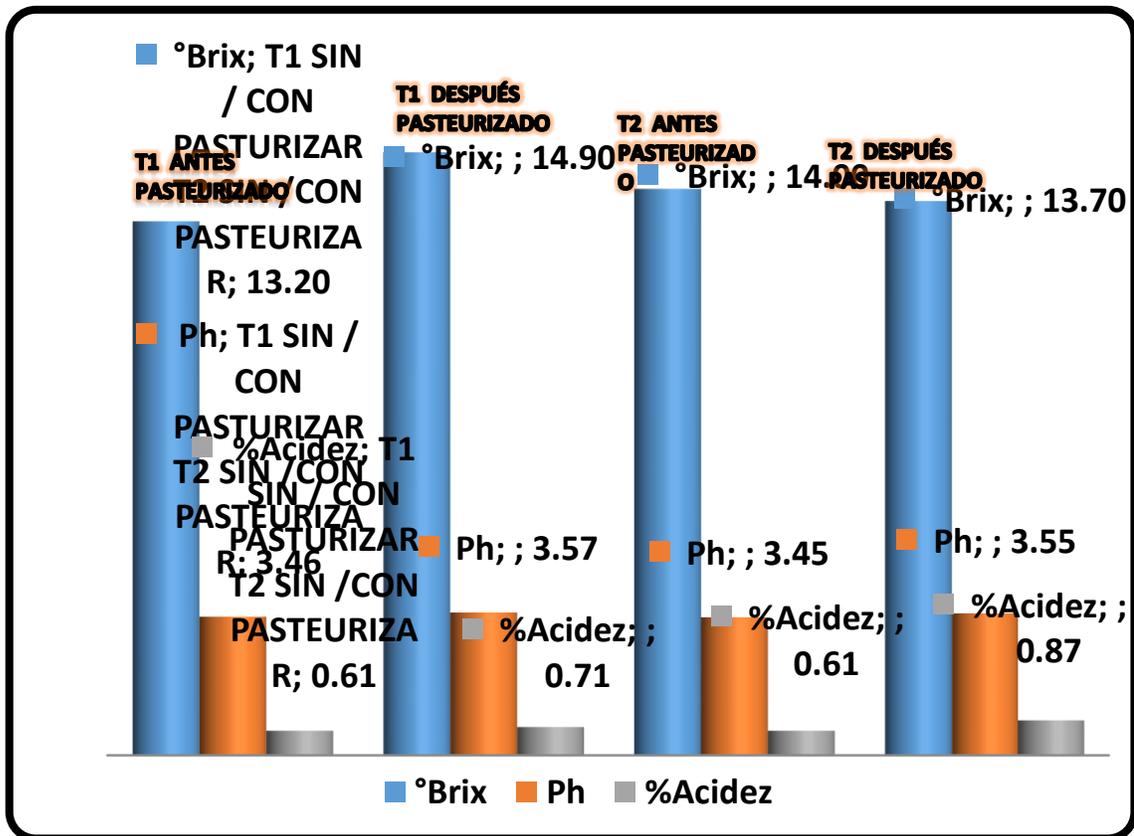
Dejar fermentar libremente durante 4 semanas aproximadamente. A lo largo de todo el proceso, se debe realizar un control periódico de las propiedades fisicoquímicas del material en fermentación, tales como: pH y grados Brix, las cuales ponen en evidencia el curso que lleva el proceso. En estas condiciones el rendimiento en biomasa es de tan solo 1g de levadura por cada 100g de azúcares consumidos. Villacrez E. (1985). En nuestra experiencia hubo una reducción de 7°Brix en dos días generando 4.48 GL.

Al finalizar la fermentación se realizó el filtrado y pasteurizado, se realizó un análisis fisicoquímico en ambas etapas, para verificar si existían diferencias de un proceso a otro.

Resultando que el pH y la acidez titulable varían ligeramente y el ° Brix aumentan en T 1 y se mantiene en T2. Durante el procesamiento se tomaron en cuenta los parámetros, tales como la temperatura y tiempo del tratamiento térmico, siendo a 65°C y de 3-4 minutos, para no disminuir el porcentaje de alcohol que contienen las bebidas fermentadas. (Gráfico 18)

La pasteurización se emplea generalmente temperaturas por debajo del [punto de ebullición](#) (en cualquier tipo de alimento), ya que en la mayoría de los casos las temperaturas superiores a este valor afectan irreversiblemente ciertas características físicas y químicas del producto alimenticio.

La cerveza se debe pasteurizar para garantizar su conservación durante periodos largos. La pasteurización consiste en calentar la cerveza a 60° C durante un corto tiempo, con el objeto de eliminar residuos de levadura que pueden pasar en la filtración. Jeffries Thomas (2005).



**Gráfico 18.** Análisis Fisicoquímico antes y después de la pasteurización.

A pesar de que las botellas de envase han sido previamente esterilizadas, y en todo su recorrido la cerveza ha sido perfectamente controlada contra las infecciones, se debe pasteurizar, para garantizar su conservación durante periodos largos.

La pasteurización consiste en calentar la cerveza a 60° C durante un corto tiempo, con el objeto de eliminar residuos de levadura que pueden pasar en la filtración. Martín Macek (2004) Con este objetivo se realizó la pasteurización, diferenciándose con el producto artesanal.

Luego de pasteurizar los tratamientos se embotellaron..Se mantuvo en todo momento limpieza para obtener un producto de calidad.

De aquí pasa a la llenadora de botellas, donde se busca envasar la cerveza a un nivel fijo dentro de las botellas en las mejores condiciones asépticas posibles, con la menor agitación para eliminar la pérdida de gas carbónico, sin aumento de temperatura y sin inyección de aire. Gil De La Peña (1992). Hasta el momento hemos podido realizar todo el proceso dentro de lo permitido para obtener una bebida aceptable y de calidad.

**4.4.- Análisis Físicoquímico de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo en óptimas condiciones.**

**Cuadro 19. Análisis físicoquímico de las soluciones óptimas T1 y T2.**

<b>PRODUCTOS FINALES</b>							
<b>T</b>	<b>°Brix</b>	<b>ph</b>	<b>Acidez *</b>	<b>Viscosidad (Cp)</b>	<b>Densidad(g/ml)</b>	<b>Alcohol (Gay Lussac Aprox.)</b>	<b>Tipo de Alcoholes</b>
<b>1</b>	<b>15.00</b>	<b>3.67</b>	<b>0.85</b>	<b>2.48</b>	<b>1.24</b>	<b>5.75</b>	<b>Etanol</b>
<b>2</b>	<b>13.80</b>	<b>3.62</b>	<b>0.88</b>	<b>4.61</b>	<b>1.13</b>	<b>6.52</b>	<b>Etanol</b>

\* Expresado en g /l de ácido láctico

Como se pudo observar no existían diferencias significativas entre estos tratamientos en lo que respecta a °Brix, pH y %Acidez titulable, en lo que si existe diferencias es en la viscosidad y eso es referente a que en el segundo tratamiento se realizó a 10% de harina de trigo, resultando la bebida con mucho sedimento y más viscosa.

Estos tratamientos se compararon con una bebida también comercializada con mayor aceptación en la población, la cual es vendida en el “Rincón de Catacaos”-Chimbote. Y de acuerdo a esto confirmamos que el público prefiere los parámetros que a continuación son mostrados en el cuadro:

**Cuadro 20. Análisis físico químico de la bebida comprada de “El Rincón de Catacaos”**

<b>T</b>	<b>°Brix</b>	<b>ph</b>	<b>Acidez *</b>	<b>Viscosidad (Cp)</b>	<b>Densidad(g/ml)</b>	<b>Alcohol (Gay Lussac Aprox.)</b>	<b>Tipo de Alcoholes</b>
<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3.28</b>	<b>0.51</b>	<b>0.91</b>	<b>1.09</b>	<b>4.00</b>	<b>Etanol</b>

\* Expresado en g /l de ácido láctico

Es decir a 7°Brix, el pH oscila de 3-3.3, el % acidez titulable es de 0.5% aprox considerando también los resultados del análisis físicoquímico de la bebida anterior. Tuvimos un inconveniente en ambas bebidas compradas, como no son bebidas pasteurizadas, continúan con la fermentación generando CO<sub>2</sub>. Siendo una bebida que no tendría una vida útil, por si se querría envasar. Ya que llegaría el momento en que se reventarían las botellas. (Anexo 04)

**4.5.- Análisis Microbiológico de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo en el mejor tratamiento.**

Los resultados muestran rangos aceptables para la bebida elaborada. Los resultados comparados con las especificaciones de Digesa (2003), se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 21.** Control Microbiológico de la bebida elaborada.

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>ESPECIFICACIONES (Ucf/ml.)</b>	<b>RECuento ENCONTRADO (Ucf/ml.)</b>
<b>Aerobios Mesófilos</b>	$< 1 \times 10^2$	$< 10$
<b>Hongos y Levaduras</b>	$< 1 \times 10$	$< 10$

**4.6.- Análisis Sensorial de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo de óptimas condiciones.**

La evaluación fue realizada por parte de 16 jueces semi-entrenados, perteneciente de los últimos ciclos de la EAPI Agroindustrial de la UNS, los cuales respondieron un formulario diseñado para evaluar los principales factores que determinan la

aceptabilidad de las bebidas. La ficha técnica fue exclusivamente para bebidas fermentadas alcohólicas. Los factores evaluados fueron el color, el olor, el sabor y aceptabilidad, de acuerdo a los criterios de evaluación antes mencionados, asignando diferentes puntos máximo por factor, según se observa en las tablas de resultados. Con los datos obtenidos se efectuó el análisis de varianza para determinar si las diferencias observadas son significativas, con un nivel de significancia del 5%. Al introducir una bebida que se comercializa, hacía que el consumidor se interrogase:” ¿Cuál es la mejor?”. Y poder así determinar mediante la encuesta cual es el producto aceptado. Aportando también las características organolépticas de los productos elaborados.

A continuación se plasman los resultados de la encuesta.

Se les presentó estos tres tratamientos:

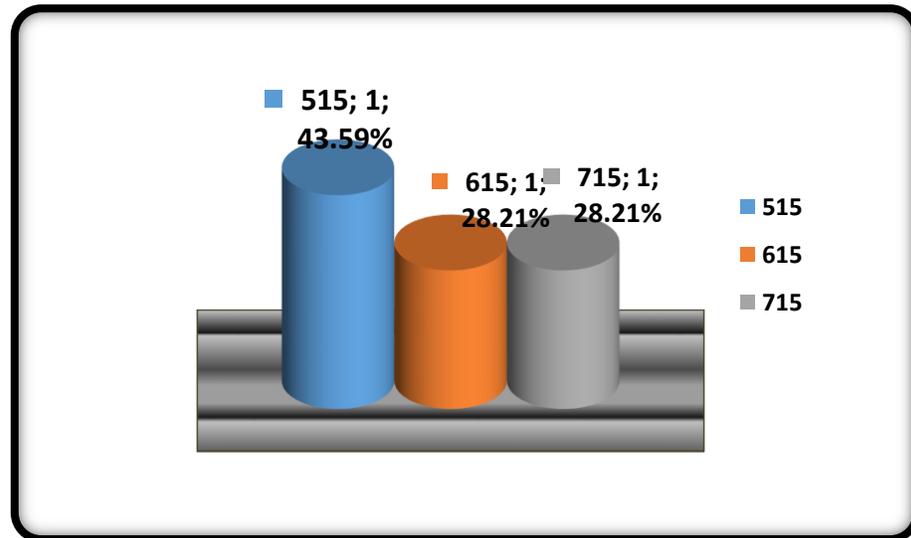
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Códigos</b>	<b>Maíz de Jora (%)</b>	<b>Garbanzo (%)</b>	<b>Harina de Trigo (%)</b>
<b>1</b>	<b>515</b>	<b>85</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>615</b>	<b>85</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>715</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Cuadro 22.** Resultados del análisis sensorial-Aceptabilidad

N°	515	615	715
<b>Panelista</b>			
1	1	1	2
2	1	1	2
3	4	2	2
4	2	1	3
5	2	1	4
6	5	1	2
7	3	4	3
8	4	3	1
9	3	4	1
10	2	4	4
11	4	1	1
12	3	1	2
13	4	3	3
14	5	1	1
15	5	3	1
16	3	2	1
$\Sigma$	51	33	33

Entre los tratamientos según el ANOVA realizado se detectó diferencias significativas entre las bebidas presentadas, y al realizar una prueba comparativa de medias-Tukey con  $\alpha = 0.05$ , se encontró que el **T1 (515)** era quien más contribuía en que exista diferencias entre las demás soluciones presentadas en este factor de aceptabilidad.

En el gráfico 19 se observa que la preferencia por el T1 (515) era indiscutible con un 43.59% y que los porcentajes eran iguales entre el T2 y T3.



**Gráfico 19.** Aceptabilidad entre las bebidas presentadas.

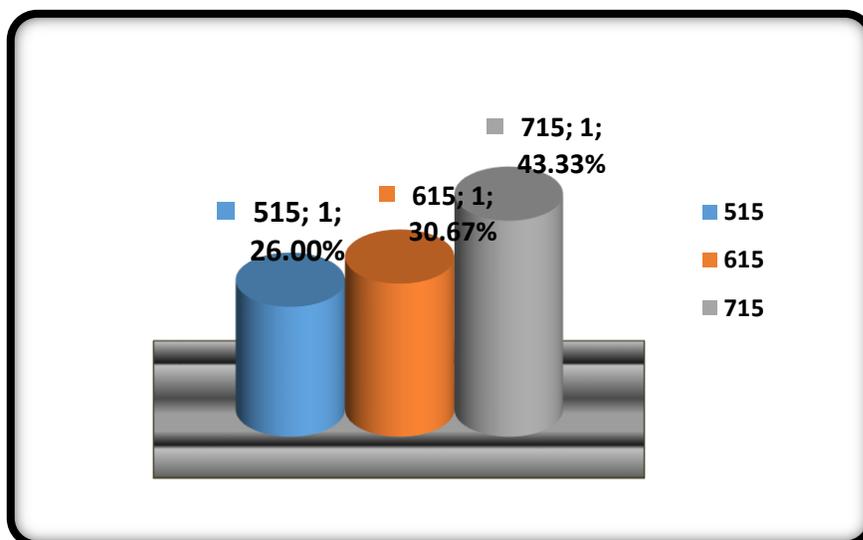
**Cuadro 23.** Resultados del análisis sensorial-Color

N°	515	615	715
<b>Panelista</b>			
1	2	2	5
2	2	2	3
3	2	3	4
4	2	3	4
5	3	2	4
6	3	3	4

7	3	4	5
8	2	2	4
9	2	3	4
10	2	5	4
11	3	2	4
12	2	3	4
13	2	3	4
14	4	3	4
15	2	3	4
16	3	3	4
$\Sigma$	39	46	65

Se detectó diferencias significativas entre las bebidas presentadas, y al realizar una prueba comparativa de medias-Tukey con  $\alpha = 0.05$ , se encontró que el **T3 (715)** era quien más contribuía en que exista diferencias entre las demás soluciones presentadas en este factor de color.

Con respecto al color se observa en el gráfico 20 sin discusión que los jueces prefirieron el color de la muestra **715**, el cual era el producto comprado con un 43.33%. Recibiendo también sugerencias sobre el mejorar el color de la T1 (515) el cual era aceptable.



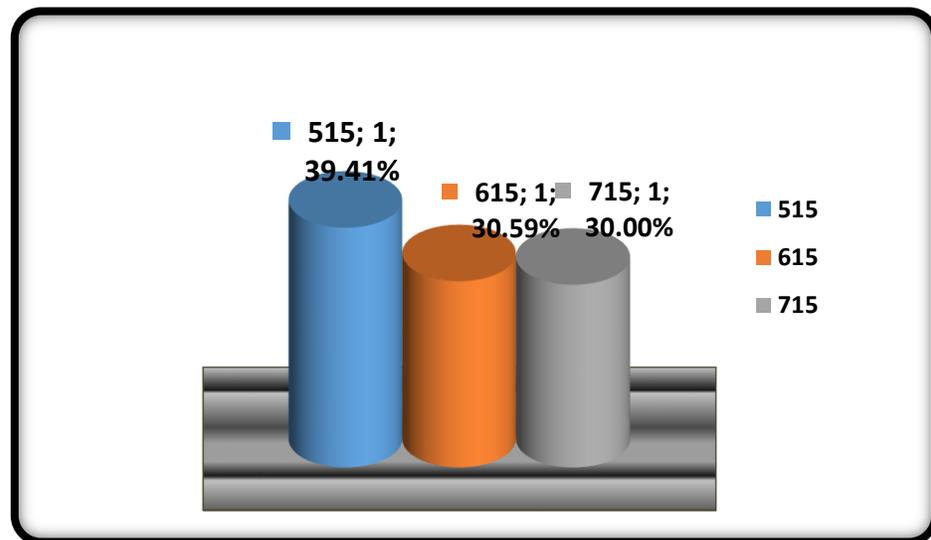
**Gráfico 20.** Análisis de Color entre las bebidas presentadas.

**Cuadro 24.** Resultados del análisis sensorial-Olor

N°	515	615	715
<b>Panelista</b>			
1	4	2	5
2	3	3	3
3	5	2	5
4	5	1	2
5	3	4	5
6	4	5	3
7	5	4	3
8	5	3	2
9	4	3	5
10	5	3	3
11	4	3	3
12	1	4	3
13	5	3	2
14	5	5	3
15	4	3	2
16	5	4	2
$\Sigma$	67	52	51

Se detectó diferencias significativas entre las bebidas presentadas, y al realizar una prueba comparativa de medias-Tukey con  $\alpha = 0.05$ , se encontró que no existían diferencias entre los tratamientos .No hay efectos, nos quedaríanos con uno de ellos.

Con respecto al olor se observa en el gráfico 21, la preferencia de la muestra **515**, el cual era uno de nuestras soluciones óptimas con un 39.41%.



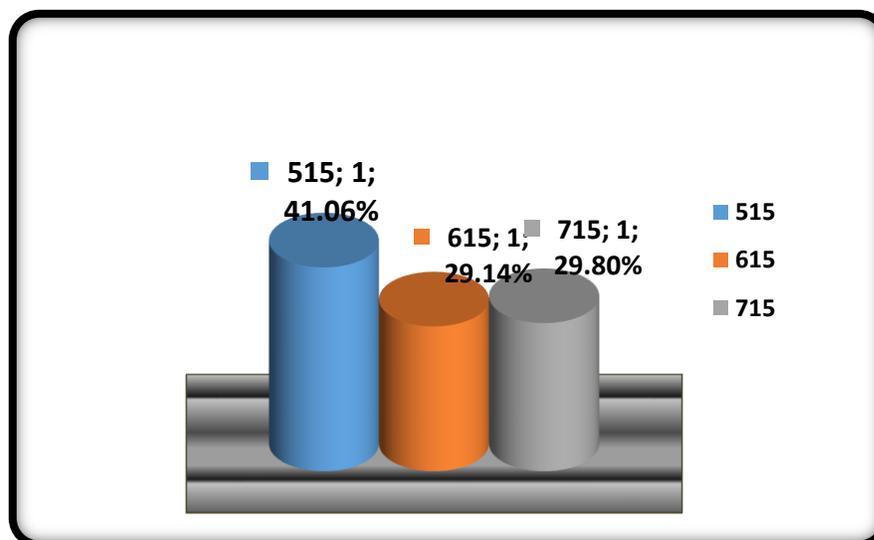
**Gráfico 21.**Análisis de Olor entre las bebidas presentadas.

**Cuadro 25.** Resultados del análisis sensorial-Sabor

N°	515	615	715
<b>Panelistas</b>			
1	2	2	2
2	4	5	5
3	5	4	3
4	5	3	2
5	4	1	3
6	5	1	1
7	2	5	3
8	3	2	2
9	4	3	5
10	4	3	5
11	3	1	2
12	3	2	4
13	5	3	1
14	5	3	1
15	3	4	5
16	5	2	1
$\Sigma$	62	44	45

Se detectó diferencias significativas entre las bebidas presentadas, y al realizar una prueba comparativa de medias-Tukey con  $\alpha = 0.05$ , se encontró que el **T1 (515)** era quien más contribuía en que exista diferencias entre las demás soluciones presentadas en este factor de sabor.

Con respecto a este último factor de sabor se observa en el gráfico 22, la preferencia de la muestra **515**, el cual era uno de nuestras soluciones óptimas con un 41.06%.



**Gráfico 22.**Análisis de sabor entre las bebidas presentadas.

**Cuadro 26.** Análisis Organoléptico de la Bebida Fermentada a base de una mezcla de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo .de óptimas condiciones.

<b>Características</b>	<b>Calificación</b>
<b>Color</b>	<b>Marrón oscuro</b>
<b>Olor</b>	<b>Maíz Fermentado</b>
<b>Sabor</b>	<b>Agridulce</b>

Del análisis organoléptico de la bebida obtenida, se puede definir a este producto como una bebida de color pardo claro con olor a maíz fermentado y de sabor agridulce.

Entre las características organolépticas a evaluarse están: color, olor, grado de claridad y sedimento en cuanto a color, es variado dependiendo de la materia prima utilizadas en su elaboración. El color de la Chicha de Jora elaborada en Piura varía de color blanco amarillento a blanco rosa y el color predominante es el pardo claro .Viñas et al.(1958).El color varía a través del tiempo de duración de la fermentación, iniciándose con el color pardo oscuro y tornándose a pardo claro .De Florio (1986).

A nuestros productos no se clarificaron, por lo que no nos favoreció en el análisis sensorial el color. En aroma según Manrique (1979), lo describe como un aroma "sui generis", esto probablemente por las características particulares de los productos volátiles responsables del aroma de la chicha de Jora.

León Molero (1952), describe el olor como particular agradable. El aroma no varía a lo largo del tiempo de fermentación .De Floreo. (1986).Dentro de los días de fermentación el olor variaba ya que en el primero días, no había presencia de olor a alcohol. En sabor, la chicha de Jora descrita por León Molero (1979) es agridulce, agradable. Manrique (1978), lo señala como agradable particular. El sabor es fuertemente influenciado durante la fermentación que se inicia como a maíz dulce pasando por el agridulce y terminando con agrio, poco dulce y ácido. De Florio. (1986) .En el Grado de claridad.- El grado de claridad de la chicha de Jora es turbio Manrique (1979).Y en Sedimento, como resultado de la precipitación de los sólidos insolubles: gomas, proteínas, levaduras, cuando la fermentación ha terminado. Este se incrementa con el tiempo de elaborada la chicha (De Florio,



- Se formuló una bebida fermentada a base de una mezcla optimizada de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo. Este bioproceso de fermentación natural llevado a cabo sin inoculación de levaduras y con parámetros ambientales óptimos utilizó además sacarosa.
- Los parámetros óptimos para la elaboración de ésta bebida fermentada son:  
pH natural equivalente a 4.  
Temperatura de 25°C.  
Concentración de sólidos solubles 24°Brix.  
Acidez Titulable de 0.41%(expresado en g/l de ácido láctico)  
Densidad de 1.14 gr/ml.  
No fue necesaria la inoculación de levaduras.
- El bioproceso de fermentación optimizado requirió de evaluación, control y de un análisis diario verificándose °Brix, pH, temperatura, %acidez titulable y grados alcohólicos.

- La temperatura óptima de fermentación está entre 20 y 26 °C.
- La formulación aceptada para la bebida, con mayor calificación obtenida por evaluación sensorial fue de: Maíz de jora 85%, Garbanzo 10% y Harina de trigo 5%.
- El tratamiento aceptado de los jueces pre entrenados correspondió a la bebida que tuvo el siguiente análisis fisicoquímico :  
Sólidos Solubles de 15°Brix.  
pH de 3.67.  
Acidez titulable de 0.85% (expresado en gr/l de ácido láctico)  
Densidad de 1.24 g/ml.  
Viscosidad 2.48Cp.  
Grados alcohólicos de 5.75% aprox.
- La bebida contó con una gran aceptación sensorial debido a su olor y sabor agradable, aunque con un color que el público rechazó.

## ***VI. RECOMENDACIONES***

- Estudiar la producción de bebidas fermentadas a partir de maíz de jora (*Zea mays L.*), garbanzo (*Cicer arietinum L.*) y harina de trigo, adaptando otras tecnologías de fermentación.
- Partiendo del trabajo y en base a los resultados obtenidos, estudiar hasta la obtención de vinagre.
- Hacer pruebas sensoriales con panelistas entrenados para evitar la variabilidad de resultados.
- Efectuar estudios para la utilización del cake en raciones alimenticias para animales.

## ***VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

1. A.O.A.C. (1984). Métodos modernos para el análisis químico.

2. AMERINE, M. y CRUESS.S. (1990).Análisis de vinos y mostos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p 158.
3. ANZALDUA, A. (1994). Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp. 11 – 37; 67 – 77, p. 139.
4. BADUI DERGAL S. (1981). Química de los Alimentos. ALAMBRA MEXICANA. México D.F.
5. BALLENA,J.(1967).Fermentación industrial. Editorial Acribia.Zaragoza.España.p.403
6. BREMOND.E.(1966).Técnicas modernas de vinificación y de conservación de vinos. Editorial José Montero.Barcelona.España.p.345.
7. CARBAJAL.C.1983.Comunicación personal. UNAS. Tingo María.
8. CARRASCO, T.1974.Fabricación de malta de cerveza. Gráfica Rey Galdos.Madrid.España.p.478.
9. CESARE.T.1985.Obtención de una bebida espirituosa a partir del exudado de cacao. UNAS. Facultad de Industrias Alimentarias.
10. CHEFTEL J. C., CHEFTEL H. (2000). “Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los alimentos”. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
11. CHUMPITAZ, H.1979.Estudio experimental sobre la elaboración de vinos de piña. Tesis Ing. Industrias Alimentarias.UNAS.Facultad de Industrias Alimentarias.p.155.
12. COLLAZOS CARLOS, (1993). “La composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú”, Sexta Edición, Editorial Banco de Reserva, Lima – Perú.

13. DESROSIER N. W. (1985). Conservación de Alimentos. 2ª edición. CECSA. México D.F
14. DE FLORIO.R.1986.Estudio de la fermentación de la chicha de jora. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Lima. La Molina.p.140.
15. INDECOPI. (1994) Norma Técnica Peruana NTP – ISO 8402: Gestión de la calidad y Aseguramiento de la Calidad. Vocabulario. Lima – Perú.
16. JORGENSEN, A.1978.Microbiología de las fermentaciones industriales .Acribia.Zaragoza.España.p.591.
17. KRETZSCHNAR.H.1961.Levaduras y alcoholes. Editorial Reverta.Zaragoza.España.p.602.
18. MANRIQUE, J.1978.Flora microbiana de la chicha de jora y fermentación experimental de la levadura seleccionada.Tesis.Progrma de Farmacia.UNMSM.p.105.
19. MORIN, CH. (1985). Cultivo de frutales tropicales y Editorial Jurídica S.A. Lima-Perú
20. PEARSON, D. (1980). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Editorial. Acribia, 2º Ed. España.
21. PRIMO.E.1979.Química agrícola.Editorial Alhambra.Madrid, España.p.136.
22. RIGGIO.M.1973.Elmaíz y su industrialización. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Lima. UNA. Facultad de INDUSTRIAS Alimentarias.p.85.
23. SANCHEZ, C.1976.El maíz y su composición química. Lima. Programa Cooperativo en investigaciones del Maíz.p.35.

- 24. WONG DOMINIC.** (1995). Química de los Alimentos. ACRIBIA.  
Zaragoza, España.
- 25. VELASQUEZ.M.**1979.Determinación de parámetros para la elaboración de  
jora a partir de cancha de Huaraz. La molina. Tesis de Grado. Industrias  
Alimentarias. Lima. UNA. Facultad de Industrias Alimentarias.p.89.
- 26. VIÑAS.E.**1966.Composición química de las diferentes variedades de chicha  
que se consumen en el país. Lima. Ministerio de Salud.p140.
- 27. ZECEVICH.T.**1984.Estudio tecnológico de obtención de harina de maíz  
(Zea mays), var. Cuban yellow, efectos de su preparación y niveles de  
sustitución en fabricación de pan. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo  
María. Facultad de Industrias Alimentarias.p.122.