I. INTRODUCCIÓN.

En el Perú existe una gran variedad de bebidas fermentadas, elaboradas a base de diversos sustratos vegetales, incluyendo frutas, cereales y tubérculos, en la actualidad el maíz amarillo duro es uno de los cereales utilizados en la elaboración de chicha de manera artesanal, de la misma manera que la elaboración de otras bebidas regionales fermentadas como: masato, guarapo, etc., productos que por su forma de fermentar no garantizan uniformidad en la calidad del producto terminado ni en su inocuidad, ya que la particularidad de su preparación reside en el hecho de que se acostumbra a masticar para que se lleve a cabo la fermentación. El maíz amarillo duro es utilizado en la producción de alimentos balanceados y en diversos platos y dulces de la región Ucayali como mote, tamales, humitas, puchucuy, inchicapi, mazamorras, chicha, etc (INIA, 2018). Según el boletín estadístico del SIEA (2017) la producción de maíz amarillo duro en la región Ucayali fue de 2 mil toneladas en el año 2017, producción que está destinada a la alimentación avícola y el consumo general de la población.

En la actualidad, la chicha es considerada una bebida tradicional y sobretodo muy popular en los pueblos indígenas como un digestivo de primer orden. Su correcta elaboración permite su inocuidad y garantiza la salud del consumidor porque ayuda la absorción de los nutrientes presentes en la ingesta alimenticia. No obstante los procesos que se realizan para su obtención están ligadas al sabor final del producto, por lo que una buena fermentación es muy importante (Oña, 2016). En tal sentido el objetivo de este trabajo de tesis fue evaluar la elaboración de chicha de maíz amarillo duro utilizando diferentes proporciones de levadura comercial "*Saccharomyces cerevisiae*" y de esta manera dar alternativas para suministrar valor agregado al maíz, dinamizar la producción, comercializando el maíz en una forma distinta para épocas en las que se tenga demasiada oferta y el precio disminuya considerablemente.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes.

Pomasqui Benavides (2012), realizo una trabajo de investigación titulado: “Parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de maíz en la procesadora de alimentos y bebidas kutacachi sara mama” donde utilizó como materia prima maíz de la variedad INIAP-122 “chaucho mejorado” en la elaboración de la chicha, con la finalidad de optimizar el proceso de elaboración. En el trabajo se evaluó las condiciones en que se llevó acabo la fermentación alcohólica en forma natural, trabajando con distintos pH (4,5; 5,0 y 5,5) y temperaturas (22 °C y 28 °C), durante un tiempo de 48 horas, se establecieron los valores óptimos de acuerdo a la eficiencia del proceso y la aceptabilidad de los tratamientos, obteniendo buenos resultados. En esta investigación para producir chicha, se sometió al maíz a remojo y germinación durante 4 días, manteniendo una humedad de 90% y temperatura 20 °C; secado del grano entre 2-3 días a una humedad del 0 % y temperatura de 60°C. En la fermentación alcohólica natural se tomó en consideración la productividad de formación de etanol, así mismo se estableció que no existe una diferencia significativa en estas variables; pero tras la evaluación sensorial se concluyó que para la elaboración de chicha de maíz se debe iniciar la fermentación a pH 4,5 y trabajar con una temperatura de 22°C.

Contreras y Astudillo (2007), realizo un trabajo de investigación denominado: “Conservación y comercialización de la chicha de maíz en envases de vidrio, a partir de maíz morocho” donde la elaboro de chicha de maíz a temperatura ambiente y duró entre 1 y 3 días, tiempo en el cual el grado alcohólico alcanzó similar al de una cerveza normal (entre 3 y 4ºGL a 20ºC). Dentro de los aspectos organolépticos se determinó que el mejor intervalo de grados Brix se encuentra entre 15 y 16, en donde el producto posee un sabor dulce y permite disfrutar de otras características típicas de la Chicha tales como la acidez y el contenido alcohólico.

Chavarrea (2011), denominada "Elaboración y conservación con fines agroindustriales y comerciales de la chicha de maíz y quinua en las comunidades beneficiarias del proyecto Runa Kawsay” en el cual se realizó treinta y seis

formulaciones que fueron observadas durante treinta días, de las cuales al final del periodo, por sus características físicas y organolépticas se escogieron cuatro formulaciones para la chicha de jora, F1 (chicha de maíz al ambiente sin conservante), F7 (chicha al ambiente con conservante), F10 (chicha en refrigeración sin conservante), F16 (chicha en refrigeración con conservante). Finalmente se determinó que la chicha de maíz el promedio que aporta en proteína es de 1.13%, fibra 0.15%, carbohidratos 98.52% y con un pH de 5.06, siendo esta bebida de excelente calidad por lo que se recomendó que sean utilizadas a nivel agroindustrial.

Escudero (2014), realizo un trabajo de investigación denominad: "Caracterización físico-química y microbiológica de las principales bebidas fermentadas tradicionales de la provincia de Bolívar – Ecuador" donde desarrolló la caracterización físico-química de la chicha de maíz en la cual evaluó los siguientes parámetros: grado alcohólico, extracto seco, metanol, aldehídos, ésteres, peso específico, pH, acidez total, fija y volátil; además presentó un pH ácido en todas las muestras analizadas, propio de estas bebidas. No se detectó presencia de metanol en ninguna de las muestras evaluadas.

Sempértegui Puente (2013), realizo un trabajo de investigación denominado "Perspectivas para la industrialización de la chicha de maíz" donde determinó el proceso de elaboración y los cambios internos y externos que ocurren en la materia prima, así como las condiciones a las cuales estaría expuesta la misma, también analizó desde el punto de vista del control de los procesos. Se elaboró la chicha tradicional y la chicha industrial a nivel de planta piloto, en la cual estableció las condiciones óptimas de trabajo para la obtención del producto y relacionó las características organolépticas de ambas muestras obteniendo resultados muy similares. Finalmente se realizó seis muestras para analizar su viabilidad por un lapso de diez días, teniendo resultados satisfactorios con la muestra que contenía benzoato de sodio, por lo expuesto recomendó su utilización y concluyó la posibilidad de industrializar el producto.

Ángeles Díaz, (2015), realizo un trabajo de investigación denominado "Efecto en la fermentación de chicha de maíz incorporando levadura seca y levadura encapsulada en Alginato de Calcio" en el cual comparó el efecto en la

fermentación de la Chicha de dos tratamientos que se diferenciaron en la incorporación de la levadura, los cuales fueron: Inoculación con levadura encapsulada en Alginato de Calcio (T1) e inoculación con levadura seca instantánea (T2). Se realizó un seguimiento respecto a densidades, °Brix, pH y temperatura obteniendo como resultado que el T1 obtuvo una mayor velocidad en la reacción de fermentación alcohólica; además, de un mayor rendimiento y mayor grado alcohólico. Así mismo se realizó una prueba sensorial, que consistió en una prueba afectiva con el fin de comparar los dos tratamientos obteniendo como resultado en la inspección de aroma, color y sabor que el T1 presentó una mejor aceptación con respecto a los tres factores evaluados. La prueba estadística realizada en la presente investigación fue T-student la cual dio como resultado que sí existe diferencia significativa a un nivel de confianza del 95.0% en los tratamientos evaluados.

De Florio Ramirez (2012), realizo un trabajo de investigación denominado “Elaboración de chicha de maíz (Inka Beer) a nivel de planta piloto, utilizando tecnología cervecera" incorporó operaciones de la tecnología cervecera, a nivel de planta piloto y elaboró el mosto por métodos cerveceros e inició con una relación de agua, sólidos de 1:4, cuya composición fue de 80% de chicha y 20% de malta de cebada. El método de maceración fue mixto, se trató el maíz como un cereal no malteado. El rendimiento de/mosto fue de 63.58%. La filtración realizó con su propio “cake” y duró 30 minutos a una temperatura de 78 C.

2.2. Generalidades de la materia prima: Maíz.

2.2.1. Definición.

Planta herbácea gramínea de 1 a 3 m de altura, de hojas largas, planas y puntiagudas, tallos rectos, indígena de la América tropical, aunque también se cultiva en Europa, que produce mazorcas con granos gruesos y amarillos muy nutritivos (Guerrero *et al*., 2012).

2.2.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica más actualizada del maíz según el IPNI (2017), es la siguiente:

- **Reino** : Plantae
- **Orden** : Poales
- **Familia** : Poaceae
- **Subfamilia** : Panicoideae
- **Género** : Zea
- **Especie** : *Zea mays* L.

2.2.3. Valor nutricional.

El siguiente cuadro muestra el valor nutricional del maíz:

Cuadro 1. Valor nutricional del grano de maíz (Zea mays L.) en 100 g peso seco.

Variedades	Proteínas %	Calorías %	Almidón %	Fosforo mg/100mg	Calcio mg/100mg	Fierro mg/100mg
Alazán	363	7.56	68.1	284	12	12
Colorado	364	7.27	74.53	358	20	0.8
Mochero	362	6.9	71.37	275	18	2
Pardo	359	6.8	71.9	185	17	2.2
Amarillo	357	7.3	69.44	315	23	1.2

Fuente: Bresssani *et al*. (1989).

2.2.4. Zonas de producción en el Perú.

Las zonas de mayor producción del maíz amarillo duro están principalmente en la Costa Norte con 33.8%, seguido de la Costa Central con 28.8%, luego la Selva Alta con 26.2%, la Selva Baja con 9.7% y la Costa Sur con 0.7%. (MINAG, 2012).

A nivel de los departamentos, se encuentran La Libertad, Lima, San Martín, Lambayeque, Ancash, Piura, Cajamarca, y Loreto, que concentran el 83.46% de la producción total, destacando La Libertad y Lima, con el 17.3% y el 15.9% respectivamente. (MINAG, 2012).

La producción nacional creció en 5.2% en los últimos años, paso de 959,705 toneladas en 2000 a 1’009,748 toneladas en el año 2006. Esto debido a un incremento en la superficie cosechada que pasó de 269,777 a 275,405 hectáreas en el mismo período. (MINAG, 2012).

2.2.5. Usos.

Según Guerrero *et al*. (2012), El uso principal del maíz es alimentario. Puede cocinarse entero, desgranado (como ingrediente de ensaladas, sopas y otras comidas). Nuestros antepasados consumían el maíz en diversas formas como:

- Tostado entero o cancha.
- Tostado y molido, Machca y sango.
- Hervido y pelado con ceniza, mote.
- Sancochado en fresco, choclo.
- Semicocido y molido chochoca.
- Molido crudo para la elaboración de humitas, tamales y tortas.
- Germinado o jora.
- Para chicha, la bebida sagrada del incario.

2.3. La chicha de Maíz.

2.3.1. Definición.

Según la Real Academia Española y otros autores, la palabra "chicha" proviene del kuna chichab, que significa maíz. Sin embargo, según el aztequista Luis Cabrera descendería del náhuatl chichiatl, "agua fermentada", compuesto

con el verbo chicha (agriar una bebida) y el prefijo -atl (agua) (Guerrero *et al*., 2012).

2.3.2. Historia.

Los primeros registros de la palabra chicha fueron en el siglo XVI, sin embargo otros etimologistas sostienen que es vocablo propio de los cuna panameños, otros defienden su origen Arauco u otomí. Lo cierto es que su nombre se le designa a una bebida fermentada de maíz, que luego se usó también para nombrar la obtenida de cualquier grano. Los españoles, a su llegada nombraron chicha a todas las bebidas fermentadas que encontraron en el continente americano que eran preparadas con distintos frutos y semillas. Estos observaron que los indios, consumían esta bebida en festividades importantes. Además, dependiendo del lugar, ya sea Perú, Argentina, Chile se elaboraban con yuca, maíz, molle, oca, algarrobos o quinua. El grado de alcohol también variaba según el ciclo de maceración o fermentación, antes de consumirla. Consistía en un procedimiento realizado por las mujeres, de preferencia jóvenes, el cual consistía en masticar una parte del maíz remojado lo cual aceleraba la fermentación, mientras que el resto era molido y amasado artesanalmente; y luego se juntan, y la primera levadura sirve para la segunda, logrando una fermentación destilado. (Cecilia, 2009).

La chicha es la bebida por excelencia del antiguo Perú. La más sencilla y más antigua forma de “elaboración consiste en añadir agua caliente sobre el grano, previamente chancado o molido, al cabo de uno o dos días, agregar agua a la mezcla, para aligerarla; y después hervir, filtrar y poner a fermentar en un porongo dos o más días, según se desee una chicha ligera y refrescante o embriagadora. Después se generalizó el empleo del maíz germinado (Cacsire y De La Cruz, 2012).

Es un elemento imprescindible de la ritualidad y la soberanía del pueblo indígena y del país en general. Esta cultura de la bebida andina se evidencia ampliamente en los hechos sociales, políticos y religiosos, está presente en todos los eventos y ámbitos tanto familiares como comunitarios y sociales de los pueblos indígenas, es una forma de consolidar el tejido de las relaciones sociales

tanto intimas como otras más amplias donde se revitaliza la manifestación cultural de la bebida ancestral (Valle, 1978).

2.3.3. Importancia nutricional.

La chicha es una bebida que ayuda como regulador del metabolismo. Esta bebida es rica en carbohidratos, vitaminas y minerales. De acuerdo a la composición de la chicha de maíz se recomienda para personas con afecciones de los riñones e hígado. A continuación en el siguiente cuadro se muestra la el valor nutritivo de la chicha de maíz.

Cuadro 2. Composición porcentual macromoléculas de la chicha de maíz.

Componentes	%
Agua	95
Proteína	0.5
Grasa	0.9
Carbohidratos	4.9
Fibras	0.2
Ceniza	0.1

Fuente: Bressani *et al*. (1989).

2.3.4. Características sensoriales de la Chicha de maíz.

Según López (2012), las características sensoriales que presenta la bebida de Chicha de maíz son:

2.3.4.1. Color: El color predominante es el pardo claro, aunque varía dependiendo de la materia prima utilizada, El color varía a través del tiempo

de duración de la fermentación, iniciándose con el color pardo oscuro y tornándose a pardo claro.

2.3.4.2. Aroma: El aroma no varía a lo largo del tiempo de fermentación.

2.3.4.3. 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.

2.3.4.4. Apariencia: El grado de la chicha de maíz es turbio.

2.3.5. Usos y productos complementarios de la chicha.

Es una bebida consumida preferentemente helada en reuniones sociales, o acompañando cualquier alimento, pudiendo ser su presentación en botellas de vidrio a nivel industrial o jarras de barro a nivel artesanal, que es lo más común. Los subproductos de la chicha de maíz son el clarito, obtenido después de la etapa de sedimentación, ubicado en la parte superior; y el afrecho, que son los sólidos inertes que se puede usar como alimento de animales (Guerrero *et al*., 2012).

2.3.6. Proceso y condiciones para la elaboración de la chicha de maíz artesanalmente.

Según Guerrero *et al*. (2012), para elaborar la chicha de maíz primero se procede a realizar las siguientes actividades con la materia prima:

- Colocar el maíz en tinajas, y luego remojar por ochos horas aproximadamente.
- Luego al hinchar el maíz, separar el agua y colocar en canastas para que termine de escurrir.
- Tender el maíz en plásticos para que germine, es decir nazca, luego regar por tres días (aproximadamente una vez al día)
- Deshilachar el maíz y enviar al horno. Es recomendable, amontonar el maíz con plásticos y ladrillos, de tal manera que no entre aire. Esto tiene

como fin que la harina tome color y sabor porque si no queda blanco. Este proceso dura tres días.

- Secar el maíz al sol sobre plásticos tendidos por dos días, hasta quedar seco.
- Mezclar el maíz seco con la misma cantidad de maíz híbrido que se usó al inicio.
- Poner en sacos para retirar toda la arena que pueda haber.
- Moler el maíz en el moledor.

A continuación, se explica el proceso de elaboración de la bebida de Chicha de maíz a partir de la harina de maíz:

- Hervir el agua en una olla. Capacidad 54 litros.
- Mezclar la harina con agua fría, hasta no tener grumos.
- Echar la mezcla anterior a la olla con agua hirviendo, y mover hasta homogenizar por 25 minutos.
- Dejar que hierva. Duración 2 horas.
- Echar la chicha de jora a un depósito para que se enfríe, y regresar a la olla. Se repite esta operación para que se enfríe más rápido.
- Usar el tronco de zapote3 como colador, de tal manera que al verter el afrecho al palo, se raspe hasta obtener líquido. Esta operación se repite varias veces. El afrecho que queda es usado como alimento de animales. Este proceso dura cuatro horas.
- Al obtener el líquido, pasar por una tela fina para sacar totalmente los residuos sólidos que han podido pasar en el colador de zapote.
- Verter el líquido final en dos cántaros, dejar hasta el día siguiente.
- Al día siguiente, al sedimentarse, retirar el clarito que es la parte superior y la chicha que es la parte inferior.
- Hervir tanto la chicha como el clarito en depósitos separados, durante dos horas. Al depósito de la chicha se le echa el azúcar (2 kilos) mientras que, al del clarito no, porque el clarito pasará a refrigeración, y se le echará azúcar a medida que se consuma.
- Dejar enfriar. Duración dos horas.

2.4. Levadura de cerveza.

2.4.1. Definición.

La levadura de cerveza es un fermento que procede de la descomposición del gluten contenido en la cebada; está constituido por un hongo, conocido con el nombre de *Saccharomyces cerevisiae*, suelen medir de 5 a 10 micras, se consideran como organismos facultativos anaeróbicos, lo cual significa que pueden sobrevivir y crecer con sin oxígeno (García, 2016).

La levadura es de un gran valor nutritivo no sólo por sus proteínas, sino también porque contiene a la vez vitaminas y enzimas. La célula de la levadura, elemento que se basta a sí mismo, produce todo lo necesario para nutrirse, desarrollarse y dividirse; es decir, factores biológicos, enzimas, fermentos y vitaminas. A título de comparación, el hombre y los animales dependen de muchas vitaminas y factores activos externos, porque, pese a su complicadísima estructura orgánica, no son capaces de sintetizarlos por si solos. Son diez los aminoácidos esenciales que debe haber en una proteína verdaderamente completa. Sin embargo, los forrajes los contienen en proporciones muy diversas, y todo buen régimen alimenticio debe componerse, por lo tanto, lo mismo de ingredientes de origen animal que vegetal, mezclados de forma que cada aminoácido esencial figure en cantidad suficiente.

2.4.2. Composición de la levadura de cerveza.

La composición bioquímica de las levaduras es variable. Numerosos investigadores coinciden en que el mayor porcentaje está representado por las proteínas, aunque difieren en el espectro de valores; Tacon (1989), informó que ellas contenían entre un 15% y un 30% de proteínas mientras que Otero (1996), significaba entre 40-60% y Brown *et al*. (1996), entre 25-37%. Estas proteínas están localizadas en su mayoría en el citoplasma celular y otra porción está integrada a los ribosomas, al núcleo, a la membrana y a la pared celular (Otero, 1999). El segundo componente mayoritario son los carbohidratos, los cuales según Brown *et al*. (1996), oscilan entre el 21% del peso seco en *Debaromyces*

hansenii hasta el 39% en *Saccharomyces cerevisiae*. Específicamente, estas células son ricas en

beta-glucanos, los cuales, según Otero (1996), pueden conformar hasta el 4% del peso seco de las mismas. Los porcentajes lipídicos son bajos, entre un 4-6% del peso seco (Brown *et al*., 1996; Otero, 1996) y se acumulan básicamente en las estructuras membranosas. Los valores de los ácidos nucleicos para ARN oscilan entre 4-7% del peso seco y para ADN entre 0.05-0.32% (Brown *et al*., 1996).

2.4.3. Levaduras en la fermentación de bebidas alcohólicas.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de mayor uso en la industria de las bebidas alcohólicas. Se describe normalmente como un anaerobio facultativo, de modo que crece tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas, es capaz de emplear un amplio rango de sustratos entre mono-, di-, y oligo-sacáridos, así como etanol, acetato, glicerol y hasta lactatos; siendo la glucosa su fuente de carbón preferida, la cual metaboliza a etanol mediante la ruta EMP y el metabolismo anaeróbico del piruvato (Dickinson, 2003). Cuando se emplean fuentes de carbono diferentes a la glucosa, se requiere una gluconeogénesis, donde se generan carbohidratos de almacenamiento de tipo hexosas, para el mantenimiento dentro de la vía metabólica de la hexosa monofosfato, en la cual se llega a la síntesis de la ribosa necesaria en los procesos anabólicos y la posterior generación de R5P que conduce a la ruta PP (Dickinson, 2003). Esto reduce notoriamente el rendimiento del proceso, que en condiciones normales de consumo de glucosa se estima entre el 85% y 90% de la conversión de sustrato. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* presenta un requerimiento energético en condiciones anaerobias de 0,036 gramo de célula por gramo de sustrato-hora y de 0,022 en condiciones aérobicas. En función de la cepa empleada se tiene un contenido residual de azúcar de 10-56 g/L, lo que influencia el tiempo de fermentación, el cual va de 119 a 170 horas (Sablayrolles, 2009), de manera que las condiciones de proceso deben ajustarse adecuadamente para obtener los mejores rendimientos de producción. En la siguiente figura se muestra la función de las levaduras en la fermentación alcohólica.

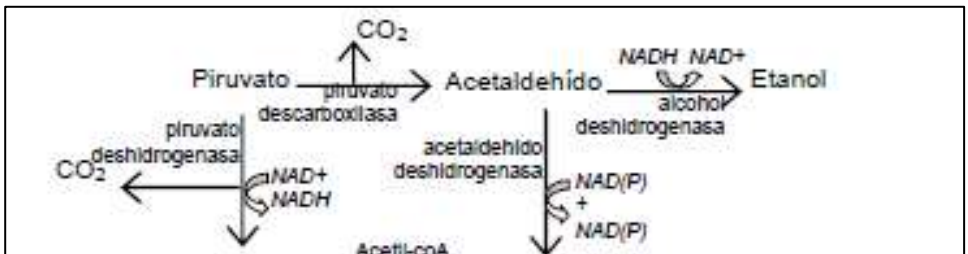


Figura 1. Metabolismo fermentativo de las levaduras (Nielsen, 2003).

2.5. Fermentación alcohólica.

2.5.1. Definición.

Es el proceso en donde ocurren cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de las enzimas. Esta definición general incluye prácticamente todas las reacciones químicas de importancia fisiológica. Generalmente, la fermentación produce la descomposición de sustancias orgánicas complejas en otras simples, gracias a una acción catalizada. Por ejemplo, debido a la acción de la diastasa, la cimasa y la invertasa, el almidón se descompone (hidroliza) en azucares complejos, luego en azucares simples y finalmente en alcohol, (Pérez, 2015).

2.5.2. Proceso de la fermentación alcohólica

En términos generales la fermentación se describe como un proceso de oxidación en el que la transformación de moléculas complejas a moléculas simples, lleva a la generación de un producto final orgánico, con liberación de energía. A diferencia de los procesos de oxidación comunes, donde el oxígeno o cualquier compuesto inorgánico oxidado es el que actúa como aceptor final, la energía química en la fermentación deriva de un proceso químico de fosforilación, por el que se da una transferencia de electrones que conduce a la generación de un compuesto orgánico oxidado (Amerine, 1967; Godoy, 1987). La fermentación alcohólica, es un proceso anaeróbico realizado por levaduras y algunas clases de bacterias. Donde el sustrato celular; mono y di sacáridos en su mayoría, son transformados principalmente en alcohol etílico y dióxido de carbono; con la generación de equivalentes de reducción de los compuestos NADH/NAD+ y

NADHP/NADP+ y enlaces de alta energía de fosfato, ATP (Nielsen, 2003). La energía se sintetiza como ATP a partir de un proceso de glicólisis al que sigue el metabolismo del piruvato. De este modo la fermentación complementa la glucólisis y hace posible producir energía en ausencia de oxígeno (Nielsen, 2003) Los procesos catabólicos inician luego de que los azúcares son transformados en glucosa-6-fosfato (G6P) o fructosa-6-fosfato (F6P). A partir de allí se desarrolla la glucólisis y el metabolismo del piruvato. La glucólisis, contempla una serie de reacciones intermedias dentro la ruta 'Embden-Meyerhof-Parnas' (EMP) y la vía fosfato-pentosa (PP), Figura 2. En procesos aeróbicos, el piruvato es oxidado dentro del ciclo de los ácidos tri-carboxílicos - TCA; sin embargo en procesos anaerobios, es la forma reducida de la coenzima NAD, la que se oxida, generando simultáneas reducciones del piruvato a acetato, ácido láctico o etanol, en el caso del metabolismo de fermentación alcohólica.

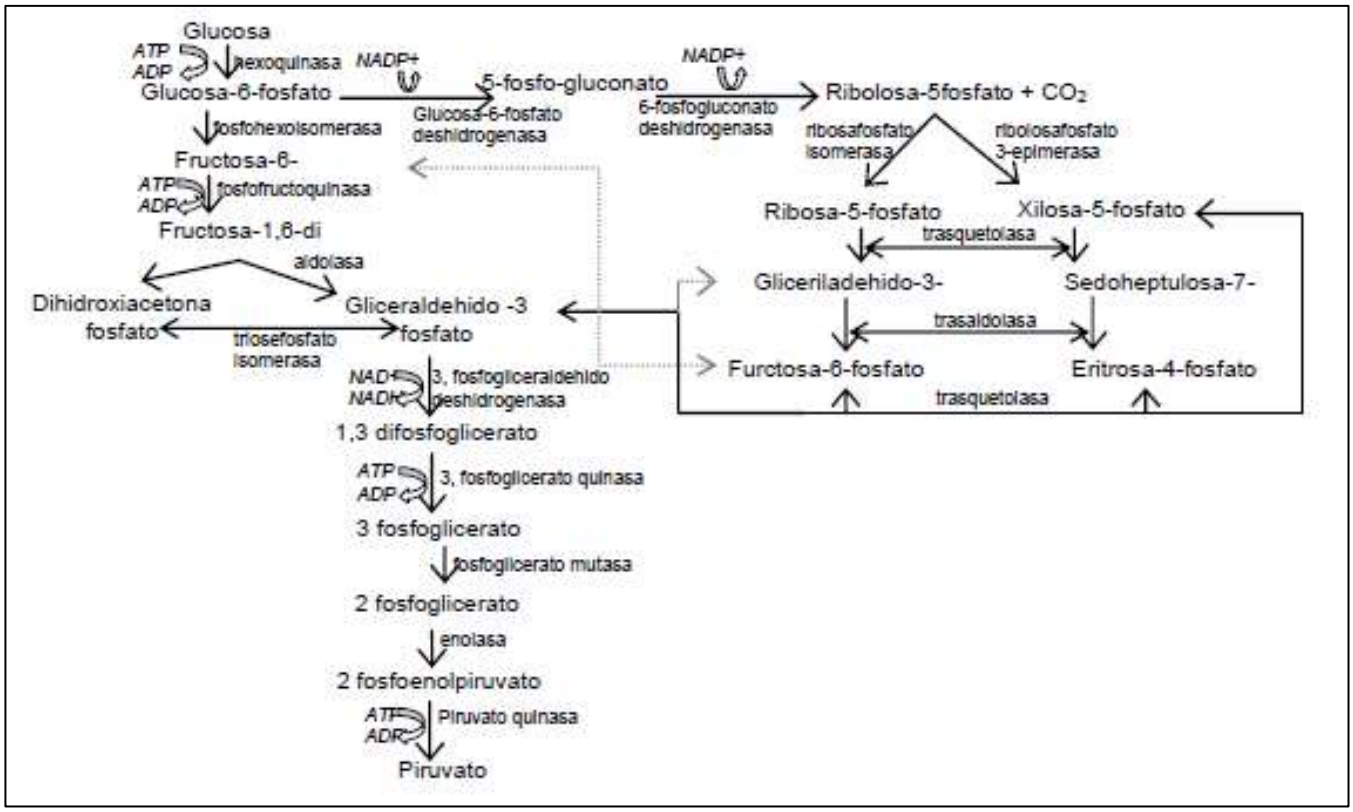


Figura 2. Sistema de reacciones en glucolisis (Nielsen, 2003).

El etanol es el producto principal del metabolismo fermentativo de las levaduras, sin embargo en presencia de oxígeno, ciertos anaerobios facultativos permiten que el AcetilCoA mitocondrial conduzca al piruvato a una fosforilación oxidativa dentro del ciclo de los ácidos tri-carboxílicos, generándose así metabolitos secundarios. El estudio de estos mecanismos ha permitido desarrollar procesos que en la industria de las bebidas alcohólicas ha encontrado en los vinos un excelente potencial de desarrollo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación del trabajo de investigación.

El presente trabajo de investigación se realizó en los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), desarrollándose en dos etapas.

3.2. Etapas de ejecución del proyecto.

3.2.1. Etapa de producción.

Se realizó en las instalaciones de la Planta de Lácteos y derivados “MOSHITA” que está situada en la provincia de coronel portillo, región de Ucayali ubicado en la margen izquierda de la Carretera Federico Basadre Km 6.200.

3.2.2. Etapa de análisis del producto obtenido.

Se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y tejidos y Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) ubicado en la margen izquierda de la Carretera Federico Basadre Km 6.200.

3.3. Duración del proyecto de tesis.

El proyecto de tesis tuvo una duración de 6 meses iniciando en enero del 2017 y culminando en Julio del 2017.

3.4. Materiales y equipos.

3.4.1. Materia prima.

Se trabajó con10 Kg de maíz amarillo duro recolectado del Centro Poblado Santa Rosa de Masisea.

3.4.2. Materiales de producción.

- Botellas de vidrio de 5 L.
- Mangueras transparentes con válvulas de tres entradas.
- Cuchillos.
- Jabas de plástico.
- Botella de vidrio transparentes de 250mL de capacidad.
- Corchos.
- Mesa de acero inoxidable.
- Telas tipo manteles.
- Bandejas.
- Gas.
- Paletas de madera.
- Ollas.

3.4.3. Aditivos.

- Levaduras *Saccharomyces cerevisiae*.
- Azúcar blanca comercial.
- Agua tratada.
- Sorbato de potasio.
- Benzoato de sodio.

3.4.4. Materiales e instrumentos de análisis.

- Matraces.

- Vaso precipitado.
- Espátulas.
- Campana de secado.
- Brixometro.
- PH metro.
- Mortero y pilón.
- Capsulas de porcelana.
- Pinzas para crisol.
- Balón de 250 ml y tapones.
- Condensador para reflujo con sus mangueras.
- Crisol de porcelana.
- Erlenmeyer de 125 ml, 250 ml y 600 ml.
- Probeta de 50ml, 200 ml, y 250 ml.
- Varilla de vidrio.
- Cartucho de extracción o papel filtro.
- Balón Kjeldahl de 250 ml.
- Bureta de 25 ml.
- Destilador Kjeldahl.
- Pipeta de 1 y 10 ml.
- Tubos de ensayo.
- Cajas Petri.

3.4.5. Equipos.

- Filtro mecánico de fluidos.
- Balanza electrónica.
- Termómetro.
- Balanza.
- Estufa.
- Equipo de extracción Soxhlet.

3.4.6. Reactivos.

- Solución de NaOH al 0.1N.
- HCl 0.1 N estandarizado.

3.4.7. Materiales de escritorio.

- Cámara fotográfica
- Calculadora científica
- Libreta de datos
- Lapicero
- Lápiz
- Plumón indeleble

3.4.8. Indumentaria

- Guardapolvo.
- Cofia.
- Guantes.

3.5. Metodología.

3.5.1. Proceso de elaboración de chicha de maíz.

Para la elaboración de la chicha de maíz amarillo duro se empleó el diagrama de bloques propuesto por: Contreras Cristina 2007 y se utilizó las instalaciones de la Universidad Nacional de Ucayali.

- **Recepción.**

Se recolectó y se recepcionó 10 kg de maíz amarillo duro. No se almacenó, sino que inmediatamente se llevó al proceso de elaboración.

- **Selección y limpieza.**

Se seleccionó los granos que no contenían defectos u alteraciones visuales o detrimentos, para luego eliminar la tierra que contenían empleando telas remojadas en agua y se procedió al enjuague con agua potable para eliminar impurezas y materias extrañas que podían afectar el proceso y la calidad del producto final.

- **Humectación.**

Para este paso se colocó el maíz en bandejas de plásticos previamente desinfectados y con la suficiente cantidad de agua, de manera que cubría todo el grano con el fin de lograr una mejor separación del germen, pericarpio y endospermo, este punto del proceso se llevó a temperatura ambiente durante 24 horas.

- **Secado.**

Con la finalidad de optimizar el tiempo de obtención de la harina de maíz, para el secado del grano se empleó un deshidratador, se colocó el maíz en las bandejas del deshidratador a 45 °C por 6 horas y se obtuvo un maíz con humedad constante.

- **Molienda.**

Para reducir el tamaño del grano hasta que tenga un aspecto similar a una harina, se utilizó el molino de martillo ubicada en la planta procesadora de alimentos balanceados de la Universidad Nacional de Ucayali.

- **Mezclado.**

La proporción de mezclado fue 1:10, es decir 100 gr de maíz en 1 Lt de agua. Se agregó poco a poco la harina y se homogenizó con la ayuda de una paleta de madera.

- **Cocción.**

Se realizó durante 60 minutos a fuego lento.

- **Enfriamiento y filtración.**

Se enfrió el maíz cocido a 20 ° C y se realizó una filtración para retener todos aquellos sólidos solubles que se encuentran en el mosto con la ayuda de coladores. Luego se agregó azúcar para alcanzar 21° Brix.

- **Fermentación.**

Antes de iniciar la fermentación se preparó la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*); para esta operación se pesó la levadura respectivamente para cada tratamiento con sus repeticiones. La levadura se le agregó por cada litro de mosto; luego se la diluyó en agua destilada purificada caliente (35 °C) y finalmente se le adicionó al mosto.

La fermentación se realizó en botellas de vidrio de 5 litros sellados con un tapón de goma con dos entradas donde se introdujeron 2 tubos para la extracción de las diferentes muestras y se los colocó el rotulado de acuerdo al tratamiento. La fermentación se llevó adecuadamente a temperatura ambiente.

En esta operación se controló los parámetros a las 24 horas como: pH, acidez, grados alcohólicos hasta que se alcanzó los 15 º Brix.

- **Filtración.**

Se filtró con la ayuda de coladores de plástico con el objetivo de separar los sedimentos presentes en la chicha de maíz.

- **Endulzado.**

Una vez filtrado el producto se transfirió a un envase de plástico previamente esterilizada, en la cual se realizó nuevamente la adición de azúcar blanca hasta alcanzar 18 º Brix con la ayuda de un refractómetro, esta operación se ejecutó en un medio totalmente limpio a temperatura ambiente con la finalidad de mejorar la palatabilidad de la chicha. Luego se agregó bisulfito de sodio para detener la fermentación.

- **Envasado y Pasteurización.**

Se procedió al envasado para lo cual se empleó botellas de vidrio transparentes y opalescentes de 250 mL totalmente estériles, el envasado se realizó manualmente empleando jarras de plástico. Luego se sometió a la

chicha de maíz amarillo duro envasada a una pasteurización a 60 ° C por un lapso de 20 minutos.

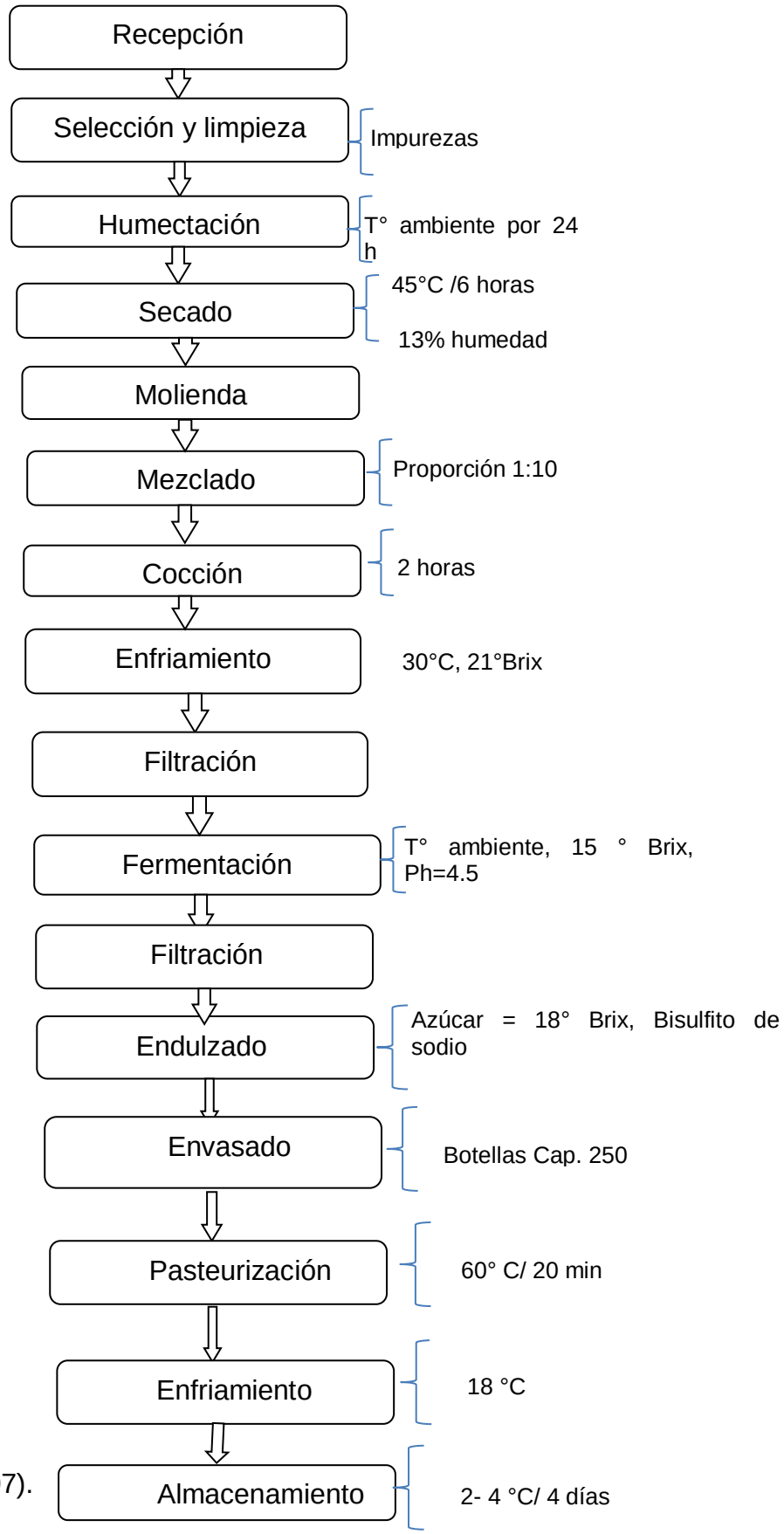
- **Enfriamiento.**

Los envases después de ser sellados se enfriaron haciéndole circular (por el exterior de los envases) agua fría hasta llegar a la temperatura ambiente 18 ºC.

- **Almacenamiento.**

Se almacenó la chicha de maíz en refrigeración (4 ± 2 ºC) de acuerdo al tiempo del término de fermentación de cada uno de los tratamientos. Luego se utilizó para realizar el análisis sensorial y microbiológico.

Figura 3. Diagrama de bloques de elaboración de chicha de maíz.



Fuente: Contreras (2007).

3.6. Métodos analíticos.

La metodología que se utilizó para evaluar las características físicas químicas y sensoriales de la chicha de maíz en sus diferentes proporciones fueron los siguientes:

3.6.1. Análisis físico- químico de la chicha de maíz.

Instalado el equipo para la fermentación, se extrajo 20 ml de muestra de cada uno de los tratamientos, para medir los grados °Brix (con el uso del refractómetro), pH (con el uso del pH metro digital), y un equipo de titulación con hidróxido de sodio al 0.01 N, cada 24 horas una vez iniciado el proceso de fermentación.

La medición se realizó 4 veces, cada 2 días (0, 2, 4, y 6 días) registrando también el tiempo y temperatura del ambiente.

3.6.2. Determinación de grados alcohólicos.

Para la determinación del grado alcohólico volumétrico se aplicó una destilación simple de la bebida alcohólica, que consistió en llevar a un volumen inicial con agua destilada y determinar en el destilado hidroalcohólico, el grado alcohólico volumétrico, por alcoholimetría, es decir a través de un alcoholímetro. La medición se realizó 4 veces, cada 2 días (0, 2, 4, y 6 días) registrando también el tiempo y temperatura del ambiente.

3.6.3. Análisis sensorial de la chicha de maíz.

La evaluación sensorial de la chicha de maíz en sus diferentes proporciones (0.1%, 0.3%, 0.5%) de levadura *Saccharomyces cerevisiae* se desarrolló en el laboratorio de Microbiología, se le implementó con separadores de madera.

Se citó con anticipación a 25 alumnos de la escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, se desarrolló bajo la siguiente metodología.

Se estableció números aleatorios (codificación) cada tratamiento, por cada tratamiento se le asignó 15 mL de muestra a ser evaluada y a cada muestra destinada para los jueces se le asignó 4 números aleatorios por cada tratamiento.

Cada tratamiento (muestra) se entregó en vasitos descartables acompañado de un vaso de agua para su enjuague respectivo después de cada evaluación, un lapicero, el registro de la escala hedónica de su preferencia y se les dió asistencia técnica.

3.6.4. Análisis microbiológico.

Los análisis microbiológicos se determinó en los laboratorios de la Dirección General de Salud Ambiental- DIGESA cumpliendo con las normas técnicas sanitarias –NTS.

3.7. Diseño estadístico de la investigación.

3.7.1. Pruebas paramétricas

Se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones que hacen un total de 12 unidades experimentales. Los resultados fueron procesados en el programa SPSS utilizando la prueba de TUKEY a un nivel de significancia de 0.05.

3.7.1.1. Tratamientos.

- T0= maíz amarillo duro al 0%(testigo).
- T1= maíz amarillo duro al 0.1% de levadura *Saccharomyces cerevisiae.*
- T2= maíz amarillo duro al 0.3% de levadura *Saccharomyces cerevisiae.*
- T3= maíz amarillo duro al 0.5% de levadura *Saccharomyces cerevisiae.*

3.7.2. Modelo matemático del trabajo de investigación.

El modelo matemático del diseño experimental utilizado en la investigación es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_j + E_{ij}$$

Dónde:

Yij = Una observación cualquiera, j – ésima observación en el i = ésimo tratamiento en estudio.

U = Media general.

Ti = Efecto del i-ésimo tratamiento en estudio.

Eij = Error residual.

3.7.2.1. Análisis de varianza y distribución de los tratamientos.

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos.

R/T	T0	T1	T2	T3
R1	T0R1	T1R1	T2R1	T3R1
R2	T0R2	T1R2	T2R2	T3R2
R3	T0R3	T1R3	T2R3	T3R3

Clave: Dónde: R: repetición; T: tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza (ANOVA).

FV	GL
Tratamientos	3
Error	8
Total	11

3.7.3. Pruebas no paramétricas para el análisis sensorial.

Los atributos sensoriales de color, aroma, sabor y textura de la chicha de maíz comparado entre ellos. El panel de degustación estuvo conformado por 25 alumnos, los datos obtenidos fueron procesados en el programa SPSS-19 a un grado de significancia de 0.05%.

Los resultados de estos análisis se evaluaron estadísticamente según la ecuación matemática de Friedman.

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t\,(t+1)} \sum R\,2 - 3b\,(t+1)$$

Dónde:

X^2 = Chi cuadrado t = Tratamientos

R = Rangos b = Degustadores

3.7.4. Unidad experimental.

Las unidades experimentales fueron 12 en un envase de 250 mL que se acondicionaron para las distintas evaluaciones de estudio.

3.8. Análisis estadístico.

Los resultados fueron tratados estadísticamente mediante el software estadístico SPSS 10.0 para Windows y Statgraphics Centurión 15 para Windows. Además se aplicó la prueba paramétrica de F (análisis de varianza) y comparaciones múltiples v de medias de Tuckey, para determinar las posibles diferencias significativas entre los tratamientos. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas al nivel de 0,05% de error.

3.9. Tipo y nivel de investigación.

Tipo de investigación.

Es una investigación aplicada, en la cual se pone en práctica los conocimientos teóricos ya demostrados, para generar nuevas alternativas agroindustriales (producción de chicha).

3.10. Población y muestra.

La población considerada para el presente estudio fue la producción de maíz amarillo duro en la ciudad de Pucallpa. La muestra utilizada fue con 10 Kg de maíz amarillo duro incluido por tratamiento.

3.11. Medición de variables independientes y dependientes.

3.11.1. Variables independientes.

Porcentajes de levadura comercial *Saccharomyces cerevisiae.*

- T0= maíz amarillo duro al 0%(testigo).
- T1= maíz amarillo duro al 0.1% de levadura *Saccharomyces cerevisiae.*
- T2= maíz amarillo duro al 0.3% de levadura *Saccharomyces cerevisiae.*
- T3= maíz amarillo duro al 0.5% de levadura *Saccharomyces cerevisiae.*

3.11.2. Variables dependientes.

- **Valores obtenidos del análisis físico – químico.**
  - Acidez.
  - PH.
  - Grados alcohólicos.
  - Grados Brix°.
- **Tiempo de fermentación de cada uno de los tratamientos.**
- **Características observadas mediante análisis sensorial**
  - Color.
  - Aroma.
  - Sabor.
  - Textura.
- **Análisis microbiológico del mejor tratamiento**
  - Mohos y levaduras.
  - Coliformes totales.
  - Aerobios mesófilos.

3.11.3. Operacionalización de las variables.

3.11.3.1. Variables independientes.

La levadura se le agregó por cada litro de mosto; luego se la diluyó en agua destilada purificada caliente (35 °C) y finalmente se le adicionó al mosto

- T0= No se adiciono *Saccharomyces cerevisiae* al mosto (testigo).
- T1= Se adiciono 0.1% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* al mosto.
- T2= Se adiciono 0.3% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* al mosto.
- T3= Se adiciono 0.5% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* al mosto.

3.11.3.2. Variables dependientes.

- **Valores obtenidos del análisis físico – químico.**

- **Acidez.**

  Se determinó por titulación con hidróxido de sodio al 0.01 N, según el método AOAC, 2000. La metodología utilizada es la siguiente:

  - Se Tomó 10 cm^3 de muestra medida con una pipeta.
  - Se añadió dos gotas de la solución indicadora de fenolftaleína. Luego se realizó la valoración con hidróxido de sodio 0,1N.
  - Durante la valoración se realizó frecuentes comparaciones entre el color que presentó la muestra y el color de la muestra en blanco.
  - La valoración terminó una vez que la muestra presentó un color rosado pálido permanente.

$$Acidez\ Total = \frac{cm^3 de\ NaOH\ 0{,}1N \times cm^3 cerveza \times gravedad\ especifica\ de\ la\ cerveza}{10 \times 100}$$

$$Acidez\ Total = \frac{cm^3 de\ NaOH\ 0{,}1N \times 10}{cm^3 cerveza \times gravedad\ específica\ de\ la\ cerveza}$$

Se calculó de la acidez como “porcentaje de ácido láctico” mediante la siguiente ecuación:

$$Acidez\ Total(como\ ácido\ láctico) = \left(\frac{cm^3 de\ NaOH\ 0{,}1N \times 10}{cm^3 cerveza \times gravedad\ específica\ de\ la\ cerveza} \right) \times 0{,}09$$

En donde:

0,09 = cm3 equivalentes de una solución de ácido láctico 1,0 N

El reporte de la acidez debe ser expresado con dos decimales.

- **PH.**

Se determinó mediante la utilización el equipo de pH-metro. La metodología utilizada fue la siguiente:

- Se colocó en el vaso de precipitación aproximadamente 100 cc de muestra.
- Se determinó el pH de la muestra introduciendo los electrodos del medidor de pH en el vaso con la muestra, cuidando que no toquen las paredes del recipiente.
- Finalmente se agitó y se observó el valor de pH obtenido.

- **Grados alcohólicos.**

Se determinó empleando el alcoholímetro, la metodología que se utilizo fue la siguiente:

- Se tomó 100 cm^3 de muestra, y se colocó dentro del balón de destilación, finalmente se añadió 50 cm^3 de agua.
- Se destiló alrededor de 96 cm^3 a una velocidad uniforme y en un tiempo entre 30 y 60 minutos
- El destilado final se mezcló, para luego completar al volumen inicial, se colocó en una probeta graduada de 100 cm^3, y se determinaron los grados alcohólicos con la ayuda de un

alcoholímetro (densímetro utilizado para determinar el grado alcohólico).

Los grados alcohólicos se expresaron mediante la siguiente ecuación:

Alcohol, porcentaje en volumen de muestra inicial = alcohol, % en volumen en el destilado

- **Grados Brix°.**

Se determinó empleando el Brixómetro. La metodología utilizada fue la siguiente:

- Se homogenizo la muestra y se filtró con la ayuda de un algodón algodón. Del líquido filtrado se tomó una gota y se colocó en la celda del Brixómetro.
- Finalmente se realizó la lectura directa de los grados Brix.

- **Tiempo de fermentación de cada uno de los tratamientos.**

Se determinó evaluando los días hasta que obtuvieron sus 12 grados Brix°. Se tomó el tiempo (horas) de fermentación que cada tratamiento en estudio tarda en llegar de 20 a 12 °Brix, este es un indicador de que la fermentación ha llegado a su fin; esto se hizo con el fin de establecer diferencias entre las concentraciones de levadura en cada tratamiento.

- **Características sensoriales.**

La evaluación sensorial se desarrolló con 30 panelistas no entrenados con alumnos de la escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, se desarrolló bajo la siguiente metodología:

Se estableció números aleatorios (codificación) cada tratamiento, por cada tratamiento se le asignó 20 ml. de muestra a ser evaluada y a cada muestra destinada para los jueces se le asignó 3 números aleatorios por cada tratamiento.

Cada tratamiento (muestra) será entregó en vasitos descartables acompañado de un vaso de agua para su enjuague respectivo después de cada evaluación.

Durante la evaluación al panelista se le entrego un registro, de la escala hedónica de su preferencia y se le brindo asistencia técnica para la evaluación, mostrado en anexo 7.2.

- **Análisis microbiológico del mejor tratamiento.**

Los análisis microbiológicos se determinaron en los laboratorios de la Dirección General de Salud Ambiental- DIGESA cumpliendo con las normas técnicas sanitarias –NTS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Análisis químico de la chicha de maíz.

Una vez aplicado las levaduras en sus diferentes concentraciones en el mosto a los 2 días los resultados de los análisis químicos fueron los siguientes:

Tratamiento	Análisis químico			
	pH	Acidez (%)	Grados alcohólicos	Grados brix
T0	4.3	1.50	0.8	20.5
T1	3.8	2.5	1.3	19
T2	3.5	4.4	3.3	17
T3	3.5	4.1	3.3	17

Cuadro 5. Análisis químico de la chicha de maíz a los 2 días de fermentación.

Cuadro 6. Análisis químico de la chicha de maíz a los 4 días de fermentación.

Tratamiento	Análisis químico			
	pH	Acidez (%)	Grados alcohólicos	Grados brix
T0	3.7	3.8	1.5	18.9
T1	3.5	3.8	3.1	17
T2	3.1	4.1	2.1	16.8
T3	3.2	4.1	3.0	17

Cuadro 7. Análisis químico de la chicha de maíz a los 6 días de fermentación.

Tratamiento	Análisis químico			
	pH	Acidez (%)	Grados alcohólicos	Grados brix
T0	3.4	4.4	3.2	17
T1	3.5	4.2	2.7	16.6
T2	3.5	4.2	3.0	16.6
T3	3.3	4.0	3.3	16.9

4.1.1. PH de la chicha de maíz.

El análisis químico de la chicha de maíz para la variable ph evaluados a los 2,4y 6 días como efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* tal como se observa en los cuadros 5,6 y 7 donde los promedios varían entre 3.5 y 4.3 a

los 2 y 4 días, a los 6 días se observó que el ph decreció ligeramente de 3.3 a 3.5. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia (Anexo 7.1) se puede observar que existen diferencias significativas, la prueba de Tukey muestra que el T0 (testigo) presenta diferencias significativas frente a los demás tratamientos a los 2 días puesto que tiene el PH más alto el cual va decreciendo a medida que pasa el tiempo. A los 4 y 6 días es posible notar en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (Anexo 7.1) que los tratamientos 2 y 3 presentan diferencias significativas frente a los demás tratamientos, lo que indica que de alguna forma las concentraciones al 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la disminución del PH en la chicha de maíz.

Según Rojas (2013), el PH de la chicha de maíz disminuye cuando se fermenta y esto se debe a que los azucares están se desdoblan para formar alcohol y la chicha se vuelve más acida. Por otro lado López (2010), también indica que el PH decrece a medida que pasa el tiempo, llegando a un promedio de 3 a 4, tal como es el caso del presente trabajo. Estos resultados están relacionados al trabajo realizado por Pomasqui Benvides (2012), quien encontró después de 8 días un Ph de 4 a 4.5 en sus muestras indicando que la chicha de maíz tiende a fermentar más rápido cuando presenta un PH arriba de 3.5.

4.1.2. Acidez en la chicha de maíz.

El análisis químico de la chicha de maíz para la variable acidez evaluados a los 2, 4 y 6 días como efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* tal como se observa en los cuadros 5,6 y 7 donde los promedios de % varían entre 1.50 a 4.1 y de 3.8 a 4.1 a los 2 y 4 días, a los 6 días se observó que aumento en todos los tratamientos estudiados. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia (Anexo 7.1) se puede observar que existen diferencias significativas, la prueba de Tukey muestra que el T0 (testigo) presenta diferencias significativas frente a los demás tratamientos a los 2, 4 y 6 días puesto de un porcentaje de 1.50 paso a 4.4, entre todos los tratamientos es el que más aumento. A los 4 y 6 días es posible notar en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (Anexo 7.1) que los tratamientos 2 y 3

presentan diferencias significativas frente a los demás tratamientos, lo que indica que de alguna forma las concentraciones al 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en el aumento de la acidez en la chicha de maíz a los 2 días. Al respecto Rojas (2013), indica que el pH y la Acidez están muy relacionados así mediante pasa el tiempo y los azucares se desdoblan la acidez aumenta, por otro lado Becerra (2014), indica que las proporciones por encima de los 0.4 g / L de levadura pueden incrementar más el porcentaje de acidez por la actividad metabólica de las levaduras, esto se relaciona con nuestros resultados ya que para los tratamientos 2 y 3 a los dos días el % de acidez fue bastante alto por la mayor concentración de levaduras.

4.1.3. Grados alcohólicos en la chicha de maíz.

El análisis químico de la chicha de maíz para la variable grados alcohólicos evaluados a los 2, 4 y 6 días como efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* tal como se observa en los cuadros 5,6 y 7 donde los promedios varían entre 0.8 a 3.3 y de 1.5 a 3.0 a los 2 y 4 días, a los 6 días se observó que aumento en todos los tratamientos estudiados. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia (Anexo 7.1) se puede observar que existen diferencias significativas, la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 2 y 3 aumentan más la concentración de grados alcohólicos en la chicha de maíz durante los 6 días de evaluaciones, estos resultados indican que de alguna forma las concentraciones al 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en el aumento de los grados alcohólicos en la chicha de maíz a los 6 días. Al respecto Contreras y Astudillo (2007), que la chicha de maíz en un lapso de 3 a 4 días llega a presentar un promedio de 4 a 4,5 de grados alcohólicos pero sin la adición de algunas sustancias o microrganismos, estos resultados están contradicen con la presente investigación puesto que las levaduras pueden acelerar el proceso de fermentación pero pasado los 4 días estos no se incrementan desproporcionalmente lo cual indica que el porcentaje de alcohol en al chicha depende principalmente de la actividad metabólica de estos organismos, tal como lo describe Ángeles Díaz (2015), quien con la aplicación de levaduras en la chicha de maíz indico que existe una mayor producción de alcohol debido a la actividad de los microorganismos.

4.1.4. Grados Brix en la chicha de maíz.

El análisis químico de la chicha de maíz para la variable grados Brix° evaluados a los 2, 4 y 6 días como efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* tal como se observa en los cuadros 5,6 y 7 donde los promedios varían entre 20.5 a 17 y de 18.9 a 16.8 a los 2 y 4 días, a los 6 días se observó que se disminuyó en todos los tratamientos estudiados. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia (Anexo 7.1) se puede observar que existen diferencias significativas, la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 1 y 2 disminuyen más la concentración de grados Brix° en la chicha de maíz durante los 6 días de evaluaciones, estos resultados indican que de alguna forma las concentraciones al 0,1 y 0,3 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la disminución de los grados Brix° en la chicha de maíz a los 6 días. Al respecto Contreras y Astudillo (2007), indicaron que la chicha de maíz de 3 a 4 días alcanza un promedio de grados Brix° de 15 a 16 los cuales se relacionan con nuestros resultados, así mismo Lucero (2015), indica que a mayor concentración de levadura se produce una disminución del contenido de grados Brix° en las bebidas fermentadas.

4.1.5. Tiempo de fermentación.

El tiempo de fermentación de la chicha de maíz con las diferentes concentraciones de levaduras fueron los siguientes:

Cuadro 8. Tiempo de fermentación expresado en días de la chicha de maíz con la adición de *Saccharomyces cerevisiae*.

REPETICIONES	T0	T1	T2	T3
R1	6	4	2	1
R2	5	3	1	1
R3	6	4	2	1
Promedio	5.6	3.6	1.6	1

El análisis químico de la chicha de maíz para la variable tiempo de fermentación como efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* tal como se observa en el cuadro 8 donde los promedios varían entre 5.6 a y 3.6 para el tratamiento testigo y 1 los cuales presentan mayor tiempo en la fermentación de la chicha de maíz, luego para el tratamiento 2 y 3 los promedios fueron más bajos de 1.6 a 1 día para su fermentación, llegando a tener entre 16 a 17 grados Brix° en todos los tratamientos estudiados. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia (Anexo 7.1) se puede observar que existen diferencias significativas, la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 2 y 3 son los que más rápido fermentaron la chicha lo que indica que la concentración al 0,1 y 0,3 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la aceleración del proceso de fermentación en la chicha de maíz a los 6 días. Al respecto Rojas (2013), indica que el tiempo óptimo de fermentación de la chicha de maíz es de 72 horas, porque se alcanza el grado alcohólico más alto que se correlaciona con el pH y la Acidez, datos que concuerdan con los obtenidos por López (2010), que menciona que "la fermentación de la chicha de maíz o llamada chicha de jora es de tres a seis días, en base al mayor grado alcohólico obtenido; pero para que esta tenga un largo periodo de vida, se recomienda que sea a los tres días con un pH de 4, acidez de 0.4 % (ácido láctico) y un grado alcohólico de 2. Así mismo Becerra (2014), indica que la las proporciones por encima de los 0.4 g / L de levadura pueden acelerar más el proceso de fermentación, en la que se debe poner más cuidado y atención en la conservación de la chicha.

4.1.6. Análisis sensorial.

Una vez terminado el experimento se procedió a analizar las características sensoriales, el cuadro siguiente muestra los resultados finales de dicha evaluación:

Cuadro 9. Análisis sensorial de la chicha de maíz.

Repeticiones	Características	Tratamientos		
		T1	**T2**	**T3**
I	Textura	2	2	2
II	Textura	2	2	2
III	Textura	2	2	2

Promedio	***Promedio***	**2**	**2**	**2**
I	Color	3	3	3
II	Color	3	3	3
III	Color	3	3	3
Promedio	***Promedio***	**3**	**3**	**3**
I	Aroma	2	2	2
II	Aroma	2	2	2
III	Aroma	2	2	2
Promedio	***Promedio***	**2**	**2**	**2**
I	Sabor	2	2	2
II	Sabor	2	2	2
III	Sabor	2	2	2
Promedio	***Promedio***	**2**	**2**	**2**

En el cuadro 9 se puede observar que para las características sensoriales los diferentes tratamientos de dilución tuvieron diferentes resultados, así para apariencia el T1, T2 y T3 obtuvo una opinión por parte de los jueces como regalo, el análisis de varianza (ANOVA) para estas variables muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05, indicando que las diferentes concentraciones 0.1, 0.3 y 0.5 % de levadura no alteran la propiedad de textura de la chicha de maíz (anexo 7.1). Para la característica color en los tres tratamientos los jueces coincidieron que la chicha de maíz tenía un color oscuro habitual, el análisis de varianza determino que tampoco existen diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de 0.05 de significancia. Para la característica aroma todos los jueces en los tres tratamientos estudiados mencionaron que la chicha de maíz presenta un aroma frutal regular, así mismo el análisis de varianza indica que entre los grupos no existen diferencias significativas a un nivel de 0.05. Por último para la variable sabor se determinó mediante la evaluación de los jueces que la chicha de maíz es regular siendo agradable para una cierta cantidad de los jueces, así mismo el análisis de varianza indica que entre los grupos no existen diferencias significativas a un nivel de 0.05.

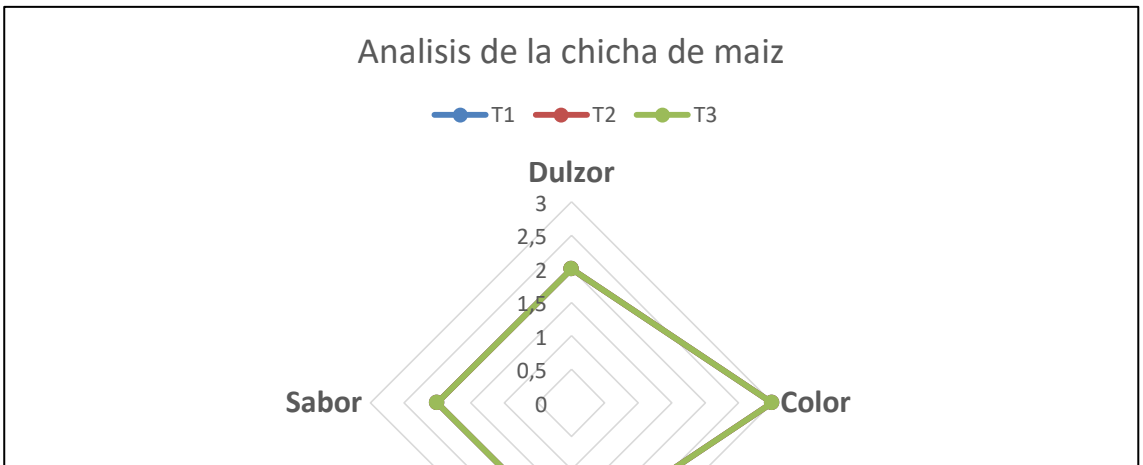


Figura 6. Análisis sensorial de la chicha de maíz.

En la figura 6 se puede apreciar que el T1 difiere del T2 y T3 solamente para la variable aroma, puesto que en las demás características sensoriales los tres tratamientos en estudio tuvieron los mismos valores.

V. CONCLUSIONES.

Por todo lo expuesto anteriormente y de acuerdo a los resultados en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. Qué acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) para la variable pH al 0.05 de significancia se observó que existen diferencias significativas, la prueba de Tukey muestra que el T0 (testigo) presenta diferencias significativas frente a los demás tratamientos a los 2 días. A los 4 y 6 días es posible notar en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey que los tratamientos 2 y 3 presentan diferencias significativas frente a los demás tratamientos, lo que indica que las concentraciones al 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la disminución del PH en la chicha de maíz.
2. Que de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia se puede observar que existen diferencias significativas en cuanto a la

variable % de acidez, así mismo la prueba de Tukey muestra que el T0 (testigo) presenta diferencias significativas frente a los demás tratamientos a los 2, 4 y 6. A los 4 y 6 días es posible notar en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey que los tratamientos 2 y 3 presentan diferencias significativas frente a los demás tratamientos, lo que indica que de alguna forma las concentraciones al 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en el aumento de la acidez en la chicha de maíz a los 2 días.

3. Que de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia se puede observar que existen diferencias significativas para la variable grados alcohólicos, así mismo la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 2 y 3 aumentan más la concentración de grados alcohólicos en la chicha de maíz durante los 6 días de evaluaciones, estos resultados indican que de alguna forma las concentraciones al 0,3 y 0,5 % d*e Saccharomyces cerevisiae* influyen en el aumento de los grados alcohólicos en la chicha de maíz a los 6 días.
4. Que de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia se puede observar que existen diferencias significativas para la variable grados brix°, así mismo la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 1 y 2 disminuyen más la concentración de grados Brix° en la chicha de maíz durante los 6 días de evaluaciones, estos resultados indican que de alguna forma las concentraciones al 0,1 y 0,3 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la disminución de los grados Brix° en la chicha de maíz a los 6 días.
5. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) al 0.05 de significancia (A 2b) se puede observar que existen diferencias significativas para la variable tiempo de fermentación, así mismo la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 2 y 3 son los que más rápido fermentaron la chicha lo que indica que la concentración al 0,1 y 0,3 % de *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la aceleración del proceso de fermentación en la chicha de maíz a los 6 días.
6. En cuanto a las características sensoriales El T1 T2 y T3 no presentan diferencias aun nivel de 0.05 en todas las variables evaluadas como

aroma, textura, sabor y color los tres tratamientos en estudio tuvieron los mismos valores. Esto quiere decir que las diferentes concentraciones de *Saccharomyces cerevisiae* no afectan las características sensoriales de la chicha de maíz.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

1. Realizar trabajos con otras concentraciones de levadura en el mosto la chicha.

2. Evaluar con diferentes temperaturas a las propiedades sensoriales del producto final.

3. Evaluar el tiempo de fermentación a diferentes temperaturas de almacenamiento del mosto (mayores que 30).

VII. BIBLIOGRAFÍA

Amerine, M., Berg, H., Cruess, W. (1967). The technology of wine making, AVI Publishing company.

Ángeles Díaz, A. (2015). Efecto en la fermentación de maíz incorporando levadura seca y levadura encapsulada en Alginato de Calcio. Lima- Perú: EXPOFIAL DE INVESTIGACIÓN.

Anrango Portilla, S. L. (2013). “Evaluación de tres tipos de Maíz (Zea mays) Suave Morado, Suave Dulce Blanco y suave Dulce Amarillo, en la elaboración de chicha de jora". Tulcan- Ecuador: Tesis.

Becerra M. (2014). Bebidas fermentadas a partir de maíz y arroz: elaboración, control y conservación. Vol 22, No 31 (2014), Revista Alimentos Hoy.

Bresssani R., M. Breauner M.A. Ortiz. (1989). Contenido de fibra ácido y neurodetergente y minerales menores en maíz y su tortilla. Arch. Lat. Amer. Nutrit. 39: 382- 391.

Brown M. R. S. M. Barrett, J. K. Volkman, S. P. Nearhos J. A. Nell. (1996): Biochemical composition of new yeasts and bacteria evaluated as food for bivalve aquaculture. Aquaculture, 143(3-4): 341-360.

Cecilia, P. M. (17 de septiembre de 2009). Historia de la gastronomía. Recuperado el 10 de noviembre de 2012, de La Chicha: http://historiadelagastronomia.over-blog.es/90-categorie-10869050.html.

Chavarrea Arévalo, M. P. (2011). "Elaboración y conservación con fines agroindustriales y comerciales de la chicha de maíz Y quinua En las comunidades beneficiarias del proyecto “Runa Kawsay. Riobamba- Ecuador: Tesis.

Contreras Molina, C. M., & Astudillo Pillaga, M. A. (2007). “Conservación y comercialización de la chicha de maíz en envases de vidrio, a partir de maíz morocho”. Cuenca - Ecuador: Tesis.

De Florio Ramirez, E. (2012). "Elaboración de chicha de maiz (Inka Beer) a nivel de planta piloto, utilizando tecnología cervecera". Tacna - Peru: Tesis.

Dickinson, J., Scweiser, M., Ed. (2003). Metabolism and molecular physiology of Saccharomyces cerevisiae. London.

Escudero Vásconez, B. M. (2014). Caracterización físico-química y microbiológica de las principales bebidas fermentadas tradicionales de la provincia de Bolívar – Ecuador. Quito- Ecuador: Tesis.

García M. S. (2016). Sobre “Efecto de la levadura Saccharomyces cerevisiae en condición corporal, alzada, ganancia diaria de peso, parámetros

hematológicos y metabólicos con terneros de remplazo criados al pastoreo en la Hacienda Nero".Universidad de Cuenca.Ecuador. 76 p.

Godoy, L., Herrera, P., Caicedo, L. (1987). Principios de Ingeniería bioquímica. Bogota, Universidad Nacional de Colombia.

Guerrero D. Bedregal R. Aguirre D. Alvarado A. Gonzales L. Panta L. Romero A. (2012). Diseño de un sistema de producción y embotellado de chicha de jora. Facultad de Ingeniería. Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. 20 p.

Lopez, M. (2012). Chicha de Jora Proyecto. Recuperado el Octubre de 2012, de: http://es.scribd.com/doc/87122165/Chicha-de-Jora-Proyecto.

Lucero M.P. (2015). Efecto del uso de levaduras y concentración de °Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.

Mario, V. (1982). "Determinación de los parámetros para la elaboración de jora, a partir del maíz Cancha de Huaraz". Huaraz: Tesis.

Nielsen, J., Villadsen, J., Lidén, G. (2003). Bioreaction engineering principles. New York, Plenum Publishers.

Otero, M. A, M. C. Vasallo, O. Verdecia, V. Fernández, y D. Betancourt (1996): A process for the complete fractionation of Baker's yeast. J. Chem. Tech. Biotechnol., 67: 67-71.

Pérez P.E. (2015). Evaluación de distintas variedades de maíz (Zea mays indurata, Zea mays amylacea) para la elaboración de una bebida fermentada a partir de la germinación. Tesis para optar el título de ingeniero agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Quevedo. Quevedo – Ecuador.

Pomasqui Benavides, J. K. (2012). "Parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de maíz en la procesadora de alimentos y bebidas kutacachi Sara Mama. Riobamba – ecuador: Tesis.

Sablayrolles, J. (2009). "Control of alcoholic fermentation in winemaking: current situation and prospect." Food Research International 42: 418-424.

Sempértegui Puente, M. A. (2013). Perspectivas para la industrialización de la chicha de maiz. Cuenca Ecuador: Tesis.

SIEA (2017). Sistema integrado de estadística agraria. Producción agrícola y ganadera. Boletín estadístico. 23 p.

Tacon, A. (1989): Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados, Manual de capacitación. Programa cooperativo gubernamental. Proyecto Aguila II (GCP/RLA/102/ITA), FAO, Brasilia, 264-273 p.

The International Plant Name Index (IPNI). Published In: Species Plantarum 2: 782. 1753. Consultado el 20 de setiembre del 2016.

VII. ANEXOS

7.1. Análisis estadístico

7.1.1. Propiedades químicas de la chicha de maíz.

Grados brix°

A los 2 días

Descriptivos

BRIX

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	20,5333	,11547	,06667	20,2465	20,8202	20,40	20,60
T2	3	19,0000	,20000	,11547	18,5032	19,4968	18,80	19,20

T3	3	17,0667	,11547	,06667	16,7798	17,3535	17,00	17,20
T4	3	17,0333	,05774	,03333	16,8899	17,1768	17,00	17,10
Total	12	18,4083	1,53176	,44218	17,4351	19,3816	17,00	20,60

ANOVA de un factor

BRIX

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	25,669	3	8,556	488,937	,000
Intra-grupos	,140	8	,018		
Total	25,809	11			

BRIX

HSD de Tukey[a]

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T4	3	17,0333		
T3	3	17,0667		
T2	3		19,0000	
T1	3			20,5333
Sig.		,989	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

A los 4 días

Descriptivos

BRIX

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	18,9333	,30551	,17638	18,1744	19,6922	18,60	19,20
T2	3	17,0667	,11547	,06667	16,7798	17,3535	17,00	17,20
T3	3	16,8333	,47258	,27285	15,6594	18,0073	16,30	17,20
T4	3	17,0000	,00000	,00000	17,0000	17,0000	17,00	17,00
Total	12	17,4583	,92683	,26755	16,8695	18,0472	16,30	19,20

ANOVA de un factor

BRIX

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8,789	3	2,930	35,512	,000
Intra-grupos	,660	8	,083		
Total	9,449	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: BRIX

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	1,86667*	,23452	,000	1,1156	2,6177
	T3	2,10000*	,23452	,000	1,3490	2,8510
	T4	1,93333*	,23452	,000	1,1823	2,6844
T2	T1	-1,86667*	,23452	,000	-2,6177	-1,1156
	T3	,23333	,23452	,757	-,5177	,9844
	T4	,06667	,23452	,991	-,6844	,8177
T3	T1	-2,10000*	,23452	,000	-2,8510	-1,3490
	T2	-,23333	,23452	,757	-,9844	,5177

	T4	-,16667	,23452	,890	-,9177	,5844
	T1	-1,93333*	,23452	,000	-2,6844	-1,1823
T4	T2	-,06667	,23452	,991	-,8177	,6844
	T3	,16667	,23452	,890	-,5844	,9177

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

BRIX

HSD de Tukey[a]

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	3	16,8333	
T4	3	17,0000	
T2	3	17,0667	
T1	3		18,9333
Sig.		,757	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

A los 6 días

Descriptivos

BRIX

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	17,0667	,11547	,06667	16,7798	17,3535	17,00	17,20
T2	3	16,6667	,57735	,33333	15,2324	18,1009	16,00	17,00
T3	3	16,6667	,57735	,33333	15,2324	18,1009	16,00	17,00
T4	3	16,9667	,15275	,08819	16,5872	17,3461	16,80	17,10
Total	12	16,8417	,40330	,11642	16,5854	17,0979	16,00	17,20

ANOVA de un factor

BRIX

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,383	3	,128	,725	,565
Intra-grupos	1,407	8	,176		
Total	1,789	11			

Ph

A los 2 días

Descriptivos

PH

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	4,3333	,05774	,03333	4,1899	4,4768	4,30	4,40
T2	3	3,7667	,05774	,03333	3,6232	3,9101	3,70	3,80
T3	3	3,5000	,10000	,05774	3,2516	3,7484	3,40	3,60
T4	3	3,4667	,05774	,03333	3,3232	3,6101	3,40	3,50
Total	12	3,7667	,36763	,10613	3,5331	4,0002	3,40	4,40

ANOVA de un factor

PH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,447	3	,482	96,444	,000
Intra-grupos	,040	8	,005		
Total	1,487	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PH

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	T2	,56667*	,05774	,000	,3818	,7516
T1	T3	,83333*	,05774	,000	,6484	1,0182
	T4	,86667*	,05774	,000	,6818	1,0516
	T1	-,56667*	,05774	,000	-,7516	-,3818
T2	T3	,26667*	,05774	,007	,0818	,4516
	T4	,30000*	,05774	,004	,1151	,4849
	T1	-,83333*	,05774	,000	-1,0182	-,6484
T3	T2	-,26667*	,05774	,007	-,4516	-,0818
	T4	,03333	,05774	,936	-,1516	,2182
	T1	-,86667*	,05774	,000	-1,0516	-,6818
T4	T2	-,30000*	,05774	,004	-,4849	-,1151
	T3	-,03333	,05774	,936	-,2182	,1516

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A los 4 días

Descriptivos

PH

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	3,7333	,11547	,06667	3,4465	4,0202	3,60	3,80
T2	3	3,4667	,05774	,03333	3,3232	3,6101	3,40	3,50
T3	3	3,1333	,05774	,03333	2,9899	3,2768	3,10	3,20
T4	3	3,2333	,05774	,03333	3,0899	3,3768	3,20	3,30
Total	12	3,3917	,25030	,07226	3,2326	3,5507	3,10	3,80

ANOVA de un factor

PH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,643	3	,214	36,714	,000
Intra-grupos	,047	8	,006		
Total	,689	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PH

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,26667*	,06236	,012	,0670	,4664
	T3	,60000*	,06236	,000	,4003	,7997
	T4	,50000*	,06236	,000	,3003	,6997
T2	T1	-,26667*	,06236	,012	-,4664	-,0670
	T3	,33333*	,06236	,003	,1336	,5330
	T4	,23333*	,06236	,024	,0336	,4330
T3	T1	-,60000*	,06236	,000	-,7997	-,4003
	T2	-,33333*	,06236	,003	-,5330	-,1336
	T4	-,10000	,06236	,428	-,2997	,0997
T4	T1	-,50000*	,06236	,000	-,6997	-,3003
	T2	-,23333*	,06236	,024	-,4330	-,0336
	T3	,10000	,06236	,428	-,0997	,2997

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A los 6 días

ANOVA de un factor

PH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,090	3	,030	9,000	,006
Intra-grupos	,027	8	,003		
Total	,117	11			

PH

	N				Límite inferior	Límite superior	...imo	Máximo
T1	3	3,4667	,05774	,03333	3,3232	3,6101	3,40	3,50
T2	3	3,4667	,05774	,03333	3,3232	3,6101	3,40	3,50
T3	3	3,4667	,05774	,03333	3,3232	3,6101	3,40	3,50
T4	3	3,2667	,05774	,03333	3,1232	3,4101	3,20	3,30
Total	12	3,4167	,10299	,02973	3,3512	3,4821	3,20	3,50

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PH

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,00000	,04714	1,000	-,1510	,1510
	T3	,00000	,04714	1,000	-,1510	,1510
	T4	,20000*	,04714	,012	,0490	,3510
T2	T1	,00000	,04714	1,000	-,1510	,1510
	T3	,00000	,04714	1,000	-,1510	,1510
	T4	,20000*	,04714	,012	,0490	,3510
T3	T1	,00000	,04714	1,000	-,1510	,1510
	T2	,00000	,04714	1,000	-,1510	,1510
	T4	,20000*	,04714	,012	,0490	,3510
T4	T1	-,20000*	,04714	,012	-,3510	-,0490
	T2	-,20000*	,04714	,012	-,3510	-,0490
	T3	-,20000*	,04714	,012	-,3510	-,0490

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Porcentaje de acidez

A los 2 días

Descriptivos

Acidez

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	1,5033	,01528	,00882	1,4654	1,5413	1,49	1,52
T2	3	2,5667	,05774	,03333	2,4232	2,7101	2,50	2,60
T3	3	4,4333	,11547	,06667	4,1465	4,7202	4,30	4,50
T4	3	4,1667	,05774	,03333	4,0232	4,3101	4,10	4,20
Total	12	3,1675	1,25168	,36133	2,3722	3,9628	1,49	4,50

ANOVA de un factor

Acidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	17,193	3	5,731	1133,005	,000
Intra-grupos	,040	8	,005		
Total	17,234	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Acidez

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	-1,06333*	,05807	,000	-1,2493	-,8774
	T3	-2,93000*	,05807	,000	-3,1160	-2,7440
	T4	-2,66333*	,05807	,000	-2,8493	-2,4774
T2	T1	1,06333*	,05807	,000	,8774	1,2493
	T3	-1,86667*	,05807	,000	-2,0526	-1,6807
	T4	-1,60000*	,05807	,000	-1,7860	-1,4140
T3	T1	2,93000*	,05807	,000	2,7440	3,1160
	T2	1,86667*	,05807	,000	1,6807	2,0526
	T4	,26667*	,05807	,008	,0807	,4526
T4	T1	2,66333*	,05807	,000	2,4774	2,8493
	T2	1,60000*	,05807	,000	1,4140	1,7860
	T3	-,26667*	,05807	,008	-,4526	-,0807

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A los 4 días

Descriptivos

Acidez

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	3,8000	,10000	,05774	3,5516	4,0484	3,70	3,90
T2	3	4,3667	,11547	,06667	4,0798	4,6535	4,30	4,50
T3	3	4,1667	,11547	,06667	3,8798	4,4535	4,10	4,30
T4	3	4,1000	,10000	,05774	3,8516	4,3484	4,00	4,20
Total	12	4,1083	,23143	,06681	3,9613	4,2554	3,70	4,50

A los 4 días.

ANOVA de un factor

Acidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,496	3	,165	14,167	,001
Intra-grupos	,093	8	,012		
Total	,589	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Acidez

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	-,56667*	,08819	,001	-,8491	-,2842
	T3	-,36667*	,08819	,013	-,6491	-,0842
	T4	-,30000*	,08819	,038	-,5824	-,0176
T2	T1	,56667*	,08819	,001	,2842	,8491
	T3	,20000	,08819	,185	-,0824	,4824
	T4	,26667	,08819	,064	-,0158	,5491
T3	T1	,36667*	,08819	,013	,0842	,6491
	T2	-,20000	,08819	,185	-,4824	,0824
	T4	,06667	,08819	,872	-,2158	,3491
T4	T1	,30000*	,08819	,038	,0176	,5824
	T2	-,26667	,08819	,064	-,5491	,0158
	T3	-,06667	,08819	,872	-,3491	,2158

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A los 6 días

Descriptivos

Acidez

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	4,4000	,10000	,05774	4,1516	4,6484	4,30	4,50
T2	3	4,2333	,05774	,03333	4,0899	4,3768	4,20	4,30
T3	3	4,2333	,05774	,03333	4,0899	4,3768	4,20	4,30
T4	3	4,0000	,00000	,00000	4,0000	4,0000	4,00	4,00
Total	12	4,2167	,15859	,04578	4,1159	4,3174	4,00	4,50

Acidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,243	3	,081	19,467	,000
Intra-grupos	,033	8	,004		
Total	,277	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Acidez

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,16667	,05270	,053	-,0021	,3354
	T3	,16667	,05270	,053	-,0021	,3354
	T4	,40000*	,05270	,000	,2312	,5688
T2	T1	-,16667	,05270	,053	-,3354	,0021
	T3	,00000	,05270	1,000	-,1688	,1688
	T4	,23333*	,05270	,009	,0646	,4021
T3	T1	-,16667	,05270	,053	-,3354	,0021
	T2	,00000	,05270	1,000	-,1688	,1688
	T4	,23333*	,05270	,009	,0646	,4021
T4	T1	-,40000*	,05270	,000	-,5688	-,2312
	T2	-,23333*	,05270	,009	-,4021	-,0646
	T3	-,23333*	,05270	,009	-,4021	-,0646

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Grados alcohólicos

Descriptivos

Grado

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	,8000	,10000	,05774	,5516	1,0484	,70	,90
T2	3	1,3000	,17321	,10000	,8697	1,7303	1,20	1,50
T3	3	3,3000	,26458	,15275	2,6428	3,9572	3,00	3,50
T4	3	3,3000	,43589	,25166	2,2172	4,3828	2,80	3,60
Total	12	2,1750	1,21215	,34992	1,4048	2,9452	,70	3,60

A los 2 días

ANOVA de un factor

Grado

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	15,563	3	5,188	69,167	,000
Intra-grupos	,600	8	,075		
Total	16,163	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Grado

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	T2	-,50000	,22361	,193	-1,2161	,2161
T1	T3	-2,50000*	,22361	,000	-3,2161	-1,7839
	T4	-2,50000*	,22361	,000	-3,2161	-1,7839
	T1	,50000	,22361	,193	-,2161	1,2161
T2	T3	-2,00000*	,22361	,000	-2,7161	-1,2839
	T4	-2,00000*	,22361	,000	-2,7161	-1,2839
	T1	2,50000*	,22361	,000	1,7839	3,2161
T3	T2	2,00000*	,22361	,000	1,2839	2,7161
	T4	,00000	,22361	1,000	-,7161	,7161
	T1	2,50000*	,22361	,000	1,7839	3,2161
T4	T2	2,00000*	,22361	,000	1,2839	2,7161
	T3	,00000	,22361	1,000	-,7161	,7161

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A los 4 días

ANOVA de un factor

Grado

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,983	3	1,661	12,776	,002
Intra-grupos	1,040	8	,130		
Total	6,023	11			

Grado

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	1,5667	,20817	,12019	1,0496	2,0838	1,40	1,80
T2	3	3,1000	,36056	,20817	2,2043	3,9957	2,80	3,50
T3	3	2,1667	,28868	,16667	1,4496	2,8838	2,00	2,50
T4	3	3,0667	,51316	,29627	1,7919	4,3414	2,50	3,50
Total	12	2,4750	,73993	,21360	2,0049	2,9451	1,40	3,50

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Grado

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	T2	-1,53333*	,29439	,004	-2,4761	-,5906
T1	T3	-,60000	,29439	,251	-1,5427	,3427
	T4	-1,50000*	,29439	,004	-2,4427	-,5573
	T1	1,53333*	,29439	,004	,5906	2,4761
T2	T3	,93333	,29439	,052	-,0094	1,8761
	T4	,03333	,29439	,999	-,9094	,9761
	T1	,60000	,29439	,251	-,3427	1,5427
T3	T2	-,93333	,29439	,052	-1,8761	,0094
	T4	-,90000	,29439	,061	-1,8427	,0427
	T1	1,50000*	,29439	,004	,5573	2,4427
T4	T2	-,03333	,29439	,999	-,9761	,9094
	T3	,90000	,29439	,061	-,0427	1,8427

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A los 6 días

Descriptivos

Grado

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo

					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	3,2667	,25166	,14530	2,6415	3,8918	3,00	3,50
T2	3	2,7333	,64291	,37118	1,1363	4,3304	2,00	3,20
T3	3	3,0000	,62450	,36056	1,4487	4,5513	2,30	3,50
T4	3	3,3000	,43589	,25166	2,2172	4,3828	2,80	3,60
Total	12	3,0750	,49932	,14414	2,7577	3,3923	2,00	3,60

ANOVA de un factor

Grado

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,629	3	,210	,794	,531
Intra-grupos	2,113	8	,264		
Total	2,743	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Grado

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,53333	,41966	,604	-,8106	1,8772
	T3	,26667	,41966	,918	-1,0772	1,6106
	T4	-,03333	,41966	1,000	-1,3772	1,3106
T2	T1	-,53333	,41966	,604	-1,8772	,8106
	T3	-,26667	,41966	,918	-1,6106	1,0772
	T4	-,56667	,41966	,560	-1,9106	,7772
T3	T1	-,26667	,41966	,918	-1,6106	1,0772
	T2	,26667	,41966	,918	-1,0772	1,6106
	T4	-,30000	,41966	,888	-1,6439	1,0439
T4	T1	,03333	,41966	1,000	-1,3106	1,3772
	T2	,56667	,41966	,560	-,7772	1,9106
	T3	,30000	,41966	,888	-1,0439	1,6439

7.1.2. Tiempo de fermentación

Descriptivos

Días

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	5,6667	,57735	,33333	4,2324	7,1009	5,00	6,00
T2	3	3,6667	,57735	,33333	2,2324	5,1009	3,00	4,00
T3	3	1,6667	,57735	,33333	,2324	3,1009	1,00	2,00
T4	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
Total	12	3,0000	1,95402	,56408	1,7585	4,2415	1,00	6,00

ANOVA de un factor

Dias

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	40,000	3	13,333	53,333	,000

Intra-grupos	2,000	8	,250		
Total	42,000	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Días

HSD de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	2,00000*	,40825	,005	,6926	3,3074
	T3	4,00000*	,40825	,000	2,6926	5,3074
	T4	4,66667*	,40825	,000	3,3593	5,9740
T2	T1	-2,00000*	,40825	,005	-3,3074	-,6926
	T3	2,00000*	,40825	,005	,6926	3,3074
	T4	2,66667*	,40825	,001	1,3593	3,9740
T3	T1	-4,00000*	,40825	,000	-5,3074	-2,6926
	T2	-2,00000*	,40825	,005	-3,3074	-,6926
	T4	,66667	,40825	,414	-,6407	1,9740
T4	T1	-4,66667*	,40825	,000	-5,9740	-3,3593
	T2	-2,66667*	,40825	,001	-3,9740	-1,3593

T3	-,66667	,40825	,414	-1,9740	,6407

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

7.1.3. Análisis sensorial

Apariencia

Descriptivos

Apariencia

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
T2	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000	2,00	2,00
T3	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000	2,00	2,00
Total	9	1,6667	,50000	,16667	1,2823	2,0510	1,00	2,00

ANOVA

Apariencia

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,000	2	1,000	.	.
Intra-grupos	,000	6	,000		
Total	2,000	8			

Color

Descriptivos

Color

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
T2	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
T3	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
Total	9	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00

ANOVA

Color

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	2	,000	.	.
Intra-grupos	,000	6	,000		
Total	,000	8			

Aroma

Descriptivos

Olor

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
T2	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
T3	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
Total	9	1,0000	,00000	,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00

ANOVA

Olor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	2	,000	.	.
Intra-grupos	,000	6	,000		
Total	,000	8			

Sabor

Descriptivos

Sabor

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000	2,00	2,00
T2	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000	2,00	2,00
T3	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000	2,00	2,00
Total	9	2,0000	,00000	,00000	2,0000	2,0000	2,00	2,00

ANOVA

Sabor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	2	,000	.	.
Intra-grupos	,000	6	,000		
Total	,000	8			

7.2. Formato de encuesta empleado en el análisis sensorial

La presente encuesta tiene por objeto obtener su opinión acerca de las características organolépticas de la Chicha que le ofrecemos:

La forma de calificación será de va de 4 a 1, y cada valor representa la siguiente calificación:

1 = Mala

2 = Regular

3 = Buena

4 = Excelente

CALIFICACION				
ATRIBUTO	MALO	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
AROMA				
COLOR				
SABOR				

APARIENCIA				
TOTAL				

VIII. ICONOGRAFÍA





PRESENTACION DE LA INSTALACION PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO DE TESIS.



FILTRACION DE LA CHICHA







ESTERILIZACION DE LOS ENVASES

FI







ANALISIS ORGANOLEPTICO



PRESENTACIOM DEL PEODUCTO FINAL