

**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"**  
**HUANUCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

---

**"OBTENCIÓN DE JORA DE MAIZ (*Zea mays*) DE ALTO  
CONTENIDO DE AZÚCARES, USANDO EL MÉTODO DE  
FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH) Y SU EFECTO  
EN LA ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA"**

---

---

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

**TESISTA:**

**GERSON NICOLÁS ESPINOZA BLAS**

**ASESOR:**

**ING. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES**

**HUÁNUCO-PERÚ  
2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS:**

**OBTENCIÓN DE JORA DE MAÍZ (*Zea Mais*) DE ALTO CONTENIDO DE AZÚCARES, USANDO EL MÉTODO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH) Y SU EFECTO EN LA ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA**

---

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

**TESISTA:  
GERSON NICOLÁS, ESPINOZA BLAS**

**ASESOR:  
ING. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES**

**HUÁNUCO – PERÚ  
2016**

## **DEDICATORIA**

Con gratitud y amor, a mis padres Nelly y Nicolás, quienes me vieron crecer en todo aspecto siendo muy prudentes y sabios para encaminarme; a mis hermanos que supieron guiarme por el camino de la superación y su apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por acogerme en sus aulas y brindarme la formación profesional, que le voy a ir consolidando.

A mis hermanos Álvaro, Merlín, Himler y Nelly por haberme apoyado en los momentos más difíciles de mi vida y por tomarse el tiempo para escucharme y estar siempre juntos.

Al asesor de la presente investigación; Mg. Ángel David Natividad Bardales, por ser el maestro y amigo; por sus sabios consejos y orientaciones para la culminación del presente trabajo.

A los catedráticos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial con gratitud y reconocimiento por sus enseñanzas y orientaciones durante mi permanencia en las aulas universitarias.

A mis colegas y amigos por permitirme conocerlos y tener vivencias universitarias y que a pesar del tiempo pasado seguimos manteniendo nuestra amistad.

## RESUMEN

Se estudió el efecto de utilizar malta de maíz obtenida con el método de forraje verde hidropónico (FVH) en la elaboración de chicha de jora. Se hizo una comparación entre dos métodos de producción de jora; a las que hemos denominado el método de producción artesanal y el método de forraje verde hidropónico (FVH) respectivamente; evaluando en ambos tratamientos las características fisicoquímicas, señalando como de mayor importancia a los sólidos solubles, por ser un factor determinante en la producción posterior de la bebida (chicha de jora).

Obtenidas las joras respectivas, por el método de elaboración artesanal e hidropónica; se elaboraron bebidas con estándares para someterlos a evaluaciones fisicoquímicas (0, 30 y 90 días), microbiológicas y sensoriales (0 y 90 días); en periodos de almacenamiento ambiental.

El análisis comparativo de diferencia estadística para el atributo de sólidos solubles mostraron diferencias significativas en el germinado fresco, 9 °Brix (FVH) y 6°Brix (artesanal) y el tiempo de producción de jora (8 días para la hidropónica y 10 días para la artesanal).

La bebida obtenida con jora de ambos métodos; los azúcares reductores inician con diferencias significativas culminando en una similitud al nivelarse los niveles de azúcares en ambos tratamientos. El pH, % de acidez, sólidos solubles, conductividad y turbidez; reportaron diferencias significativas en la evaluación estadística; en tanto que los °Alcohólicos no reportan diferencias significativas estadísticas.

No se reportan diferencias significativas en atributos de calidad en ambos tratamientos, para sabor, olor, color y consistencia.

La chicha obtenida de jora con el método de FVH a 0 días, presentaron los siguientes parámetros tecnológicos: Azúcares reductores (g/100mL) 9,65, pH = 4,171, % de acidez (expresado en ácido láctico) 0,51, °Brix = 6, ° Alcohólicos = 0, Conductividad = 4,01, Turbidez NTU = 1064.

Palabras claves: jora, chicha de jora, germinado, forraje verde hidropónico, maíz, azúcares, sólidos solubles.

## SUMMARY

The effect of using corn malt obtained by the method of hydroponic green forage (FVH) in the preparation of chicha was studied. A comparison was made between two production methods jora; to which we have called the traditional production method and the method of hydroponic green forage (FVH) respectively; both treatments evaluated in the physicochemical characteristics, pointing out as most important to the soluble solids, as a determining factor in the subsequent production of the drink (chicha).

The respective improvements obtained by the method of hydroponics artisanal and development; Drinks were developed with appropriate standards for submission to physicochemical assessments (reducing sugars, pH, acidity, soluble solids, conductivity, turbidity and alcoholic), microbiological (fungi and yeasts) and sensory (taste, color, smell and consistency) in periods of ambient storage; at intervals of every 30 days for 90 days.

The comparative analysis of statistical difference for the attribute soluble solids quality showed significant differences in fresh germinated 9°Brix ( FVH ) and 6°Brix (artisanal) and production time jora (8 days for hydroponics and 10 days for artisanal). As the attributes for the beverage obtained with both methods improves; reducing sugars begin with significant differences culminating in a similarity to level off reducing sugar levels in both treatments. The pH, % acidity, soluble solids, conductivity and turbidity; reported significant differences in the statistical evaluation; while the alcoholic not report significant statistical differences.

Chicha de jora obtained with the method of FVH to 0 days, had the following characteristics: reducing sugars (g / 100 mL) 9,65, pH = 4.171, % acidity (expressed as lactic acid) 0,51, ° Brix = 6° Alcohols = 0, conductivity = 4.01, Turbidity NTU = 1064.

Keywords: jora, chicha, germinated, hydroponic green forage, corn, sugar, soluble solids.

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	4
SUMMARY	5
ÍNDICE	6
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. LA JORA	11
2.1.1. Proceso de producción del germinado	11
2.1.2. Tecnología hidropónica	12
2.2. LA CHICHA DE JORA	15
2.2.1. Ingredientes	15
2.2.2. Información nutricional	15
2.2.3. Tecnología en producción de germinados y maltas	16
2.2.4. Elaboración de chicha de jora	17
2.2.5. Características organolépticas de la chicha de jora	22
2.2.6. Componentes de la chicha de jora	23
2.2.7. Tipos de chicha en el Perú	24
2.2.8. Características químicas de la chicha de jora	24
2.2.9. Microbiología de la chicha de jora	25
2.3. ANTECEDENTES	26
2.4. HIPÓTESIS	31
2.4.1. Hipótesis planteada	31
2.4.2. Hipótesis específica	31
2.5. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32



2.5.1. Variable independiente	32
2.5.2. Variables dependientes	32
2.5.3. Variables intervinientes	32
2.5.4. Operacionalización de variables	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	35
3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN	35
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	35
3.3.1. Población	35
3.3.2. Muestra	35
3.3.3. Unidad de análisis	36
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	36
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	37
3.5.1. Diseño de investigación	37
3.5.2. Datos a registrar	39
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	40
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	41
3.6.1. Materia en estudio	41
3.6.2. Materiales, equipos e instrumentos de control, reactivos e insumos	41
3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.7.1. Caracterización de germinados (jora hidropónica y jora artesanal)	45
3.7.2. Obtención de los germinados (jora)	45
3.7.3. Obtención de las bebidas de la jora hidropónica y artesanal	51
3.7.4. Análisis físicoquímico de la chicha	54
3.7.5. Análisis microbiológico de la chicha	55
3.7.6. Análisis sensorial de la chicha	55
IV. RESULTADOS	57

4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LAS JORAS FRESCAS	57
	▪ Otros parámetros en la jora de maíz	62
4.2.	DE LA EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA CHICHA DE JORA EN ALMACÉN	63
4.3.	DE LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE CHICHA DE JORA ARTESANAL E HIDROPÓNICA	69
4.4.	DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	70
V.	DISCUSIONES	74
5.1.	DE LA EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS JORAS FRESCAS	74
	▪ De la evaluación de otros parámetros en la jora de maíz.	75
5.2.	DE LA EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS BEBIDAS (CHICHA DE JORA ARTESANAL E HIDROPÓNICA)	76
5.3.	DE LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LAS BEBIDAS (CHICHA DE JORA ARTESANAL Y CHICHA DE JORA HIDROPÓNICA)	78
5.4.	DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	79
VI.	CONCLUSIONES	81
VII.	RECOMENDACIONES	82
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	86

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú y por extensión, en la Región Huánuco; el proceso de la obtención de jora es de manera artesanal y sin ninguna exigencia de mejora. Las empresas que han manufacturado de manera sistemática su procesamiento, son ínfimas; cuyo mercado principal se encuentra en las colonias latinoamericanas de USA y Europa; y en ferias de consumo local (De Florio 2003). Para estas comunidades, la chicha de jora, es una bebida ancestral que experimenta un proceso de comercialización en cadenas de supermercados, ferias y eventos gastronómicos y el incremento ha sido notable en la exportación hacia países donde las comunidades latinas tienen una participación preponderante (De Florio 2003).

La preparación de la jora, para bebida envasada, no ha experimentado cambios sustanciales, conservando así los sistemas tradicionales que no permiten un incremento de calidad en la misma; los métodos y técnicas han sido reformados teniendo como sustento los conocimientos ancestrales.

La obtención de la jora producida en módulos de hidroponía, es una alternativa de mejora técnica, ya que el incremento en azúcares de la jora, es un factor importante en la operación de fermentación de la chicha. El uso del método de FVH, también tendrá como consecuencia un aceleramiento en la obtención de jora, porque se crean condiciones adecuadas para el rápido germinado del maíz, permitiendo así un ahorro de tiempo.

Es una alternativa aprovechable para las empresas familiares y PYMES y asociaciones; productoras de maíz; proporcionándole un valor agregado a su materia prima y como consecuencia permitiéndole ascender sus ingresos.

El maíz germinado (jora) tiene un contenido adicional en sólidos solubles, proteínas y otros elementos en comparación con el maíz entero; razón por la cual se utilizaría como aporte proteico, nutritivo y calórico; no solo en forma de bebida, sino en otras alternativas de uso (Sumaq 2010).

Por lo expuesto, lo que se buscó es obtener jora de maíz (*Zea Mais*), con alto contenido de azúcares, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH), con

características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas y óptimas; con la implementación de tecnologías adecuadas que nos permitan un ahorro de tiempo y con la calidad óptima en cantidad de sólidos solubles, para obtener un buen rendimiento en la operación crítica de fermentación.

El objetivo principal de la investigación fue obtener “jora” de alto contenido en azúcares, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH) y evaluar los efectos que se producen al elaborar la chicha de jora.

Los objetivos específicos considerados, fueron:

- Evaluar y comparar la presencia de sólidos solubles de la jora tradicional frente a la producida, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH);
- Conocer los parámetros tecnológicos de la producción de jora producida, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH);
- Evaluar y comparar las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de la chicha producida con jora tradicional frente a la jora producida, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH).

La implementación de técnicas aún no usadas y que como consecuencia traigan consigo, mejoras de la calidad del producto, reducción del tiempo de procesamiento, mejora de las cualidades integrales del producto final (chicha de jora); va ser de provecho en la comunidad productora de maíz y establecerá una alternativa de aprovechamiento para generación de ingresos para el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los productores.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LA JORA

Sumaq (2010) menciona que la jora es la germinación controlada de los granos de maíz para evitar el desarrollo del talluelo y radícula.

En el cuadro 01. Collazos (1953) muestra las diferencias porcentuales de la composición del maíz alazán, jora alazán y jora lazán.

Cuadro 1. Composición porcentual del maíz alazán y jora.

Análisis	Maíz alazán (%)	Jora maíz lazán (%)	Jora maíz alazán (%)
Agua	13,5	28,1	15,6
Proteína	7,6	5,4	6,5
Grasa	3,7	2,5	3,6
Carbohidratos	73,4	62,3	72,4
Fibra	2,2	0,5	0,3
Ceniza	1,7	1,4	1,5

Fuente: Collazos (1953).

#### 2.1.1. Proceso de producción del germinado

Para producir un buen germinado se necesita infraestructuras adecuadas, el proceso que se sigue tiene 3 etapas, que son: Tratamiento de la semilla, germinación y producción. Por ser innecesarios en la producción de jora, detallaremos las dos primeras etapas:

Sepúlveda (1994) menciona la existencia de dos etapas para el proceso de geminado.

##### 2.1.1.1. Primera etapa: Tratamiento de semilla

En este lugar se inicia el proceso de producción e implica labores de lavado, desinfección, remojo y oreo de la semilla. Dependiendo de la cantidad de semilla que utilizemos diariamente podemos utilizar baldes o cilindros para el lavado, desinfección y remojo, además de cilindros mitad o bateas, para el oreo de la semilla (las pozas de oreo deberán tener orificios inferiores para el drenaje del agua).

Cuando se trabaje con grandes cantidades de semilla los cilindros y bateas serán reemplazados por tanques de mayor capacidad.

Cuadro 02. Densidad de siembra de germinado.

<b>Densidad de la siembra de germinado</b>		
Semilla	Densidad	Profundidad
Cebada	20 gramos/decímetro <sup>2</sup>	2 cm
Maíz	40 gramos/decímetro <sup>2</sup>	3-4 cm
Sorgo	25 gramos/decímetro <sup>2</sup>	1,5 cm

Fuente: Sepúlveda (1994).

### **2.1.1.2. Segunda etapa: Área de germinación**

Culminado el oreo de la semilla y cuando está presente su "punto de brote" se realiza la siembra, no se recomienda extenderlas sobre madera o material orgánico. Los contenedores deberán tener drenaje para evitar el estancamiento de agua, el ambiente de germinación debe estar exento de luz, para proporcionar oscuridad interior, cubrir el tendido para evitar la pérdida de humedad. En los estantes de germinación se recomienda un riego por nebulización o micro aspersion, de 3 a 4 veces al día.

### **2.1.2. Tecnología hidropónica**

Sepúlveda (1994) indica los factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico:

#### **2.1.2.1. Calidad de la semilla**

El éxito de la hidroponía comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75% para evitar pérdidas en los rendimientos. El lote de semillas no debería contener semillas partidas ni semillas de otros cultivares comerciales. El usar semillas más baratas, o cultivares

desconocidos, puede constituir una falsa economía y tal como se planteó antes, hacer fracasar totalmente el nuevo emprendimiento.

### **2.1.2.2. Iluminación**

Al comienzo del ciclo de producción de forraje, la presencia de luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer o cuarto día de sembradas, las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces. A partir del 3<sup>ro</sup> o 4<sup>to</sup> día, iniciamos el riego con solución nutritiva y exponemos las bandejas a una iluminación bien distribuida pero nunca directa de luz solar. Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas (aumento de la evapotranspiración, endurecimiento de las hojas, quemaduras de las hojas).

### **2.1.2.3. Temperatura**

Es una de las variables más importantes en la producción de forraje hidropónico. Ello implica efectuar un debido control sobre la regulación de la misma. El rango óptimo se sitúa siempre entre los 18° y 26°C. Cada especie presenta requerimientos de temperatura óptima para germinación lo que se suma a los cuidados respecto a la humedad. En las condiciones de producción de forraje, la humedad relativa ambiente es generalmente cercana al 100%. A medida que aumenta la temperatura mínima de germinación, el control del drenaje de las bandejas es básico para evitar excesos de humedad y la aparición de enfermedades provocadas por hongos. La presencia de estos microorganismos puede llegar a ser la causa de fracasos de producción por lo que la vigilancia a cualquier tipo de situación anómala, debe constituirse en rutina de nuestra producción.

El ataque de los hongos usualmente resulta fulminante y puede en cuestión de horas arrasarse con toda nuestra producción. Tener una buena aireación del local, así como riegos bien dosificados son un excelente manejo contra este tipo de problemas. Por su parte el abatimiento de altas temperaturas puede obtenerse a través de la colocación de malla de sombra y/o conjuntamente con la instalación de aspersores sobre el techo del invernáculo. Si podemos instalar nuestro sistema de

producción de FVH en ambientes aislados de los cambios climáticos exteriores, nuestra producción se verá optimizada.

#### **2.1.2.4. Humedad**

El cuidado de la condición de humedad en el interior del recinto de producción es muy importante. La humedad relativa del recinto de producción no puede ser inferior al 90%. Valores de humedad superiores al 90% sin buena ventilación pueden causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar, además de incrementar los costos operativos. La situación inversa (excesiva ventilación) provoca la desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación del cultivo. Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa con la temperatura óptima es una de las claves para lograr una exitosa producción.

#### **2.1.2.5. Calidad del agua de riego**

La calidad de agua de riego es otro de los factores singulares en nuestra ecuación de éxito. La condición básica que debe presentar un agua para ser usada en sistemas hidropónicos es su característica de potabilidad. Para el caso en que la calidad del agua será imprescindible el realizar un detallado análisis químico de la misma, y en base a ello reformular nuestra solución nutritiva, así como evaluar que otro tipo de tratamiento tendría que ser efectuado para asegurar su calidad (filtración, decantación, asoleo, acidificación o alcalinización).

#### **2.1.2.6. El pH**

El valor de pH del agua de riego debe oscilar entre 5.2 y 7 y salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse hasta con pH cercano a 7.5, el resto de las semillas utilizadas (cereales mayormente) usualmente en FVH, no se comportan eficientemente por encima del valor 7. Hay que tener en cuenta que si se utilizan aguas residuales para hidroponía, éstas tendrán muchos sólidos en suspensión, por lo que la frecuencia de limpieza de los filtros es mayor que en el caso de las aguas para consumo humano.



## **2.2. LA CHICHA DE JORA**

La chicha de jora, es una bebida alcohólica obtenida por fermentación, de la materia azucarada contenida en el maíz malteado. (Velásquez, 1979).

La chicha de jora, es un producto oriundo del Perú, que se elabora artesanalmente y se consume además en otros países de América del Sur, constituyendo un producto con potencial industrialización.

De Florio (2003) indica que la chicha de jora es un producto que en su elaboración artesanal conlleva 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 que ésta no tenga las capacidades de una malta de cebada y por tal 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.

### **2.2.1. Ingredientes**

Sumaq (2010) señala que los ingredientes principales para la elaboración de chicha de jora son:

- Maíz germinado (jora)
- Quinoa
- Agua tratada
- Preservante natural.

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 prefieren no revelar sus particularidades métodos de producción.

### **2.2.2. Información nutricional**

En el cuadro 03 Sumaq (2010) nos presente el valor nutricional de la chicha de jora, en una ración de 300 mL.

Cuadro 3. Se presenta el valor nutricional de la chicha de jora. (Ración de 300 mL.)

<b>Calorías 81.6</b>	<b>% Valores diarios</b>
Total calorías 0,9 cal.	0,3 %
Total Carbohidratos 17,4 g.	5,8 %
Sodio 0 mg.	0 %
Azúcares 19 g.	6,3 %
Proteínas 1,2 g.	0,4 %

Fuente: Sumaq (2010).

### 2.2.3. Tecnología en producción de germinados o maltas

Velásquez (1979) menciona las siguientes etapas que comprende la tecnología de maltas:

#### 2.2.3.1. Maceración

La maceración tiene por objeto de:

- Disolver sustancias de los ingredientes que sean solubles.
- Solubilizar a través de la acción enzimática, las que sean insolubles en estado natural.

El tratamiento de cereales no malteados comprende:

- Es imposible sacarificar el almidón de cereales no malteados, si no hay una mezcla directa del mismo con la malta. Por esta razón, deben estar previamente sujetos a una cocción.
- Etapas: Gelatinización y sacarificación (conversión del almidón en compuestos más simples por acción de la enzimas). Insolubles al estado natural.

#### 2.2.3.2. Filtración

Se utiliza como medio filtrante su propio afrecho. Se requiere de un tiempo de reposo del mosto para la sedimentación de 15 - 30 minutos y se realiza a 78°C, realizando lavados continuos del lecho.

### **2.2.3.3. Cocción**

Objeto de la cocción es; esterilizar el mosto, destruir enzimas, precipitar proteínas que causan turbidez y concentración del mosto.

### **2.2.3.4. Enfriamiento**

El objeto es la reducción de la temperatura y eliminar bacterias.

### **2.2.3.5. Fermentación**

Un tiempo adecuado para el inicio de la fermentación se encuentra entre las 3 y 24 horas con un pH óptimo de 5.

### **2.2.3.6. Siembra**

La cantidad de levadura a usarse fluctúa entre 0,5 a 1,0 l/hL de levadura pastosa con 60% de sólidos.

### **2.2.3.7. Aireación**

El aire se esteriliza mediante filtros de fibra de vidrio. La cantidad de aire disuelto en el mosto debe ser de 8 ppm.

### **2.2.3.8. Maduración**

La maduración permite la precipitación de materias turbias, amorfas, levaduras, desarrollo del sabor, otorga brillantez a la bebida y previene la oxidación.

### **2.2.3.9. Pasteurización**

En la mayoría de casos, se utiliza la temperatura de 60°C, por un tiempo de 15 minutos, lo cual confiere resultados excelentes para la *S. carbergensis*.

## **2.2.4. Elaboración de chicha de jora**

Bush (1952) menciona que la chicha de jora mantiene su elaboración artesanal, observándose variaciones en el uso de insumos, métodos de elaboración y productos obtenidos. La elaboración tradicional es deficiente en cuanto a higiene y sanidad. Bajo estas condiciones la fermentación natural puede presentar

características toxicológicas, por lo que existe una alta probabilidad de que el producto final no sea apto para el consumo humano.

De Florio (2003) señala que el proceso de elaboración de chicha de jora en términos más generales, presenta básicamente los siguientes pasos: jora, molienda, cocción, filtración, adición de azúcar y fermentación.

Sumaq (2010) indica que en nuestro país, la chicha de jora se produce artesanalmente. Sin embargo, ello no quita que se sigan ciertas etapas delimitadas en su elaboración.

El proceso de elaboración se puede apreciar en la figura 1:

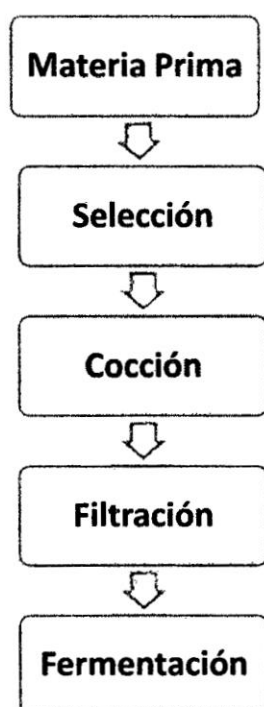


Figura 1. Flujo de operaciones para la elaboración de chicha de jora.

Fuente: De Florio (2003).

La materia prima más utilizada y algunos métodos artesanales empleados en nuestro país, se encuentran en el cuadro 4.

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

<b>Procedencia (Ciudad de Perú)</b>	<b>Descripción (Apariencia)</b>	<b>Componentes (Ingredientes)</b>	<b>Cocción (Tiempo)</b>	<b>Fermentación (Tiempo)</b>
<b>Chiclayo</b>	(color) Pardo	50 lb de jora	24 horas	8 días
	Claro	1 pata de toro 50 lb de azúcar 20 galones de agua		
<b>Jequetepeque</b>	(Color) vino	17 Kg de jora	---	48 horas
	claro	40 litros de agua		
<b>Cajabamba</b>	(Color) turbio	Chancaca		
	Pardo claro	5 lb de jora 15 lb de agua	9 -10 horas 18 - 20	10 - 12 horas
<b>Cajamarca</b>	Turbia	0.5 arrobas de chancaca	horas	
	Morado	15 l. de agua	1 hora	3 días
<b>Trujillo</b>	Turbio	6 lb de maíz 5 lb de azúcar	3 - 4 horas	
	Pardo claro	50 l. de agua	6 - 8 horas	1 -2 días
<b>HUÁNUCO</b>	Turbia	36 kg de chancaca		
	Pardo claro	10 kg de jora 4 kg de cebada	24 horas	1 día
<b>Juliaca</b>	Con sedimento	100 l. de agua Azúcar. 2 patas de res		
	Pardo Claro	1 Kg de jora		1 día
<b>Piura</b>	Turbio	30 l de agua 15 lb de chancaca	6 - 8 horas	15 días
	Pardo claro	15 lt. de agua 15 lb de jora	24 horas	3 días
	turbio	2 lb de chancaca		

Fuente: De Florio (2003).

### 2.2.4.1. Malteado

Velásquez (1979) indica que el objeto en esta etapa es producir la malta (jora); esta acción es conocida como malteo. Se trata de obtener buena cantidad de enzimas con la menor cantidad de materia prima consumida.

El malteo presenta las siguientes fases:

- Remojo: se realiza en tinajones de barro (costa norte) o en pozos de piedra rectangulares, de 10 centímetros de altura (sierra), y dura aproximadamente 12 a 14 horas.
- Germinación: en la costa norte se coloca el maíz sobre una capa de arena de 2 a 3 centímetros de altura, se riega y se cubre con arena y hojas de plátano, y otra vez arena y hojas de plátano, como un mil hojas. El maíz debe permanecer así por 4 días. En la sierra, en la misma poza de remojo se elimina el agua y se coloca ichu, y sobre el ichu se riega periódicamente. Esta operación dura entre 8 a 15 días.
- El maíz germinado o jora presenta modificaciones morfológicas por el desarrollo del talluelo, desaparición y reblandecimiento del grano, degradación de las proteínas y almidón, etc.

### Actividad de un producto malteado

Carrasco (1954) señala que consiste en la hidrólisis biológica de las materias amiláceas y proteicas que contiene, mediante enzimas producidas por el malteo. 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:
  - 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, 1954).
  - Alfa - amilasa: Actúa desordenadamente en enlaces 1,4 de almidón, produciendo unidades de dextrinas. La temperatura óptima de trabajo es de 70 - 76.2°C y un pH entre 4.6 - 5.

- b. **Proteolíticas:** Desdoblan las proteínas en compuestos más sencillos, como péptidos, aminoácidos
- c. **Fitasas:** Enzimas importantes porque ayudan a establecer y mantener el pH de la mezcla agua - malta durante la maceración.
- 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.

#### 2.2.4.2. Secado

Velásquez (1979) indica que, con la exposición al sol, las transformaciones que se producen en el cereal germinado dependen de la acción complementaria de distintas enzimas como la citasa, diastasas, amilasa y proteasa. Las transformaciones de la materia prima sirven de nutrientes para los microorganismos responsables de la fermentación, ya que estos no pueden asimilar macromoléculas como almidón, proteínas, etc.

#### 2.2.4.3. Cocción

Velásquez (1979) menciona el proceso indicando que primero, en una sartén completamente limpia, se tuesta la jora y la cebada. Luego, en una olla grande se hierva la jora, colocando 3 a 10 litros de agua por cada kilo de jora. Mientras hierva, tiempo de 6 a 24 horas, se agrega al agua la cebada y el clavo de olor. Se mueve constantemente para evitar que se queme, 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.

#### 2.2.4.4. Filtración

Velásquez (1979) señala que para el filtrado se utiliza fibra de algodón en la costa norte, y en la sierra se usa el ichu, el cual se coloca en una cesta en forma de redcilla. Esta acción consiste en separar los residuos sólidos de los líquidos.

De Florio (1986) menciona que se utiliza como medio filtrante su propio afrecho. Se requiere de un tiempo de reposo del mosto para la sedimentación de 15 - 30 minutos y se realiza a 78°C, realizando lavados continuos del lecho.

Esta operación presenta dificultad por la presencia alta de almidón gelificado que incrementa la viscosidad y asimismo la posible presencia de beta-gluconasas detectadas en alta cantidad en una malta mal disgregada.

#### **2.2.4.5. Fermentación**

Velásquez (1979) indica que la fermentación comprende de dos fases:

- Inoculación: se coloca el líquido dentro de cántaros que contienen una gran cantidad de levaduras en constante aumento y madurez (los llamados cántaros borrachos). También se realiza al colocar azúcar o chancaca, puesto que estos dulcificantes están constituidos por levaduras.
- Fermentación: dura aproximadamente 3 días, pero a las 48 horas ya se siente el sabor agridulce, y a las 96 la chicha adquiere el sabor característico de "chicha fuerte". Es recomendable mover la chicha mientras dura este proceso.

Al respecto Manrique (1978) indica que las levaduras mal llamadas "salvajes", son aquellas que intervienen en diversos procesos fermentativos espontáneos de la chicha de jora. Comprende una amplia gama de levaduras a la que denomina "levaduras nativas".

#### **2.2.5. Características organolépticas de la chicha de jora**

Manrique (1978) menciona que 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.

##### **2.2.5.1. Color**

El color es variado dependiendo de la materia prima utilizadas en su elaboración.



Viñas (1996) indica que 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.

De Florio (2003) señala que el color varía a través del tiempo de duración de la fermentación, iniciándose con el color pardo oscuro y tornándose a pardo claro.

#### **2.2.5.2. Aroma**

La chicha presenta un aroma "sui generis", esto probablemente por las características particulares de los productos volátiles responsables del aroma de la jora. (Manrique 1978).

León (1952) describe el olor como agradable.

El aroma se mantiene estable en el tiempo de fermentación, tiene características particulares de productos volátiles. Su aroma en general es agradable y no varía con el tiempo. (De Florio 1986).

#### **2.2.5.3. Sabor**

León (1952) señala que el sabor de la chicha de jora es agridulce y agradable.

De Florio (2003) señala que este 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.

#### **2.2.5.4. Claridad**

La chicha de jora es turbia.

#### **2.2.5.5. Sedimento**

De Florio (2003) manifiesta que 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 elaboración la chicha.

#### **2.2.6. Componentes de la chicha de jora**

Sumaq (2010) señala que los principales componentes de la chicha de jora son: Agua, proteína, grasa, carbohidratos, fibra, cenizas.

### 2.2.7. Tipos de chicha en el Perú

Aparte de la clasificación realizada por De Florio (2003) según regiones; se tiene una clasificación en base a ingredientes, realizada por Sumaq (2010), que se enumera en lo siguiente:

- De maíz morado
- De maíz blanco
- De maní
- De jora
- Arequipeña
- De jora con pata de vaca
- Loretana

### 2.2.8. Características químicas de la chicha de jora

Manrique (1978) encontró al analizar 43 muestras diferentes de chicha de jora, que el 91% de éstas tenía el grado alcohólico entre 0.8 - 5.7% en volumen, encontrando hasta 13%; en cuanto a la acidez se tuvo un 97% entre 0.48 - 3.9 % y 79% de las muestras a un pH entre 3.5 - 4.6.

Cuadro 5. Resultados del análisis en la chicha de jora.

Análisis	Resultados (%)
Furfural	0,0016
Acidez (expresado como ác. láctico)	1,234
Taninos	---
Alcohol en peso	7,58
Alcohol en volumen	8,98
Azúcares reductores	4,83

Fuente: Bush (1952).

El mismo investigador, no informa sobre el proceso de elaboración, del cómo y 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.

La composición de chichas, según Collazos (1953) en el cuadro 6:

Cuadro 6. Composición química porcentual de la chicha de jora y chicha morada.

Análisis	Chicha de maíz morado (%)	Chicha de jora (%)
Agua	93,2	95,0
Proteína	0,4	0,0
Grasa	0,3	0,0
Carbohidratos	5,8	4,9
Fibra	0,2	0,0
Ceniza	0,3	0,1

Fuente: Collazos (1953).

### 2.2.9. Microbiología de la chicha de jora

Las especies microbiológicas que fueron aisladas de la chicha de jora, se detallan en el cuadro 7.

Cuadro 7: Especies microbiológicas que fueron aisladas de la chicha de jora.

Especie aislada	Número de muestras
<i>S. cereviseae</i>	42
<i>S. carlsbergensis</i>	1
<i>S. tropicalis</i>	7
<i>S. exigens</i>	1
<i>B. anomalus</i>	8
<i>S. heterogenus</i>	1
<i>T. famata</i>	5
<i>S. fructicum</i>	5
<i>C. solari</i>	4
<i>S. pasteurianus</i>	12
Además, se encontró <i>Lactobacillus</i> como:	
<i>L. pasteurianus</i>	26
<i>L. delbruki</i>	19
<i>Bacillus subtilis</i>	13
<i>B. cereus</i>	5
<i>Micrococcus</i>	3

Fuente: Manrique (1978)

### 2.3. ANTECEDENTES

En cuanto a la bebida, producto de la jora, Manrique (1978); en su trabajo de investigación titulado "Flora microbiana de la chicha de jora y fermentación experimental de levadura", encontró al analizar 43 muestras diferentes de chicha de jora, que el 91% de éstas tenía el grado alcohólico entre 0.8 - 5.7% en volumen, encontrando hasta 13%; en cuanto a la acidez obtuvo un 97% entre 0.48 - 3.9 % y 79% de las muestras a un pH entre 3.5 - 4.6.

La composición química de la chicha de jora; determinado por Collazos (1953) en su libro "Composición química de la chicha de jora"; resume de la siguiente manera, agua 95 %, proteína 0 %, grasa 0 %, carbohidratos 4,9 %, fibra 0 % y cenizas 0,1 %. Concluyendo que en relación a la chicha morada, la jora es menos nutritiva, pero mejor en la cualidad de bebida dietética. En las redes de investigación se advierten trabajos de investigación sobre germinación controlada, lo cual sustentan la presente investigación.

Vallejo J. et al (2013), en una investigación desarrollada por un grupo científico español denominado "Levaduras nativas identificados como *Saccharomyces cerevisiae* por MALDI-TOF MS y por secuenciación de genes; como responsables de la fermentación de la chicha", tuvieron como objetivos la de identificar y caracterizar las cepas de levaduras presentes en la etapa de fermentación final de "chicha de jora" en 10 "chicherías" de la región de Cuzco o Cusco; la metodología utilizada ha sido la fenotípica y aproximación molecular D1 / D2 y 5.8S-ITS secuenciación y Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization-tiempo de vuelo espectrometría de masas (MALDI-TOF MS) que recientemente se ha propuesto como una técnica fiable para la identificación de levaduras clínicas. Sin embargo, este es el primer informe sobre la utilidad de esta técnica también para la identificación de levaduras de fermentación ya que los resultados obtenidos están en completo acuerdo con los abordajes de la secuenciación comúnmente utilizados para identificar las levaduras. Aunque las levaduras responsables de la fermentación de la chicha fueron identificadas como *Saccharomyces cerevisiae*, las especies comunes que intervienen en la fermentación alcohólica, mediante la secuenciación de genes y el análisis MALDI-TOF MS, nuestros resultados mostraron que presentan fenotipos atípicos con respecto a las de la presente especies.

Se aplicó por primera vez el análisis MALDI-TOF MS para la identificación de levaduras de origen no clínico y los resultados mostraron que todas las cepas de levaduras aisladas pertenecen a la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos tras el análisis de la D1 / D2 y 5.8S-ITS regiones. Sin embargo, las cepas tienen una chicha fenotípica que diferían en más de 40% en comparación con la de las cepas actuales de *S. cerevisiae*.

De los resultados de este estudio se puede concluir que: (i) las cepas de levaduras aisladas de diferentes "chicherías" en el Perú fueron identificados por dominio D1 / D2 y 5,8-SU secuenciación región como *S. cerevisiae*, (ii) el análisis MALDI-TOF MS confirmó la identificación de las cepas en la chicha peruana, como esta especie, (iii) los datos fenotípicos presentaron casi en 50% de diferencias fenotípicas con respecto a los registrados para *S. cerevisiae* en la literatura, y (iv) *S. cerevisiae*, cepas aisladas en este trabajo son los principales responsables de la chicha de fermentación, ya que fueron aisladas al final de este proceso, y fueron capaces de llevar a cabo fermentaciones alcohólicas en los mostos de malta de maíz.

Puerari et al (2014), en el trabajo de investigación realizado por un grupo de investigadores brasileros, denominado "Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la chicha de arroz, producido por los Umutina (indígenas brasileños)", se examinó la población microbiana que participan en la fermentación alcohólica y las características fisicoquímicas de la chicha producida por un grupo étnico nativo de Brasil. Se usó el método de la secuencia del gen 16S rRNA parcial, ubicándose géneros como *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Streptomyces*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Cronobacter*, y *Klebsiella* también fueron encontrados a lo largo de la fermentación, hongos nativos. Los valores de pH disminuyeron desde 5,2 (tiempo 0) a 3,9 a las 36 h de fermentación. No se encontró etanol. La concentración de ácido láctico aumentó rápidamente a lo largo de la fermentación hasta que se alcanzado un valor final de (1,4 g/L).

La fermentación de la chicha podría ser descrito por los siguientes fenómenos: (i) el aumento de la población bacteriana, las bacterias del ácido láctico (BAL) como el grupo más grande detectado; (ii) el aumento de concentraciones de ácidos láctico y cítrico; y (iii) el producto final se caracteriza por un alto contenido de ácidos y la ausencia de etanol, por lo tanto, la caracterización de chicha de arroz una bebida

ácida y no alcohólica. En primer lugar, este estudio caracteriza la población microbiana que participan en la fermentación alcohólica de chicha, que se produce a partir de arroz por los amerindios en Brasil. La investigación concluye que las bacterias lácticas y *Bacillus* sp., fueron los microorganismos predominantes en la bebida. Los resultados indican que los métodos utilizados permiten una caracterización adecuada de la microbiología y metabólica durante la fermentación espontánea de arroz para producir chicha.

Bartolo L. et al (2013), en la tesis realizada en la Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, titulado "Efecto del vacío en la absorbancia y el grado alcohólico en dos tipos de chicha de jora", se tuvo como objetivo la de determinar la influencia de la presión durante la destilación, en el grado alcohólico del destilado y la absorbancia y así encontrar parámetros necesarios para obtener una bebida destilada comercial semejante al pisco, ron, vodka, etc., además de obtener un producto con un mejor aspecto y mayor valor agregado. Para desarrollar la investigación, se utilizó chicha de jora (de maní y maíz) de la parte norte del país, a las muestras se colocó en un equipo de destilación, siendo evaluadas las siguientes variables; presión, tipo de chicha y grado alcohólico. Asimismo se utilizó el líquido destilado de la chicha de jora, en la que se evaluó el efecto de la presión (385-760 mmHg) y el tipo de chicha (blanca y oscura) sobre la absorbancia y el grado alcohólico de las muestras. Para el procesamiento de los datos, se ingresaron valores en M. Excel, luego para obtener un modelo experimental en el programa DATAFIT, que formula una ecuación exponencial de la siguiente forma:  $Y = \exp(a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d)$ , en la misma que la variable dependiente es la absorbancia.

Se llegó a una conclusión que sí existe una relación entre presión, grado alcohólico, tipo de chicha; obteniéndose una tendencia negativa en el modelo; al encontrarse que el efecto de la presión con un rango entre 385 – 760 mmHg y el tipo de chicha (blanca o marrón) influye en la absorbancia de las muestras de manera significativa; esto debido a la pureza obtenida en el destilado y al color predominante en cada tipo de chicha. La presión óptima para lograr alcanzar el mayor grado alcohólico (30° GL) en el destilado de la chicha blanca es de 400 mmHg, mientras que para la chicha oscura también se logra a la misma presión, pero con menor grado alcohólico (17°

GL). Asimismo se pudo saber que el vacío influye de manera inversa en la absorbancia, obteniéndose el mayor valor para la chicha blanca, a una presión de 400 mmHg, 0,020 de absorbancia debido a la clarificancia y mayor pureza obtenida para tal muestra, de tal manera la radiación ingresa con mayor facilidad.

Morales et al (2012), en la investigación que realizaron, con el título de "Forraje Verde Hidropónico de maíz amarillo (*Zea mays L*) con diferente concentración de solución nutritiva"; el objetivo de la investigación fue caracterizar el forraje verde hidropónico de maíz, con diferentes niveles de solución nutritiva en tres tiempos de cosecha. Se sembró en charolas de plástico un kg de maíz amarillo, con diferentes niveles de nutrientes en el riego 0, 25, 50, 75 y 100 % en tres tiempos de cosecha 8, 10 y 12 días. Se midieron tres variables: peso de la biomasa de un kg de maíz, altura de la planta y longitud de la raíz. Los datos fueron analizados por medio de PROC MIXED ( $P < 0.05$ ). La conversión de 1 kg de maíz a biomasa en base húmeda y la altura de la planta el día 12 de cosecha fue el mejor, la solución nutritiva 75 % obtuvo  $5.27 \pm 0.06$  comparado con los días 8 y 10. Los datos para la longitud de la raíz en los días de cosecha 10 y 12 fueron similares con una solución del 75% y un longitud de  $23.03 \pm 4.74$  y diferentes al de 8 días. Por lo que se concluye que los parámetros productivos del forraje verde hidropónico de maíz de la marca Dekalb variedad 20-20 son mejores cuando se cultiva a un 75% de la solución nutritiva con una edad de cosecha de 12 días. La mayoría de los autores ubican la edad de cosecha de forraje verde hidropónico en 15 días.

Quiñónez E. (2011), en una investigación de pregrado en la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" con el título de "Producción de forraje Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare L.*), Maíz (*Zea Mays L.*) y Arroz (*Oriza Sativa L.*), utilizando microorganismos eficaces en el agua de riego"; con el objeto de evaluar el rendimiento de biomasa del forraje hidropónico de las tres especies de cereales mencionados en los renglones anteriores, utilizando microorganismos eficaces (EM.1) en el agua de riego y a la vez determinar la composición química (proteína, fibra y grasa) del forraje producido; donde las tres especies fueron regados con agua de subsuelo y con EM-1. El experimento se condujo bajo las condiciones de un Diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3 (dos tipos de agua y tres de cereales). El rendimiento de forraje hidropónico para el agua de subsuelo simple y

con EM-1 fue de 4,269 y 4,216 kilos por bandeja, respectivamente; en tanto que para cebada, maíz y arroz fue de 6,535; 4,511 y 1,681 kilos por bandeja. No hubo diferencias significativas entre tipos de agua pero si ( $P \leq 0,01$ ) entre especies de cereales, la cebada superó al maíz y este al arroz. Respectivamente para el agua simple y con EM-1 se obtuvo la siguiente composición: 14,15 y 14,30 de materia seca; 13,70 y 13,24% de proteína bruta (base seca); 18,83 y 16,49 % de fibra cruda (base seca); 2,45 y 2,28% de grasa (base seca) y 4,3 y 4,37 de cenizas; no hubo diferencias significativas entre tipos de agua para cualquiera de los componentes analizados. Respectivamente para cebada, maíz y arroz se obtuvo 12,02; 14,49 y 15,71 % de materia seca; 18,78; 14,98 y 6,64 % de proteína bruta (base seca); 24,03; 13,61 y 13,84 % de fibra cruda (base seca); 2,68; 3,00 y 1,40 % de grasa (base seca); 3,43; 2,68 y 6,90 % de cenizas. La cebada superó significativamente ( $P \leq 0,01$ ) a las otras especies en proteína, fibra y grasa; pero fue superada en materia seca y cenizas. Se concluye que el uso de microorganismos eficaces EM 1, en el agua de riego para la producción de forraje verde hidropónico no ocasiona efecto significativo en el rendimiento, materia seca y composición química, en tratamientos aplicados a maíz, cebada y arroz.

Flores (2008), en la investigación de tesis de pregrado, titulado "Estudio de la productividad de dos gramíneas (*Hordeum Vulgare*, *Triticum aestivum*) y una leguminosa (*Vicia sp.*), para FVH." Que se realizó con el objetivo de estudiar la productividad de las gramíneas aludidas; con la evaluación respectiva como el porcentaje de germinación, demanda de humedad y rendimiento total; donde se llegaron a las conclusiones concretas en cuanto al porcentaje de germinación de semillas de cebada, trigo y haba; obteniendo el mejor resultado en la cebada con un promedio de 86,92%, mientras que para la habas fue de 82,32% y para el trigo 79,87%; destacándose que las habas requirieron una mayor demanda de humedad debido a su menor compactación entre semillas la cual facilitó el drenaje de la humedad; al final fue la cebada la que mayor poder germinativo demostró. En cuanto a la variable, rendimiento total; se reafirmó las cualidades productivas de la cebada ya que este presentó los mejores resultados al final del experimento, es importante destacar que la haba obtuvo mejores resultados que el trigo.



Rivera, et al (2010), en la investigación titulada "Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*), en condiciones de iluminación deficiente"; se evaluaron el efecto de dos soluciones nutritivas preparadas con fertilizante líquido comercial: Nitrofoska® (A) y Quimifol® (B) y tres métodos de cultivo: papel absorbente (P), malla (M) y malla-papel (MP) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz, *Zea mays L.*, bajo condiciones de iluminación natural deficiente. Se empleó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial para seis tratamientos y 10 réplicas. Después de la etapa de pre-germinación se usaron bandejas plásticas de 0,13 m<sup>2</sup> en las cuales se colocó el equivalente a 0,2 kg de semilla. Midiéndose el rendimiento (R), altura (A), cantidad de solución absorbida (SC), porcentaje de materia seca (MS) y de proteína bruta (PB). Solamente la PB presentó interacción significativa solución nutritiva x método de cultivo (P<0,05). El mayor rendimiento se consiguió con P y MP (772 g/bandeja); así como con la solución A (754 g/bandeja). Con la sustancia A se obtuvo la mayor A (30,27 cm), sin evidenciarse diferencias estadísticas respecto al método (P>0,05). No se observaron discrepancias entre tratamientos en el consumo de solución (1.377,0-1.462,5 ml). La MS no presentó diferencias significativas entre tratamientos (16,30-18,20 %) y la mayor concentración de PB se logró cuando se usó P con la solución B (18,13 %). Los resultados permiten concluir que, en condiciones de iluminación natural deficiente, el método P fue más eficiente para las variables R y PB. La solución A resultó mejor.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis planteada**

Se obtiene jora de maíz (*Zea Mais*) con alto contenido en azúcares, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH) y se mantendrán las cualidades características de la chicha de jora.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

- La cantidad de sólidos solubles presentes en la jora producida utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH), sentará base para un aporte cualitativo en la jora y la bebida.
- Existe una diferencia significativa, en el tiempo de obtención de jora producida tradicionalmente, frente a la producida, utilizando el método de

forraje verde hidropónico (FVH).

- Entre la jora tradicional y la producida mediante el método de forraje verde hidropónico (FVH); existirán diferencias en las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas; también en la bebida, derivada de las joras señaladas anteriormente.

## **2.5. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **2.5.1. Variable independiente**

X<sub>1</sub>: Jora producida utilizando el método forraje verde hidropónico (FVH).

X<sub>2</sub>: Jora producida por el método tradicional.

### **2.5.2. Variables dependientes**

Y<sub>1</sub>: Propiedades fisicoquímicas de la chicha de jora.

Y<sup>1</sup><sub>1</sub>: Azúcares reductores

Y<sup>1</sup><sub>2</sub>: pH

Y<sup>1</sup><sub>3</sub>: Acidez

Y<sup>1</sup><sub>4</sub>: Sólidos solubles

Y<sup>1</sup><sub>5</sub>: Grados alcohólicos

Y<sup>1</sup><sub>6</sub>: Conductividad

Y<sup>1</sup><sub>7</sub>: Turbidez

Y<sub>2</sub>: Propiedades organolépticas de la chicha de jora.

Y<sup>2</sup><sub>1</sub>: Olor

Y<sup>2</sup><sub>2</sub>: Color

Y<sup>2</sup><sub>3</sub>: Sabor

Y<sup>2</sup><sub>4</sub>: Consistencia

Y<sub>3</sub>: Propiedades microbiológicas de la chicha de jora.

Y<sup>3</sup><sub>1</sub>: Recuento de levaduras y mohos

### **2.5.3. Variables intervinientes**

- Tiempo de tratamiento térmico: (24 horas)
- Temperatura de tratamiento térmico: (92°C)
- Tiempo de fermentación: 3 días
- Concentración de jora: 2 kg de jora en 10 litros de agua
- Temperatura de fermentación: Ambiental (Promedio de 22°C)
- Humedad de fermentación: Ambiental (Promedio de 80%)

## 2.5.4. Operacionalización de variables

El cuadro 8 detalla la operacionalización de las variables.

Cuadro 8. Operacionalización de variables.

Variables	Dimensión	Indicadores
<b>Variables independientes</b>		
X <sub>1</sub> : Jora producida utilizando el método FVH		
X <sub>2</sub> : Jora producida utilizando el método tradicional.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Acidez</li> <li>• Sólidos Solubles</li> <li>• Humedad</li> <li>• Tiempo de obtención</li> </ul>	Medida Concentración Cantidad Cantidad Días	Cantidad de Iones H <sup>+</sup> Ácido Láctico °Brix % 5 – 7 días
<b>Variables dependientes</b>		
<b>Y<sub>1</sub>: Propiedades Fisicoquímicas de la chicha de jora. 0, 30, 60 y 90 días almacenadas al ambiente</b>		
Y <sub>1</sub> <sub>1</sub> : Azúcares Reductores	Concentración	19 g. x 300 mL
Y <sub>1</sub> <sub>2</sub> : pH	Medida	3,5 – 4,6
Y <sub>1</sub> <sub>3</sub> : Acidez	Cantidad	0,48 – 3,9
Y <sub>1</sub> <sub>4</sub> : Sólidos solubles	Cantidad	4 – 7
Y <sub>1</sub> <sub>5</sub> : Grados Alcohólicos	Concentración	0,8 – 5,7
Y <sub>1</sub> <sub>6</sub> : Conductividad	Medida	µS/cm
Y <sub>1</sub> <sub>7</sub> : Turbidez	Medida	NTU
<b>Y<sub>2</sub>: Propiedades Organolépticas de la chicha de jora. 0 y 90 días</b>		
Y <sub>2</sub> <sub>1</sub> : Olor	Cualitativa	Sui Generis
Y <sub>2</sub> <sub>2</sub> : Color	Cualitativa	Pardo Claro
Y <sub>2</sub> <sub>3</sub> : Sabor	Cualitativa	Agridulce
Y <sub>2</sub> <sub>4</sub> : Consistencia	Cualitativa	Líquida poco espesa
<b>Y<sub>3</sub>: Propiedades Microbiológicas de la chicha de jora 0 y 90 días</b>		
Y <sub>3</sub> <sub>1</sub> : Recuento de Levaduras y Mohos	Cantidad	UFC/ml
<b>Variables intervinientes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de tratamiento térmico</li> <li>• T° de tratamiento térmico</li> <li>• Tiempo de fermentación</li> <li>• Concentración de jora</li> <li>• H° y T° de fermentación</li> </ul>	Horas Medida Días Cantidad Medida	24 horas 92°C 3 días 2 kg jora/10 L de agua 80% y 22° en promedio

Las variables Y, están en función a la variable X.

$$(Y_1, Y_2, Y_3) = f(x)$$

**X** = Jora producida con el método de forraje verde hidropónico y artesanal.

**Y** = Propiedades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas de la chicha de jora.

La cantidad de sólidos solubles, las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, va depender de la aplicación de la nueva técnica de producción, utilizando el método de forraje verde hidropónico (FVH).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al tipo de investigación pertenece a la investigación aplicada porque está orientada a una caracterización de proceso de elaboración, fisicoquímica y sensorial. El nivel es experimental porque se van a realizar determinaciones y cuantificaciones con el uso de instrumentos de análisis.

#### 3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Procesamiento de la EAP Ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL y en el laboratorio de Bromatología de la EAP Ingeniería Agroindustrial; instalaciones pertenecientes a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco; entre los meses de agosto 2014 a junio de 2016.

#### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

##### 3.3.1. Población

- Maíz (*Zea mais*) serrano de la variedad amarilla, procedentes de la Región Huánuco; que se cultivan entre los 2800 y 3200 msnm, puntualmente de la Provincia de Dos de Mayo, Distrito de La Unión.

Cuadro 9. Población de estudio

Tratamientos	Cantidad de maíz en kg
T <sub>1</sub> : Método de forraje verde hidropónico (FVH)	12 kg de maíz serrano amarillo
T <sub>2</sub> : Método artesanal	12 kg de maíz serrano amarillo
<b>Total</b>	<b>24 Kg.</b>

##### 3.3.2. Muestra

- La muestra estuvo conformada por 3 kg de maíz: 1.5 kg que será sometida al método forraje verde hidropónico y 1.5 kg transformado en jora de manera artesanal, y de las muestras obtenidas se elaboró; chicha de jora.

Cuadro 10. Muestra de estudio

Tratamientos	Cantidad de maíz en kg
T <sub>1</sub> : Método de forraje verde hidropónico (FVH)	1.5 kg de maíz serrano amarillo
T <sub>2</sub> : Método artesanal	1.5 kg de maíz serrano amarillo
<b>Total</b>	<b>3 Kg.</b>

### 3.3.3. Unidad de análisis

Se ha considerado como unidades de análisis, cada lote de jora y bebida respectivamente. (Jora hidropónica y jora artesanal / bebida de jora hidropónica y bebida de jora artesanal).

Cuadro 11. Unidad de análisis para estudio

Tratamientos	Cantidad de jora en kg
T <sub>1</sub> : Método de forraje verde hidropónico (FVH)	1 kg de jora hidropónica
T <sub>2</sub> : Método artesanal	1 kg de jora artesanal
<b>Total</b>	<b>2 kg.</b>

Cuadro 12. Unidad de análisis para estudio

Tratamientos	Cantidad de chicha en lt.
T <sub>1</sub> : Método de forraje verde hidropónico (FVH)	5 litros de chicha de jora hidropónica
T <sub>2</sub> : Método artesanal	5 litros de chicha de jora artesanal
<b>Total</b>	<b>10 litros de chicha</b>

## 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En el cuadro 13, se muestran las especificaciones de los tratamientos utilizados en el presente estudio.

Cuadro 13. Especificaciones por tratamiento.

Tratamiento	Especificaciones
T <sub>1</sub>	Procesamiento y almacenamiento de chicha con jora obtenida por el método de forraje verde hidropónico (FVH)
T <sub>2</sub>	Procesamiento y almacenamiento de chicha con jora obtenida por el método artesanal

En el cuadro 14 se muestran cómo se hicieron los tratamientos para el estudio de la jora procesada mediante el método de forraje verde hidropónico (FVH) y procesado de manera artesanal, como también de la bebida; producto de ambos tratamientos.

Cuadro 14. Tratamientos de estudio en el trabajo de investigación.

Tratamientos	Jora artesanal	Jora hidropónica	Bebida de jora artesanal	Bebida de jora hidropónica
Análisis fisicoquímico	X	X		
Análisis organoléptico Fisicoquímico y Microbiológico.			X	X

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de investigación

**a. Test triangular:** Para la presente investigación se utilizó el test triangular. Método más usado por paneles de degustadores que permite medir propiedades sensoriales de los alimentos, diferencias en la materia prima, y en general es muy útil para determinar pequeñas diferencias.

Consistió en presentar a los 20 panelistas, tres muestras simultáneamente, diferentes:

Las posibilidades de combinación son:

$$n! = 1 \times 2 \times 3 = 6$$

ABC ACB BAC BCA CAB CBA

Se evaluó también por chi cuadrado, según la fórmula:

$$X^2 = \frac{(|4a - 2f| - 3)^2}{8n}$$

a = Aciertos a la muestra, bebida de jora (hidropónica)

f = Fallas o errores

n = Nro. de jueces

El test triangular nos sirvió para tres muestras de las cuales se detectaron diferencias de calidad o de la intensidad de una determinada característica de calidad.

#### **b. Diseño completamente al azar**

Para la determinación de diferencias estadísticas en datos cuantitativos, se utilizó el DCA cuyo modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Es el contenido de sólidos solubles en el j – ésimo repetición del i – ésimo método de producción de jora.

$\mu$  : La media general.

$T_i$  : Efecto del i-ésimo método de producción de jora.

$\varepsilon_{ij}$  : Error experimental.

Para comparar las medias de tratamiento se utilizó la prueba Tukey ( $P < 0.05$ ).



### c. Prueba no paramétrica de Friedman

La evaluación sensorial se realizó con un panel conformado por 20 panelistas semi - entrenados, en los ambientes del Laboratorio de Bromatología del Pabellón Central; quienes calificaron los atributos de calidad: color, sabor, olor y consistencia (Ver anexo 1) utilizando la Escala de Hedónica - Likert:

- Muy bueno (5)
- Bueno (4)
- Ni bueno ni malo (3)
- Malo (2)
- Muy Malo (1)

La evaluación de datos, fueron tratados estadísticamente mediante la prueba no paramétrica de Friedman ( $\alpha = 0,05$ ); alternativa para el diseño de bloques completos al azar.

Se realizó la prueba de Tukey para determinar la diferencia significativa entre las muestras durante su evaluación sensorial.

Se utilizó el siguiente estadístico de prueba:

$$X^2_r = \frac{12}{HK(K+1)} \sum Rc^2 - 3H(K+1)$$

En la expresión anterior:

- $X^2_r$  = estadístico calculado del análisis de varianza por rangos de Friedman.
- H = representa el número de elementos o de bloques (número de hileras)
- K = el número de variables relacionadas
- $\sum Rc^2$  = es la suma de rangos por columnas al cuadrado

#### 3.5.2. Datos a registrar

Los datos registrados fueron obtenidos en el laboratorio, en los procesos de elaboración de la jora; con la técnica tradicional y la producida mediante el método forraje verde hidropónico; se registraron los parámetros tecnológicos, análisis

fisicoquímicos poniendo énfasis en el de los sólidos solubles del producto final (jora fresca).

Una vez obtenidas las joras respectivas, se produjo a partir de ellas las bebidas respectivas (chicha de jora artesanal y chicha de jora hidropónica) con el registro pertinente de los parámetros tecnológicos, bebidas que fueron sometidos a evaluaciones en almacén durante 3 meses, haciendo evaluaciones en 0, 30, 60 y 90 días, en cuanto a análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y las características sensoriales de las bebidas (chicha).

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información**

#### **a) Técnicas de investigación documental o bibliográfica**

- **Análisis documental.** Nos permitió el análisis del material a estudiar y precisarlo desde un punto de vista formal y desde su contenido.
- **Análisis de contenido.** Estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemática el documento leído.
- **Fichaje.** Se usaron para construir el marco teórico y la bibliografía de dicho proyecto de investigación.

#### **b) Técnicas de campo**

- **Instrumento de investigación documental:**

Se utilizó lo siguiente:

- **Fichas de investigación o documentación.** Comentario, resumen y combinadas.
- **Fichas de registro o localización.** Bibliográficas, hemerográficas e internet.

- **Instrumento de recolección de información en laboratorio.**  
Libreta de apuntes (laboratorio)

Para la obtención y registro de datos se utilizaron formatos elaborados acorde a los análisis a realizar. Formatos en cuaderno de apuntes y en digital, estos últimos almacenados en memorias USB y laptops.

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office 2010; hoja de texto Word y de cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación la presentación de los resultados se realizaron en cuadros y figuras según corresponde y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizó el software estadístico SPSS22.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.6.1. Materia en estudio**

Se trabajó con maíz (*Zea Mays*) serrano de la variedad amarilla, producido en la Provincia de Dos de Mayo, comercializado en el Mercado de Abastos de la Ciudad de La Unión; los granos a utilizar fueron seleccionados con un análisis organoléptico y con el método de remojo de los granos; separando aquellos que flotaban, indicadores de infecundidad. Los granos se desinfectaron con Hipoclorito de sodio (al 2%), en un tiempo de (24 horas) en la operación de lavado de los granos.

#### **3.6.2. Materiales, equipos e instrumentos de control, reactivos e insumos**

##### **3.6.2.1. Materiales**

###### **a) Materiales para procesamiento de jora**

- 4 Baldes de 4 L de capacidad, 2 con agujeros en la base.
- Hipoclorito de Sodio al 4 % (Clorox), para desinfección y ablandado de corteza de granos (uso en gotas).
- Bandejas de plástico, marca Duraplast, de medidas 0.40 x 0.30 de una altura de 5 cm, con agujeros en un extremo.
- Plásticos de color negro, para cobertura de módulo hidropónico y base de jora artesanal.
- Módulo de hidroponía (germinador) construido en material aluminio, de 2 niveles; con 4 módulos para germinado en oscuridad; medidas

de 0.50 m de altura x 0.30 m de profundidad y 0.80 de ancho.

- Nebulizador o micropulverizador de agua.
- Envases de plástico termosellables.
- Balanza gramera Ohaus Scout de 600 gramos de capacidad.
- Estufa Binder 3
- 0 – 300° C, para secado de la jora.
- Reloj digital, para registrar el tiempo.
- Termohigrómetro para registrar T° y H° de producción de jora en ambos tratamientos.

**b) Materiales para procesamiento de bebida de jora**

- Balanza marca XCES – 5000; capacidad de 1 gramo a 5000 gramos.
- Cocina semi industrial MABE de 4 hornillas, combustible a gas.
- Termómetro marca LW de rango; -10° - 150°C.
- Ollas de acero de capacidad de 25 litros.
- Cucharón de acero, usado para agitar durante la cocción.
- Baldes para fermentación, con tapa.
- Envases de vidrio y plástico para almacenamiento.

**c) Materiales para el análisis fisicoquímico**

- Vaso de precipitado de 100 mL.
- Matraz Erlen Meyer de 250 mL.
- Fenolftaleína al 1%.
- Bureta con Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.1 N.
- Placas Petri.
- Pinzas sujetadoras.
- Campanas desecadoras.
- Fiolas de 100 mL.
- Vaguetas.
- 10 vasos de precipitado de 100 mL.
- 6 pipetas de 10 mL.
- 4 pipetas de 5 mL.
- 6 embudos
- Solución de DNS (1.1 g de NaOH + 1 gr de DNS + 0.2 g fenol en 100 mL de agua destilada).

- Sal de Rochelle (40 gr de Tartrato de sodio y potasio en 100 mL de agua destilada).
- Micropipeta.
- Carbón activado.
- Tubos Falcon.
- Tubos de ensayo.
- Gradillas.
- Vaso de precipitado de 1000 mL.
- Pinzas sujetadoras de tubos de ensayo.
- Fenolftaleína al 1%.
- Bureta con Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.1 N.
- Equipo de destilación: Refrigerante, balón, mechero, trípode y malla.
- Alcoholímetro
- Vasos descartables codificados.
- Fichas de evaluación.
- Placas Petrifilm 3M.
- Micropipeta.
- Microscopio como contador de colonias.

#### **3.6.2.2. Equipo**

- Brixómetro digital Schmidt – Haensch de 0 – 85 °Brix; procedencia Alemana.
- Potenciómetro marca Schott, Handylab pH 11, procedencia Americana - USA
- Balanza Analítica BELL Ingeniering de diezmilésimas (0.0001 g.) de sensibilidad, con rango entre 0 – 300 gramos, Americana.
- Estufa Binder 30 – 300° C, procedencia Brasileira.
- Centrífuga Rotina 300, hasta 10 000 rpm, procedencia Brasileira.
- Espectrofotómetro Genesys 20 Thermo Spectronic, Americana.
- Conductímetro SCHOTT Lab 960 procedencia Alemana.
- Turbidímetro LAVIBOND, procedencia Brasileira.

### 3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para el trabajo se utilizó el siguiente esquema experimental.

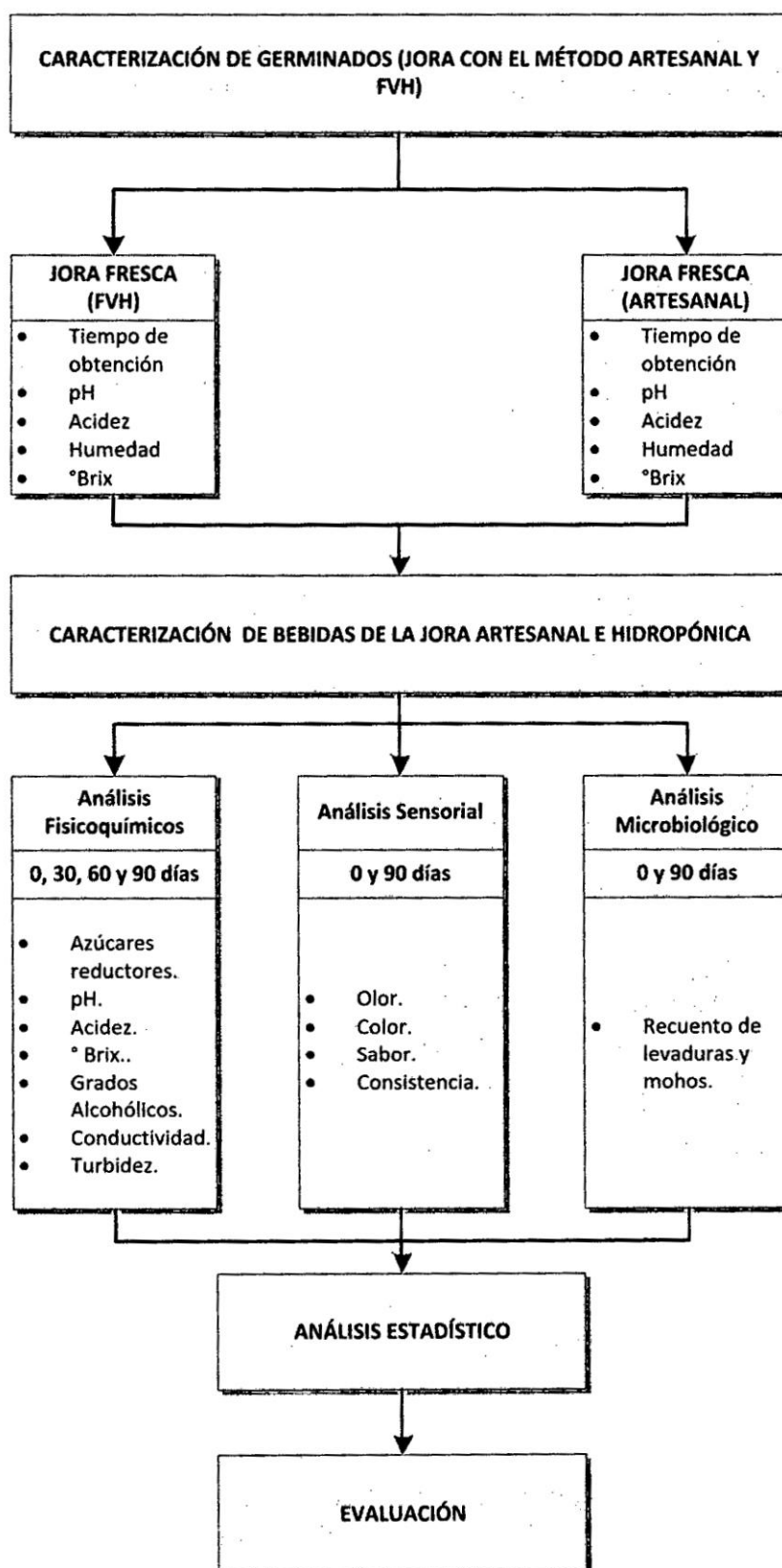


Fig. 02. Esquema experimental de la investigación.

### 3.7.1. Caracterización de germinados (jora hidropónica y jora artesanal)

Los análisis para la caracterización de la jora fueron realizados en el Laboratorio de Bromatología.

Las evaluaciones experimentales se rigieron por los siguientes métodos:

- **pH:** Por el método potenciométrico por la A.O.A.C. (1997)
- **Acidez:** Por el método descrito por la AOAC (Horwitz 1997).
- **Humedad:** Se determinó por el método gravimétrico (AOAC, 1997).
- **°Brix:** Se determinó por el método de la AOAC (1997)

### 3.7.2. Obtención de los germinados (jora)

La obtención de la jora se realizaron de dos maneras: El método de preparación de germinado simple, como lo realizan de manera artesanal los productores y el otro método innovador de utilizar un módulo de producción de forraje verde hidropónico (FVH), lo cual lo denominaremos método de forraje verde hidropónico (FVH).

Para ambos tratamientos se procedió a adquirir 3 kg de maíz amarillo serrano; cada 50 % (1.5 Kg) a cada tratamiento respectivamente.

#### 3.7.2.1. Obtención de jora por el método artesanal

##### a. Recepción de materia prima

Se hizo la recepción respectiva, teniendo en cuenta las cualidades organolépticas óptimas para someter la materia prima a una transformación adecuada.

Con la madurez fisiológica requerida, las que tengan pre-disponibilidad para la germinación (maíces de cultivos recientes). Para determinar la pre-disponibilidad a la germinación, se hizo la prueba de la flotabilidad, que consiste en remojar el maíz por espacio de un día; descartando aquellas que flotan una vez pasado el periodo de tiempo indicado.

Esta actividad es indispensable porque permite descartar granos infértiles que estén predispuestos a no germinar, tal como sugiere Sumaq (2010).

**b. Pesado**

Se pesaron 1.50 kg del maíz amarillo serrano, para ser sometidos a tratamiento de germinado artesanal, para proceder a la siguiente operación.

**c. Lavado**

Esta operación se realizó con el objeto de desechar partículas de tierra y agentes extraños; que pueden adherirse en las operaciones anteriores.

**d. Remojado**

Se realizaron en un balde de plástico, en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 2% durante 24 horas. La finalidad de la presente operación es de ablandar la corteza de los granos y de desinfectar los mismos.

Durante la operación del remojado se somete la inmersión de los granos fértiles; parámetros y finalidad que define claramente Quiñónez E. (2011).

**e. Enjuagado**

La presente operación se hizo para eliminar los residuos de hipoclorito de sodio y sustancias extrañas que pudieran impregnarse en los granos.

**f. Germinado**

Se extendieron los granos de maíz de manera uniforme sobre un plástico de color negro; con la finalidad de que no pierda humedad; extendiendo sobre los mismos otro plástico negro; todo éste preparado en un cuarto oscuro y habilitando un drenaje adecuado. El germinado del maíz para obtener jora, por el método artesanal, fue de 8 días; distribuyendo sobre el "tendido" agua pura, a través de un spray con una frecuencia de cada 8 horas, equivalente a 3 veces por día.

Los datos de T° y H° obtenidos con la medición del termohigrómetro estuvieron similares a las condiciones ambientales; en un promedio de 20 °C y 80 %; respectivamente.

Es en esta operación, en las condiciones de frescura, que se evaluaron



los parámetros de tiempo de obtención o germinado, °Brix, pH, acidez y humedad.

El tiempo para el germinado, es el estipulado por Velásquez (1979), para la producción artesanal en la sierra, señalando; sobre el maíz..., se coloca ichu, y sobre el ichu se riega periódicamente. Esta operación dura entre 8 a 15 días. Nuestros resultados obtenidos se enmarcan en este rango 8 días para el método artesanal de obtención de jora.

**g. Secado**

Una vez obtenida la malta de maíz o jora; se realizó el secado sobre placas, a una temperatura constante de 60° C en la Estufas Binder, durante 48 horas.

El secado va depender de las condiciones de tiempo y temperatura; la T° utilizada, es la adecuada para evitar el deterioro de elementos volátiles y caramelización de la malta, tal como indica Milla (1959), remarcando que el secado natural a temperatura ambiental es mejor que las que se realizan en estufas.

**3.7.2.2. Obtención de jora por el método de forraje verde hidropónico (FVH)**

**a. Recepción de materia prima**

Se siguieron las acciones, al igual que en la obtención de jora artesanal. Se realizó una evaluación organoléptica; se seleccionaron aquellos con la madurez fisiológica requerida, las que tengan pre-disponibilidad para la germinación, con la prueba de la flotabilidad, que consiste en remojar el maíz por espacio de un día; descartando aquellas que flotan una vez pasado el periodo de tiempo indicado. Tal como indica, Velásquez (1979), la semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75 % para evitar pérdidas en los rendimientos. El lote de semillas no debe contener semillas partidas ni semillas de otros cultivares comerciales.

**b. Pesado**

Se pesaron 1.50 kg del maíz amarillo serrano, para ser sometidos a tratamiento de germinado en módulo de FVH.

**c. Lavado**

El lavado tiene el objeto de desechar partículas de tierra y agentes extraños; que pudieron haberse adherido en las operaciones anteriores, Rivera (2010).

**d. Remojado**

Al igual que en la jora artesanal, se remojan los granos en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 2% durante 24 horas, como recomienda Rivera (2010), para ablandar la corteza de los granos y de desinfectar los mismos.

**e. Enjuagado**

La presente operación se hizo para eliminar los residuos de hipoclorito de sodio, Rivera (2010).

**f. Pre – germinado**

Los granos de maíz son acondicionados para poder ser introducidos al módulo de forraje verde hidropónico.

Se acondicionaron, los granos, una vez enjuagados para quitar los restos de hipoclorito de sodio, se dispusieron en baldes con agujeros, donde periódicamente se le regaron con sprays cada 2 veces por día. Esta operación se hizo en tres días. Tal como sugiere Quiñónez E (2011).

**g. Germinado en módulo de forraje verde hidropónico (FVH)**

Se hizo tal como indica Sepúlveda (1994), sobre unas bandejas hidropónicas, que fueron sometidas a desinfección, se extendieron los granos de manera uniforme de 3 cm de espesor. En el mismo tema Quiñónez E. (2011), recomienda que la densidad de siembra de 5 kg/m<sup>2</sup> para producción de forraje hidropónico, no es recomendable para el maíz, porque afecta su rendimiento.

Para la saca de los germinados se tuvo como prioridad la altura de las mismas, obteniéndose 1 a 2 cm en 6 días para el método de forraje verde hidropónico; recomendación de De Florio (2003). Cabe recalcar que se obtuvo 2 cm en 8 días para el método artesanal.

Como ya se indicó para los evaluar los factores de T° y humedad, se tuvo como referencia los parámetros ambientales del Distrito de

Pillcomarca; que tiene una altitud de 1934 msnm, una T° promedio de 22°C y una H° media de 80 %. Velásquez (1979), menciona que el rango óptimo se sitúa siempre entre los 18° y 26 °C; lo cual se cumple con lo referido por el autor. En cuanto a la humedad; el mismo autor refiere que la H° en condiciones de manejo hidropónico no debe bajar de 90 % de humedad, con una buena ventilación para evitar el ataque de hongos; lo cual se habilitó un aspersor que remueva también las condiciones del aire dentro del módulo, incorporando así la ventilación sugerida por Velásquez (1979).

Los datos de T° y H° obtenidos con la medición del termohigrómetro estuvieron en un promedio de 20 °C y 89 %; respectivamente, datos que se enmarcan dentro de los rangos señalados por Velásquez (1979).

La jora hidropónica fresca fue sometida a una evaluación de parámetros de tiempo de obtención o germinado, °Brix, pH, acidez y humedad; resultados que se muestran en la tabla 10.

#### **h. Secado**

Una vez obtenida la malta de maíz o jora; se realizó el secado sobre placas, a una temperatura constante de 60° C en la Estufas Binder, durante 48 horas (dos días). Como ya se mencionó esta temperatura es adecuada para evitar el deterioro y disminución de elementos volátiles y evitar la caramelización del germinado.

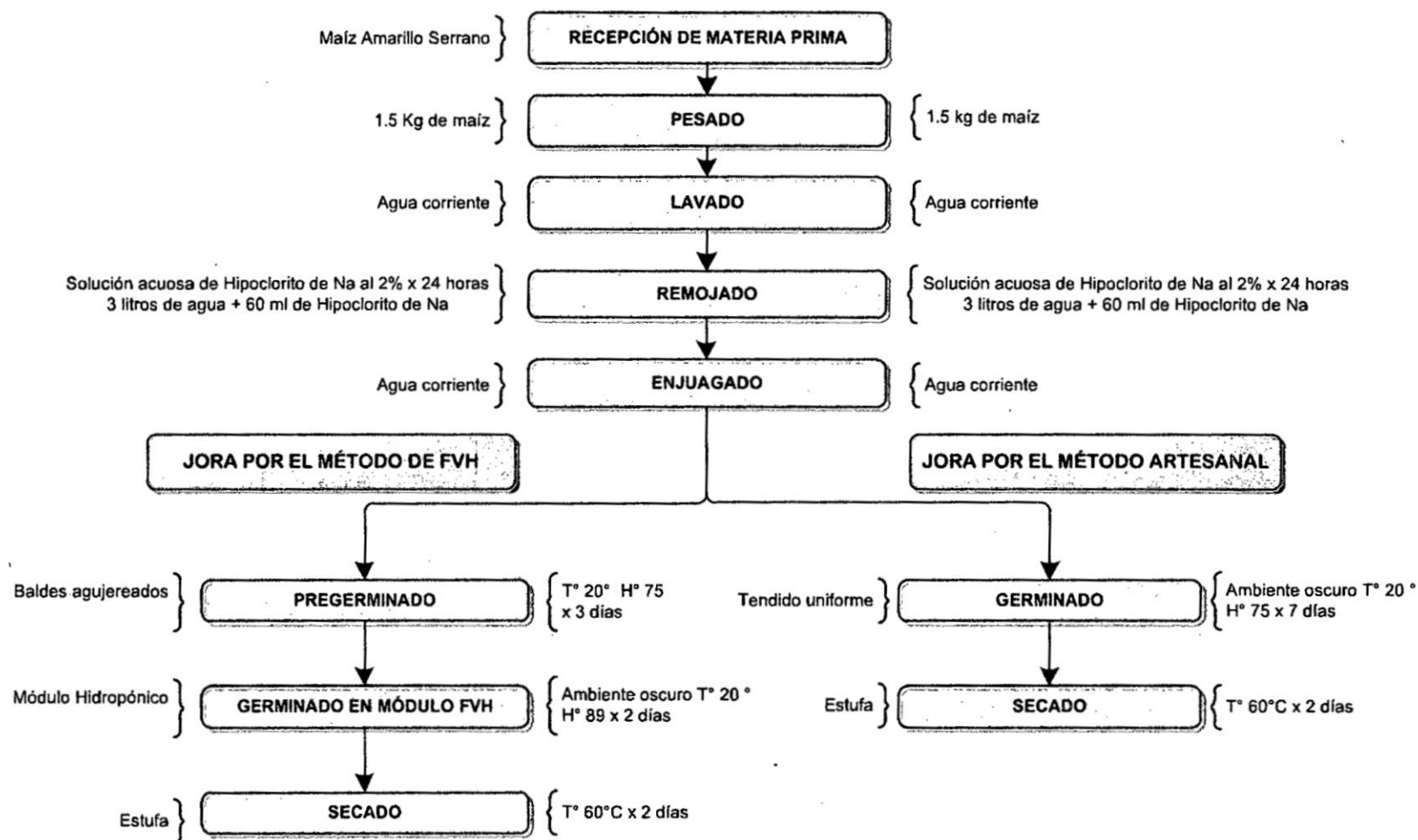


Figura 03. Diagrama de flujo para el germinado de maíz o jora por el método de forraje verde hidropónico y artesanal.

### 3.7.3. Obtención de las bebidas de la jora hidropónica y artesanal

Para el presente estudio; los germinados provenientes de ambos métodos (tradicional y FHV), fueron sometidos a las mismas condiciones de proceso, con las mismas operaciones y los parámetros correspondientes, que se detallan en el siguiente flujograma y que corresponden a la fórmula básica utilizada en la preparación de chicha en la región andina de la región Huánuco.

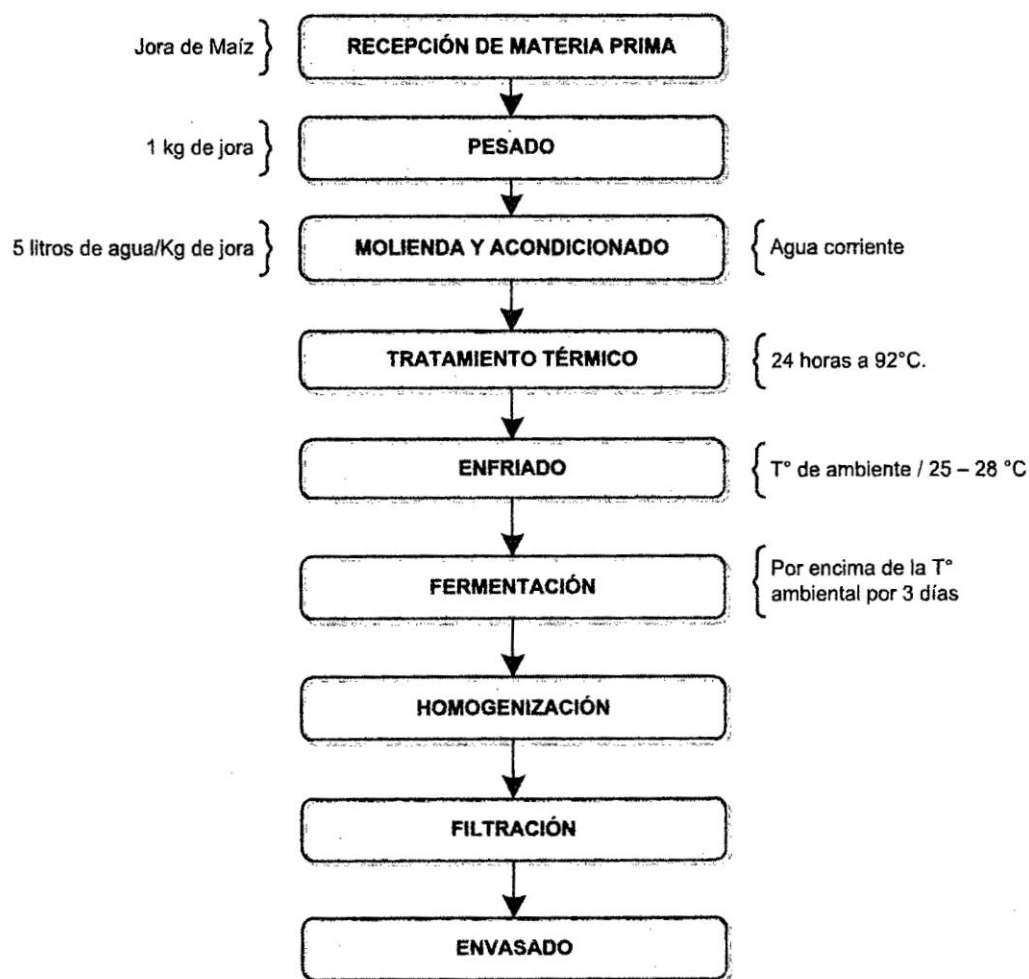


Figura 04. Diagrama de flujo para la elaboración de chicha de jora.

Los modos de preparado de la chicha de jora aún no se estandarizan, por la versatilidad y las diferencias en los modos de elaboración como lo clasifica De Florio (2003) en el cuadro 4. Tiene que ver con las condiciones de ambiente, materiales disponibles, elaboración, etc. La fórmula básica utilizada fue la de la chicha preparada en la región andina de la región Huánuco como lo clasifica el mismo autor.

**a. Recepción de materia prima**

La recepción de materia prima, consistió en la inspección visual para determinar las condiciones óptimas de la materia prima, en este caso de las joras obtenidas por el método tradicional y el método de FVH; con la que se elaboraron las bebidas respectivas.

**b. Pesado**

La operación del pesado se realiza para realizar el seguimiento cuantitativo de los ingredientes, en todo el proceso.

**c. Molienda y acondicionado**

Para el caso de ambas joras; la producida en módulo de forraje hidropónico y la artesanal fueron sometidas a una molienda gruesa, que se definiría en una partición de la jora, con un molino manual. De Florio (2003), enfatiza que la molienda es una operación necesaria para facilitar la disgregación de sustancias presentes en el germinado seco.

La formulación de agua y jora partida; se hizo en base a 2 kg de jora, adicionándose 10 litros de agua, estando en el rango proporcionado por Velásquez (1979), que establece de 3 a 10 litros de agua por cada kilo de jora.

Se utilizó esta formulación para obtener mayor concentración en los componentes que caracterizan a la chicha de jora de la región, puesto que De Florio (2003), afirma que en la región Huánuco se formula un combinado de jora y cebada de 14 Kg para 100 litros de agua, que es equivalente a 7 litros de agua para 1 kg de jora y cebada, tal como se muestra en el cuadro 4.

**d. Tratamiento térmico**

El tratamiento térmico que se sometió a la mezcla de jora y agua fue a una temperatura de cocción durante 24 horas como señalan los autores; Velásquez (1979) y De Florio (2003).

Se realizó esta operación con el objetivo de esterilizar el mosto, destruir enzimas, precipitar proteínas que causan turbidez y concentración del mosto; como lo reafirma Velásquez (1979). El mismo autor señala que durante el tratamiento térmico hay que agitarlo constantemente para evitar que se queme, 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. Velásquez (1979).

Por la altitud del lugar de investigación, la temperatura de cocción fue de 92 °C. (Huánuco se encuentra a una altitud de 1898 msnm).

**e. Enfriado**

Esta operación se realizó antes de la inoculación de la levadura, para descender la temperatura hasta las adecuadas para la actividad de las levaduras sobre los azúcares.

Se realizó a temperatura ambiental que fluctúa entre 25 y 28 °C, llegando la temperatura del líquido a 30° C.

**f. Fermentación**

La inoculación de la levadura se hizo tal como indica De Florio (2003), una vez reducida la temperatura a 30°C se procedió a la inoculación de la levadura, teniendo como parámetro lo afirma De Florio (2003), que la cantidad de levadura a usarse fluctúa entre 0,5 a 1,0 l/hL de levadura pastosa con 60% de sólidos. El usado para nuestro estudio se hizo una mezcla de levadura pastosa (60 mL), mezclando 36 gramos de *Saccharomyces Cerevisiae* con 24 mL de agua tibia).

De Florio (2003) recalca, que el pH óptimo para la fermentación es de 5. Se tuvo en cuenta esta recomendación, esperando a que el preparado llegue a 5 de pH.

Una vez determinados y controlados los parámetros se dispusieron las bebidas respectivas en cántaros de arcilla, para continuar con la operación durante 3 días, tiempo obtenido de un promedio usado en el país para la fermentación de la chicha. A las 48 horas ya se siente el sabor agridulce. Se sometió de igual manera a una agitación a intervalos de cada 6 horas, mientras duró la operación; parámetros tal como sugiere De Florio (2003).

Puerari C. et al (2014), llega a la conclusión de que la fermentación de chicha podría ser descrito por los siguientes fenómenos: (I) el aumento de la población bacteriana, las bacterias del ácido láctico (BAL) como el grupo más grande detectado; (II) el aumento de concentraciones de ácidos láctico y cítrico; y (III), por lo tanto, la caracterización de chicha

como una bebida ácida y no alcohólica. La investigación concluye que las bacterias lácticas y *Bacillus* sp., fueron los microorganismos predominantes en la bebida.

#### **g. Homogenización**

La operación de homogenización, es en la que se le añade azúcar para contrarrestar las mismas que han sido asimilados por las levaduras. En nuestro proceso se hizo un separado; para realizar los análisis de azúcares reductores, pH, acidez, sólidos solubles, grados alcohólicos, conductividad, turbidez y hongos y levaduras; no se le adicionó azúcar. La adición de azúcar solo fue para el análisis sensorial, completando las respectivas bebidas a 10 °Brix. Teniendo como resultados la medición de sólidos solubles de 3 °Brix para la chicha tradicional y 6 °Brix para la chicha hidropónica; se añadieron un aproximado de 70 y 40 gramos de azúcar respectivamente por cada litro de bebida.

#### **h. Filtración**

La operación de filtrado consistió en separar los sólidos de los líquidos como define Velásquez (1979), para el presente estudio se realizó con una gasa, supliendo el algodón que se utiliza en la costa o al ichu usado en la sierra, y el propio afrecho que menciona De Florio (2003).

#### **i. Envasado**

Se realizó en envases de plástico esterilizado, para depositarlos en almacén a temperatura ambiental y evitando la incidencia directa de los rayos de sol como recomienda De Florio (2003) y a cada 30 días someterlos a continuos análisis como se señalan en la figura 2.

### **3.7.4. Análisis fisicoquímico de la chicha de jora**

Todos los análisis instrumentales (fisicoquímicos) fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Bromatología del pabellón central de la Universidad Nacional "Hermilio Valdizán".

Las evaluaciones experimentales se rigieron por los siguientes métodos:

- **Humedad:** Se determinó por el método gravimétrico (AOAC, 1997).



- **Acidez:** Por el método descrito por la AOAC (Horwitz 1997).
- **°Brix:** Se determinó por el método de la AOAC (1997)
- **pH:** Por el método potenciométrico por la A.O.A.C. (1997)
- **Azúcares reductores:** Se determinó según lo establecido por Miller (1959)
- **° Alcohólicos:** Se determinó por el método de la AOAC (1997).
- **Conductividad:** Por medición directa con el conductímetro
- **Turbidez:** Medición directa con el Turbidímetro.

### 3.7.5. Análisis microbiológico de la chicha de jora

El análisis microbiológico fue encargado a la empresa Saqmic en Lima,

- **Recuento de levaduras y mohos.** Se determinó por el método oficial 997.02 AOAC para alimentos.

### 3.7.6. Análisis sensorial de la chicha de jora

Para la evaluación organoléptica de los dos tratamientos (chicha de jora artesanal y jora hidropónica) se utilizó el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos para los atributos sabor y textura y para la diferenciación una escala de 1 a 5 (Anzaldúa 1994). Las muestras fueron codificadas cada una con dígitos diferentes, mediante una tabla de números aleatorios. Un panel de 15 panelistas juzgaron su "nivel de agrado" por color, olor, sabor y consistencia, utilizando la escala hedónica. El panel de catadores, estuvo conformado por estudiantes egresados y personal docente de la EAP Ingeniería Agroindustrial, de ambos sexos, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la UNHEVAL.

La prueba sensorial consistió en dos etapas. En la primera, se hizo la prueba de diferenciación que básicamente se usó para seleccionar a los panelistas y fijar los niveles de sensibilidad adecuados para la cata. Se colocaron las muestras, ordenadas aleatoriamente, convenientemente identificada y separadas; y en la segunda, se valoró el sabor y la consistencia de cada sustitución. Las raciones se sirvieron con agua de mesa como neutralizante entre muestra y muestra.

La escala hedónica para la prueba de diferenciación de 0 a 4 puntos es la siguiente:

- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| - Ninguna diferencia  | Valor: 0 punto  |
| - Ligera diferencia   | Valor: 1 puntos |
| - Diferencia moderada | Valor: 2 puntos |
| - Gran diferencia     | Valor: 3 puntos |
| - Diferencia extrema  | Valor: 4 puntos |

Con ésta escala, los panelistas calificaron el grado de satisfacción global de la muestra, adicionalmente se facilitó una sección en la hoja de evaluación para que expresen sus comentarios, como se muestra en el anexo 3. (Anzaldúa 1994, Sancho 2002).

La evaluación de datos, fueron tratados estadísticamente mediante la prueba no paramétrica de Friedman ( $\alpha=0,05$ ); alternativa para el diseño de bloques completos al azar, recomendado por Montgomery (2004) y Sotomayor (2008).

Se realizó la prueba de Tukey para determinar la diferencia entre las muestras durante su evaluación sensorial.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS JORAS FRESCAS

Se hicieron tres pruebas experimentales; para obtener un promedio general. Ver Anexos.

Esta parte de la investigación corresponde a una investigación básica, porque no se cuentan con antecedentes de investigación a la jora fresca, salvo aquellas que corresponden al forraje hidropónico.

Una vez obtenidas las joras frescas, con los dos métodos se sometieron a una evaluación comparativa de los germinados, respecto a la caracterización, cuyos resultados se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Resultados comparativos de la caracterización del germinado de maíz (jora fresca), obtenida por el método tradicional y FVH.

Característica	Método de producción utilizado	
	Método tradicional	Método FVH
pH.	5.62	6.50
Acidez. % (expresado en ácido láctico)	0.027	0.022
Sólidos solubles. °Brix	6	9
Humedad. (%)	63.73	81.91
Tiempo de obtención. (Días)	10	8

El pH medido corresponde a 5.62 para la jora obtenida por el método tradicional, con diferencia de una unidad con la medida para la jora obtenida por el Método de Forraje Verde Hidropónico, que resultó 6.50, esta última, estando en una posición ligeramente cercana a la neutralidad.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 1862.00 y el  $F_{tab}$  es igual a 7.71; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos

tratamientos en el pH de la jora fresca artesanal e hidropónica son diferentes. (Ver anexo 4.1).

En la figura 05; se muestran las diferencias entre ambos tratamientos en el parámetro de pH.

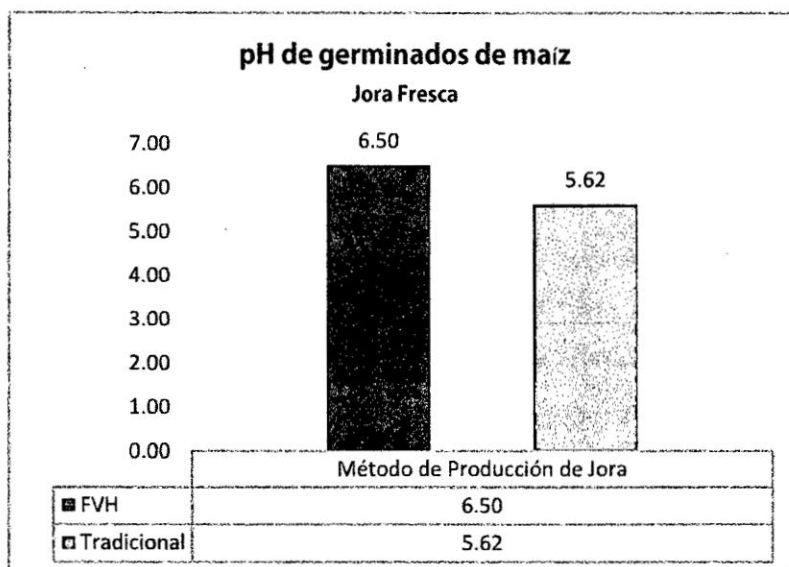


Figura 05. pH de jora fresca obtenida por el método tradicional y el método de forraje verde hidropónico.

La acidez de la jora fresca se ha obtenido de manera respectiva; para la producida por el método tradicional 0.027% y la que ha utilizado el método de Forraje Verde Hidropónico tiene 0.022%; en este caso la acidez expresada en ácido láctico, que porcentualmente es mejor en la jora obtenida por el método tradicional.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 23.84 y el  $F_{tab}$  es igual a 7.71; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, concernientes a % de acidez de la jora fresca artesanal e hidropónica son diferentes. (Ver anexo 4.1).

En la figura 6; se muestran los resultados, en gráfico de barras, sobre las diferencias en % de acidez, entre ambos tratamientos, al obtener las joras frescas.

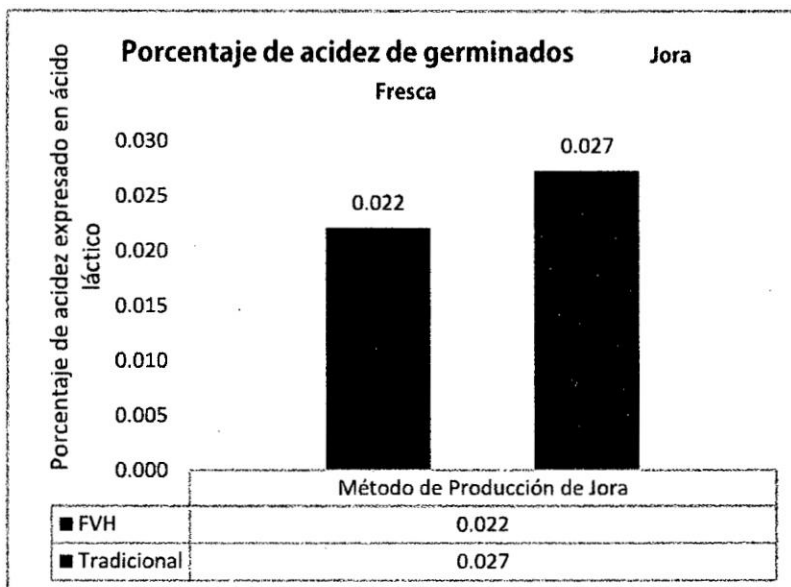


Figura 06. Porcentaje de acidez de la jora fresca, obtenida por el método tradicional y el método de FVH.

Los sólidos solubles evaluados en los germinados de maíz o jora fresca, se establecieron como se demuestra en la figura 7; en la que la jora producida por el método de forraje verde hidropónico obtiene 9 °Brix, en tanto que la producida por el método artesanal o tradicional; obtiene 6 °Brix; reuniendo la ventaja en la primera (FVH) por obtener mejores concentraciones en sólidos solubles, la cual configura un valor importante y una característica esencial como una condición favorable para la fermentación de la chicha de jora.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 149.64 y el  $F_{tab}$  es igual a 7.71; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a sólidos solubles expresado en °Brix de la jora fresca artesanal e hidropónica son diferentes. (Ver anexo 4.1).

En la figura 7 se muestran en gráficos de barras, los resultados obtenidos al comparar ambos tratamientos; fluctuando entre ambos tratamientos hasta por tres unidades, las diferencias que ubican al germinado por el método de forraje hidropónico como el mejor tratamiento para generar mayor cantidad de sólidos solubles.

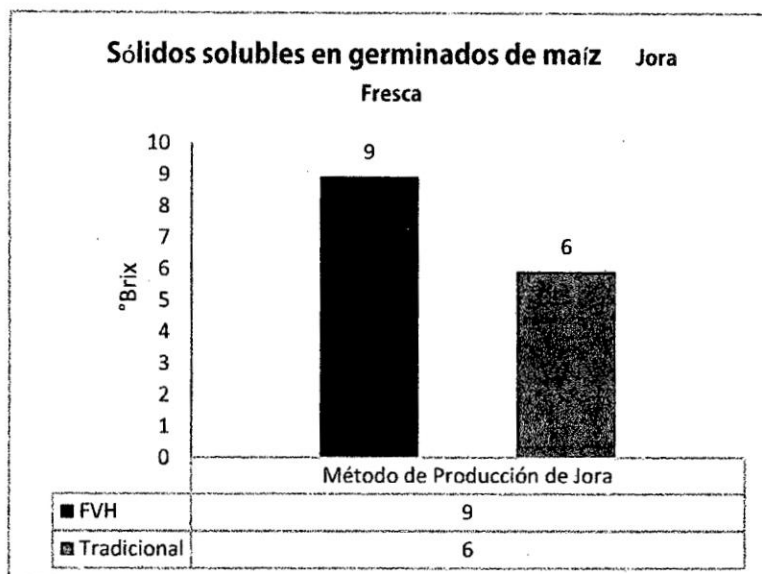


Figura 07. Sólidos solubles expresados en °Brix de la jora fresca; obtenida por el método tradicional y el método de forraje verde hidropónico.

Los resultados en cuanto a la humedad nos indican el 81,91% para el germinado de maíz por el método FVH; tanto que el producido por el método tradicional tiene una humedad de 63.73%. Estas diferencias se deben a los controles que se tienen entre ambos métodos; en el FVH se tiene un control de la luminosidad, humedad y temperatura; las cuales se tienen que manejar en unos rangos adecuados, mientras la producción por el método tradicional obedece a circunstancias propias del ambiente en la cual se procesan.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 9.88 y el  $F_{tab}$  es igual a 7.71; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a humedad de la jora fresca artesanal e hidropónica son diferentes. (Ver anexo 4.1).

En la figura 08 que corresponde a un gráfico de barras, se muestran el promedio del contenido de agua en cada tratamiento; siendo la jora fresca obtenida por el método del FVH, la que mayor retención de agua tuvo en comparación a la jora fresca obtenida por el método artesanal.

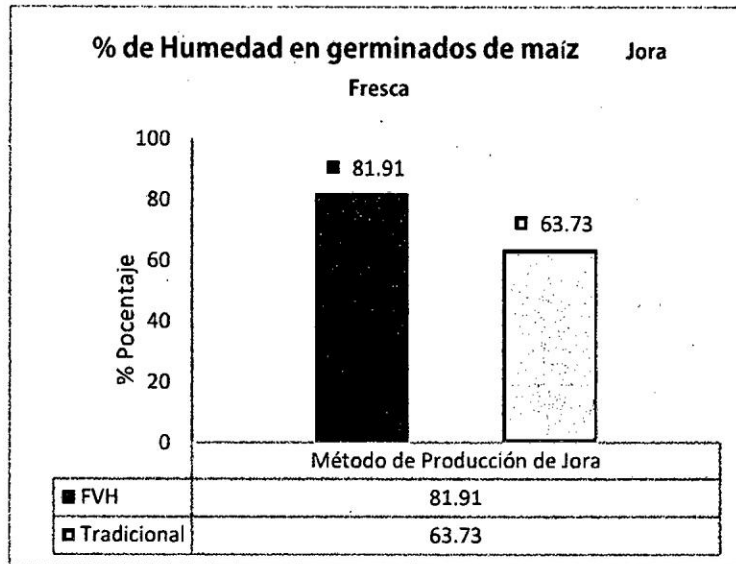


Figura 08. Porcentaje de humedad de la jora fresca; obtenida por el método tradicional y el método de FVH.

Para medir el tiempo de obtención del germinado de jora fresca, implicó también la operación final de secado en estufa; registrándose un promedio de 10 días para el germinado por el método tradicional y 8 días para el germinado por el método de Forraje Verde Hidropónico; encontrándose un promedio de ahorro de tiempo de 2 días en favor del método de FVH.

Se obtiene un ahorro de tiempo de 2 días favorables al germinado por el método de FVH y que se demuestran en la figura 09 y el cuadro 16.

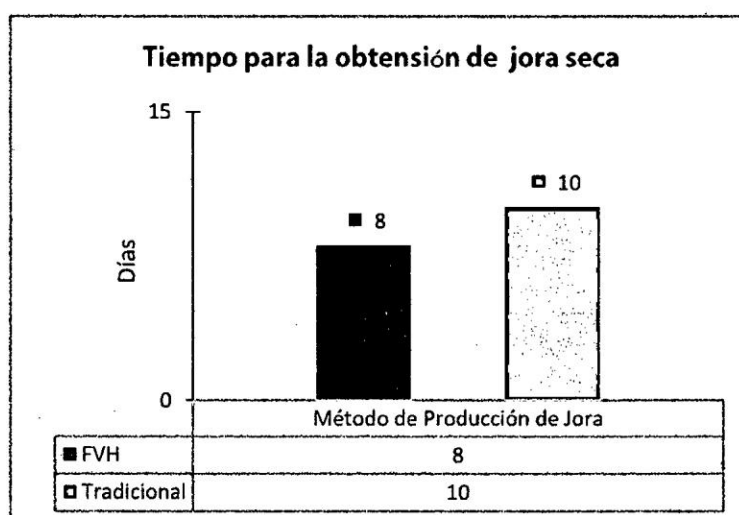


Figura 09. Tiempo de obtención de la jora seca, obtenida por el método tradicional y el método de FVH.

Cuadro 16. Tiempo para la obtención de jora de maíz (seco) por el método tradicional y método de forraje verde hidropónico.

Método	Operaciones y tiempo de ejecución en promedio		Total en promedio
Método Tradicional	Remojado con Lejía	1 día	10
	Germinado	7 días	
	Secado	2 días	
Método FVH	Remojado con Lejía	1 día	8
	Pre Germinado	3 días	
	Germinado en módulo	2 días	
	Secado	2 días	

▪ **Otros parámetros en la jora de maíz**

➤ **Rendimiento de materia prima para la obtención de germinado fresco**

Los estudios en germinados hidropónicos se realizaron cuando estos contaban con 15 días de producción; que es el objeto del forraje hidropónico. El rendimiento que se ha realizado para el presente estudio es cuando el germinado cuenta con 1 a 2 cm de altura; según los resultados obtenidos se consiguió esta medida a los 8 días para el caso del método tradicional y a los 6 días para el método de FVH; como indican los resultados del presente estudio.

Cuadro 17. Rendimiento de la materia prima, para la obtención de jora fresca por el método tradicional y de FVH.

Método	Cantidad de maíz ingresado (gramos)	Cantidad de jora fresca obtenida	Rendimiento total
Método Tradicional	1000	1950	195%
Método FVH	1000	2134	213,40%

Como es de notar, en el cuadro 17, donde se muestran los rendimientos



respectivos, por ambos métodos utilizados, los resultados obtenidos son 213.40 % de rendimiento promedio para el método de FVH y 195 % para el método tradicional.

#### 4.2. DE LA EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA DE LA CHICHA DE JORA EN ALMACÉN

En el cuadro 18 se muestran los resultados de la evaluación fisicoquímica de las bebidas elaboradas de la jora tradicional y de la obtenida por el método de FVH.

Cuadro 18. Resultados comparativos de la evaluación fisicoquímica de las bebidas (chicha de jora artesanal e hidropónica) almacenadas durante 90 días.

Derivación	Característica	Resultados	
		0 días	90 días
Tradicional	• Azúcares reductores (g/100 mL)	7,03	4,30
	• pH	3,815	3,776
	• % de Acidez (expresado en ácido láctico)	0,72	0,77
	• Sólidos Solubles (°Brix)	2,9	2,6
	• °Alcohólicos	0,0	1,1
	• Conductividad (µs/cm)	2,83	2,94
	• Turbidez (NTU)	858	254
Forraje Verde Hidropónico (FVH)	• Azúcares reductores (g/100 mL)	9,65	4,46
	• pH	4,171	4,141
	• % de Acidez (expresado en ácido láctico)	0,51	0,48
	• Sólidos Solubles (°Brix)	6,0	5,4
	• °Alcohólicos	0,0	1,4
	• Conductividad	4,01	3,85
	• Turbidez (NTU)	1064	1001

En el presente trabajo de investigación, los azúcares reductores para la chicha elaborada con jora obtenida por el método tradicional, a los 0 días fue de 7.03 g/100 mL, llegando a reducirse a los 90 días a 4.30 g/100 mL; en tanto que la bebida obtenida de la jora hidropónica, a los 0 días partió con 9.65 g/100 mL, llegando a reducirse a 4.46 g/100 mL; esta reducción ocasionada por la síntesis de esos azúcares por parte de las levaduras, en alcohol.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se

obtiene un  $F_{cal}$  de 1.44 y el  $F_{tab}$  es igual a 5.99; siendo  $F_{cal}$  menor que la  $F_{tab}$ , por tanto se acepta la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a azúcares reductores de la chicha de jora artesanal e hidropónica son similares en términos estadísticos. (Ver anexo 5).

En la figura 10, se presentan las variaciones de los azúcares reductores respecto al tiempo de almacenamiento, a condiciones de temperatura, humedad y luminosidad naturales. La evaluación estadística configuró diferencias significativas en los 0 días, y llegando a la similitud a los 90 días entre las muestras de los tratamientos de chicha artesanal e hidropónica a través del tiempo en que fue almacenado.

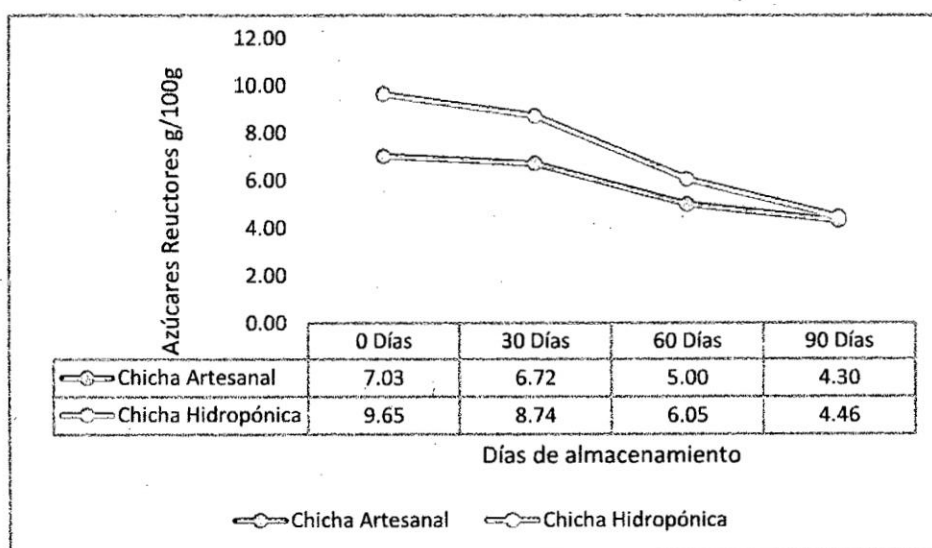


Figura 10. Variación de azúcares reductores, respecto al tiempo de almacenamiento.

Para la chicha de jora hidropónica, el pH oscila entre un 4.171 inicial, a 4.141 a los 90 días, tanto que la bebida con jora artesanal no pasa de pH 4; de 3,815 inicial a un 3,776; notándose en ambos casos un ligero descenso de pH en condiciones de almacenamiento ambiental.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 1081.01 y el  $F_{tab}$  es 5.99; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a pH, son diferentes.

En la figura 11, se muestra la variación del pH en almacenamiento en condiciones

ambientales; las evaluaciones estadísticas demuestran que las bebidas procedentes de ambos tratamientos experimentan el mismo proceso de cambio de condiciones en pH, un leve descenso, ocasionado por la leve acidificación a través de las levaduras. Notándose además una diferencia significativa en el pH de ambos tratamientos, como grupos contrastados.

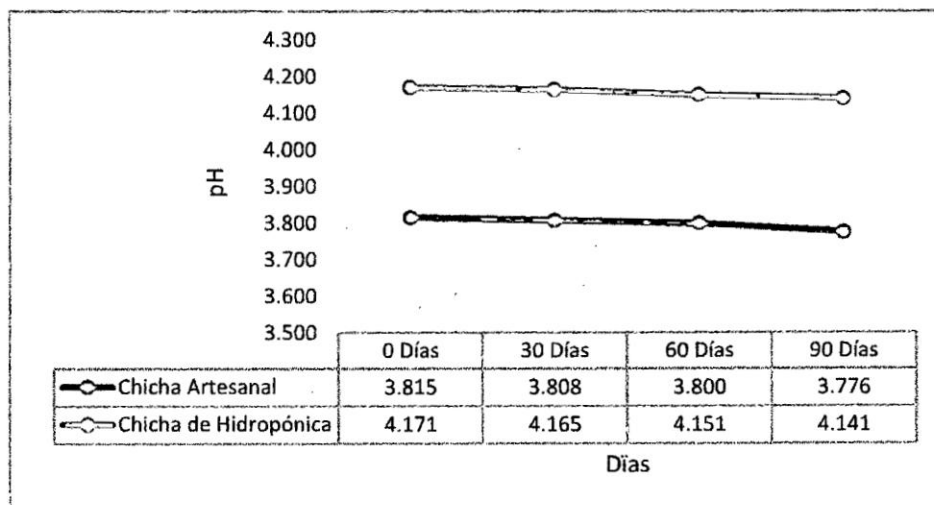


Figura 11. Variación de pH, respecto al tiempo de almacenamiento.

El porcentaje de acidez, expresado en ácido láctico se obtuvo en promedio, de 0.48% y 0.77% en ambos tratamientos.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 339.26 y el  $F_{tab}$  es 5.99; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a porcentaje de acidez en la chicha artesanal e hidropónica son diferentes. (Ver anexo 5).

En la figura 12 se muestran las variaciones de porcentaje de acidez en condiciones normales de almacenamiento. Ambos tratamientos experimentan evoluciones relativamente opuestas, tanto que la jora artesanal se acidifica ligeramente, la bebida hidropónica tiende a perder acidez.

En los análisis estadísticos se observa que hay diferencias significativas entre los tratamientos como grupos contrastados, tendiendo a ser más ácida la bebida artesanal, mientras que la hidropónica, es menos ácida.

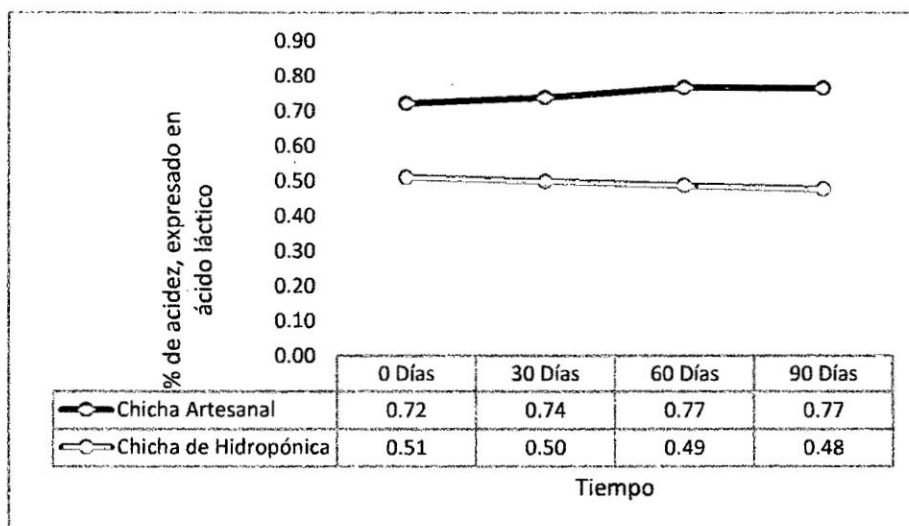


Figura 12. Variación de % de acidez, respecto al tiempo de almacenamiento.

En la variable SS, oscilan entre 2.9 y 2.6 para la chicha artesanal y de 6 a 5.4 para la chicha hidropónica, valores medidos sin adición de azúcar.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 429.12 y el  $F_{tab}$  es 5.99; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a sólidos solubles de la chicha artesanal e hidropónica tienen diferencias significativas. (Ver anexo 5). En la figura 13, se muestran las variaciones de sólidos solubles en almacenamiento durante 3 meses (90 días), donde se ha evaluado observándose diferencias significativas entre los tratamientos, pero variaciones mínimas en su evaluación a través del tiempo.

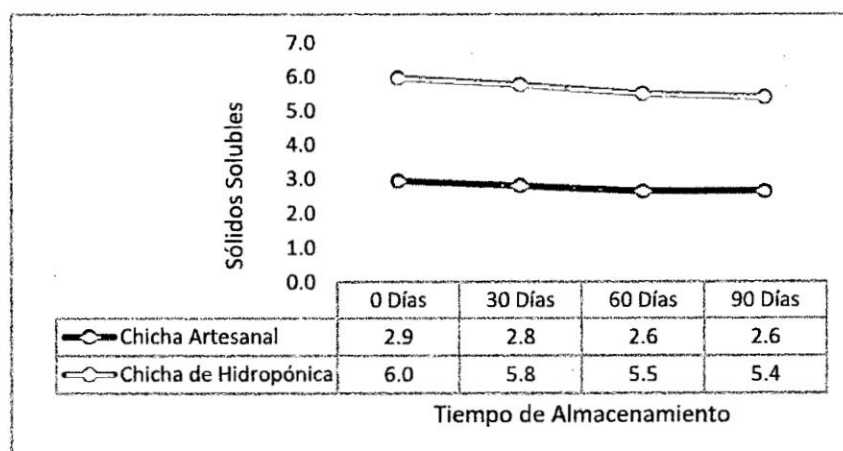


Figura 13. Variación de sólidos solubles, respecto al tiempo de almacenamiento.

Referente a los grados alcohólicos, ambos tratamientos parten en el día 0 con 0° alcohólicos llegando en 90 días a 1.1° alcohólicos para la chicha artesanal y a 1.4° alcohólicos para la chicha hidropónica; una leve diferencia a favor de la chicha hidropónica.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 0.37 y el  $F_{tab}$  es 5.99; siendo  $F_{cal}$  menor que la  $F_{tab}$ , por tanto se acepta la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a °Alcohólicos son similares o no tienen diferencias significativas. (Ver anexo 5).

En la figura 14, se muestra la evolución de los grados alcohólicos en las bebidas en condiciones de almacenamiento al ambiente. No se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos en cuanto a grados alcohólicos como se demuestran en el anexo 5, correspondiente a las evaluaciones estadísticas propias.

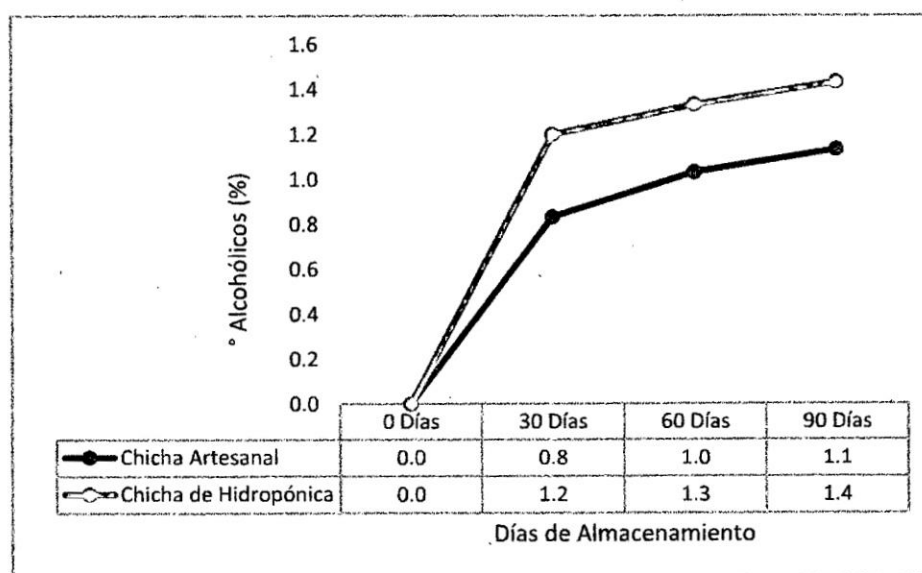


Figura 14. Variación de grados alcohólicos, respecto al tiempo de almacenamiento.

La conductividad tiene que ver con la presencia de sales en la bebida. En las evaluaciones concernientes al presente estudio se han obtenido medidas entre 2.83 – 2.94  $\mu\text{s}/\text{cm}$  para la chicha artesanal; y en un rango que va de 4.01 a 3.85  $\mu\text{s}/\text{cm}$  para la chicha hidropónica, como se notará la variación es mínima en ambos tratamientos.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene un  $F_{cal}$  de 589.96 y el  $F_{tab}$  es 5.99; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a conductividad de la chicha artesanal e hidropónica tienen diferencias significativas. (Ver anexo 5).

La chicha hidropónica reporta datos con 3.85  $\mu\text{s/cm}$  y la artesanal de 2.94  $\mu\text{s/cm}$ . (Ver figura 15). En la siguiente figura se muestra la variación individual que es mínima en el transcurrir de tiempo de almacenamiento; pero comparando la conductividad entre ambos tratamientos, existen diferencias estadísticas.

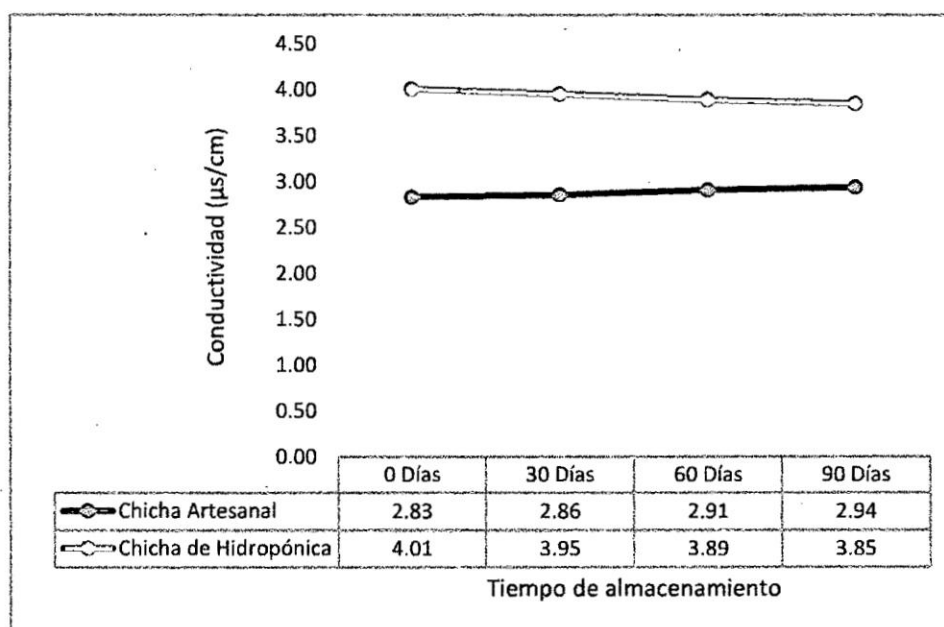


Figura 15. Variación de conductividad, respecto al tiempo de almacenamiento.

En cuanto a la turbidez hay una evolución marcada en la chicha artesanal que tiende a bajar, y casi ningún cambio en la chicha hidropónica, que se mantiene entre 1064 NTU a 1001 NTU.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene para la turbidez un  $F_{cal}$  de 16.99 y el  $F_{tab}$  es 5.99; siendo  $F_{cal}$  mayor que la  $F_{tab}$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula; quiere decir que los resultados de ambos tratamientos, en cuanto a turbidez de la chicha artesanal e hidropónica son diferentes. (Ver anexo 5). En los análisis estadísticos se observan diferencias significativas estadísticas al comparar la turbidez de ambos tratamientos. En el

gráfico siguiente, corresponde a la evolución de la turbidez de ambos tratamientos, durante el almacenamiento a condiciones ambientales de las bebidas preparadas, observándose que la chicha artesanal, tiende a ganar turbidez al concluir los 90 días de almacenamiento.

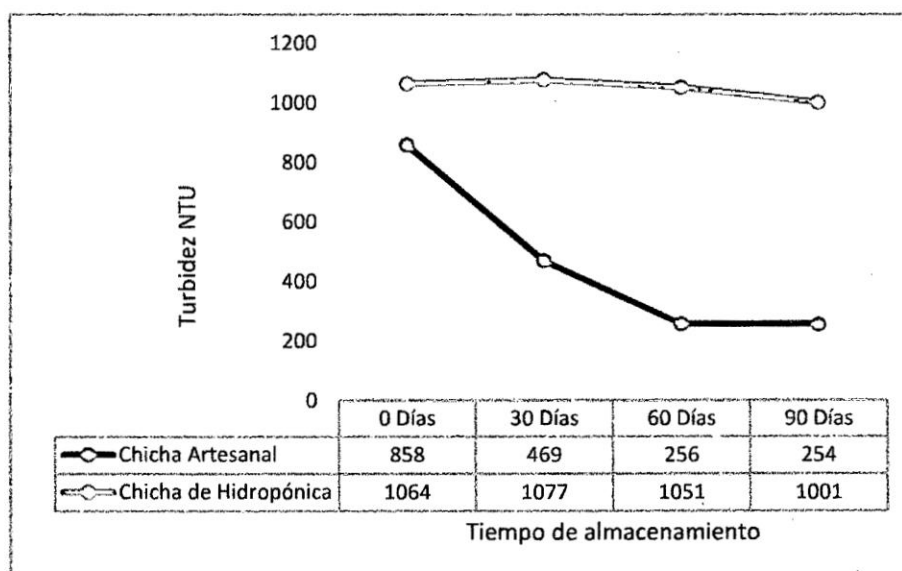


Figura 16. Variación de turbidez, respecto al tiempo de almacenamiento.

#### 4.3. DE LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE CHICHA DE JORA ARTESANAL E HIDROPÓNICA

En el cuadro 19 y anexo 6, se detallan los resultados de la evaluación microbiológica, concernientes a hongos y levaduras, en el día 0 y a los 90 días; en ambos tratamientos.

Cuadro 19. Resultados comparativos de la evaluación microbiológica de las bebidas (chicha artesanal e hidropónica) en almacenamiento durante 90 días.

Derivación	Característica	Resultados	
		0 días	90 días
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mohos (UFC/mL)</li> <li>Levaduras (UFC/mL)</li> </ul>	Ausencia < 15	Ausencia < 1
Forraje Verde Hidropónico (FVH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mohos (UFC/mL)</li> <li>Levaduras (UFC/mL)</li> </ul>	Ausencia < 15	Ausencia < 1

En ambos tratamientos, y en las evaluaciones a través del tiempo; los resultados en hongos fueron de 0 Unidades Formadoras de Colonias para ambas muestras y en tanto que en levaduras en las evaluaciones iniciales se obtuvieron <15 UFC/mL; en ambos tratamientos; llegando a bajar a < 1 UFC/placa en los 90 días. En caso de los hongos que relativamente arrojan un resultado de 0, no pueden generarse estadísticas ya que tienen una desviación estándar de 0.

En la tabla ANOVA que corresponde al diseño completamente al azar (DCA), se obtiene en ambos tratamientos igualdad de varianzas, concluyendo en ambos casos, tratamientos similares o que no tienen diferencias significativas en cuanto al contenido de levaduras. (Ver anexo 6).

Se concluye que no existen hongos y las levaduras tienen un comportamiento de descenso, esto por la fermentación del azúcar que contribuye a que las levaduras disminuyan al transcurrir del tiempo. En el esquema siguiente detallamos la evolución de los hongos y levaduras durante 90 días.

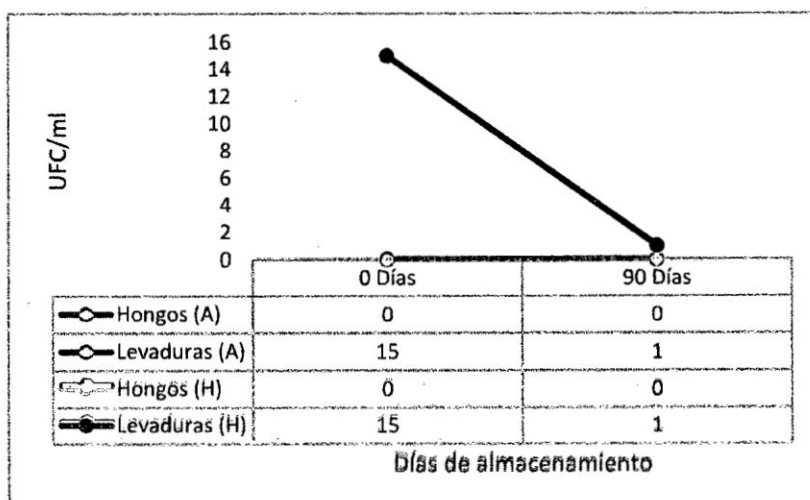


Figura 17. Variación referencial de hongos y levaduras, respecto al tiempo de almacenamiento.

#### 4.4. DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

En la figura 18 y anexo 7; se muestran los resultados de la evaluación sensorial, donde se revelan que las distribuciones son las mismas, no existen diferencias significativas según la prueba de Friedman. No hay diferencias significativas en los atributos de sabor, color, olor y consistencia a un nivel de significancia de 5%, como



se detallan en los siguientes cuadros, al realizar las pruebas no paramétricas de Friedman.

Resumen de contrastes de hipótesis para los atributos de sabor, color, olor y consistencia (con SPSS).

### Prueba de Friedman para sabor

Rangos	
	Rango promedio
sabor0	1,51
sabor90	1,49

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	40
Chi-cuadrado	,048
gl	1
Sig. asintótica	,827

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se ve que el nivel de significancia es  $0,827 > 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en sabor.

### Prueba de Friedman para color

Rangos	
	Rango promedio
color0	1,56
color90	1,44

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	40
Chi-cuadrado	1,087
gl	1
Sig. asintótica	,297

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se observa que el nivel de significancia es  $0,297 > 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en color.

### Prueba de Friedman para olor

Rangos	
	Rango promedio
olor0	1,35
olor90	1,65

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	20
Chi-cuadrado	2,571
gl	1
Sig. asintótica	,109

Conclusiones: Se observa que el nivel de significancia es  $0,109 > a 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en olor.

### Prueba de Friedman para consistencia

Rangos	
	Rango promedio
consistencia0	1,53
consistencia90	1,48

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	40
Chi-cuadrado	,143
gl	1
Sig. asintótica	,705

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se observa que el nivel de significancia es  $0,705 > a 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en olor.

### RESUMEN

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de sabor0, sabor90, color0, color90, olor0, olor90, consistencia0 and consistencia90 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,129	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Utilizando un estándar colorimétrico (ver anexo 11) hemos definido que la chicha producida de jora artesanal se enmarca en el color Siena y la bebida producida con jora hidropónica se ubica en el color Pardo.

En conclusión no existen diferencias significativas al realizar las evaluaciones estadísticas; llegando a la conclusión que tanto las bebidas artesanal e hidropónica son similares en cualidades organolépticas incluso en periodos de almacenamiento por 90 días.

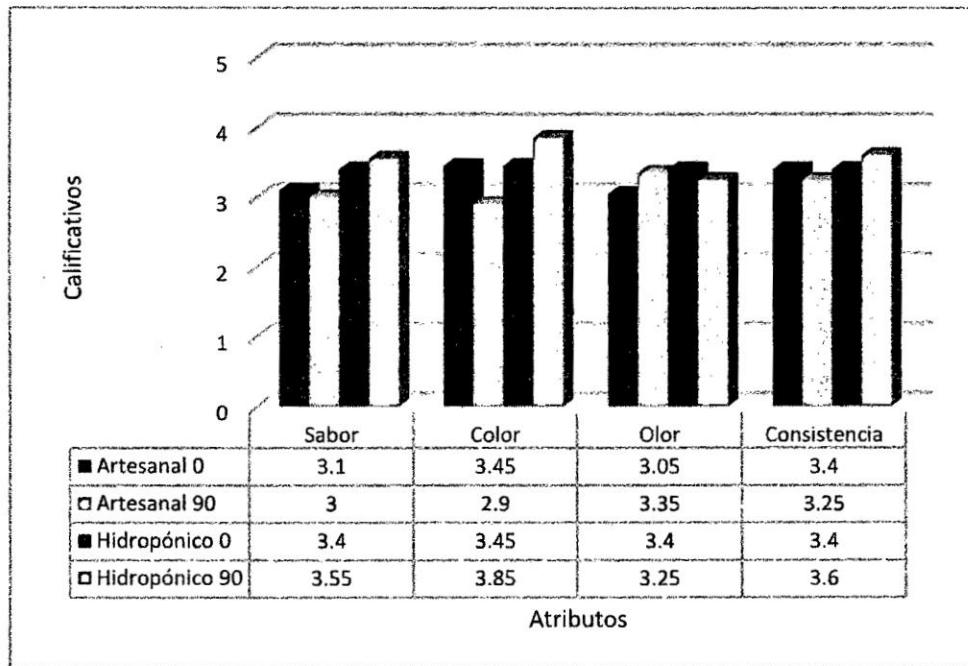


Figura 18. Promedios de calificaciones según escala de Likert.

En la figura 18 se realiza un comparativo en gráficos de barras para establecer las diferencias en promedio, de los atributos sometidos a evaluación en las bebidas respectivamente.

En cuanto al atributo sabor el bloque de la bebida hidropónica es relativamente mejor que el de la bebida artesanal.

En el atributo color, los panelistas sugieren una ventaja en promedio a la bebida hidropónica.

En cuanto a los atributos olor y consistencia los promedios son similares.

## V. DISCUSIONES

### 5.1. DE LA EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS JORAS FRESCAS

El pH medido corresponde a 5.62 para la jora obtenida por el método tradicional, con diferencia de una unidad con la medida para la jora obtenida por el método de forraje verde hidropónico, que resultó 6.50, esta última, estando en una posición ligeramente cercana a la neutralidad. No se cuentan con antecedentes para mediciones de pH en germinado de maíz fresco.

La acidez de la jora fresca en el presente trabajo de investigación se ha obtenido por el método tradicional 0.027 % y la que ha técnica utilizando el método de forraje verde hidropónico tiene 0.022 %; en este caso la acidez expresada en ácido láctico, que porcentualmente es mejor en la jora obtenida por el método tradicional. No se cuentan con datos ni antecedentes para acidez en muestras de jora o germinado de maíz fresco.

Los sólidos solubles en la jora producida por el método de forraje verde hidropónico obtiene 9 °Brix, en tanto que la producida por el método artesanal o tradicional; obtiene 6 °Brix; reuniendo la ventaja en la primera (FVH) por obtener mejores concentraciones en sólidos solubles, la cual configura un valor importante y una característica esencial como una condición favorable para la fermentación de la chicha de jora. Tampoco se cuentan con antecedentes en esta cualidad fisicoquímica.

En cuanto a la humedad la jora obtenida por el método de forraje verde hidropónico es de 81,91 % la cual se ubica dentro del rango obtenido por la UNALM (2010), donde indican que las plantas germinadas para forraje verde hidropónico, a los diez días está en un rango de 80 a 85 %, tanto que el producido por el método tradicional tiene una humedad de 63.73 %. Estas diferencias se deben a los controles que se tienen entre ambos métodos; en el FVH se tiene un control de la luminosidad, humedad y temperatura; las cuales se tienen que manejar en unos rangos adecuados, mientras la producción por el método tradicional obedece a circunstancias propias del ambiente en la cual se procesan. En la misma característica de humedad, Orihuela (1995), menciona una humedad en germinado de maíz de 81.25 % en 15 días; Carrasco (1994), evalúa en 83.7% en 10 días y Silva

(1994), define en 87.31% en 11 días. Estando en un promedio a estos datos, la humedad correspondiente al germinado por el método de forraje verde hidropónico.

El tiempo para la obtención de la jora seca, que implica la operación de secado, se registró un promedio de 10 días para el germinado por el método tradicional y 8 días para el germinado por el método de forraje verde hidropónico, encontrándose un promedio de ahorro de tiempo de 2 días en favor del método de FVH.

Es importante señalar que Elizondo y Boschini, (2002), manifiesta que el tiempo que se requiere para obtener forraje verde hidropónico, va de 7 a 15 días. Morales H, et al (2012), llegaron a la conclusión que si se utiliza solución nutritiva para el riego, se acorta en 3 días la cosecha de forraje verde hidropónico de maíz, cabe la importancia señalar el uso de solución nutritiva para obtener jora de maíz.

Velásquez (1979), indica que el objeto en esta etapa es producir la malta (jora). Se trata de obtener buena cantidad de enzimas. El mismo autor indica que aparte del remojo (operación que dura de 1 a 4 días), la germinación propiamente dicha es una operación que dura entre 8 a 15 días. En ese estudio no se indica en qué condiciones se realizó la operación de germinado. Contrastado con nuestros resultados se nota que se ubican dentro del promedio indicado por Velásquez (1979). Pero teniendo en cuenta que nuestros resultados abarcan el remojo y el germinado, contra lo del autor que menciona solamente germinado. Se obtiene un ahorro de tiempo de 2 días favorables al germinado por el método de FVH.

- **De la evaluación de otros parámetros en la jora de maíz.**
  - **Rendimiento de materia prima para la obtención de germinado fresco.**

El rendimiento que se ha realizado para el presente estudio es cuando el germinado contaba con 1 a 2 cm de altura como menciona De Florio (2003) y cuando están en 8 días para el caso del método tradicional y 6 días para el método de FVH; como indican los resultados del presente estudio.

Se nota una perspectiva favorable en este aspecto para el método de FVH; con un 213.40 % de rendimiento promedio contra 195% de rendimiento para el método tradicional. Una diferencia significativa en relación al método tradicional, por haberse producido la primera en un

medio controlado en cuanto a luminosidad, temperatura y humedad, como indica Sepúlveda (1994), haciendo énfasis que son factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico.

## **5.2. DE LA EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS BEBIDAS (CHICHA DE JORA ARTESANAL E HIDROPÓNICA)**

En el presente trabajo de investigación, los azúcares reductores para la chicha elaborada con jora obtenida por el método tradicional, a los 0 días fue de 7.03 g/100 mL, llegando a reducirse a los 90 días a 4.30 g/100 mL; en tanto que la bebida obtenida de la jora hidropónica, a los 0 días partió con 9.65 g/100 mL, llegando a reducirse a 4.46 g/100 mL; esta reducción ocasionada por la síntesis de esos azúcares por parte de las levaduras, en alcohol. Los resultados obtenidos se encuentran cercanos a las evaluaciones obtenidas por Bush (1952), que en mediciones realizadas obtiene un promedio de 4.83 % de azúcares reductores, que son equivalentes a las obtenidas a los 90 días de 4.30 y 4.46 g/100 mL en ambos tratamientos.

Para la chicha de jora hidropónica el pH oscila entre un 4.171 inicial, a 4.141 a los 90 días, tanto que la bebida con jora artesanal no pasa de pH 4, de 3,815 inicial a un 3,776; notándose en ambos casos un ligero descenso de pH en condiciones de almacenamiento ambiental. Estos datos se encuentran dentro del rango que obtuvo Manrique (1978), en un estudio en diferentes muestras de chichas, entre las cuales el 79% de las muestras a un pH entre 3.5 - 4.6. Como ya mencionamos, no se cuenta con una reglamentación definida para los atributos de la chicha de jora a nivel nacional e internacional.

Puerari C. et al (2014), en una investigación realizada en chicha de arroz, experimentó que durante la operación de fermentación los valores de pH disminuyeron desde 5,2 (tiempo 0) a 3,9 a las 36 h de fermentación, recalando que en la chicha de arroz se inicia con un pH de 5,2 y llega a 36 horas a una medida muy similar al de la chicha de jora. Ambos tratamientos experimentan el mismo proceso de cambio de condiciones en pH, un leve descenso, ocasionado por la leve acidificación a través de las levaduras. Notándose además una diferencia significativa en el pH de ambos tratamientos, como grupos contrastados.

El porcentaje de acidez, expresado en ácido láctico se obtuvo en promedio, de 0,48 y 0,77% en ambos tratamientos; datos que se ubican en el rango obtenido por Manrique (1978), que demarcan en el rango de 0,48 y 3,9; variaciones de acuerdo a muchas de las variedades de chichas existentes a nivel americano, diferencias en los modos de preparado, ingredientes disponibles, etc., como indica De Florio (2003). Ambos tratamientos experimentan evoluciones relativamente opuestas, tanto que la jora artesanal se acidifica ligeramente, la bebida hidropónica tiende a perder acidez. Puerari C. et al (2014), indica que en la operación de fermentación La concentración de ácido láctico aumentó rápidamente a lo largo de la fermentación hasta que se alcanzado un valor final de (1,4 g/L), que en términos de porcentaje es 0,14 %; medición realizada a 36 horas de fermentado. El mismo autor describe a la chicha brasilera como un producto de alto contenido de ácidos y ausencia de etanol. Como demostró Manrique (1978), hay chichas que llegan a casi 4% de acidez.

En la variable sólidos solubles, oscilan entre 2.9 y 2.6 para la chicha artesanal y de 6 a 5.4 para la chicha hidropónica, valores medidos sin adición alguna de azúcar. No se cuenta con una reglamentación definida respecto a este atributo.

En cuanto a los grados alcohólicos, ambos tratamientos parten en el día 0 con 0° alcohólicos llegando en 90 días a 1.1° alcohólicos para la chicha artesanal y a 1.4 ° alcohólicos para la chicha hidropónica; una leve diferencia a favor de la chicha hidropónica. Estos datos se ubican dentro del rango obtenido por Manrique (1978), entre 0.8 a 5.7% de alcohol (91% de las muestras de 43 totales, obtuvieron grados de alcohol ubicables dentro de ese rango). Hay chichas que llegan a 13% en grados alcohólicos. Hay trabajos de investigación como la de Bartolo L. et al (2013), en la que se midieron los grados alcohólicos de los destilados de la chicha, sometidos las muestras a aplicación de presión; llegándose a obtener 30 y 17 ° GL.

Puerari C. et al (2014), caracterizó a la chicha de arroz de los nativos brasileros como una bebida que no contiene etanol, pero sí, muy ácida.

La conductividad tiene que ver con la presencia de sales en la bebida. En las evaluaciones concernientes al presente estudio se han obtenido medidas entre 2.83 – 2.94  $\mu\text{s/cm}$  para la chicha artesanal; y en un rango que va de 4.01 a 3.85  $\mu\text{s/cm}$  para la chicha hidropónica, como se notará la variación es mínima en ambos

tratamientos. Pero de acuerdo a las evaluaciones estadísticas hay diferencias significativas al momento de comparar ambos tratamientos, la chicha hidropónica reporta datos con 3.85  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y la artesanal de 2.94  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . No existen antecedentes de análisis de conductividad en chichas.

En cuanto a la turbidez hay una evolución marcada en la chicha artesanal que tiende a bajar, y casi ningún cambio en la chicha hidropónica, que se mantiene entre 1064 NTU a 1001 NTU. No se encuentran antecedentes para este atributo.

### **5.3. DE LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LAS BEBIDAS (CHICHA DE JORA ARTESANAL Y CHICHA DE JORA HIDROPÓNICA)**

En ambos tratamientos, y en las evaluaciones a través del tiempo; los resultados en hongos fueron de 0 Unidades Formadoras de Colonias para ambas muestras y en tanto que en levaduras en las evaluaciones iniciales se obtuvieron <15 UFC/mL; en ambos tratamientos; llegando a bajar a < 1 UFC/placa en los 90 días. Esta diferencia de nomenclatura se debe a la afirmación de Sueros (2006), al recalcar que los resultados de UFC son muy precisos pero poco sensibles, es decir, si la muestra tiene menos de 10 UFC/g (o mL, etc.) habrá altas probabilidades de tener falsos negativos, es por eso que casi nunca se reporta UFC/g (o mL, etc.), sino que se reporta <1 UFC/ placa, <10 UFC/ g, etc.

En las evaluaciones finales obtenidas se cumplen con lo establecido por la "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano", normado por Resolución Ministerial N° 591-2008 MINSA, en el Capítulo XVI.2, que corresponde a bebidas no carbonatadas, a la cual corresponde la materia en estudio; establece para hongos un límite por mL, de 10 para M (Nivel de rechazo) y 1 para m (Nivel de aceptación); estableciendo los mismos límites para el caso de las levaduras (ver anexo 6).

En correlación con la investigación realizado por Vallejo J. et al (2013), donde por diferentes métodos como la secuenciación D1/D2 y 5,8-SU y el análisis emergente en identificación de levaduras el MALDI-TOF MS, se confirma que las levaduras caracterizadas en el presente estudio corresponden a *Saccharomyces cerevisiae*, ya que en el estudio anterior lograron aislar sepas de diferentes chichas del Perú, identificando por el primer método que se trata de la *S. Cerevisiae*, siendo confirmado



por el análisis MALDI-TOF MS, pero presentan el 50% de diferencias fenotípicas con respecto a las *S. Cerevisiae* de la literatura. Estas levaduras que fueron adicionados y las nativas son las que conforman la flora de nuestra bebida en estudio.

#### 5.4. DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Comparando las calificaciones obtenidas por el atributo sabor en términos de promedio, una relativa ventaja para la bebida hidropónica que llega a unas calificaciones entre 3.4 (0 días) y 3.5 al final (90 días) de las evaluaciones, se nota en ambos tratamientos un ligero ascenso en las calificaciones. El sabor está fuertemente influenciado durante la fermentación que se inicia como a maíz dulce pasando por el agridulce y terminando con agrio, poco dulce y ácido como enfatiza De Florio (2003), que confirmó de León (1952), que precisó que el sabor de la chicha de jora es agridulce y agradable. Ambos tratamiento, en los tiempos predispuestos, obtuvieron un calificativo de "Ni bueno, ni malo"; en escala de Likert.

En cuanto al color, los resultados demuestran una ventaja relativa para la jora hidropónica, experimentando un ascenso; tanto que la artesanal desciende, no se ha establecido normas para el color de la chicha de jora, tanto que esto va estar sujeto a los ingredientes que se utilizan. La región Huánuco produce una chicha definida como pardo claro De Florio (2003). Viñas (1996), indica que el color de la chicha elaborada en Piura varía de color blanco amarillento a blanco rosa. El color predominante es el pardo claro. De Florio (2003), señala que el color varía, iniciándose del color pardo oscuro y tornándose a pardo claro.

Utilizando un estándar colorimétrico hemos definido que la chicha producida de jora artesanal se enmarca en el color Siena y la bebida producida con jora hidropónica se ubica en el color Pardo.

De Florio (2003), menciona que el olor es agradable y no varía con el tiempo. El olor no ha experimentado variaciones trascendentales en ambos tratamientos; en caso de la bebida artesanal calificó con 3.05 a los 0 días, calificando con 3.35 a los 90 días; en cuanto que la bebida hidropónica empezó con 3.4 culminando con 3.25. León (1952), describe el olor como agradable. Los productos volátiles son responsables del aroma de la jora. Manrique (1978).

Referente a la consistencia mantuvo, en ambos tratamientos ligeras desviaciones relativas, la chicha artesanal y la hidropónica partieron con un calificativo de 3.4 a los 0 días, culminando con 3.4 y 3.6 respectivamente. De Florio (2003), manifiesta que la consistencia está en relación con el sedimento, que es el resultado de la precipitación de los sólidos insolubles: gomas, proteínas, levaduras. Este se incrementa con el tiempo de elaborada la chicha.

Debemos recalcar que estas variaciones descritas no configuran diferencias significativas al realizar las evaluaciones estadísticas; llegando a la conclusión que tanto las bebidas artesanal e hidropónica son similares en cualidades organolépticas incluso en periodos de almacenamiento por 90 días.

## VI. CONCLUSIONES

- Se obtuvo jora de alto contenido de azúcares, empleando el método de forraje verde hidropónico; además se realizaron las evaluaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante un periodo de almacenamiento de 30 días, hasta 3 meses. En cuanto a la presencia de azúcares reductores, una vez preparadas las bebidas se reportaron a los 0 días; 7.03 g/100mL para la bebida artesanal y 9.65 g/100 mL para la bebida hidropónica, que configura diferencias significativas.
- La jora hidropónica fue la que emitió la mayor cantidad de azúcares, obteniéndose 9 °Brix, en cuanto que la artesanal emitió 6 °Brix; estableciéndose diferencias significativas al realizar las evaluaciones estadísticas. En lo referente a los azúcares reductores, una vez preparadas las bebidas se reportaron a los 0 días; 7.03 g/100mL para la bebida artesanal y 9.65 g/100 mL para la bebida hidropónica, que configura diferencias significativas; para 90 días estas se uniformizan, obteniéndose 4.30 g/100 mL para la bebida artesanal y 4.46 g/100 mL, condición en la que ya no existen diferencias significativas según evaluaciones estadísticas. Concluyendo que sí se obtiene jora con alto contenido de azúcares con el método del forraje verde hidropónico. Debemos considerar asimismo el tiempo de obtención de la jora (incluye secado); 8 días para la jora hidropónica y 10 días para la jora tradicional.
- Se establecieron y reiteraron para conocimiento; los parámetros tecnológicos de la producción de jora con módulos de forraje verde hidropónico, que se detallan en el capítulo III del presente trabajo de investigación.
- Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de las bebidas producidas con jora artesanal y jora hidropónica. Estableciéndose en algunas variables diferencias significativas y otras similitudes en las evaluaciones estadísticas.
- El análisis sensorial no estableció diferencias, llegando a la conclusión que ambas bebidas son similares.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con formulaciones diversas que no incluyan jora en su totalidad.
- Complementar estos estudios de la obtención de jora con el método de forraje verde hidropónico, con el uso de riego con solución nutritiva, teniendo como antecedente el estudio realizado por Morales H, Gómez, Juárez Porfirio, Loya Lenin, Ley Alejandro (2012), que llegaron a obtener forraje verde hidropónico apto, en tan solo 12 días, cuando la mayoría de autores indican la saca de forraje en 15 días.
- Al realizar los análisis sensoriales, complementar con evaluaciones instrumentadas, como el colorímetro y reómetro; para color y consistencia respectivamente.
- Utilizar panelistas entrenados, para garantizar la uniformidad de los análisis.
- Establecer las bases para consolidar parámetros tecnológicos estándares de la producción de la chicha de jora a niveles geográficos y por tipología, como sucede en el caso de vinos.
- Realizar estudios de costos, técnico económicos que conlleva implementar una planta procesadora de jora con el método de forraje verde hidropónico.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC, 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Agriculture Chemicals. 15<sup>th</sup> Edition Vol I y II. Washington D.C. – USA. Pág. 89 - 147.
2. Anzaldúa, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y en la Práctica. Editorial Acriba – Zaragoza - España. 198 p.
3. Bartolo L. 2013, Tesis de la Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, titulado "Efecto del vacío en la absorbancia y el grado alcohólico en dos tipos de chicha de jora". Lambayeque – Perú.
4. Bush, Carlos 1952. Consideraciones médicas sociales sobre la chicha. Periódico Excelsior N°127. Mayo. Lima - Perú. Pág. 25-27.
5. Carrasco T.J. 1954. Fabricación de Malta y Cerveza. Editorial Gráfica Rey Galdós, Madrid - España. Pág. 34 - 56
6. Collazos 1953. Composición química de los Alimentos Peruanos. Editorial del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Lima - Perú Pág. 13 - 23.
7. De Florio Ramírez Enrique 2003. Elaboración tradicional de chicha de jora. Revista de Ciencias. Lima – Perú.
8. De Florio Ramírez Enrique 1986. Estudio de la fermentación de chicha de jora. Tesis para optar el grado de ingeniero en industrias alimentarias. pág. 69 - 82.
9. Elizondo J, Boschini C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Editorial de Agronomía Mesoamericana, año 4 /vol. 13, número 10, Méjico C.D. Pp. 13-17.
10. Flores Ricardo Omar. 2008. Estudio de la productividad de dos gramíneas (*Hordeum Vulgare*, *Triticum aestivum*) y una leguminosa (*Vicia sp.*) para FVH. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agropecuario. Pontifica Universidad Católica del Ecuador.
11. León Molero 1952. Estudio químico bromatológico de las variedades de maíz peruano. Tesis de grado programa de Farmacia de UNMSM. Pág. 98 -103
12. Manrique, Isabel 1978. Flora microbiana de la chicha de jora y fermentación experimental de levadura. Lima, Tesis Programa Farmacia UNMSM.

13. Milla Miguel 1959. La chicha. Revista Cultural Peruana Vol. XIX. Lima - Perú. Pág.8.
14. MINSA. 2008. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial N° 591 – 2008. Capítulo XVI.2.
15. Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Universidad Estatal de Arizona. Editorial Limusa Wiley Arizona - USA.
16. Morales Rodríguez Héctor, Gómez Danés Alejandro, Juárez López Porfirio, Loya Olguín Lenin, Ley de Coss Alejandro 2012. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente.
17. Puerari C. et al 2014. Trabajo de investigación “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la chicha de arroz, producido por los Umutina (indígenas brasileños)”. Brasil.
18. Quiñónez Ramírez Edwin 2011. Producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.), maíz (*Zea Mays* L.) y arroz (*Oriza Sativa* L.), utilizando microorganismos eficaces en el agua de riego. Tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista en la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” de Lambayeque.
19. Rivera A, Moronta M, Gonzáles M, Gonzáles D, Perdomo D. 2010. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. Investigación para la Revista Zootecnia Tropical – Venezuela.
20. Sancho, et al. 2002. Análisis sensorial de los alimentos. Editorial Alfa Omega. México C.D. 336 p.
21. Sepúlveda, R. 1994. Notas sobre producción de forraje hidropónico. Editorial Ferro. Santiago, Chile.
22. Sotomayor, R. 2008. Métodos estadísticos para la investigación. Departamento de Estadística e Informática. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
23. Steel, Torrie, JH. 1995. Bioestadística principios y procedimientos. Ed. Mc Graw Hill. USA. 700 p.
24. Sumaq 2010. Producción de chicha de jora. Revista Científica. Lima – Perú Pág. 14 – 16.

25. Sueros Omar. 2006. Microorganismos indicadores y los alimentos y las bebidas. Edición 1ra. Editorial Edim. Guayaquil – Ecuador. 34 p.
26. Vallejo J, Miranda P, Flores J, Sánchez F, Ageitos J, Gonzáles J, Velásquez E, Villa T. 2013. Levaduras nativas identificados como *Saccharomyces cerevisiae* por MALDI-TOF MS y por secuenciación de genes; como responsables de la fermentación de la chicha. Elsevier GmbH. 2013.
27. Velásquez, M. 1979. Determinación de parámetros para la elaboración de jora a partir de maíz cancha de Huaraz (Variedades Terciopelo y rojo Huarosanta). Tesis para obtener el título de ingeniero alimentario de la UNASAM – Huaraz – Ancash.
28. Viñas, Eduardo 1996. La composición química de las diferentes chichas que se consumen en el Perú. Servicio Cooperativo Internacional de Salud Pública, Págs. 1-3. Lima-Perú.

# **ANEXOS**



## ANEXO 1

## FICHA DE TEST TRIANGULAR

**Tipo:** Diferencia. **Nombre:** .....

**Método:** Triangular **Fecha:** .....

**Producto:** Chicha de jora **Hora:** .....

Sírvase degustar cada uno de los set de tres muestras que se presentan. En cada set hay tres muestras diferentes. Por favor, marque con un círculo la que más difiera positivamente. Se permite volver a degustar.

Set	Muestras Códigos	Anotaciones
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....

## ANEXO 2

## FICHA PARA ENTRENAMIENTO DE PANELISTAS

**Tipo:** Diferencia. **Nombre:** .....

**Método:** Triangular **Fecha:** .....

**Producto:** Chicha de jora **Hora:** .....

Sírvase degustar el set de tres muestras que se presentan, ellas pueden o no ser diferentes entre sí. Señale su respuesta marcando una de las alternativas siguientes:

- Las muestras son diferentes.   
..... es la muestra diferente.

El grado de diferencia es:

- Leve  
 Pequeño  
 Moderado  
 Grande  
 Muy grande

- Las muestras no son diferentes.
- Las tres muestras tienen diferente sabor.

## ANEXO 3

## FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL MEDIANTE LA ESCALA DE  
LIKERT.**

PRODUCTO :.....

HORA :.....

FECHA :.....

LUGAR :.....

Por favor marque con el símbolo "x" el puntaje correspondiente a cada atributo, indicando de acuerdo a la escala: Muy bueno y/o Muy malo se presentan las muestras.

Escala de Calificación	Chicha de jora artesanal Código A				Chicha de jora hidropónica Código B			
	COLOR	SABOR	OLOR	CONSISTENCIA	COLOR	SABOR	OLOR	CONSISTENCIA
5. Muy Bueno								
4. Bueno								
3. Ni bueno ni malo								
2. Malo								
1. Muy malo								

COMENTARIO:.....  
 .....  
 .....  
 .....

## ANEXO 4

## 4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS JORAS FRESCAS.

Tabla ANOVA para pH por tratamiento.

## ANOVA

pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,179	1	1,179	1862,000	,000
Dentro de grupos	,003	4	,001		
Total	1,182	5			

F Tab. = 7.71       $1862 > 7.71$  Entonces los resultados de los tratamientos son diferentes.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.

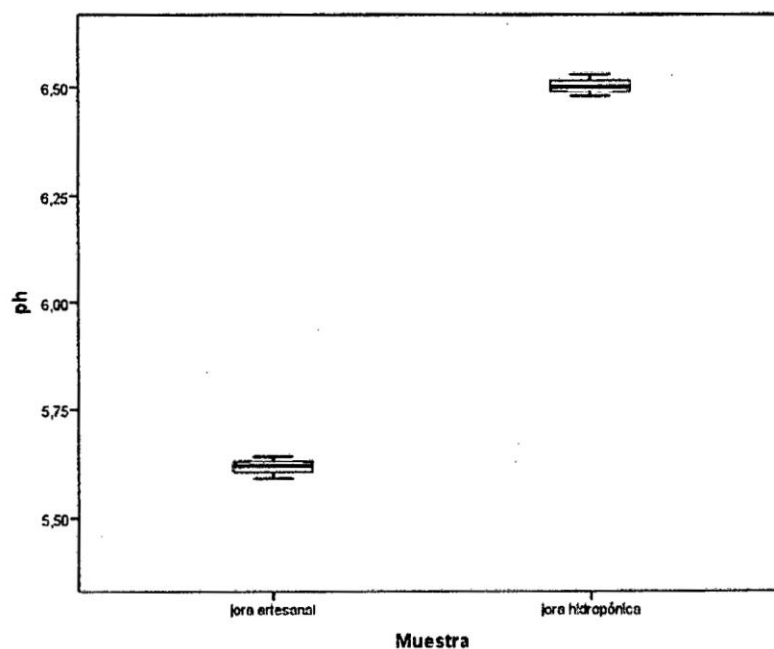


Tabla ANOVA para % de acidez por tratamiento.

## ANOVA

Acidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	1	,000	23,842	,008
Dentro de grupos	,000	4	,000		
Total	,000	5			

F Tab. = 7.71       $23.842 > 7.71$  Entonces los resultados de los tratamientos son diferentes.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.

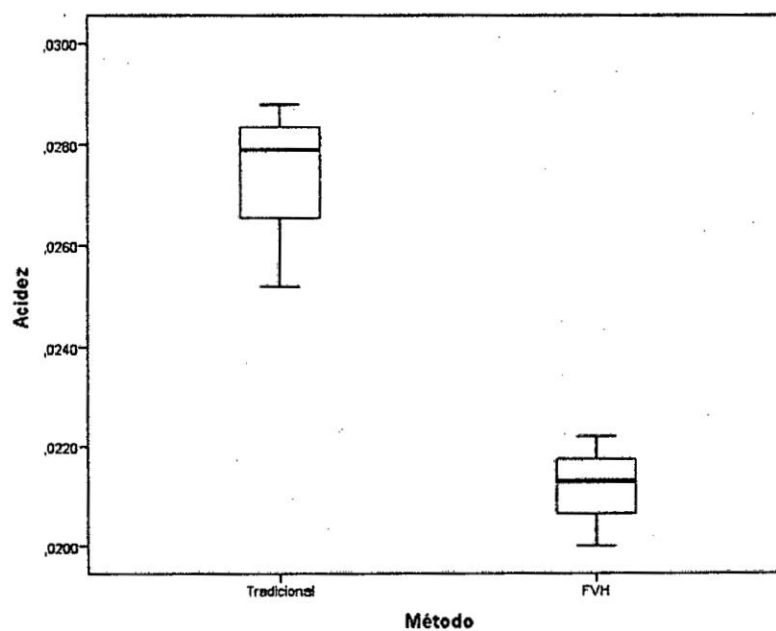


Tabla ANOVA para sólidos solubles (°Brix), por tratamiento.

**ANOVA**

°Brix

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13,291	1	13,291	149,643	,000
Dentro de grupos	,355	4	,089		
Total	13,646	5			

Tab. = 7.71       $149.643 > 7.71$  Entonces los resultados de los tratamientos son diferentes.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.

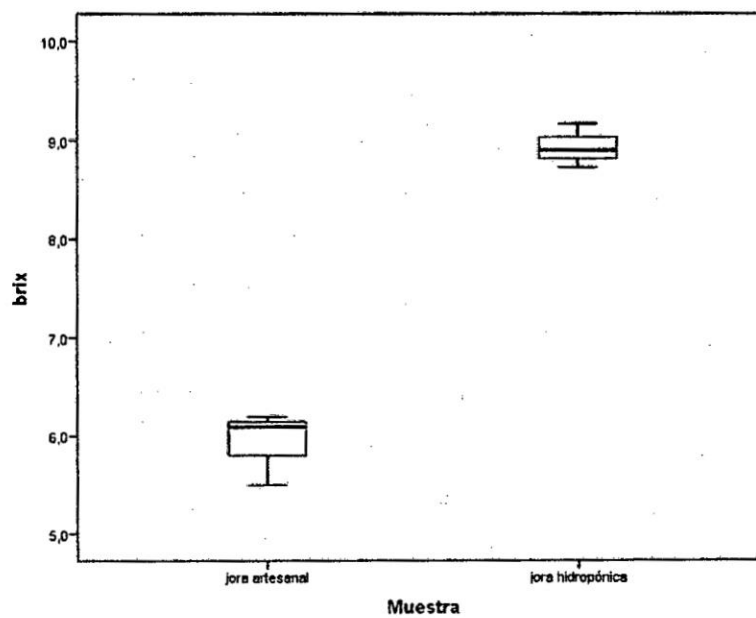


Tabla ANOVA para humedad (%), por tratamiento.

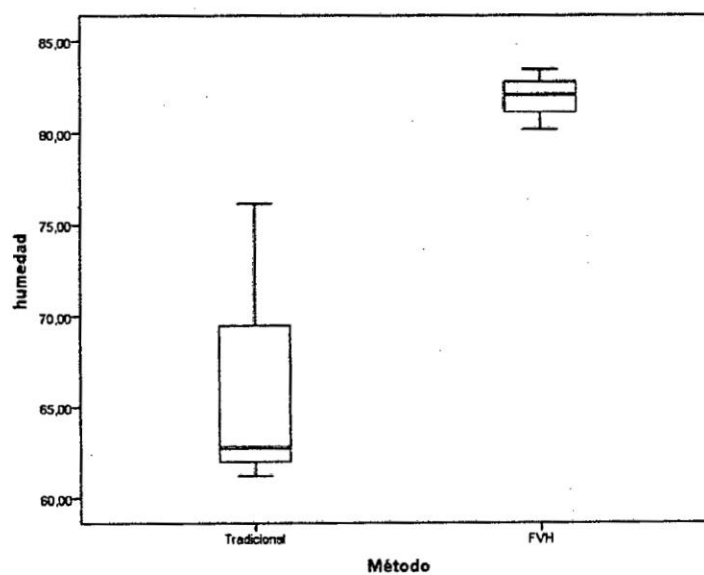
## ANOVA

humedad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	345,943	1	345,943	9,878	,035
Dentro de grupos	140,084	4	35,021		
Total	486,027	5			

F Tab. = 7.71       $9,878 > 7.71$  Entonces los resultados de los tratamientos son diferentes.

Gráfico de cajas de % de Humedad, por tratamiento.



## ANEXO 5

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS BEBIDAS.

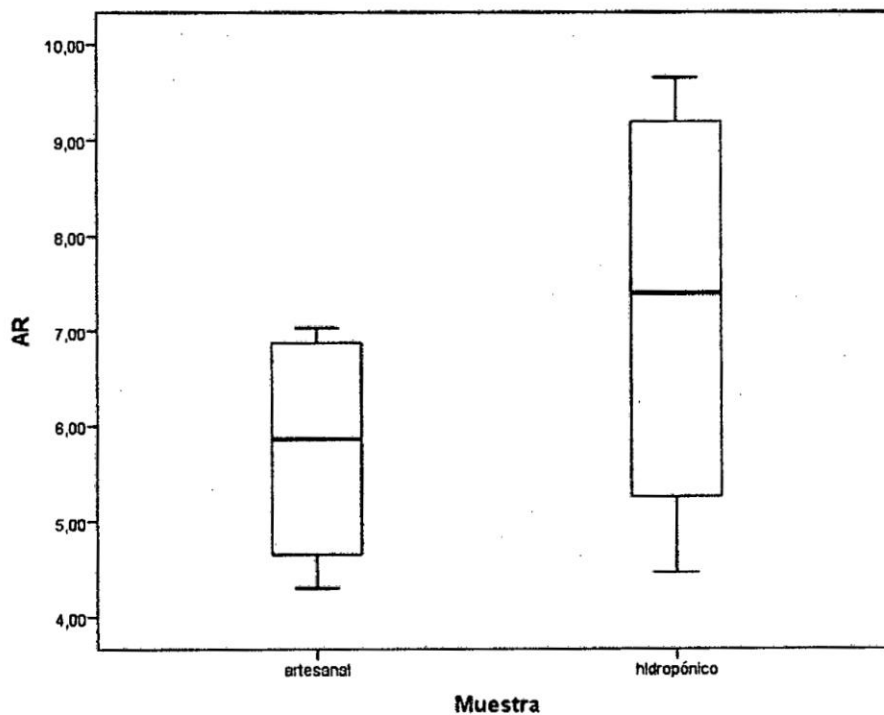
## 1. Análisis de azúcares reductores Vs Método de obtención de jora.

Tabla ANOVA para azúcares reductores por tratamiento.

			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
AR * Muestra	Entre grupos	(Combi nado)	4,278	1	4,278	1,144	,326
	Dentro de grupos		22,445	6	3,741		
	Total		26,723	7			

F Tab. = 1,144 < 5,99 No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.





## 2. Análisis de pH Vs Método de obtención de jora.

Tabla ANOVA para pH por tratamiento.

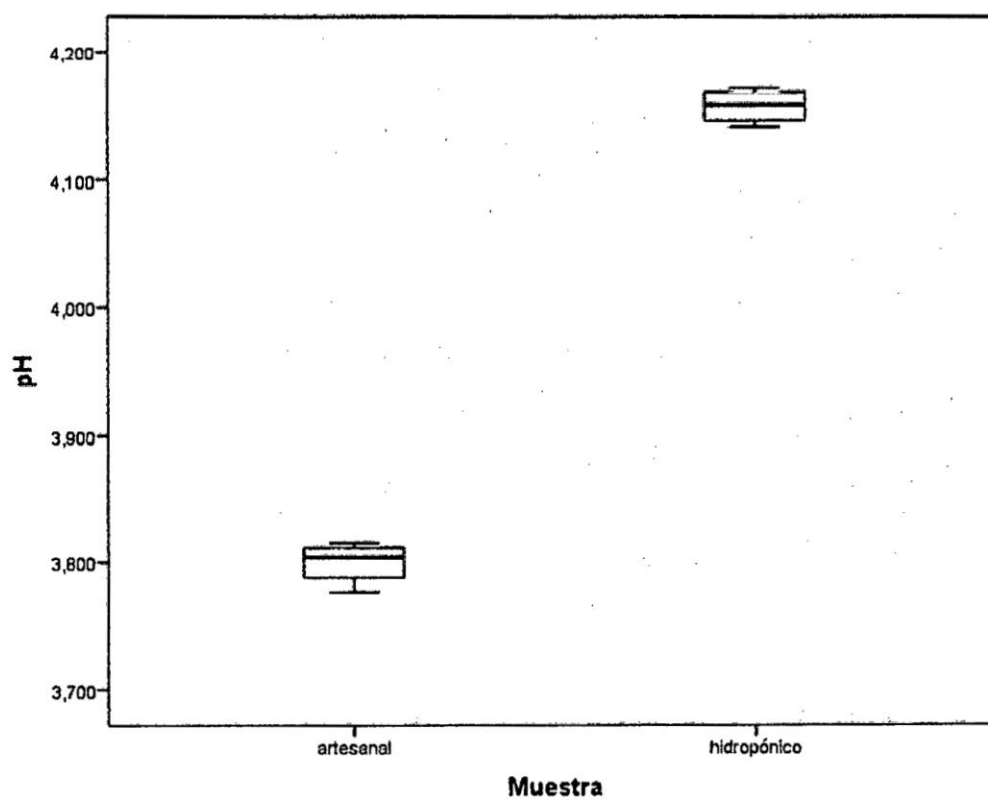
**ANOVA**

pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,255	1	,255	1081,017	,000
Dentro de grupos	,001	6	,000		
Total	,257	7			

F Tab. = 1081,017 > 5,99 - Hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.



### 3. Análisis de % de acidez Vs Método de obtención de jora.

4.

Tabla ANOVA para % de acidez por tratamiento.

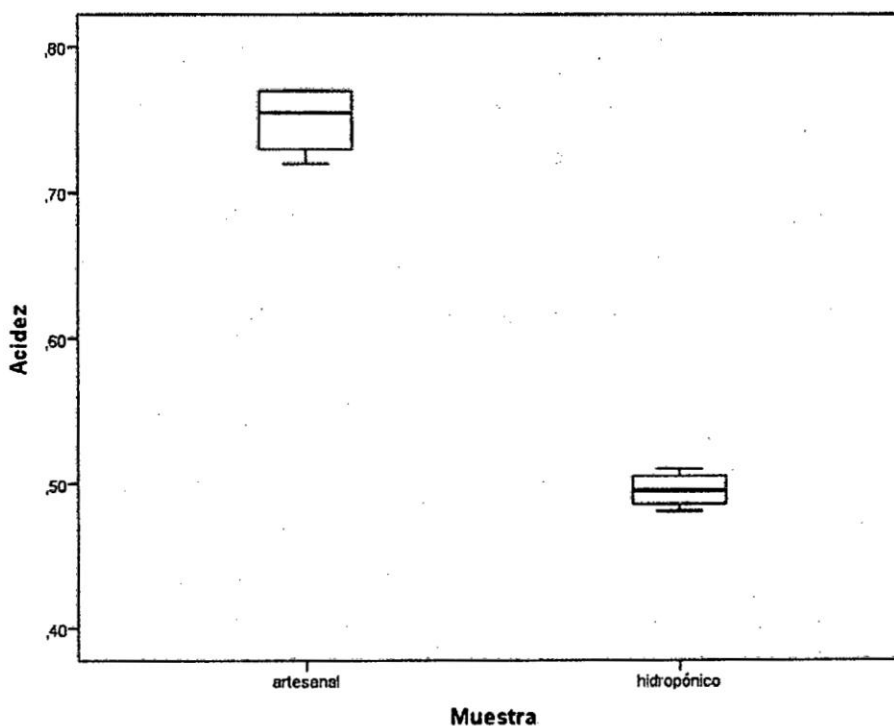
#### ANOVA

Acidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,130	1	,130	339,261	,000
Dentro de grupos	,002	6	,000		
Total	,132	7			

Tab. = 339,261 > 5,99 Hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.



### 5. Análisis de sólidos solubles Vs Método de obtención de jora.

Tabla ANOVA para sólidos solubles por tratamiento.

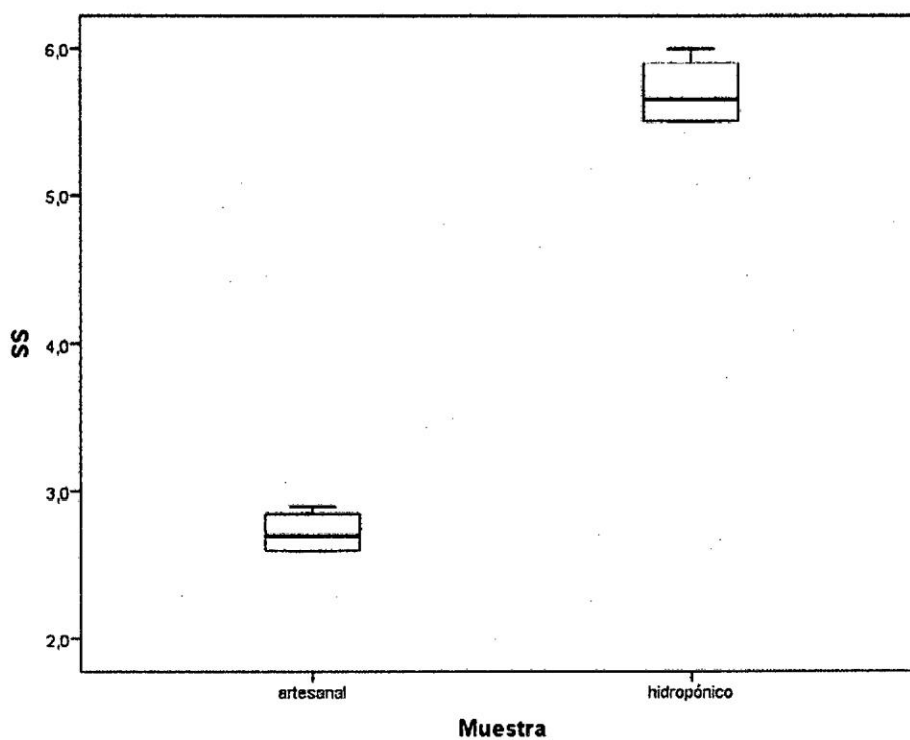
**ANOVA**

SS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	17,701	1	17,701	429,121	,000
Dentro de grupos	,247	6	,041		
Total	17,949	7			

F Tab. = 429,121 > 5,99 Hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.



## 6. Análisis de ° Alcohólicos Vs Método de obtención de jora.

Tabla ANOVA para ° Alcohólicos por tratamiento.

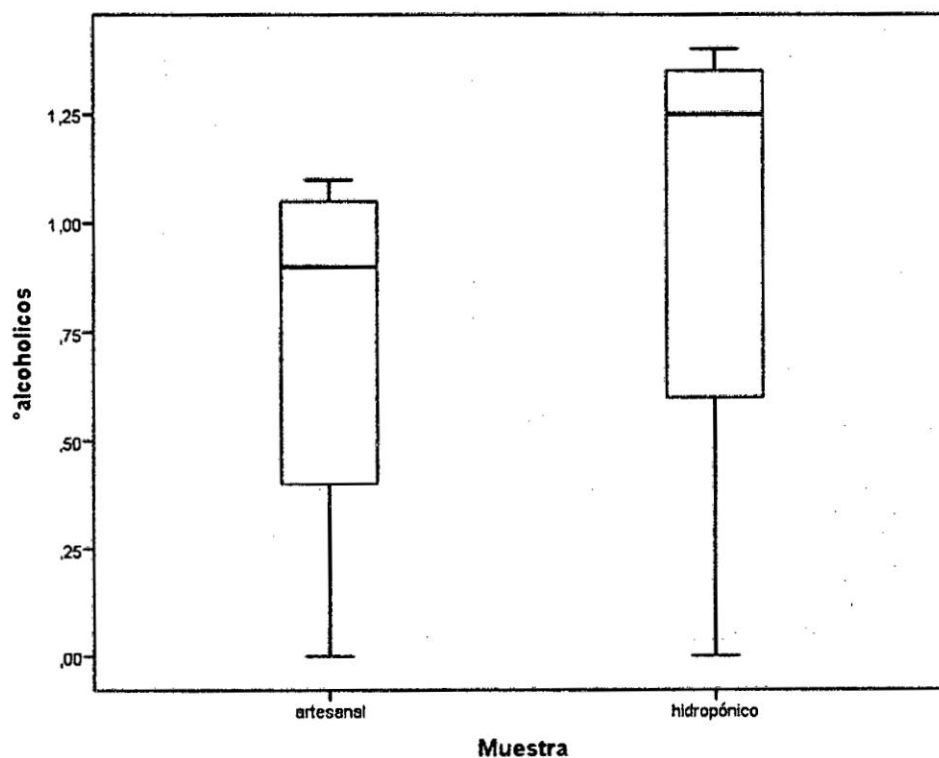
**ANOVA**

°Alcohólicos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,125	1	,125	,369	,566
Dentro de grupos	2,035	6	,339		
Total	2,160	7			

F Tab. = 0,369 < 5,99 No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.



## 7. Análisis de conductividad Vs Método de obtención de jora.

Tabla ANOVA para conductividad por tratamiento.

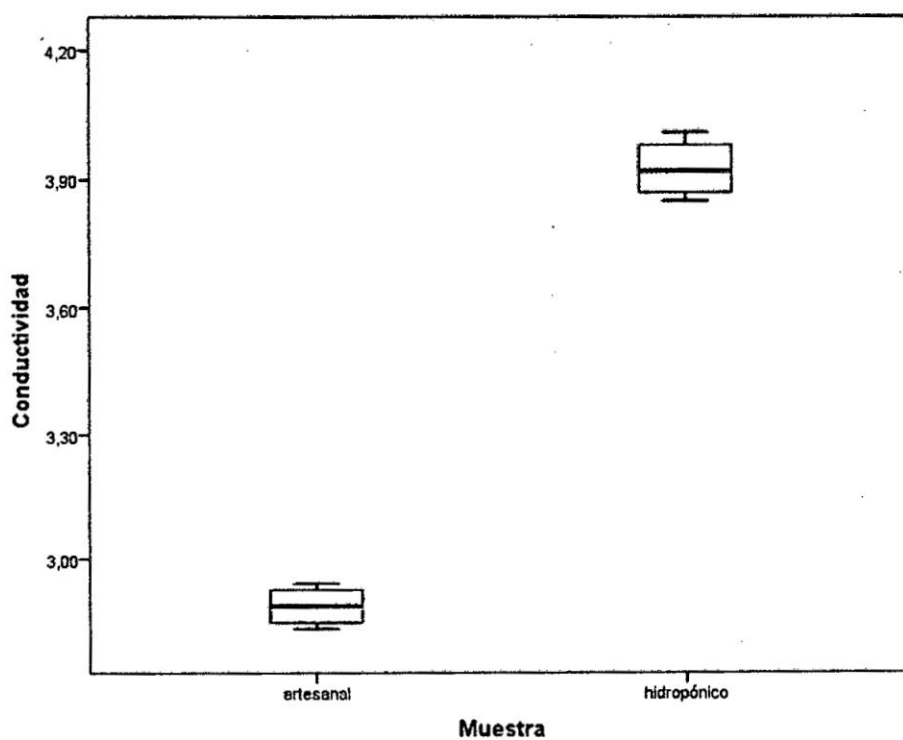
### ANOVA

Conductividad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,163	1	2,163	589,964	,000
Dentro de grupos	,022	6	,004		
Total	2,185	7			

F Tab. = 589,964 > 5,99 Hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.



## 8. Análisis de turbidez Vs Método de obtención de jora.

Tabla ANOVA para turbidez por tratamiento.

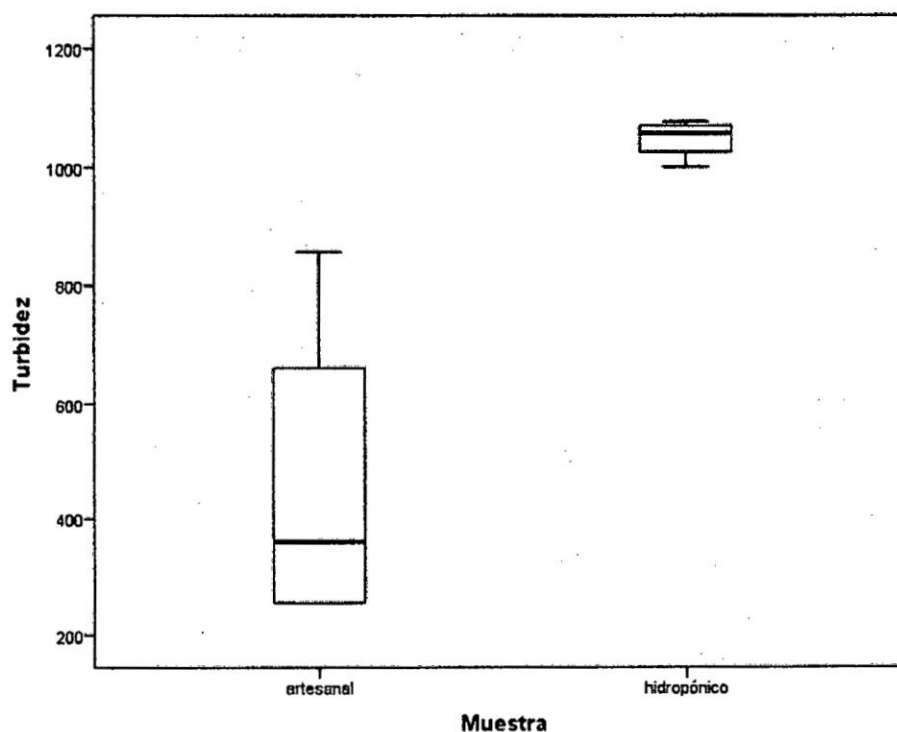
**ANOVA**

Turbidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	696200,000	1	696200,000	16,995	,006
Dentro de grupos	245783,500	6	40963,917		
Total	941983,500	7			

F Tab. = 16,995 > 5,99 Hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Gráfico de cajas, Medias y 95% de Tukey HSD.



## ANEXO 6

**REGISTRO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS BEBIDAS (CHICHA DE JORA ARTESANAL E HIDROPÓNICA)**

Resultados del análisis de hongos y levaduras en 0 días y 90 días, de bebidas; chicha artesanal y chicha hidropónica.

Muestras	MO	0 Días	90 Días
Chicha Artesanal	Hongos (A)	0	0
	Levaduras (A)	<15	<1
Chicha Hidropónica	Hongos (H)	0	0
	Levaduras (H)	<15	<1

Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para bebidas no carbonatadas.

XVI.2 Bebidas no carbonatadas						
Agente Microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por mL	
					m	M
Aerobios Mesófilo	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	---

**FUENTE:** MINSA (2008). Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial N° 591 – 2008. Capítulo XVI.2.

**n** = Número de unidades

**c** = Número de unidades permitidas entre m y M.

**m** = Nivel de aceptación

**M** = Nivel de rechazo

## 1. Análisis estadístico del contenido de hongos vs tratamiento

Hongo

Estadísticas de grupo					
	tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
hongos	TRADICIONAL	2	,00	,000 <sup>a</sup>	,000
	FVH	2	,00	,000 <sup>a</sup>	,000

a. t no se puede calcular porque las desviaciones estándar de ambos grupos son 0.

## 2. Análisis estadístico del contenido de levaduras vs tratamiento

Levaduras

Estadísticas de grupo					
	tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
levaduras	TRADICIONAL	2	8,00	9,899	7,000
	FVH	2	8,00	9,899	7,000



## ANEXO 7

## RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL A LOS CERO DÍAS Y NOVENTA DÍAS.

## 0 DÍAS

Nº DE JUEZ	Artesanal	Hidropónico	Artesanal	Hidropónico	Artesanal	Hidropónico	Artesanal	Hidropónico
	SABOR	SABOR	COLOR	COLOR	OLOR	OLOR	CONSIST.	CONSIST.
1	3	4	4	4	3	4	2	5
2	4	3	3	4	3	3	3	4
3	3	3	3	4	4	4	3	4
4	2	4	4	3	2	4	3	3
5	4	3	3	4	2	3	4	4
6	3	3	3	3	3	5	3	3
7	4	4	3	3	3	3	4	3
8	3	3	4	3	4	4	3	3
9	4	4	3	3	3	4	4	2
10	2	3	3	3	4	3	3	4
11	3	4	4	4	2	3	3	4
12	4	3	3	3	2	3	3	3
13	4	4	4	4	3	3	3	3
14	3	3	3	4	3	3	4	3
15	2	4	3	3	4	2	3	3
16	3	3	5	3	3	4	4	4
17	2	4	4	4	4	3	3	3
18	3	3	3	3	4	4	4	3
19	3	3	4	3	2	3	5	4
20	3	3	3	4	3	3	4	3
Sumatoria	62	68	69	69	61	68	68	68
Promedio	3.1	3.4	3.45	3.45	3.05	3.4	3.4	3.4

## 90 DÍAS

Nº DE JUEZ	Artesanal	Hidropónico	Artesanal	Hidropónico	Artesanal	Hidropónico	Artesanal	Hidropónico
	SABOR	SABOR	COLOR	COLOR	OLOR	OLOR	CONSIST.	CONSIST.
1	3	4	2	4	3	3	3	3
2	3	3	3	4	4	4	5	4
3	3	4	2	5	3	3	3	3
4	2	3	3	4	3	3	5	3
5	3	3	3	4	3	3	3	4
6	4	4	3	5	4	4	4	4
7	3	3	2	4	3	3	3	4
8	3	3	3	3	3	3	3	3
9	3	4	3	5	4	3	3	4
10	4	3	3	5	4	3	2	5
11	3	4	3	4	3	4	2	3
12	3	3	3	4	3	3	3	3
13	3	3	3	3	4	3	2	4
14	4	3	2	3	3	3	3	3
15	3	5	3	3	4	4	5	3
16	2	3	4	3	4	3	3	4
17	3	4	3	3	3	3	4	3
18	3	5	4	3	3	3	3	5
19	2	3	3	4	3	4	3	3
20	3	4	3	4	3	3	3	4
Sumatoria	60	71	58	77	67	65	65	72
Promedio	3	3.55	2.9	3.85	3.35	3.25	3.25	3.6

## ANEXO 8

## REGISTRO DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS AL GERMINADO

## DETERMINACIÓN DE pH DEL GERMINADO DE MAÍZ (JORA FRESCA)

TIPO DE OBTENCIÓN	FECHA DE ANÁLISIS			PROMEDIO
	23/10/2014	15/01/2015	20/04/2015	
Método FVH	6.56	6.47	6.48	6.50
	6.53	6.5	6.46	
	6.49	6.52	6.51	
	6.53	6.50	6.48	
Método Tradicional	5.63	5.62	5.61	5.62
	5.6	5.64	5.59	
	5.63	5.65	5.57	
	5.62	5.64	5.59	

## DETERMINACIÓN DE ACIDEZ DEL GERMINADO DE MAÍZ (JORA FRESCA)

Tipo de obtención	Fecha de análisis GASTOS DE Na OH			Promedio de gastos por fecha	Millequiva lentes de acidez	Promedio
	23/10/2014	15/01/2015	20/04/2015			
Método Tradicional	2.9	3.2	3	2.80	0.0252	0.027
	2.8	3.3	3.2	3.20	0.0288	
	2.7	3.1	3.1	3.10	0.0279	
	2.80	3.20	3.10		0.027	
Método FVH	2.5	2.2	2.4	2.47	0.0222	0.022
	2.4	2.3	2.5	2.37	0.0213	
	2.5	2.6	2.7	2.53	0.02	
	2.47	2.37	2.53		0.022	

## DATOS:

Método: Potenciométrico (Gastos de Na OH hasta una lectura de 8 - 8.3 de pH )

Dilución: 10/100 (10 gramos de muestra en 100 ml de agua destilada)

Mequivalente del ácido láctico: 0.09

Peso de muestra

Normalidad de Na OH

0.1

0.09

10

0.1

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot N_{\text{NaOH}} \cdot 0.09 \cdot 0.1 \cdot 100}{10 \text{ gramos}}$$

**DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES, EXPRESADO EN ° BRIX DEL GERMINADO DE MAÍZ  
(JORA FRESCA)**

Tipo de obtención	Fecha de análisis Lectura directa			Promedio de gastos por fecha	Promedio
	23/10/2014	15/01/2015	20/04/2015		
Método Tradicional	6.5	5.9	5.3	6.20	6
	6	6.3	5.7	6.10	
	6.1	6.1	5.5	5.50	
	6.20	6.10	5.50	5.93	
Método FVH	9.4	8.7	8.9	9.17	9
	9.1	8.8	9.1	8.73	
	9	8.7	8.7	8.90	
	9.17	8.73	8.90	8.93	

**DETERMINACIÓN DE HUMEDAD, EXPRESADO EN % DEL GERMINADO DE MAÍZ (JORA FRESCA)**

Método de obtención	WP	WP+m	Wm	wp+m f	%Humedad	%Hprom	%m.s.
Método Tradicional	47.5682	52.7159	5.1477	49.5643	61.223459	63.73	36.27
	52.3476	57.5583	5.2107	54.2862	62.7957856		
	47.307	52.3118	5.0048	48.9507	67.1575288		
Método FVH	42.5871	47.8362	5.2491	43.5284	82.067402	81.91	18.09
	40.5401	46.0223	5.4822	41.6258	80.1959068		
	36.752	42.1274	5.3754	37.6404	83.4728578		

**DÍAS PARA LA OBTENSIÓN DE JORA DE MAÍZ (SECO)**

Método	Operaciones y tiempo de ejecución en promedio		Total en promedio
Método Tradicional	Remojado con Lejía	1 día	10
	Germinado	7 días	
	Secado	2 días	
Método FVH	Remojado con Lejía	1 día	8
	Pre Germinado	3 días	
	Germinado en módulo	2 días	
	Secado	2 días	

**Rendimiento del maíz serrano amarillo para la producción de jora fresca.**

<b>Método</b>	<b>Cantidad de maíz ingresado (gramos)</b>	<b>Cantidad de jora fresca obtenida</b>	<b>rendimiento total</b>
Método Tradicional	1000	1950	195%
Método FVH	1000	2134	213.40%

## ANEXO 9

### REGISTRO DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS A LAS BEBIDAS.

Determinación de pH en las muestras de chicha de jora (Evaluación en almacenamiento )

Muestras	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS
Chicha de jora artesanal	3.827	3.824	3.804	3.803
	3.806	3.801	3.794	3.762
	3.813	3.798	3.802	3.763
X̄	3.815	3.808	3.800	3.776
Chicha de jora hidropónica	4.171	4.169	4.154	4.141
	4.169	4.156	4.149	4.142
	4.173	4.170	4.150	4.140
X̄	4.171	4.165	4.151	4.141

Determinación de % de acidez en las muestras de chicha de jora (Evaluación en almacenamiento )

Gastos de NaOH

Muestras	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS
Chicha de jora artesanal	40.4	41.2	42.5	42.3
	39.8	40.1	43.2	43.0
	40.1	41.9	42.3	42.3
X̄	40.1	41.1	42.7	42.5
Chicha de jora hidropónica	28.5	27.8	27.4	27.3
	28.2	27.8	27.1	26.4
	28.5	27.7	27.0	26.0
X̄	28.4	27.8	27.2	26.6

Determinación de sólidos solubles en las muestras de chicha de jora (Evaluación en almacenamiento )

°Brix

Muestras	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS
Chicha de jora artesanal	3.1	2.7	2.5	2.6
	2.9	2.8	2.6	2.6
	2.8	2.9	2.8	2.7
X̄	2.9	2.8	2.6	2.6
Chicha de jora hidropónica	5.9	5.8	5.5	5.4
	6.1	5.7	5.5	5.3
	5.9	5.8	5.5	5.5
X̄	6.0	5.8	5.5	5.4

Determinación de °Alcohólicos en las muestras de chicha de jora  
(Evaluación en almacenamiento )

%

Muestras	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS
Chicha de jora artesanal	0.0	0.8	1.0	1.2
	0.0	0.9	1.2	1.0
	0.0	0.8	0.9	1.2
$\bar{X}$	0.0	0.8	1.0	1.1
Chicha de jora hidropónica	0.0	1.0	1.4	1.4
	0.0	1.3	1.3	1.5
	0.0	1.3	1.3	1.4
$\bar{X}$	0.0	1.2	1.3	1.4

Determinación de conductividad en las muestras de chicha de jora  
(Evaluación en almacenamiento )

( $\mu\text{s/cm}$ )

Muestras	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS
Chicha de jora artesanal	2.82	2.84	2.91	2.93
	2.87	2.85	2.91	2.94
	2.80	2.88	2.90	2.94
$\bar{X}$	2.83	2.86	2.91	2.94
Chicha de jora hidropónica	4.00	3.91	3.90	3.84
	4.01	3.97	3.89	3.86
	4.01	3.98	3.88	3.84
$\bar{X}$	4.01	3.95	3.89	3.85

Determinación de turbidez en las muestras de chicha de jora (Evaluación en almacenamiento )

NTU

Muestras	0 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS
Chicha de jora artesanal	859	470	255	255
	857	470	258	254
	859	468	256	254
$\bar{X}$	858	469	256	254
Chicha de jora hidropónica	1092	1090	1052	1005
	1009	1070	1052	1000
	1090	1070	1050	998
$\bar{X}$	1064	1077	1051	1001

## ANEXO 10.

Resumen de contrastes de hipótesis para los atributos de sabor, color, olor y consistencia (con SPSS).

### Prueba de Friedman para sabor

Rangos	
	Rango promedio
sabor0	1,51
sabor90	1,49

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	40
Chi-cuadrado	,048
gl	1
Sig. asintótica	,827

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se ve que el nivel de significancia es  $0,827 > a 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en sabor.

### Prueba de Friedman para color

Rangos	
	Rango promedio
color0	1,56
color90	1,44

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	40
Chi-cuadrado	1,087
gl	1
Sig. asintótica	,297

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se observa que el nivel de significancia es  $0,297 > a 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en color.



### Prueba de Friedman para olor

Rangos	
	Rango promedio
olor0	1,35
olor90	1,65

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	20
Chi-cuadrado	2,571
gl	1
Sig. asintótica	,109

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se observa que el nivel de significancia es  $0,109 > a 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en olor.

### Prueba de Friedman para consistencia

Rangos	
	Rango promedio
consistencia0	1,53
consistencia90	1,48

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
N	40
Chi-cuadrado	,143
gl	1
Sig. asintótica	,705

a. Prueba de Friedman

Conclusiones: Se observa que el nivel de significancia es  $0,705 > a 0,005$  entonces se acepta la  $H^0$  nula; que los tratamientos en chicha de jora hidropónica y artesanal son iguales en olor.

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las distribuciones de sabor0, sabor90, color0, color90, olor0, olor90, consistencia0 and consistencia90 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,129	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

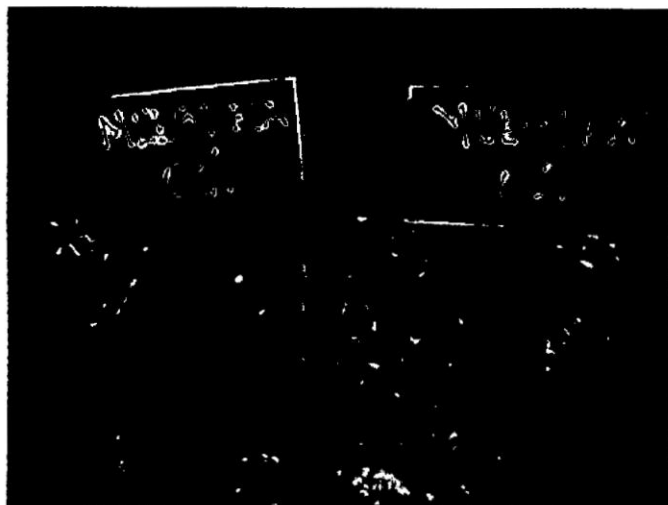
Estándares colorimétricos.

<b>Nombre</b>	<b>Muestra</b>
Marrón o Pardo	
Siena	
Borgoña	
Amarillo Ámbar	
Amarillo Indio	

**Fuente:** Anzaldúa (1994).

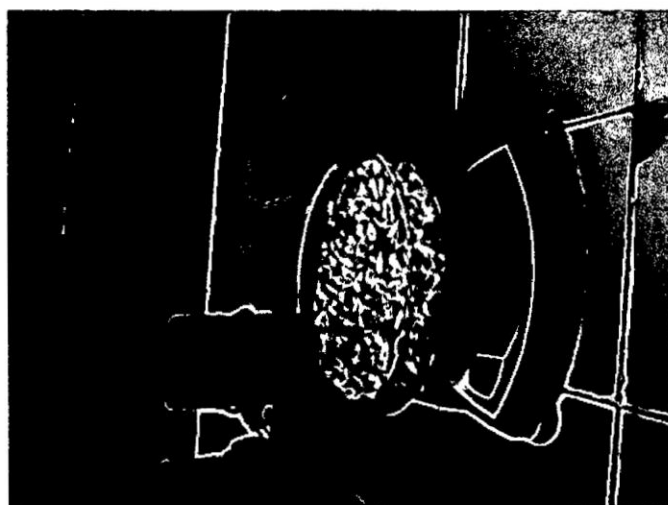
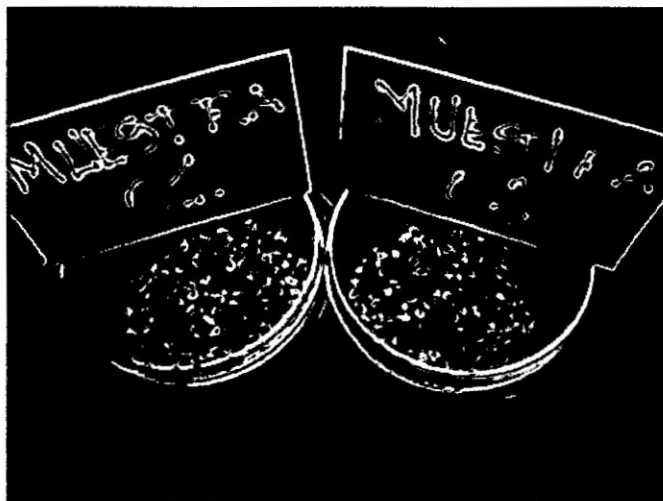
## ANEXO 11

## FOTOS DE LA CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



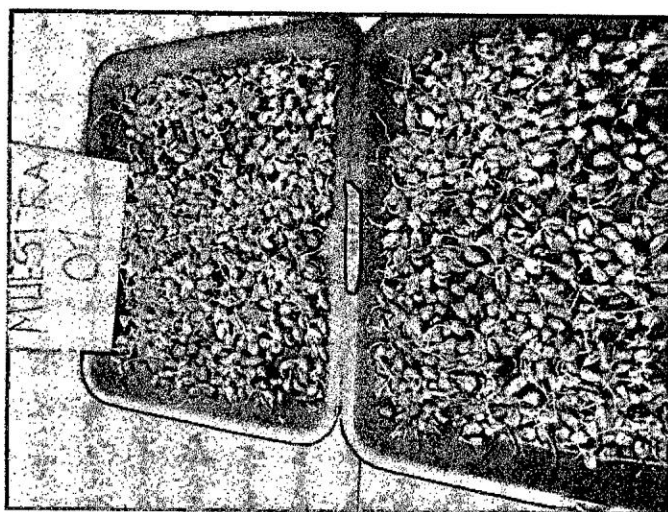
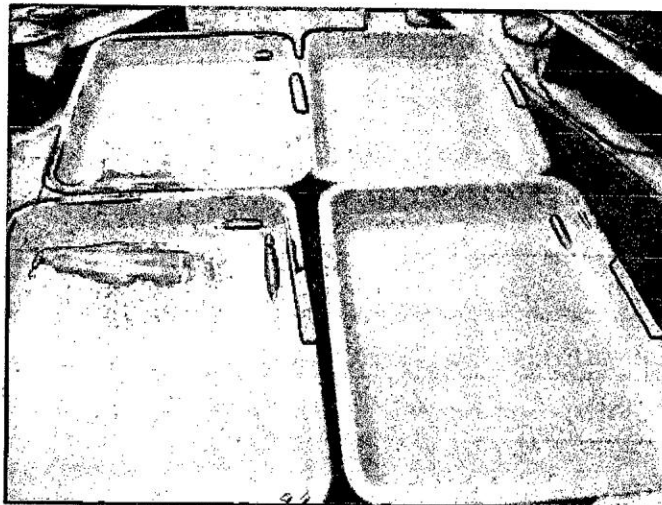
**Foto 1.** Muestras de maíz amarillo serrano para la investigación.

**Foto 2.** Muestras de maíz amarillo serrano en tratamiento para el germinado.



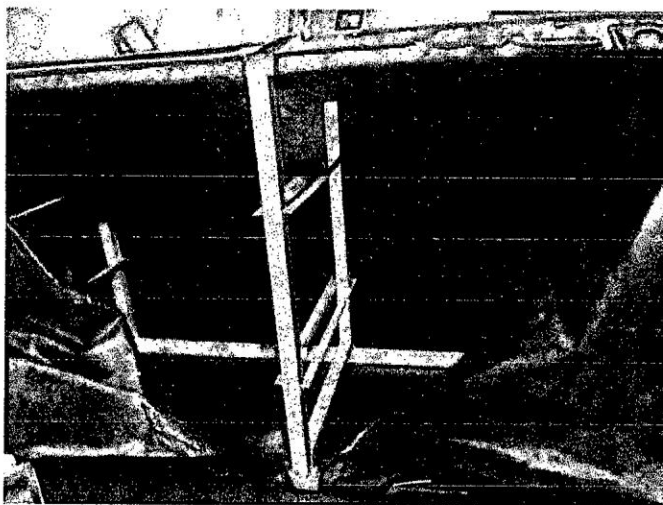
**Foto 3.** Pesado de las muestras, para su seguimiento cuantitativo.

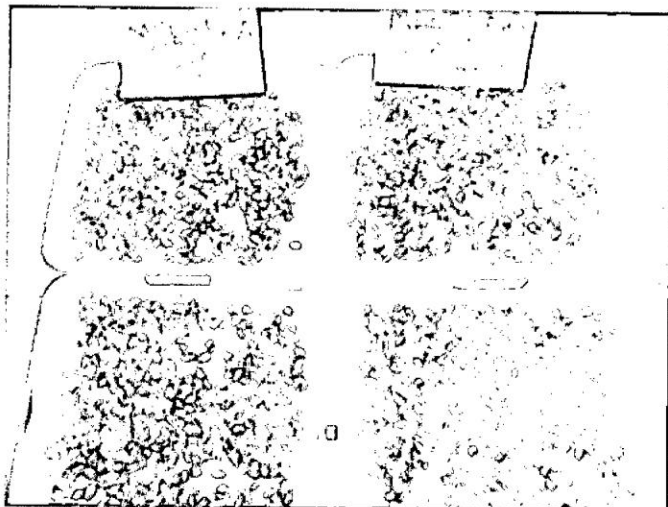
**Foto 4.** Bandejas para el germinado hidropónico.



**Foto 5.** Maíz en proceso de germinación en las bandejas

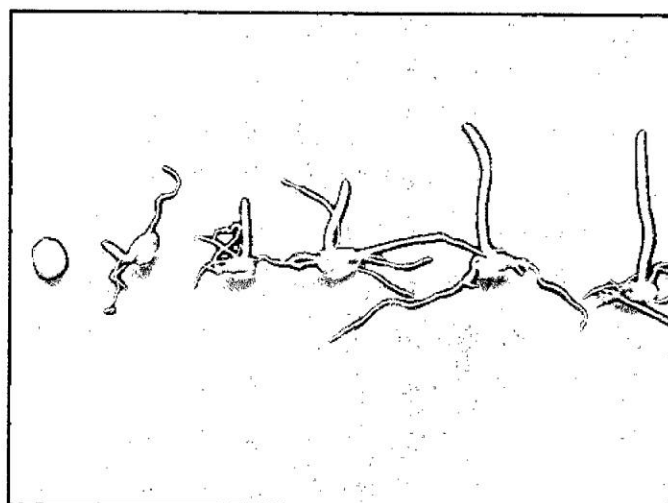
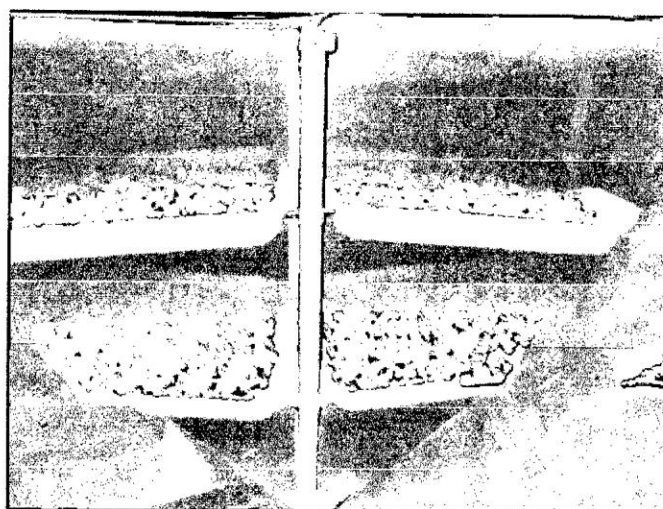
**Foto 6.** Módulo acondicionado para la producción de forraje hidropónico.





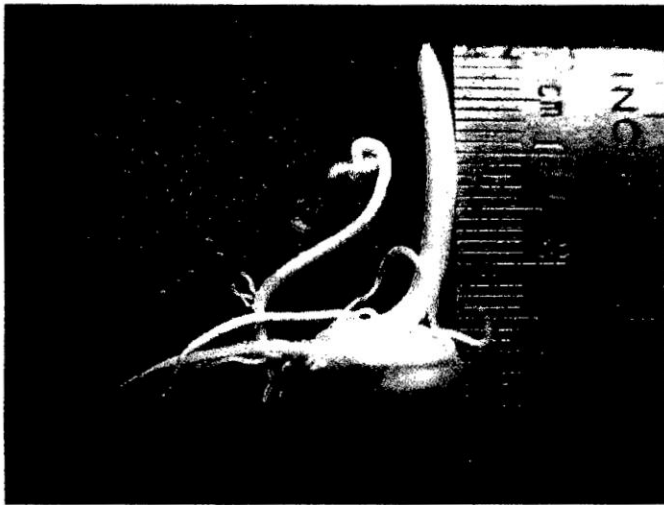
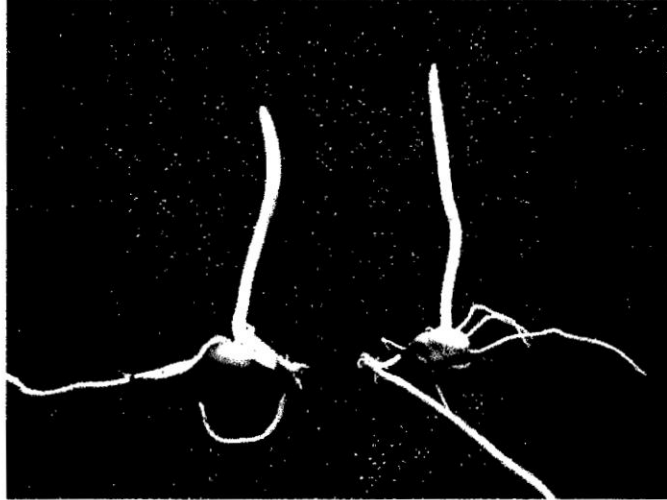
**Foto 7.** Bandejas con maíz en proceso de germinación.

**Foto 8.** Bandejas dentro de los módulos al descubierto.



**Foto 9.** Germinados en diferentes estadios de crecimiento.

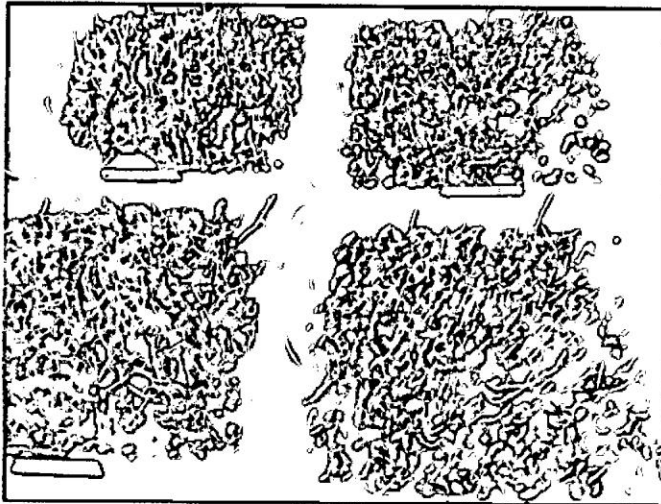
**Foto 10.** Germinados obtenidos por el método artesanal de producción.



**Foto 11.** Germinado hidropónico al momento de la saca con 3 cm, nótese lo bien definido que es.

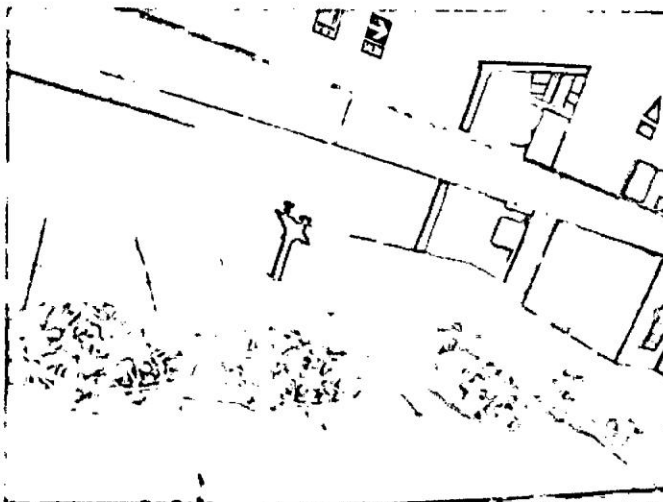
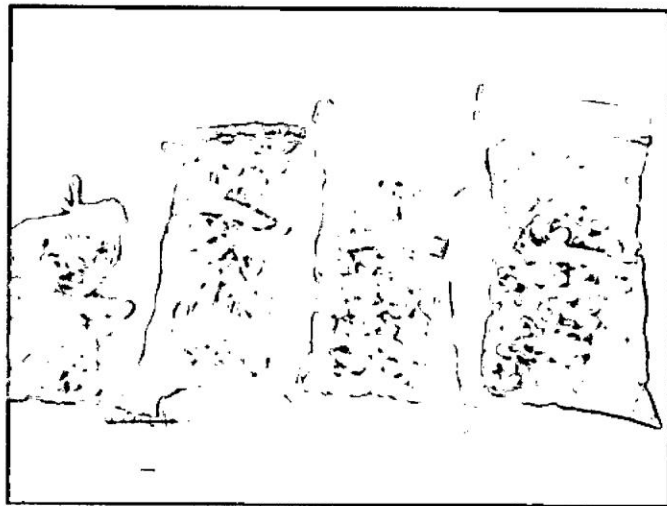
**Foto 12.** Germinado hidropónico en bandeja al momento de la saca.





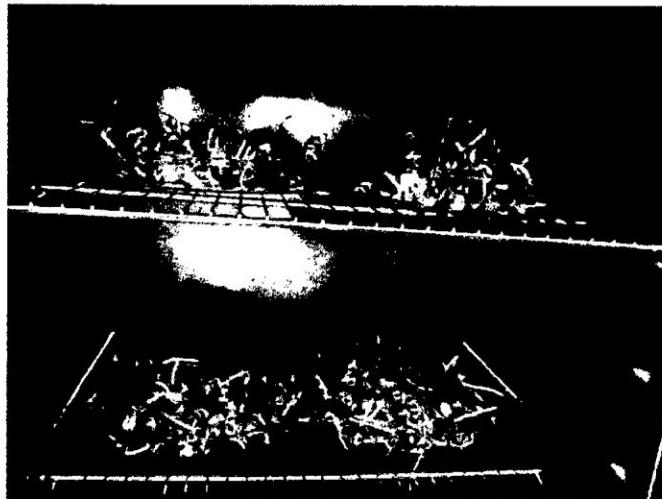
**Foto 13.** Germinados en las bandejas respectivas.

**Foto 14.** Jora fresca antes de ser sometidos al desecado.



**Foto 15.** Jora acondicionada para la operación de deshidratado.

**Foto 16.** Jora fresca en la operación de secado.

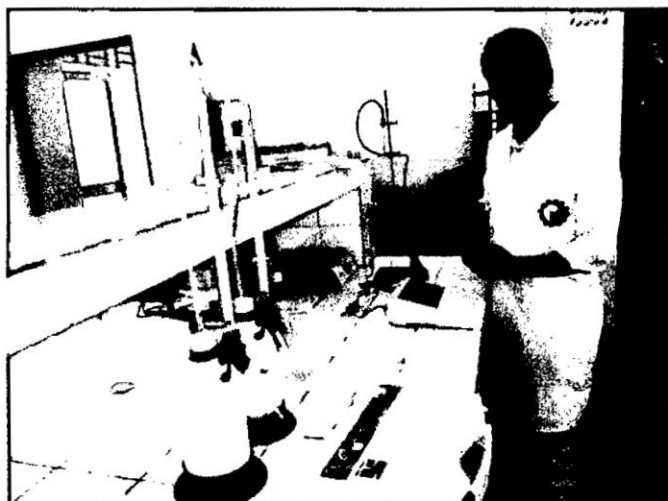


**Foto 17.** Acondicionamiento de jora para la determinación de sólidos solubles.

**Foto 18.** Determinación de sólidos solubles con el refractómetro.

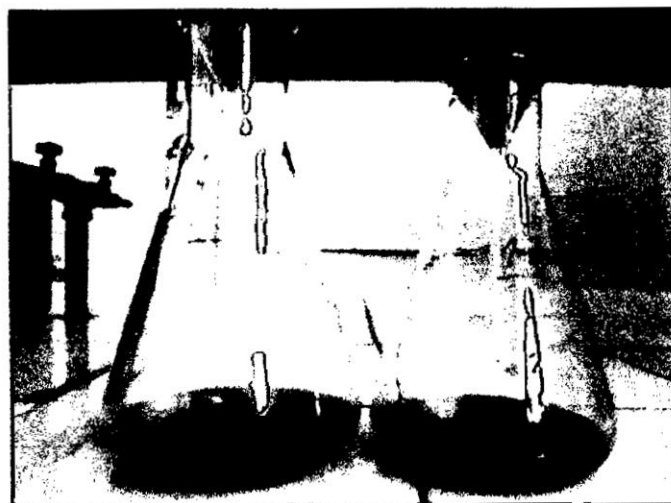






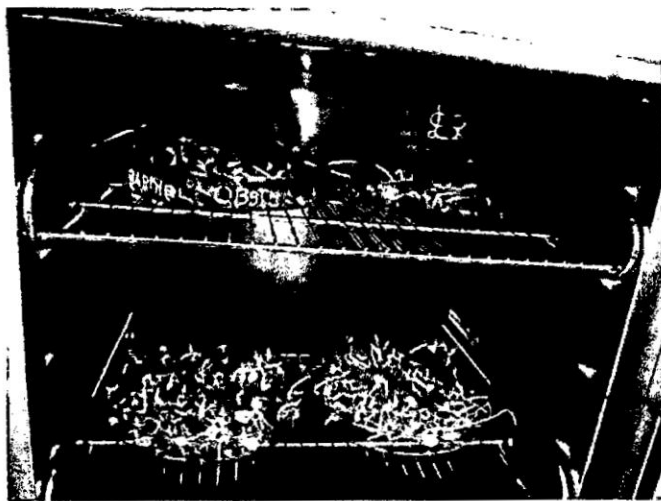
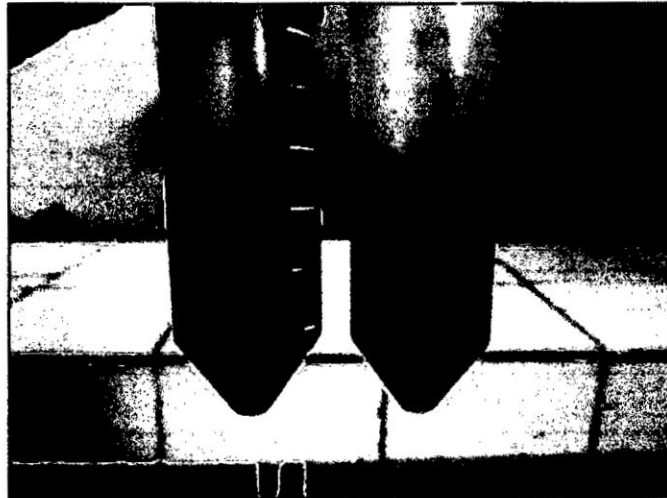
**Foto 19.** Lectura de la conductividad en las bebidas.

**Foto 20.** Determinación de % de acidez en las bebidas.



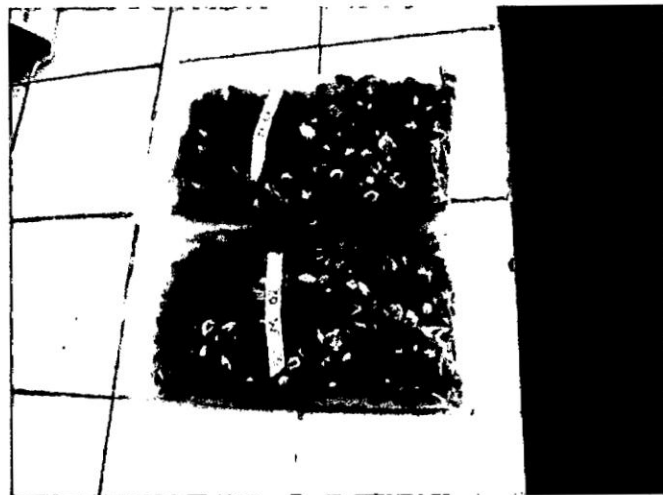
**Foto 21.** Filtrado de muestras como acondicionamiento para determinación de azúcares reductores.

**Foto 22.** Muestras en los tubos Falcon para ser sometidos a centrifuga.



**Foto 23.** Secado de las muestras del lote 2 en la estufa.

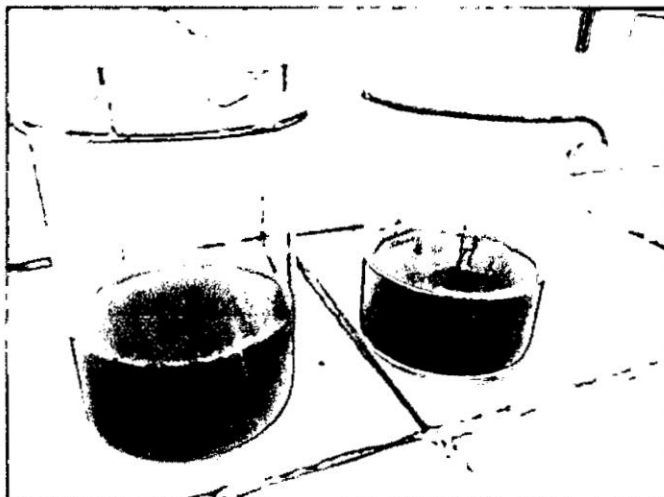
**Foto 24.** Muestras secas de jora de maíz, producidas por el método artesanal e hidropónico.



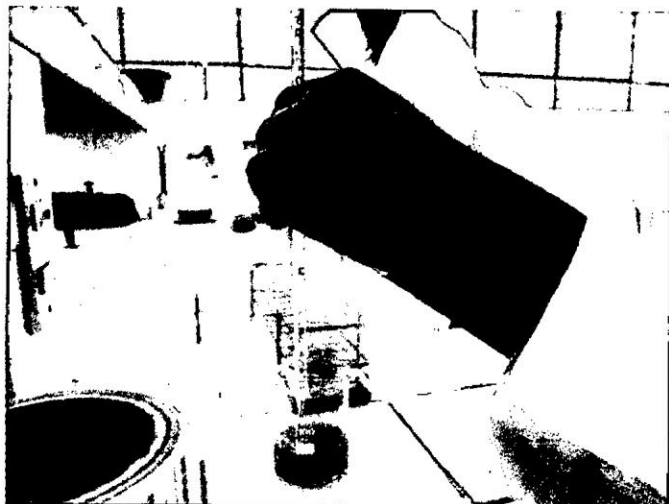


**Foto 25.** Centrifugado de muestras para el análisis de azúcares reductores.

**Foto 26.** Muestras de bebida con jora producida con el método de forraje verde hidropónico.

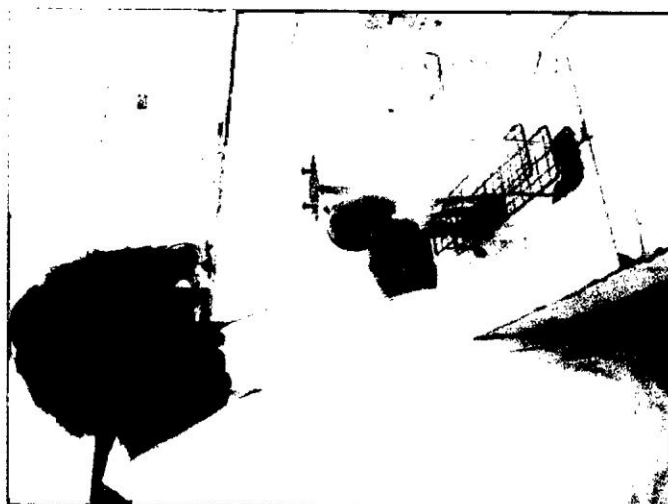
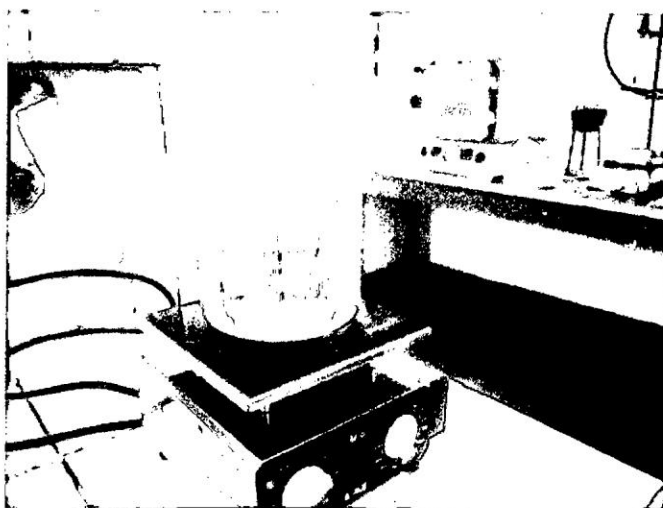


**Foto 27.** Muestras de bebida con jora producida con el método artesanal.



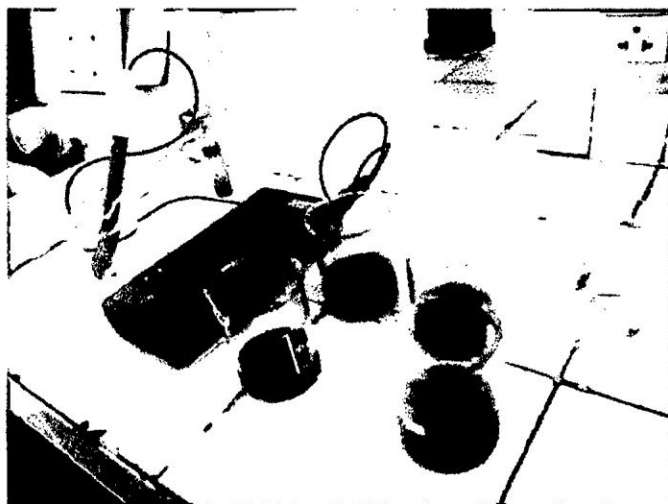
**Foto 28.** - Determinación de azúcares reductores en la chicha de jora.

**Foto 29.** Tratamiento térmico para determinación de azúcares reductores.



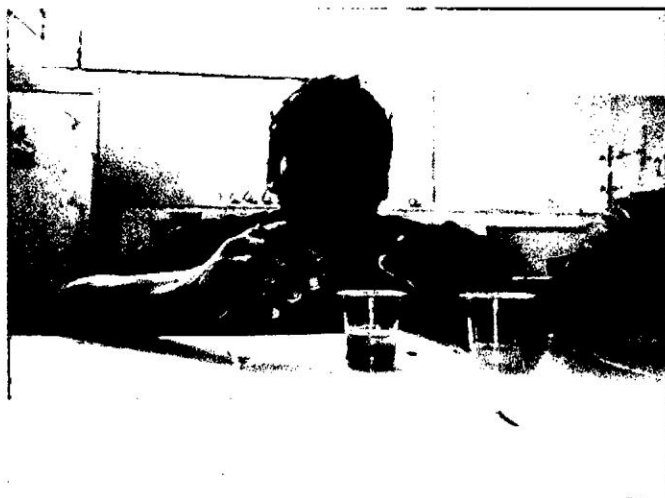
**Foto 30.** Tubos para las lecturas en el espectrofotómetro.

**Foto 31.** Lecturas en el espectrofotómetro.



**Foto 32.** Análisis finales de pH en bebidas de ambos tratamientos.

**Foto 33.** Análisis sensoriales.





**Foto 34.** Panelistas en los análisis sensoriales.

**Foto 35.** Panelistas con los apuntes de su apreciación.



**Foto 36.** Análisis con la supervisión del tesista.



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
HUANUCO - PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

En la ciudad de Huánuco a los 24 días del mes de **Noviembre** del año 2016, siendo las **17:00 p.m.** Horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 0596-2016-UNHEVAL/FCA-D, de fecha 16/11/2016, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

" OBTENCIÓN DE JORA DE MAÍZ (Zea mays) DE ALTO CONTENIDO EN AZÚCARES, USANDO EL MÉTODO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH) Y SU EFECTO EN LA ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA"

Presentado por el (la) Bachiller en Ingeniería Agroindustrial:

**GESON NICOLAS ESPINOZA BLAS**

Bajo el asesoramiento del **Ing. ANGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES.**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE** : Ing. ROGER ESTACIO LAGUNA  
**SECRETARIO** : Ing. RUBEN MAX ROJAS PORTAL  
**VOCAL** : Ing. WINDER LAUREANO ULLOA  
**ACCESITARIO** : Ing. SERGIO MUÑOZ GARAY

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por Unanimidad con el cuantitativo de 14 y cualitativo de Buena, quedando el sustentante Apto para que se le expida el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 20:00 horas.

Huánuco, 24 de Noviembre del 2016

[Firma]  
PRESIDENTE

[Firma]  
SECRETARIO

[Firma]  
VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado