



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA PARA
INDUSTRIALIZAR LA CHICHA DE JORA EN LA PROCESADORA DE
ALIMENTOS Y BEBIDAS KUTACACHI SARA MAMA.”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:

JÉSSICA KARINA POMASQUI BENAVIDES

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

DEDICATORIA

A Dios por ser mi creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesité, y por hacer palpable su amor a través de cada uno de los que me rodea.

A mis padres Wilson y Carmen quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, brindándome su apoyo incondicional y guiándome con sus sabios consejos en todo momento.

A mis hermanas Jeniffer y Dámaris quienes han sido mi inspiración para ser cada día mejor.

A Cristina y Fernando quienes han apoyado mi desarrollo y superación, por ser más que mi hermana y cuñado mis amigos.

A todos ustedes mi esfuerzo y gratitud, por ser pilares fundamentales en mi camino y formar parte de este logro que me abre puertas inimaginables en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser el templo en el que se impartieron todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera estudiantil.

Al Comité Central de Mujeres UNORCAC, a la Procesadora de Alimentos y Bebidas Kutacachi Sara Mama y a la Asamblea de Unidad Cantonal de Cotacachi por el apoyo brindado en la realización del trabajo investigativo y de manera especial al equipo del proyecto “Mujeres indígenas y campesinas trabajando por la soberanía alimentaria”, en su coordinación a la Ing. Katusca Rubio por su confianza y amistad.

A la Dra. Olga Lucero y al Dr. Carlos Pilamunga., porque su constancia en la dirección y asesoría del presente trabajo de investigación, han sido el empuje para su desarrollo y culminación.

A la Dra. Susana Abdo, a la Dra. Janeth Gallegos, al Dr. Carlos Donoso, al Dr. Julio Idrovo, al Bqf. Fausto Contero y al Bqf. Diego Vinuesa, que me colaboraron para que esta tesis se realice de la mejor manera posible.

A mis amigos y compañeros, en especial a Shirley, Gisela, Anita y Carlitos que me brindaron su voz de aliento en momentos duros para continuar la investigación a pesar de las pequeñas vicisitudes que se presentaron en el camino. A Tania, Gabriela, Dayana, Mayra y Silvana con quienes hemos crecido en todos los sentidos y a pesar de la distancia siempre siguieron ahí.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA PARA INDUSTRIALIZAR LA CHICHA DE JORA EN LA PROCESADORA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS KUTACACHI SARA MAMA.”**, de responsabilidad de la señorita egresada Jéssica Karina Pomasqui Benavides, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz H.
DECANA FAC. CIENCIAS

Dr. Luis Guevara I.
DIRECTOR DE ESCUELA

Dr. Olga Lucero R.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Carlos Pilamunga C.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Tc. Carlos Rodríguez
DIRECTOR CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN

NOTA DE TESIS ESCRITA

Yo, **Jéssica Karina Pomasqui Benavides**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, al COMITÉ CENTRAL DE MUJERES UNORCAC y a la ASAMBLEA DE UNIDAD CANTONAL DE COTACACHI.

JÉSSICA KARINA POMASQUI BENAVIDES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ANOVA	Analysis of Variance
ATP	Adenosín trifosfato
BGCL	Caldo verde brillante bilis-lactosa
C	Concentración
°C	Grados Celsius
cm	Centímetros
D	Disolución
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
g	Gramos
°GL	Grados Gay-Lussac
ha	Hectáreas
h	Horas
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
kg	Kilogramos
L	Litros
mg	Miligramos
min	Minutos
mL	Mililitros
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MO-LSAIA	Método-Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos
N	Normalidad
NAD	Nicotinamina adenina dinucleótido
nm	Nanómetros
NTE	Norma técnica ecuatoriana
OMS	Organización Mundial de la Salud
ppm	Partes por millón
qq	Quintales
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
superf.cont.	Superficie de conteo
t	toneladas
T	Temperatura
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
UNORCAC	Unión de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Cotacachi
v/v	Volumen/volumen
µm	Micrómetros
µL	Microlitros
%	Porcentaje
3M	NYSE: MMM

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	i
ÍNDICE GENERAL.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Fermentación alcohólica.....	1
1.1.1 Medios de cultivo utilizados en la fermentación.....	2
1.1.1.1 Fuentes de carbono.....	2
1.1.1.2 Fuentes de nitrógeno.....	3
1.1.1.3 Sustratos complejos.....	3
1.1.2 Microorganismos fermentadores.....	4
1.1.2.1 Levaduras.....	4
1.1.3 Condiciones de la fermentación alcohólica.....	12
1.1.3.1 pH.....	12
1.1.3.2 Oxigenación.....	12
1.1.3.3 Temperatura.....	13
1.1.3.4 Tiempo de fermentación.....	14
1.1.4 Mecanismo de fermentación.....	14
1.2 Bebidas alcohólicas.....	16
1.2.1 Definición.....	16
1.2.2 Importancia y desarrollo histórico.....	16
1.2.3 Clasificación de las bebidas alcohólicas.....	17
1.3 Chicha.....	19
1.3.1 Definición y aspectos generales.....	19
1.3.1.1 La chicha en el Ecuador.....	20
1.3.2 Chicha de jora.....	20
1.3.2.1 La tradición viva de la chicha.....	20
1.3.2.2 Definición y aspectos generales.....	21
1.3.2.3 Maíz (<i>Zea mays</i>).....	22
1.3.2.4 Ingredientes utilizados en la elaboración de chicha de jora.....	34
1.3.2.5 Proceso de elaboración de chicha de jora.....	35
1.3.2.6 Características organolépticas.....	39
1.3.2.7 Importancia nutricional.....	40
CAPÍTULO II.....	41
2. PARTE EXPERIMENTAL.....	41
2.1 Lugar y pruebas de ensayo.....	41
2.2 Materiales, equipos y reactivos.....	41
2.2.1 Materia prima.....	41
2.2.2 Ingredientes.....	42

2.2.3	Material de laboratorio y otros.....	43
2.2.4	Reactivos.....	45
2.2.5	Medios de cultivo.....	46
2.3	Métodos de análisis.....	46
2.3.1	Caracterización físico - química del maíz.....	46
2.3.1.1	Muestreo y conservación de la muestra.....	46
2.3.1.2	Estudio de los componentes del maíz.....	47
2.3.2	Proceso de obtención de jora.....	59
2.3.3	Caracterización físico - química de la jora.....	
2.3.3.1	Muestreo y conservación de la muestra.....	62
2.3.3.2	Estudio de los componentes de la jora.....	63
2.3.4	Proceso de elaboración de chicha de jora.....	63
2.3.4.1	Obtención del mosto.....	64
2.3.4.2	Fermentación del mosto.....	65
2.3.5	Determinación de los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica	
2.3.5.1	Factores en estudio, tratamientos y diseño experimental.....	66
2.3.5.2	Fermentación del mosto.....	67
2.3.5.3	Variables de control y métodos de evaluación.....	68
CAPÍTULO III.....		78
3.	Resultados y discusión.....	78
3.1	Caracterización físico - química del maíz.....	78
3.2	Proceso de obtención de jora.....	80
3.3	Caracterización físico - química de la jora.....	84
3.4	Proceso de elaboración de chicha de jora.....	86
3.4.1	Obtención del mosto.....	86
3.4.2	Fermentación del mosto.....	89
3.4.2.1	Ensayos preliminares.....	89
3.5	Determinación de los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica	92
3.5.1	Variables de control y métodos de evaluación.....	93
CAPÍTULO IV.....		105
4	Conclusiones.....	105
CAPÍTULO V.....		106
5	Recomendaciones.....	106
CAPÍTULO VI.....		107
6	Resumen.....	107
CAPÍTULO VII.....		110
7	Bibliografía.....	110
CAPÍTULO VIII.....		120
8	Anexos.....	120

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Resultados de la caracterización físico-química del maíz.....	78
CUADRO No. 2	Condiciones de proceso establecidas para la obtención de jora.....	80
CUADRO No. 3	Resultados de la evaluación del proceso de obtención de jora	82
CUADRO No. 4	Resultados de la caracterización físico-química de la jora.....	84
CUADRO No. 5	Comparación de la composición físico-química del maíz y de la jora.....	85
CUADRO No. 6	Condiciones específicas de obtención del mosto.....	87
CUADRO No. 7	Resultados de la evaluación del proceso de obtención de mosto.....	88
CUADRO No. 8	Resultados de ensayos preliminares de fermentación.....	89
CUADRO No. 9	Resultados de la prueba de degustación de los ensayos preliminares.....	91
CUADRO No. 10	Acondicionamiento del mosto para la fermentación.....	92
CUADRO No. 11	Resultados de la determinación del grado alcohólico en los tratamientos.....	100
CUADRO No. 12	Resultados de la productividad de formación de etanol.....	101
CUADRO No. 13	Resultados de la prueba de preferencia en la determinación de los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica.....	102
CUADRO No. 14	Resultados de la prueba de aceptabilidad del producto final...	103

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	Ejemplos de sustratos complejos utilizados en los medios de fermentación microbiana.....	4
TABLA No. 2	Ejemplos de levaduras utilizadas industrialmente.....	5
TABLA No. 3	Clasificación de las bebidas alcohólicas de acuerdo con el sustrato del que proceden.....	18
TABLA No. 4	Características del maíz variedad INIAP-122 “chaucho mejorado”.....	31
TABLA No. 5	Composición química de las partes anatómicas del grano de maíz.....	32
TABLA No. 6	Composición química general de distintos tipos de maíz (%)....	32
TABLA No. 7	Formulación para la elaboración de chicha de jora.....	64
TABLA No. 8	Tratamientos para la fermentación alcohólica en el proceso de elaboración de chicha de jora.....	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No.1	Temperatura y Brix vs tiempo de cocción del mosto.....	88
GRÁFICO No. 2	Crecimiento de la población de levaduras en función al tiempo de fermentación. Temperatura de 22 °C.....	93
GRÁFICO No. 3	Crecimiento de la población de levaduras en función al tiempo de fermentación. Temperatura de 28 °C.....	94
GRÁFICO No. 4	Comportamiento de los sólidos solubles (Brix) durante el tiempo de fermentación. Temperatura de 22 °C.....	96
GRÁFICO No. 5	Comportamiento de los sólidos solubles (Brix) durante el tiempo de fermentación. Temperatura de 28 °C.....	96
GRÁFICO No. 6	Comportamiento del pH durante el tiempo de fermentación. Temperatura de 22 °C.....	97
GRÁFICO No. 7	Comportamiento del pH durante el tiempo de fermentación. Temperatura de 28 °C.....	98
GRÁFICO No. 8	Comportamiento de la acidez durante el tiempo de fermentación. Temperatura de 22 °C.....	99
GRÁFICO No. 9	Comportamiento de la acidez durante el tiempo de fermentación. Temperatura de 28 °C.....	99
GRÁFICO No. 10	Atributos de calidad en función de sus porcentajes.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Diagrama de la estructura de una levadura.....	6
FIGURA No. 2	Esquema del proceso de gemación de levaduras.....	7
FIGURA No. 3	Pseudomicelio formado por una levadura.....	7
FIGURA No. 4	Esquema del ciclo de vida de una levadura ascosporada.....	8
FIGURA No. 5	Curva de crecimiento microbiano.....	10
FIGURA No. 6	Efecto de la temperatura sobre la velocidad de crecimiento y consecuencias moleculares para la célula.....	13
FIGURA No. 7	Ruta de Embden-Meyerhof (glucólisis).....	15
FIGURA No. 8	Descripción morfológica del maíz.....	24
FIGURA No. 9	Diferencias entre las flores masculinas y femeninas del maíz.....	25
FIGURA No. 10	Sección longitudinal del grano de maíz.....	27
FIGURA No. 11	Acontecimientos metabólicos más relevantes en el proceso de germinación de los cereales.....	38
FIGURA No. 12	Muestreo de silos verticales.....	47
FIGURA No. 13	Diagrama de flujo del proceso de obtención de jora.....	60
FIGURA No. 14	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chicha de jora.....	63
FIGURA No. 15	Cuadrícula de la cámara de Neubauer.....	69

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Desarrollo de la radícula en el grano de maíz germinado.....	84
FOTOGRAFÍA No. 2	Ensayo de Fheling en el extracto acuoso de maíz germinado.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	NTE INEN 1233:95.....	120
ANEXO No. 2	NTE INEN 1557.....	128
ANEXO No. 3	Tablas para corregir el grado alcohólico medido a 15°C.....	131
ANEXO No. 4	Tablas para corregir el grado alcohólico medido a 20°C.....	133
ANEXO No. 5	Parámetros cinéticos analizados para determinar la productividad del etanol.....	135
ANEXO No. 6	Hoja para evaluación sensorial de aceptabilidad de los ensayos preliminares.....	138
ANEXO No. 7	Hoja para evaluación sensorial de aceptabilidad del producto final.....	139
ANEXO No. 8	Resultados del comportamiento del pH en función del tiempo. a una temperatura de 22 °C.....	140
ANEXO No. 9	Resultados del comportamiento de la acidez en función del tiempo. a una temperatura de 22°C.....	140
ANEXO No. 10	Resultados del comportamiento de los brix en función del tiempo. a una temperatura de 22°C.....	140
ANEXO No. 11	Crecimiento de la población de levaduras en función al tiempo de fermentación. Temperatura de 22 °C.	140
ANEXO No. 12	Resultados de los parámetros cinéticos de los tratamientos T ₁ , T ₂ y T ₃ (velocidad máxima de crecimiento, tiempo de duplicación y tasa de rendimiento de etanol).....	140
ANEXO No. 13	Resultados del comportamiento del pH en función del tiempo. a una temperatura de 28 °C.....	141
ANEXO No. 14	Resultados del comportamiento de la acidez en función del tiempo. a una temperatura de 28°C.....	141
ANEXO No. 15	Resultados del comportamiento de los brix en función del tiempo. a una temperatura de 28°C.....	141
ANEXO No. 16	Crecimiento de la población de levaduras en función al tiempo de fermentación. Temperatura de 28 °C.	141
ANEXO No. 17	Resultados de los parámetros cinéticos de los tratamientos T ₄ , T ₅ y T ₆ (velocidad máxima de crecimiento, tiempo de duplicación y tasa de rendimiento de etanol).....	141
ANEXO No. 18	Secuencia de fotos del muestreo del maíz a diferentes profundidades en un silo vertical de almacenamiento.....	142
ANEXO No. 19	Tablas D1 y D2 Ranking total (test de ordenamiento)	143
ANEXO N°. 20	Secuencia de fotos de la obtención de jora.....	145
ANEXO N°. 21	Secuencia de fotos de la obtención del mosto	147
ANEXO N°. 22	Secuencia de fotos de la realización de los ensayos preliminares	149
ANEXO N°. 23	Secuencia de fotos de la fermentación en la experimentación principal	151
ANEXO N°. 24	Secuencia de fotos de la evaluación sensorial de la chicha de jora.....	153

INTRODUCCIÓN

La fermentación de los alimentos es una práctica muy antigua presente en todas las culturas del mundo. Existe una gran variedad de este tipo de alimentos como la cerveza, el vino, el vinagre, etc. que han sido estudiados extensamente. (5)

Sin embargo, existe un gran número de alimentos fermentados que se producen en forma regional y que no se conocen fuera de su lugar de origen. Alimentos que forman parte importante de la dieta de muchos grupos étnicos, los cuales se han consumido desde tiempos inmemoriales. (5)

Este es el caso de la chicha de jora, bebida tradicional de los pueblos kichwas característica de la región de los Andes (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú), cuyo origen se remonta a la época preincaica, obtenida por fermentación de la materia azucarada contenida en el mosto de malta de maíz.

En el Ecuador específicamente en el cantón Cotacachi, desde épocas ancestrales se elabora la chicha de jora, elemento imprescindible de la ritualidad y la soberanía del pueblo indígena y del país en general. (20)

Actualmente los procesos que se utilizan para su obtención son empíricos y tradicionales, en muchos casos se mezclan con valores místicos y religiosos resultando así una elaboración de carácter artesanal.

En la elaboración tradicional no se evalúan sus características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas, debido al desconocimiento de los productores y además porque en el Ecuador no existen normas técnicas que determinen el proceso o fijen requisitos de este producto, razón por la cual existen productos con características diferentes y ciertas deficiencias en su elaboración. (45)

Por otro lado, se ha podido observar que muchas de estas preparaciones tradicionales han sufrido un decaimiento debido a la introducción de nuevos productos, poco nutritivos y costosos, denominada comida chatarra. Pasando de su consumo habitual a ocasional en fechas específicas de carácter religioso o político, formándose el criterio de que son alimentos de temporada, de fiestas de celebración. Contribuyendo así al olvido y poco consumo de estas preparaciones, es decir perdiendo nuestra identidad cultural. (13)

Influenciados por esta razón, y con el objeto de aliviar el hambre y la malnutrición en muchos países se están reorientando las estrategias nacionales de desarrollo hacia el aumento y la diversificación de la producción y consumo de alimentos autóctonos, mediante el fomento de su producción y utilización eficaz, aspectos de importancia para mejorar la dieta y la calidad de vida de los pueblos.

Una propuesta válida dentro de este contexto es la desarrollada por parte del Comité Central de Mujeres UNORCAC y la Asamblea de Unidad Cantonal de Cotacachi, en su proyecto “Mujeres indígenas y campesinas trabajando por la soberanía alimentaria”, un programa de producción y recuperación de productos nativos de alto valor nutricional como es el maíz y la actualización de tecnologías tradicionales con la finalidad de llevar a cabo un proceso de industrialización de la chicha de jora.

Considerando todo lo anterior la presente investigación tiene como objetivo determinar los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de jora en la procesadora de alimentos y bebidas “Kutacachi Sara Mama”, propuesta encaminada a dar una alternativa de procesamiento creando una oportunidad de innovación e investigación dentro de esta área, ofertando un producto estable, nutritivo e inocuo .

Propósito fundamental que permitirá rescatar una preparación ancestral en extinción, pero valorizable con la aplicación de tecnologías modernas, conservando los saberes y los sabores a partir de las costumbres que caracterizan e identifican a las comunidades alto andinas del cantón Cotacachi.

CAPÍTULO I

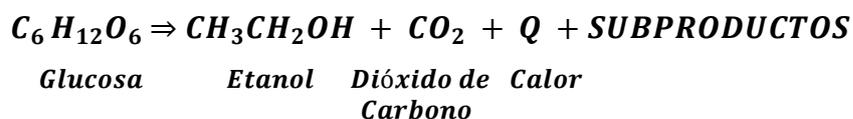
1. MARCO TEÓRICO

1.1 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La fermentación alcohólica es un proceso bioquímico provocado por la acción de microorganismos sobre los azúcares de un medio, convirtiéndolos principalmente en etanol, y acompañado de la generación de gas carbónico. (48)

En el proceso fermentativo además de etanol y dióxido de carbono, también pueden generarse subproductos en menor cantidad como: alcoholes diferentes al etanol, ésteres, aldehídos, compuestos azufrados, ácidos orgánicos entre otros, que confieren las características organolépticas del producto fermentado. También se genera calor ya que la fermentación alcohólica es un proceso exotérmico. (22) (48)

La reacción general de la fermentación de azúcares por levaduras se expresa por la ecuación de Gay-Lussac:



Un adecuado proceso de fermentación comprende eficiente transformación del azúcar a alcohol etílico, asegurando las condiciones idóneas para el desarrollo de los microorganismos en el mosto o medio de cultivo durante todo el proceso fermentativo. (48)

1.1.1 MEDIOS DE CULTIVO UTILIZADOS EN LA FERMENTACIÓN

Se entiende como medio de cultivo al sustrato nutritivo capaz de alimentar a un microorganismo y paralelamente permitir la obtención de un producto deseado. (48)

Muchos procesos de fermentación se desarrollan en diferentes etapas (desarrollo a pequeña escala y crecimiento del inóculo, crecimiento microbiano y formación del producto), de forma que cada una tiene necesidades particulares en cuanto a medios, por lo que su preparación en el desarrollo de procesos de fermentación es una fase fundamental para asegurar la productividad de los mismos. (22) (65)

Los microorganismos necesitan de carbono, nitrógeno, minerales a veces factores de crecimiento, agua y (si son aerobios) oxígeno para formar su biomasa y como fuente de energía para la biosíntesis y mantenimiento celular. En consecuencia el conocer la composición elemental de un microorganismo puede utilizarse como punto de partida para diseñar un medio de fermentación óptimo. (22)

En la actualidad las materias primas más importantes utilizadas en los procesos de fermentación corresponden a las siguientes fuentes: (65)

1.1.1.1 Fuentes de Carbono

a. Almidón

El almidón es el carbohidrato más importante utilizado actualmente en los procesos de fermentación. Puede emplearse en forma de granos o raíces, enteros o molidos, de plantas como el maíz, el arroz, el trigo, las patatas, etc. (22)

b. Sacarosa

Se utiliza en los procesos de fermentación bien en forma cristalina o en forma bruta como zumos o melazas, subproducto de la manufactura de azúcares. (22)

c. Glucosa

La glucosa se obtiene usualmente en los medios de fermentación a partir de la conversión enzimática directa del almidón. En algunos casos se utiliza glucosa refinada, en forma cristalina o de jarabe para la elaboración de productos de mayor valor. (22)

1.1.1.2 Fuentes de Nitrógeno

Las fuentes más importantes de nitrógeno para la fermentación son el amoníaco, los nitratos, la urea y el nitrógeno presente en los cereales, raíces y sus subproductos. (22)

1.1.1.3 Sustratos Complejos

Los sustratos complejos brutos son una fuente barata de carbono, nitrógeno y otros nutrientes para los procesos de fermentación, e incluyen por ejemplo tejidos de plantas enteras y una serie de subproductos vegetales, animales y microbianos. En la Tabla No. 1 se encuentran algunos ejemplos de los principales sustratos complejos utilizados en los procesos de fermentación. (22)

Tabla No. 1 EJEMPLOS DE SUSTRATOS COMPLEJOS UTILIZADOS EN LOS MEDIOS DE FERMENTACIÓN MICROBIANA.

<i>Fuente</i>	<i>Ingredientes</i>	<i>Componentes mayoritarios (%)</i>					
		<i>Extracto Seco</i>	<i>Proteínas</i>	<i>Carbohidratos</i>	<i>Grasa</i>	<i>Fibra</i>	<i>Cenizas</i>
Cereales Enteros	Maíz	82.0	9.9	69.2	4.4	2.3	1.3
	Cebada malteada	96.0	13.0	70.0	2.0	3.5	2.5
Subproductos derivados de plantas	Melazas de remolacha	77.0	6.7	65.1	0.0	0.0	5.2
	Harina de germen de maíz	93.0	22.6	53.2	1.9	9.5	3.3
	Pulpa de agrios (seca)	90.0	6.0	62.7	3.4	13.0	6.9
Subproductos derivados de animales	Sangre	93.0	80.0	2.5	<1.0	<1.0	3.0
	Lacto suero	95.0	12.0	68.0	1.0	0.0	9.6
	Harina de hueso	92.0	50.0	0.0	8.0	3.3	31.0
Subproductos derivados de microorganismos	Hidrolizado de levaduras	94.6	52.5	-	0.0	1.5	10.0

FUENTE: WARD, O. 1989. BIOTECNOLOGÍA DE LAS FERMENTACIONES.

1.1.2 MICROORGANISMOS FERMENTADORES

Los microorganismos son los responsables de la fermentación de cualquier tipo de producto, éstos pueden ser levaduras, mohos, bacterias o una combinación de ellos, siendo las primeras los microorganismos clave en la fermentación alcohólica. (46)

1.1.2.1 Levaduras

Las levaduras son micro hongos, bastante heterogéneos en su morfología y fisiología, sin embargo la forma habitual en la que se las encuentra es como células únicas. Algunas además de su forma unicelular o de levadura, pueden presentar micelio. (3)

Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, localizadas en el suelo, en la superficie de las frutas, cereales, en el néctar de las flores y en ambientes acuáticos. La

mayoría son saprofitas y proliferan en materia orgánica muerta, otras son parásitas, facultativas u obligadas, por lo que se desarrollan en otros seres. (3)

Entre las saprofitas, las fermentativas encargadas de la fermentación alcohólica de azúcares, constituyen el grupo de microorganismos más utilizados en la industria elaboradora de bebidas. Participan en la producción de cerveza, vino, productos tradicionales como la chicha, etc. (2) (3)

Aproximadamente el 96% de la fermentación del etanol se lleva a cabo mediante cepas de *Saccharomyces cerevisiae* o especies relacionadas. En la Tabla No. 2 se muestran algunos ejemplos de levaduras utilizadas industrialmente y los compuestos que producen. (22)

TABLA No. 2 EJEMPLOS DE LEVADURAS UTILIZADAS INDUSTRIALMENTE.

Levadura	Producto
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	Vino
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	Cerveza
<i>Torulopsis utilis</i> <i>Candida lipolytica</i>	Fuente de Proteínas
<i>Schizosaccharomyces spp.</i>	Alcohol industrial

FUENTE: HERNÁNDEZ, A. 2003. MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL.

1. Morfología

Las células de la levadura son relativamente grandes, su tamaño varía entre 1-5 μm de ancho por 5-30 μm de largo, aunque la mayoría oscila entre 3-8 μm de diámetro. Una levadura típica tiene forma ovoide pero también las hay alargadas, esféricas, e incluso triangulares. (3)

La estructura de una levadura es la de una típica célula eucariota (Figura No. 1). La envoltura celular incluye la membrana citoplasmática constituida por un núcleo, una vacuola y numerosos gránulos y glóbulos de grasa. No contiene flagelos u otros órganos de locomoción. La pared celular está integrada por polímeros de glucosa y manosa, con cantidades pequeñas de proteínas, lípidos y quitina. (22) (51)

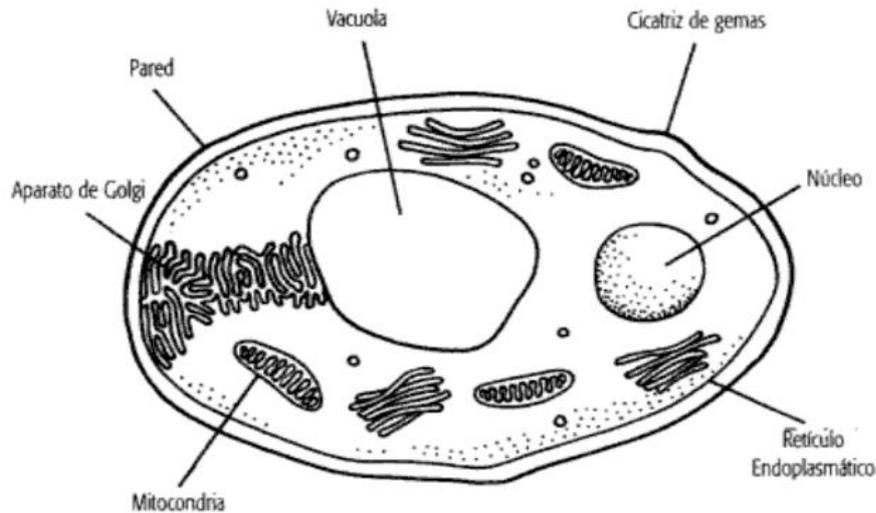


FIGURA No. 1 DIAGRAMA DE LA ESTRUCTURA DE UNA LEVADURA.
FUENTE: GARCÍA, V. 2004. INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA

2. Reproducción

Las levaduras poseen reproducción:

a. Reproducción asexual

La mayoría de las células se reproducen asexualmente por gemación y unas pocas por fisión binaria. En la gemación se forma una protuberancia (yema) sobre su superficie externa. Cuando la yema se agranda, al irse llenando del material genético de la célula madre, el material nuclear se replica por mitosis y una parte pasa a la célula hija. Se forma la pared que divide a las dos células y la célula hija se desprende de la madre (Figura No. 2). (3)

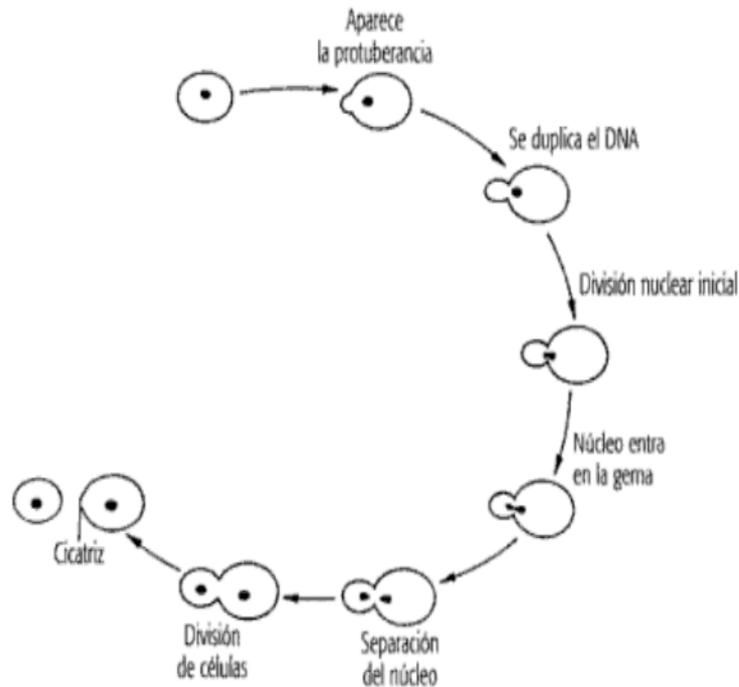


FIGURA No. 2 ESQUEMA DEL PROCESO DE GEMACIÓN DE LEVADURAS.
FUENTE: GARCÍA, V. 2004. INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA

Algunas levaduras forman yemas que no puede separarse, dando lugar a cadenas cortas de levaduras denominados pseudomicelio (Figura No. 3). (3)



FIGURA No. 3 PSEUDOMICELIO FORMADO POR UNA LEVADURA.
FUENTE: GARCÍA, V. 2004. INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA

b. Reproducción sexual

La reproducción sexual se da por medio de la formación de esporas sexuales (ascosporas o basidiosporas). Ambos tipos de esporas requieren que ocurra la unión de núcleos compatibles y una división meiótica. (3)

La mayoría de las levaduras son ascosporadas y una de las más estudiadas es *Saccharomyces cerevisiae*. Se considera que su ciclo de reproducción es representativo de la mayoría (Figura No. 4). (3)

La reproducción sexual de *Saccharomyces cerevisiae* ocurre mediante la fusión de dos células vegetativas compatibles, las cuales al aparearse se ponen en contacto mediante un proceso denominado plasmogamia o fusión de plasmas. Posteriormente ocurre la cariogamia o unión de núcleos, la cual origina una célula diploide (cigótica) que puede seguir reproduciéndose asexualmente por gemación (ciclo diploide), o puede entrar en un proceso meiótico, formándose cuatro núcleos. Los núcleos se rodean de citoplasma y de pared propia, esto origina las ascosporas, que quedan contenidas en la vieja pared de la célula a la que se llama asca. Una vez liberadas las ascosporas, estas germinan y se reproducen asexualmente produciendo el ciclo haploide. (3)

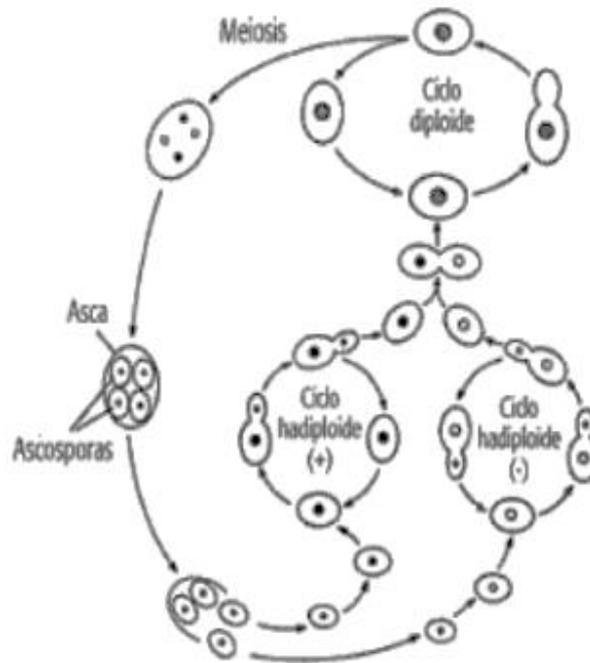


FIGURA No. 4 ESQUEMA DEL CICLO DE VIDA DE UNA LEVADURA ASCOSPORADA.
FUENTE: GARCÍA, V. 2004. INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA

3. Requerimientos nutricionales

Las levaduras son organismos heterótrofos, por lo tanto requieren de carbono orgánico para obtener su energía y el carbono para la síntesis de sus componentes celulares. Sin embargo los requerimientos nutricionales específicos de las levaduras pueden variar entre las diferentes especies. Los azúcares constituyen el mejor alimento energético de las levaduras.

Pueden obtener el nitrógeno que requieren para la síntesis de proteínas tanto de sustancias orgánicas como de inorgánicas y muchas especies pueden utilizar el ión amonio.

El azufre puede ser suplido por sulfato presente en el medio, pero algunas crecen mejor en presencia de una fuente de azufre orgánico.

Las levaduras requieren como otros seres de minerales para su crecimiento, se ha determinado que el potasio, el magnesio, el sodio y el calcio se incluyen entre los necesarios. En relación con los elementos traza como el boro, cobre, zinc, manganeso, hierro, iodo y molibdeno.

La mayor parte de levaduras crecen mejor en medios en los que está disponible una buena cantidad de agua. Sin embargo muchas de ellas pueden crecer en las condiciones contrarias, como en soluciones con una elevada concentración de solutos (sal o azúcar).
(3) (51)

4. Ciclo de Crecimiento Microbiano

El crecimiento se define como un aumento en el número de células microbianas de una población; también puede medirse como un incremento de la masa celular. La velocidad de crecimiento es el cambio en el número de células o en la masa celular experimentado por unidad de tiempo. Durante el ciclo de división celular, todos los componentes estructurales de la célula se duplican. El intervalo para la formación de dos células a partir de una supone una generación, y el tiempo transcurrido para que esto ocurra se llama tiempo de generación. (10)

Por tanto, el tiempo de generación es el tiempo que se requiere para que la población se duplique, razón por la cual a veces el tiempo de generación se llama tiempo de duplicación. Durante cada generación, tanto el número de células como la masa celular se duplican. Los tiempos de generación varían ampliamente entre los distintos microorganismos. (10)

- **Curva de crecimiento microbiano**

En un cultivo microbiano en medio líquido, se pueden identificar 5 fases de crecimiento, como se observa en la Figura No.5.

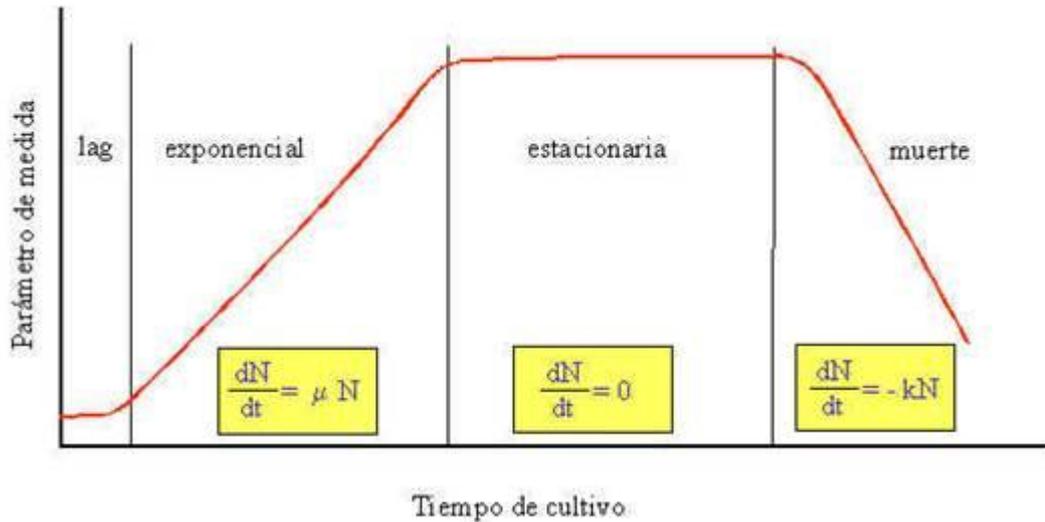


FIGURA No. 5 CURVA DE CRECIMIENTO MICROBIANO

FUENTE. RECALDE, D. (2010)

- **Fase de latencia (lag)**

Comprende un período de adaptación del microorganismo al medio de cultivo. En este período las células sintetizan las enzimas necesarias, la velocidad de crecimiento es nula, como se observa en la ecuación.

$$\frac{dx}{dt} = 0$$

La duración de esta fase es variable y depende principalmente del tamaño del inóculo utilizado para la siembra. (52)

- **Fase de arranque**

Una vez transcurrida la fase de latencia, inicia el crecimiento celular propiamente dicho, la rapidez de reproducción aumenta así como la rapidez específica de crecimiento. (52)

- **Fase logarítmica o exponencial de crecimiento**

En ella la velocidad de crecimiento es máxima y el tiempo de generación es mínimo. Durante esta fase la velocidad de crecimiento aumenta y es proporcional a la concentración microbiana (X), como se presenta en la ecuación.

$$\frac{dx}{dt} \times \frac{1}{X} = U_m$$

Durante esta fase la composición celular es constante y aunque la composición del medio puede variar, permite la síntesis celular. (52)

- **Fase estacionaria o de disminución de velocidad**

La fase estacionaria corresponde al momento en que en la gráfica mostrada en la Figura No. 5 se da una inflexión. Desde el punto de vista bioquímico esta etapa corresponde a un déficit de nutrientes y empobrecimiento del medio de cultivo. En algunos casos se produce una acumulación y liberación de metabolitos secundarios (productos inhibidores para el crecimiento), y la velocidad específica disminuye. La fase estacionaria tiene gran importancia porque, probablemente, represente con mayor fidelidad el estado metabólico real de los microorganismos en muchos ambientes naturales. (52)

- **Fase de muerte**

Se produce una disminución del número de células viables y la tasa de mortalidad aumenta progresivamente. Existen varios factores externos que afectan la curva de crecimiento microbiano. Entre los más importantes se encuentran: la concentración de compuestos necesarios para el crecimiento, la temperatura, el pH del medio de cultivo y la actividad de agua. (52)

1.1.3 CONDICIONES DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

En un proceso de fermentación alcohólica, participan algunos factores a los que se debe prestar especial atención a lo largo del proceso. Los principales se detallan a continuación:

1.1.3.1 pH

La acidez o alcalinidad de una solución se expresa por su pH en una escala de 0 a 14. Es importante recordar que el pH es una función logarítmica, un cambio en una unidad de pH representa un cambio de diez veces en la concentración de iones hidrógeno. Cada organismo tiene un rango de pH dentro del cual es posible el crecimiento y normalmente posee un pH óptimo bien definido. En general las levaduras crecen en un intervalo de pH de 4,0 a 6,0. Sin embargo pueden soportar como mínimo un pH de 2,0 y un máximo de 8,0. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias. (48) (51) (52)

Durante las fermentaciones se utiliza generalmente ácido sulfúrico para ajustar el pH del medio, aunque el ácido láctico o el acético son también satisfactorios para el desarrollo de las levaduras. (48) (51)

El pH tiene un marcado efecto en la velocidad de crecimiento y en el rendimiento de las fermentaciones, tiene una gran influencia en los productos finales del metabolismo anaerobio. (51)

1.1.3.2 Oxigenación

Aunque la producción de alcohol no requiere de oxígeno, en los primeros momentos de la fermentación, es necesaria la agitación y aireación para procurar una dispersión homogénea del iniciador en los tanques de fermentación y la oxigenación para la

reproducción de las células de levadura en condiciones óptimas, sin embargo para fermentar el medio el proceso debe ser anaerobio. (48) (52)

1.1.3.3 Temperatura

La temperatura ejerce un marcado efecto sobre la velocidad metabólica del organismo, tiene una influencia directa sobre la velocidad de reacción y esta puede cambiar la configuración de los constituyentes celulares, especialmente de las proteínas y de los componentes de la membrana (Figura No. 6). (10) (51)

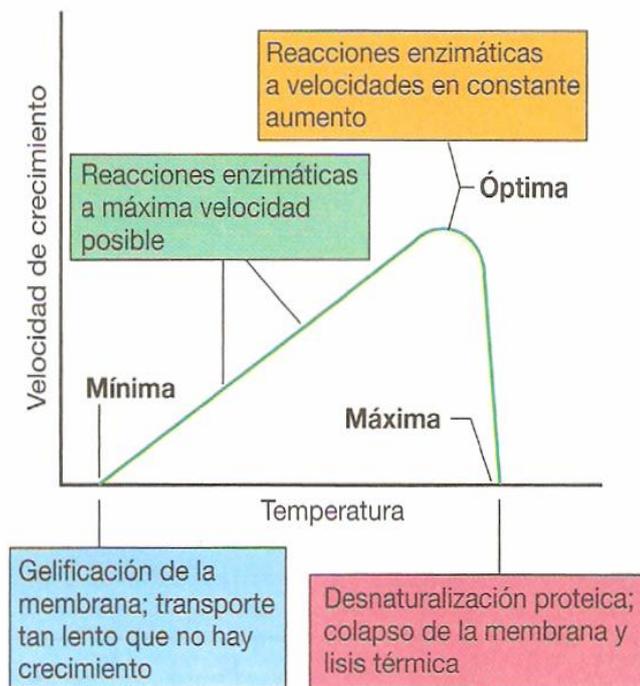


FIGURA No. 6 EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO Y CONSECUENCIAS MOLECULARES PARA LA CÉLULA.
FUENTE: MADIGAN, M. et. al. 2004. BIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS.

Las levaduras saprófitas soportan amplios rangos de temperatura, sin embargo a bajas temperaturas no generan actividad, es decir no fermentan el medio. Por otro lado no soportan temperaturas superiores a los 35 °C, los mejores rangos de temperatura para su desarrollo y crecimiento oscilan entre 20 a 30 °C. (3)

Además la temperatura influye en la cantidad de etanol que se obtiene en la fermentación, así, si se quiere obtener mayor grado alcohólico en la bebida se emplean temperaturas bajas, por el contrario si se requiere baja graduación alcohólica se utilizan temperaturas altas. (52)

1.1.3.4 Tiempo de fermentación

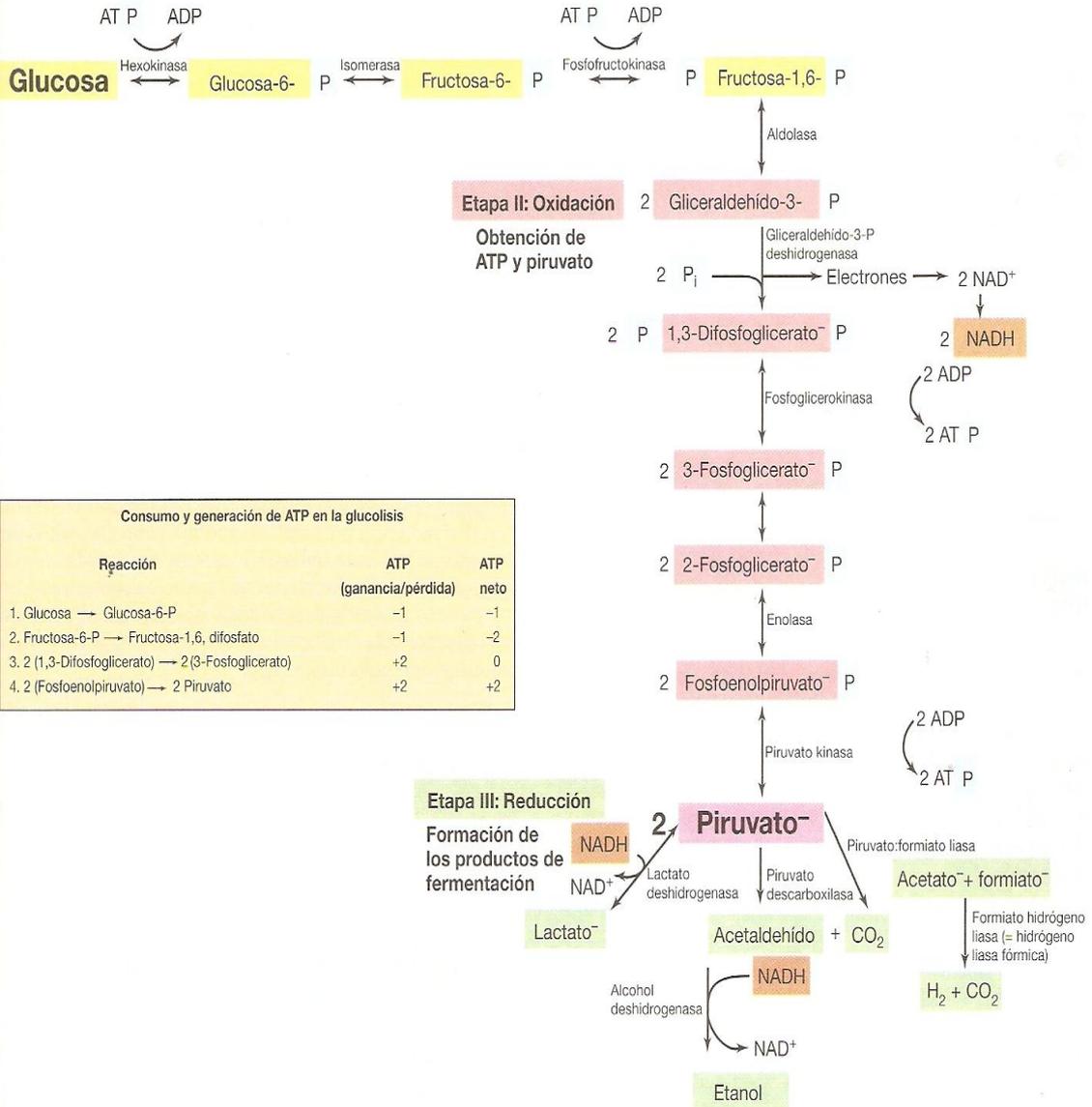
La transformación de azúcar en alcohol debe durar el menor tiempo posible, siempre que no afecte el producto esperado. Este tiempo depende de la concentración de azúcares del medio, de la cantidad de inóculo o levadura inicial agregada, de la variedad de levadura y temperatura del medio. (48)

1.1.4. MECANISMO DE FERMENTACIÓN

La fermentación alcohólica inicia con la glucólisis, la cual a su vez consta de dos etapas: en la primera la glucosa se fosforila es decir incorpora el fosforo a expensas de una molécula de ATP. Una vez fosforilada se rompe y forma el gliceraldehido 3-fosfato. En la segunda etapa el gliceraldehido 3-fosfato se convierte en ácido pirúvico por la oxidación del NAD. El ácido pirúvico es el producto final de la glucólisis. Posteriormente a la glucólisis y si las condiciones son anaerobias, continua el proceso de fermentación alcohólica, por la conversión enzimática del ácido pirúvico a etanol, por intermedio del NADH_2 , como se muestra en la Figura No. 7. (52)

Etapa I: Reacciones preparatorias

Producción de gliceraldehído-3-P



Consumo y generación de ATP en la glucólisis		
Reacción	ATP (ganancia/pérdida)	ATP neto
1. Glucosa \rightarrow Glucosa-6-P	-1	-1
2. Fructosa-6-P \rightarrow Fructosa-1,6, difosfato	-1	-2
3. 2 (1,3-Difosfoglicerato) \rightarrow 2(3-Fosfoglicerato)	+2	0
4. 2 (Fosfoenolpiruvato) \rightarrow 2 Piruvato	+2	+2

Balance energético de la glucólisis		
Ejemplos de estequiometría global:	Organismos:	Energía libre:
(1) Glucosa \rightarrow 2 etanol + 2 CO ₂	Levaduras	1. Etanol/CO ₂ : -238,8 kJ/mol de glucosa fermentada. Asumiendo un valor de -31,8 kJ/mol para el enlace fosfato de alta energía del ATP, se conservan en ATP -63,6 kJ, lo que representa una eficiencia del 27%.
(2) Glucosa \rightarrow 2 lactato ⁻ + 2 H ⁺	Bacterias del ácido láctico	
(3) Glucosa \rightarrow 1 lactato ⁻ + 1 acetato ⁻ + 1 formiato ⁻ + 3 H ⁺	Bacterias entéricas	
(4) Glucosa \rightarrow 1 lactato ⁻ + 1 acetato ⁻ + H ₂ + CO ₂ + 2 H ⁺	Bacterias entéricas	2. Lactato: -196 kJ, para una eficiencia del 32%.

FIGURA No. 7 RUTA DE EMBDEN-MEYERHOF (GLUCOLISIS).

FUENTE: MADIGAN, M. et. al. 2004. **BIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS.**

1.2 BEBIDAS ALCOHÓLICAS

1.2.1 DEFINICIÓN

Se consideran bebidas alcohólicas a todas aquellas, que por diversos procedimientos (fermentación, destilación, adición, extracción, etc.), presentan en su composición 0,5% (vol/vol) de alcohol. (6)

La definición técnica y legal de bebidas alcohólicas aparece recogida en la NTE INEN 338, en cuya virtud se entiende básicamente por bebidas alcohólicas a los productos alcohólicos aptos para el consumo humano, provenientes de la fermentación, destilación, preparación o mezcla de los mismos, de origen vegetal, salvo las preparaciones farmacéuticas". (29)

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud considera como bebidas alcohólicas aquellas que contengan alcohol etílico en una proporción de 2 y hasta 55% en volumen.

1.2.2 IMPORTANCIA Y DESARROLLO HISTÓRICO

Las bebidas alcohólicas ocupan el primer lugar en volumen de producción dentro de las empresas biotecnológicas. La principal bebida alcohólica por su volumen de producción a nivel mundial es la cerveza, proveniente de la fermentación de cereales malteados y le siguen en importancia los vinos⁷⁰ de mesa, obtenidos por la fermentación del zumo de fruta, y las bebidas destiladas, elaboradas por concentración, mediante destilación, del alcohol procedente de una fermentación. (8) (10)

La elaboración de bebidas alcohólicas es tan antigua que no se puede establecer con precisión el origen de esta práctica. Existen evidencias arqueológicas de más de 7000 años de antigüedad. Durante milenios el hombre supo fermentar mostos que contenían carbohidratos con técnicas muy depuradas, e incluso aprendió a destilar alcohol para aumentar su concentración en las bebidas. Todo sin tener idea del papel ni de la existencia de los microorganismos. Probablemente las primeras bebidas se hicieron a

partir de sustratos azucarados como los jugos de frutas. La elaboración de bebidas alcohólicas a partir de sustratos amiláceos como los cereales requieren de la actividad amilolítica de las enzimas generadas durante la germinación, por lo cual fue necesario que el hombre aprendiera primero el arte del malteado antes de poder elaborar bebidas como la cerveza; sin embargo, esta actividad también se desarrolló en épocas muy remotas. (5)

Desde esas épocas las diferentes civilizaciones han aprendido a fermentar diversos sustratos a fin de producir bebidas alcohólicas autóctonas. En general estas bebidas habían contenido el grado alcohólico logrado exclusivamente por la fermentación; fue hasta el siglo XV cuando se empezó a popularizar el arte de la destilación, y por lo tanto, aparecieron bebidas con mayor contenido alcohólico. (5)

1.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS

En términos generales las bebidas alcohólicas se pueden clasificar de tres formas:

1. Con base en el sustrato del que proceden.
2. En función de si son sometidas a un proceso de destilamiento -o no lo son- después de la fermentación.
3. O si son simples o compuestas. (5) (8)

Los dos primeros criterios son empleados en la clasificación que se presenta en la Tabla No. 3, además entre las bebidas destiladas y no destiladas se hace una distinción intermedia: esta es la de las bebidas fortificadas, resultantes de la mezcla de una bebida alcohólica no destilada con una destilada o con alcohol, con el fin de aumentar el contenido alcohólico. (5)

TABLA No. 3 CLASIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS DE ACUERDO CON EL SUSTRATO DEL QUE PROCEDEN

Sustrato	No destiladas	Destiladas	Fortificadas
<i>Frutas</i>			
Uva	Vino, champaña Vinos espumosos	Brandy, coñac, armañac, pisco, orujo o grappa	Jerez, oporto, vermouth, madeira, moscatel
Manzana	Sidra, sidra espumosa	Calvados	
Pera	Perry		
Cereza	Kirsch		
Otros	Vinos de frutas		
<i>Cereales</i>			
Cebada	Cerveza	Whisky	
Maíz	Chicha	Whisky de maíz	
Arroz	Sake		
Sorgo	Cerveza africana		
<i>Varios</i>			
(incluyendo la Papa)		Vodka, ginebra, akvavit	
Caña			
Melazas o jugo		Ron, aguardiente, cachaza, pinga, charanda	
Agaves	Pulque	Tequila, mezcal	
Miel	Vino de miel		

FUENTE: GARCÍA et. al. 2004. BITECNOLOGÍA ALIMENTARIA.

El último criterio de clasificación se refiere a si la bebida consta exclusivamente del producto obtenido mediante la fermentación y, en su caso, la destilación (simples), o si además se le adicionaron algunos otros componentes que contribuyan al sabor (compuestas); tal es el caso de las cascaras de naranja en la ginebra, hierbas y especias en el vermouth, etc. (5)

Algunas bebidas alcohólicas tienen denominación de origen, como las de las culturas indígenas. Esto significa que ninguna bebida puede ostentar ese nombre particular si no fue producida dentro de la región específica de esta denominación, con la materia prima del lugar y bajo determinadas normas de proceso y calidad establecidas por las autoridades del país correspondientes y aceptadas en acuerdos internacionales por otros

países. Algunas bebidas con denominación de origen son: champaña, coñac, tequila, bourbon, jerez, etc.” (5)

La concentración de alcohol en las bebidas alcohólicas se expresa normalmente en grados Gay-Lussac (°GL) Se trata de una medida de concentración porcentual en volumen (mililitros de alcohol en cien mililitros de producto).

El contenido de alcohol en las bebidas no destiladas fluctúa entre 3,5 y 14% (v/v), con algunas excepciones en las que se llega a obtener hasta un 20% (v/v), como en el sake. En el caso de las bebidas destiladas se encuentra entre 35 y 55% (v/v). Las bebidas fortificadas tienen un contenido de alcohol de alrededor del 20% (v/v). (5)

1.3 CHICHA

1.3.1 DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES

"Chicha" es el nombre que reciben una variedad de bebidas, producto de la fermentación alcohólica de mostos de uva, jora (malta de maíz), frutas y otros vegetales con características propias según su origen. (29)

La chicha es una bebida que habita en el centro de la cosmovisión andina, a través del tiempo y en todas las regiones. Imprescindible en los actos sociales, mingas y eventos, en donde se consolidan las relaciones de reciprocidad andina y la complementariedad. Esencia de la identidad de los indígenas, que ancla su resistencia a favor de su cultura gastronómica y privilegia el rol de la mujer en su elaboración. (20)

Por lo general es una bebida suave, de bajo grado alcohólico, y elaborada con medios artesanales. Cabe mencionar que el término chicha es utilizado en algunos países de América latina para referirse a algunas bebidas no alcohólicas como la chicha criolla en Venezuela o la chicha morada en el Perú.

1.3.1.1 La Chicha en el Ecuador

La chicha en el Ecuador se consume principalmente en la serranía y amazonía ecuatoriana, sin embargo también se lo hace en menor cantidad en la costa.

La chicha ecuatoriana se la hace a partir de la fermentación del maíz, quinua, arroz, cebada o harina acompañados de panela o azúcar común. Así también, frutas de la región como el tomate de árbol, mora, piña, palma de chonta, taxo y naranjilla son utilizados como ingredientes y con hierbas aromáticas, en algunos casos. Habitualmente, se la deja fermentar por periodos que van de tres a veinte días.

1.3.2 CHICHA DE JORA

La chicha de jora es una bebida alcohólica tradicional producida en Ecuador y otros países suramericanos como Colombia, Perú y Bolivia.

1.3.2.1 La tradición viva de la chicha

La palabra chicha proviene del Caribe, porque la voz quechua para la bebida de maíz es aqa. Según cuenta la tradición, durante el mandato de Túpac Yupanqui las lluvias deterioraron los silos donde se almacenaba maíz por lo que los granos se fermentaron y derivaron en malta de maíz. Para que no se eche a perder el maíz, se ordenó el reparto de esta malta para aprovecharla en forma de mote (maíz cocido en agua), pero finalmente la terminaron desechando. Pero un poblador que rebuscaba entre la basura debido al hambre, consumió de la malta terminando sumido en la embriaguez. (55)

Fue la bebida favorita de la nobleza inca además de utilizarse en rituales ceremoniales. Durante el Inti Raymi el Inca brindaba con chicha de jora en honor al Sol. También era costumbre dejar un recipiente con esta bebida en la tumba de un familiar fallecido u ofrecerla como pago a la Pachamama o Tinka para tener una buena cosecha. (55)

La chicha de maíz en la actualidad continúa presente en muchas de las actividades del poblador andino. Ciertamente, los cambios acelerados en los hábitos de vida de las comunidades también están impactando en el campo de las funciones ancestrales de la bebida; sin embargo, su supervivencia cotidiana y ritual es aún notoria. (55)

En el Ecuador específicamente en el cantón Cotacachi, desde épocas ancestrales se elabora la chicha de jora como una bebida tradicional, siendo la materia prima el grano de maíz, originario de la zona que hace que esta bebida identifique al cantón y sea accesible durante todo el año para su consumo. (20)

Se brinda en la Fiesta Tradicional de la Jora (evento que recuerda el homenaje de los adoradores del Sol durante el equinoccio de septiembre), luego que ha pasado la cosecha y antes de iniciar la siembra del siguiente ciclo, en agradecimiento a la Pachamama, así como en fiestas y fechas importantes para el runa. Es además una expresión del *randy-randy* o reciprocidad andina para expresar el agradecimiento y reconocimiento a cualquier persona que apoya en el desarrollo de la comunidad. (20)

1.3.2.2 Definición y aspectos generales

Se define como chicha básica o de jora a la bebida preparada artesanalmente a partir de malta de maíz –jora (el término jora proviene de una palabra quechua que significa maíz germinado) –y que pasa por un proceso espontáneo de fermentación, de herencia prehispánica. (55)

En términos generales, su preparación consta de la mezcla de la materia prima con agua, “panela” (caña de azúcar) y otros suplementos (clavos, canela, hojas de naranja), que varían de acuerdo al sustrato empleado y región donde se produce. (26)

Estos ingredientes son hervidos durante dos horas, aproximadamente y luego procesados de forma tradicional. (55)

1.3.2.3 Maíz (*Zea mays*)

1. Origen y difusión

El maíz es el cereal de mayor importancia en el continente americano; durante siglos ha sido alimento básico de millones de personas que lo consumen en las más variadas formas. (7)

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su inicio. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos. (14) (27) (28)

La difusión del maíz a partir de su centro de origen en México a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos de América y Canadá. Los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África. De esta manera, en menos de 300 años el maíz viajó alrededor del globo y se estableció como un importante cultivo alimenticio en numerosos países. (60)

2. Clasificación taxonómica del maíz

Según (Yáñez, 2007), la clasificación botánica del maíz es:

Reino	Vegetal
Subreino	Embriobionta
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledoneae

Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i>
Nombre Científico	<i>Zea mays</i> L

3. Morfología del maíz

El cultivo del maíz es de régimen anual. Su ciclo vegetativo oscila entre 80 y 200 días, desde la siembra hasta la cosecha. La estructura del maíz es la siguiente (Figura No. 8):

- 1) **Planta.** Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura, hasta las gigantes de 200 a 300 cm. El maíz común no produce macollos.
- 2) **Tallo.** Es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16.
- 3) **Hoja.** La vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos. Su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25.
- 4) **Sistema radicular.**
- 5) **Raíz seminal o principal.** Está representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministra nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.
- 6) **Raíces adventicias.** El sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio. Puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.
- 7) **Raíces de sostén o soporte.** Este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén realizan la fotosíntesis.
- 8) **Raíces aéreas.** Son raíces que no alcanzan el suelo.

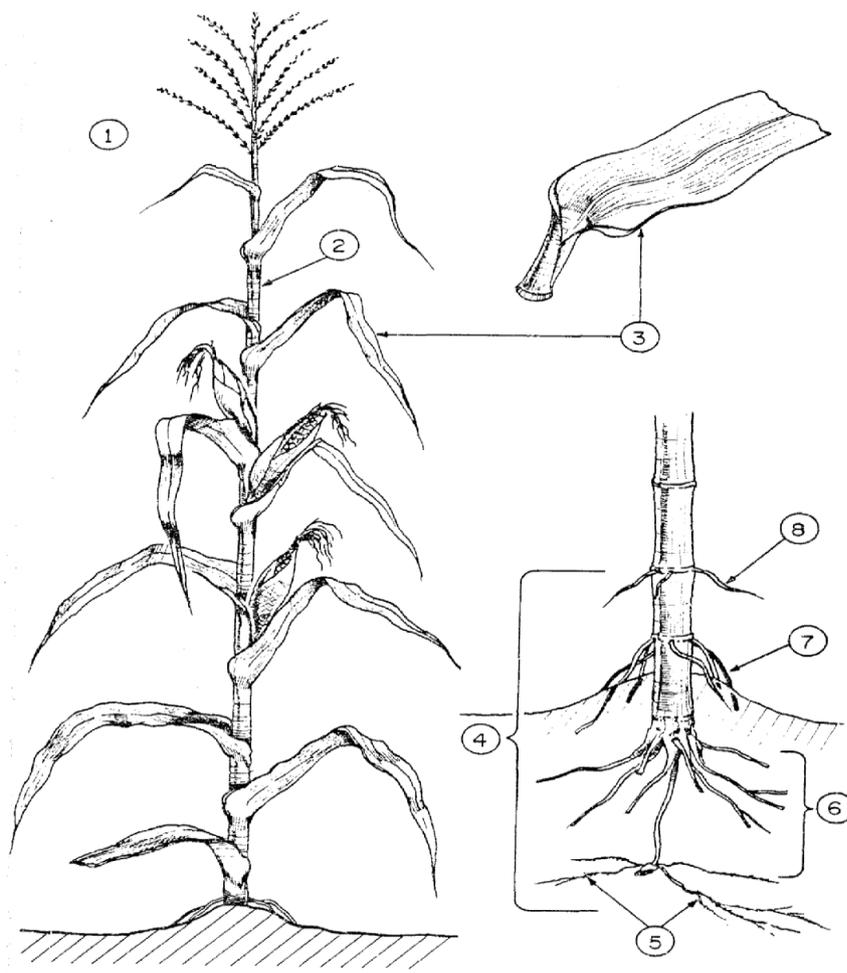


FIGURA No. 8 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL MAÍZ.

FUENTE:

El maíz es monoico, es decir tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores son estaminadas o pistiladas. Las flores estaminadas o masculinas están representadas por la espiga. Las pistiladas o femeninas son las mazorcas.

Las diferencias entre las flores masculinas y las femeninas, se aprecian en la figura No. 9:

- 1) La inflorescencia de la flor masculina se presenta como espiga o panoja.
- 2) Las espiguillas se encuentran en pares, una sésil, la otra pedicelada. Los pares de espiguillas se orientan en dos hileras alternadas, a lo largo de las ramas laterales del tallo floral. El eje central superior o terminal lleva más de dos hileras.

- 3) Flor masculina. Cada una está formada por glumelas, estambres, y un pistilo rudimentario.
- 4) Par de glumelas.
- 5) Tres estambres fértiles.
- 6) Pistilo rudimentario.
- 7) Inflorescencia pistilada. Consta de ramas, hojas y estigma.
- 8) Rama lateral modificada. Los entrenudos son muy cortos.
- 9) Hojas. Estas cubren la inflorescencia.
- 10) Estigma. Recibe el polen. Se le conoce como cabello de elote.
- 11) Mazorca. Cada planta tiene de una a tres mazorcas, según las variedades y condiciones ambientales.
- 12) Tres tipos de granos.
- 13) Granos de maíz cristalino o flint.
- 14) Granos de maíz dentado.
- 15) Granos de maíz dulce.

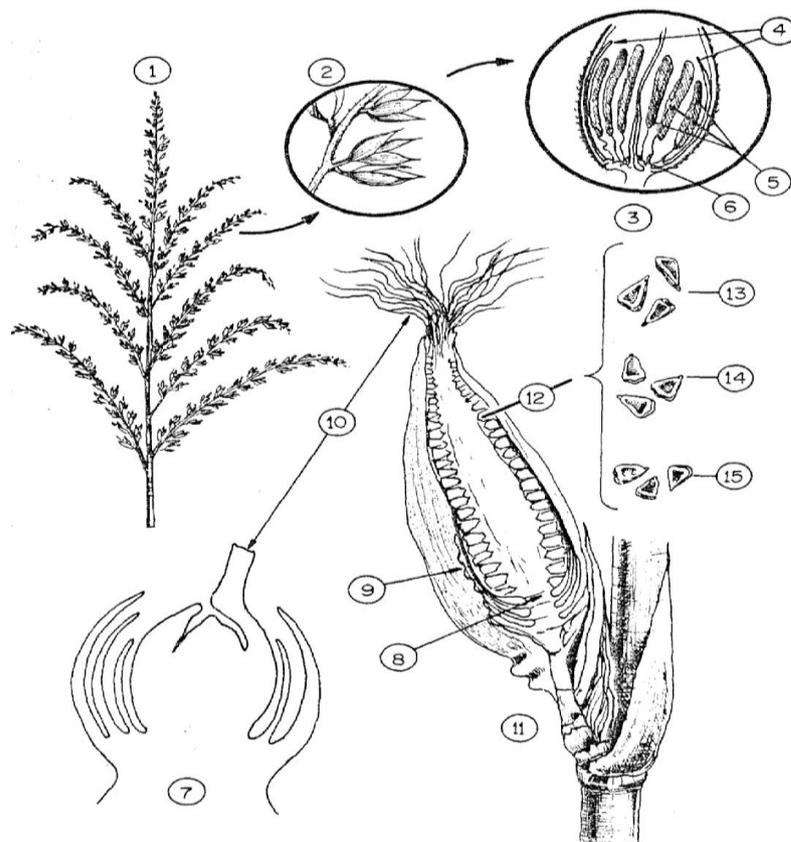


FIGURA No. 9 DIFERENCIAS ENTRE LAS FLORES MASCULINAS Y FEMENINAS DEL MAÍZ.
FUENTE:

4. Estructura del grano de maíz

El grano de maíz es, botánicamente, un fruto en cariósipide que contiene sólo una semilla (o grano). La cubierta exterior de esta semilla está constituida, fundamentalmente, por el pericarpio y el tegmen o testa (Figura No. 10). El pericarpio comprende, a su vez, diversos tejidos (epicarpio, mesocarpio, capa de células transversales, entre otros), formados, en el grano maduro, por células vacías. En el tegmen o testa del grano maduro sólo se diferencia fácilmente una capa celular. El pericarpio es rico en celulosa y el tegmen está constituido, básicamente, por una capa continua de sustancia grasa, en la cual se encuentran los pigmentos que dan al grano su color característico. (14)

Subyacente al tegmen se encuentra la capa de aleurona, que consta de uno o varios estratos de células de parénquima, de forma cuadrangular o rectangular y con paredes delgadas. Estas células contienen abundantes glóbulos de grasa y de proteína (granos de aleurona). (14)

El endospermo propiamente dicho está constituido por células de parénquima, de paredes delgadas, dispuestas en sentido radial, repletas de gránulos de almidón. Las células de las capas más externas del endospermo son ricas en glóbulos o gránulos proteicos. (14)

El embrión o germen (Figura No. 9) está localizado en un extremo del grano, adosado a la cara ventral, siendo una estructura compleja, formada por el escutelo -tejido de reserva-, el coleoptilo, la coleorriza, el epiblasto, la radícula, la plúmula y el hipocotilo. El germen está envuelto por las cubiertas exteriores del grano -pericarpio y tegmen-, así como por la aleurona. (14)

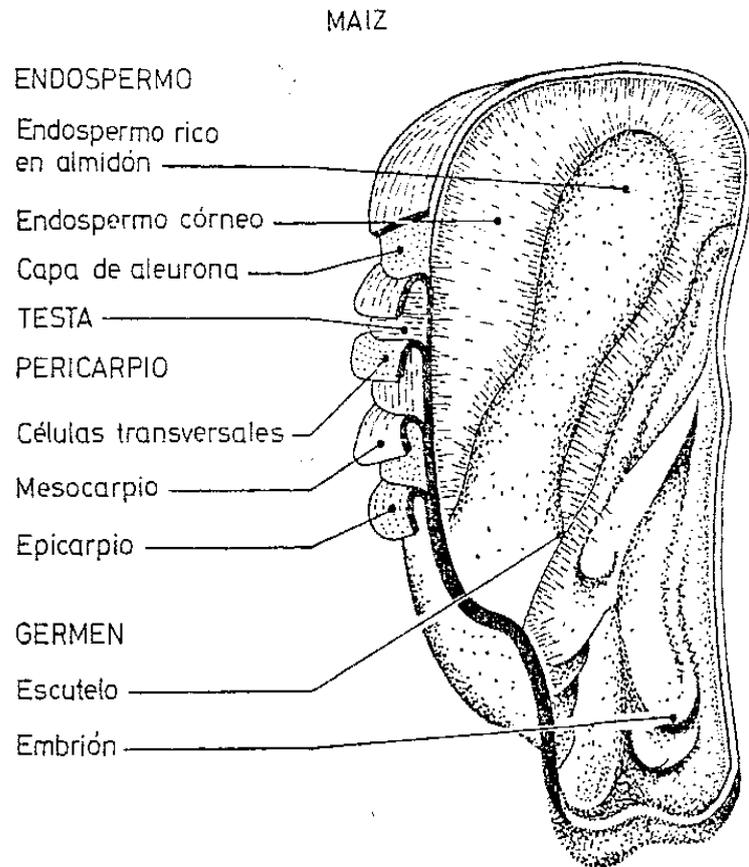


FIGURA No. 10 SECCIÓN LONGITUDINAL DEL GRANO DE MAÍZ
FUENTE: PRIMO, E. et. al. 1981

5. Fisiología del maíz

La fisiología del maíz está determinada, en gran medida, por el factor genético. La forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales, sólo hasta cierto punto. (59)

Bajo condiciones apropiadas de temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los seis días posteriores a la siembra. No requiere de luz para germinar y, en general, no presenta problemas de latencia o dormancia. (59)

El cambio de la fase vegetativa a la fase productiva se produce más temprano, cuando el periodo de cultivo coincide con días cortos. Durante días largos, el maíz florece tardíamente. (59)

La floración es afectada por la temperatura. Temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Bajo condiciones en temperaturas menores de 20 °C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina.

La disposición floral favorece una polinización cruzada. Bajo condiciones normales, la autofecundación es alrededor de 5%. La diseminación del polen se efectúa por medio del viento, la gravedad y las abejas.

La duración del ciclo de vida del maíz depende de las condiciones genéticas, aunque también del ambiente. Periodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana. (59)

6. Tipos de maíz

El maíz puede dividirse en varios grupos, en función de calidad, cantidad y patrón de composición del endospermo, como sigue:

- ***Zea mays indurata* o maíz cristalino o corneo:** Tiene un endospermo duro y granos de almidón compacto. Generalmente el grano es liso y redondo. El maíz duro germina mejor que otros tipos de maíz, particularmente en suelos húmedos y fríos. Es por lo general de madurez temprana y se seca más rápidamente una vez que alcanzó la madurez fisiológica. Está menos sujeto a daño de insectos y mohos en el campo y en el almacenamiento. Sin embargo, los maíces duros rinden por lo general menos que los maíces dentados. Los maíces duros son preferidos para alimento humano y para hacer fécula de maíz ("maicena"). (59)
- ***Zea mays amylacea* o maíz harinoso:** Se caracteriza por un endospermo blando. Sus granos de almidón no son compactos. Los tipos de maíces harinosos muestran gran variabilidad en color de grano y textura. Estos maíces son casi únicamente usados como alimento humano y algunas razas se utilizan para la preparación de

platos especiales y bebidas como la “kancha” y la “chicha”. El potencial de rendimiento es menor que el de los maíces duros y dentados. (49)(59)

- ***Zea mays everta* o maíz reventado o palomero:** Es una de las razas más primitivas y es una forma extrema de maíz cristalino. Se caracteriza por un endospermo cristalino muy duro, que solamente tiene una pequeña porción de endospermo harinoso. Sus granos son redondos o puntiagudos. Se emplea principalmente para consumo humano en la forma de palomitas (cotufas), dada su característica de expansión al someterse al calor. (7)
- **Maíz Dentado:** Tiene una cantidad variable de endospermo córneo y harinoso. La parte córnea está a los lados y detrás del grano, mientras que la porción harinosa se localiza en la zona central y en la corona del grano. Se caracteriza por una depresión en el grano, que se origina por la contracción del endospermo harinoso a medida que el grano se va secando. Se usa como alimento animal y materia prima industrial. (7)
- **Maíz Córneo Grado Alimenticio:** Es un típico híbrido de maíz de alta productividad y con características especiales (alto contenido de almidón córneo y olote blanco). Este maíz es especial para molienda en seco, para fabricar frituras, gritz, hojuelas y cerveza. Y para el cocimiento alcalino para tortillas y otros productos. (7)

7. Variedades de maíz

En el Ecuador el cultivo de maíz está distribuido en casi todo el territorio, desde cerca al nivel del mar hasta las tierras altas de la serranía (3200 msnm), en suelos fértiles, así como en terrenos pobres, pedregosos, planos o de pendiente, en colinas y en cerros, con precipitaciones de 63 a 6000 mm/año y los más variados rendimientos. (47)

Las principales razas de maíz existentes en el Ecuador son: Canguil, Sabanero, Cuzco, Patillo, Mishca, Racimo de Uva, Chillo, Chulpi, Morochón, Huandango, Uchima entre otras. (47)

Las variedades mejoradas conservan las mismas características de mazorca y grano que el material original, así como la adaptación específica a las regiones que notablemente superan a las variedades tradicionales; entre ellas están: “Chaucho” INIAP-122, “Mishca” INIAP-124, “Blanco Blandito” INIAP-102, “Guagal” INIAP-111, “Zhima” INIAP-153 y “Chulpi” INIAP-192. (47)

- **INIAP-122 “chaucho mejorado”**

La provincia de Imbabura es una de las más importantes en la producción de maíz suave en la Sierra, y entre las variedades más cultivadas están el Chaucho y Huandango. INIAP libero para esta provincia la variedad INIAP-122 Chaucho Mejorado, considerando la demanda de los productores y la conservación de los recursos genéticos locales tendientes a mejorar su producción. Esta variedad se derivó de un compuesto intervarietal de 4 colecciones de maíz local provenientes de Chaltura (ECU-7203), La Florida (ECU-7297), Natabuela (ECU-7302) e Imantag (ECU-7310), en Imbabura. (18)

Después de 2 ciclos de cultivo se formó la población o compuesto y se sometió a 2 ciclos de selección en 3 localidades, con la participación de agricultores. (18)

La variedad INIAP- 122 “Chaucho mejorado” se caracteriza como se muestra en la Tabla No. 4 por su precocidad, porte bajo, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de la mazorca y buena calidad de grano tierno y seco. Se adapta a altitudes entre los 2200 y 2800 msnm, en los cantones de Antonio Ante, Cotacachi, Ibarra y Urcuqui. (18)

Tabla No. 4 CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ VARIEDAD INIAP-122 “CHAUCHO MEJORADO”.

1. Agronómicas y Morfológicas	Promedio
Días a la floración femenina	102
Días a la cosecha en choclo	135
Días a la cosecha en seco	225
Altura de la planta	250 cm
Altura de la mazorca	140 cm
Longitud de la mazorca	18 cm
Formas de consumo	Choclo, tostado, harina, mote humitas
Rendimiento comercial en choclo	190 sacos de 125 unidades/ha
Rendimiento comercial grano seco	88 qq/ha
Color del grano seco	Amarillo oro
Color del grano tierno	Crema
Color de la tusa	Rosada 80 %
	Blanca 15%
	Morada 5%
Tipo de grano	Harinoso
Textura del grano	Suave
2. De calidad (base seca)	
Humedad	13,03%
Proteína	8,13%
Azúcares Totales	2,32%
Almidón	74,57%
Aceptación de choclo y grano seco	Buena

FUENTE: SILVA, E. et al., 1997. VARIEDAD DE MAÍZ AMARILLO PRECOZ PARA LA PROVINCIA DE IMBABURA.

El inusitado interés de la comunidad de productores agrícolas por esta variedad radica en que últimamente múltiples estudios han demostrado que es adecuada para la industrialización y elaboración de varios productos como: refrescos, bebidas, sopas instantáneas, harinas.

8. Composición química del grano de maíz

La composición química aproximada de las partes anatómicas del grano de maíz, en lo que respecta a los componentes principales, se da en la tabla No. 5.

TABLA No. 5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PARTES ANATÓMICAS DEL GRANO DE MAÍZ.

<i>Parte del Grano</i>	<i>Porcentaje en Peso</i>	<i>Constituyente (por 100, base seca.)</i>				
		<i>Almidón</i>	<i>Proteína</i>	<i>Grasa</i>	<i>Azúcares</i>	<i>Cenizas</i>
Grano entero	100	71,5	10,3	4,8	2,0	1,4
Endospermo	82,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3
Germen	11,5	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1
Pericarpio (salvado)	5,3	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8

FUENTE: PRIMO, E. et al., 1981. PRODUCTOS PARA EL CAMPO Y PROPIEDADES DE LOS ALIMENTOS.

De dicha tabla se deduce que el 98 % del almidón y el 73% de las proteínas del grano se localizan en el endospermo, y el 83% del aceite, el 70% de los azúcares y el 78% de los minerales, en el germen. El salvado de poco valor nutritivo, contiene alrededor del 45% de hemicelulosas y un porcentaje elevado de celulosa. Gran parte de las vitaminas se concentran también en el germen. Por tanto la distribución de constituyentes en el grano de maíz es heterogénea. (14)

De acuerdo a la estructura de sus granos, el maíz puede dividirse en subespecies. En la tabla No. 6, se puede apreciar la composición química de los distintos tipos de maíz.

TABLA No. 6 COMPOSICIÓN QUÍMICA GENERAL DE DISTINTOS TIPOS DE MAÍZ (%).

Tipo	Humedad	Cenizas	Proteínas	Fibra cruda	Extracto etéreo	Hidratos de carbono
Salpor	12,2	1,2	5,8	0,8	4,1	75,9
Cristalino	10,5	1,7	10,3	2,2	5,0	70,3
Harinoso	9,6	1,7	10,7	2,2	5,4	70,4
Amiláceo	11,2	2,9	9,1	1,8	2,2	72,8
Dulce	9,5	1,5	12,9	2,9	3,9	69,3
Reventador	10,4	1,7	13,7	2,5	5,7	66,0
Negro	12,3	1,2	5,2	1,0	4,4	75,9

FUENTE: FAO, 1993. EL MÍZ EN LA NUTRICION HUMANA.

Los datos presentados en la misma son solo indicativos. La composición química de un cereal varía entre límites muy amplios, dependientes no solo de la variedad, sino también de las condiciones de cultivo -climatología, abonado, época de cosecha, etc.- y de la historia de partida, una vez cosechada, hasta que llega al consumidor. Los procesos a que se someten los cereales también modifican su composición. (14)

9. Valor nutritivo del maíz

El maíz es un cereal muy apreciado por los incas por sus nutrientes y demás propiedades, se lo llegó a considerar un alimento sagrado. Su alto contenido de hidratos de carbono de fácil digestión, lo convierten en un alimento ideal para los niños y los deportistas. Aconsejable en personas con deficiencia de magnesio. Su harina es idónea cuando existen problemas de intolerancia al gluten. Posee fibra, beta caroteno, vitaminas resaltando la B, B3 y B9. (13)

10. Producción del maíz

El maíz es, actualmente, cultivado en la mayoría de países del mundo y es la tercera cosecha en importancia (después del trigo y el arroz). Al momento, los principales productores de maíz son Estados Unidos, China y Brasil. (47)

El maíz es uno de los productos agrícolas más importante de la economía nacional, por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total provienen de unidades familiares campesinas. La superficie cosechada de maíz a nivel nacional es de 231.636 ha, con una producción de 288.031 t. Ecuador posee un consumo per-cápita de maíz de alrededor de 14,50 kg/año. (47)

1.3.2.4 Ingredientes utilizados en la elaboración de chicha de jora

1. Malta de maíz o jora

Maíz germinado y preparado especialmente para hacer chicha, en un proceso que suele denominarse malteado, mediante el cual se consigue que el almidón del cereal se transforme en azúcares y en sustancias solubles y fermentables. (56)

Existen varias calidades y tipos de jora, especialmente: jora blanca, jora roja y jora negra. El sabor de la chicha depende de la jora y esta depende del número de variedades de maíz y de la calidad de los mismos. Las variedades más utilizadas para la obtención de jora son el maíz amarillo y maíz alazán. (63)

2. Agua

El agua es un elemento básico en la elaboración de la chicha, influye en su sabor. Contiene minerales y sales en diferentes proporciones dependiendo del lugar del que se obtiene. El agua viene a suponer el 90 % de la chicha y debe ser bacteriológicamente limpia y químicamente lo más pura posible.

Para hacer chicha se usa agua de muchas regiones con muchos constituyentes químicos diferentes. Sin embargo, es deseable que haya por lo menos 60 ppm de calcio presente; también se recomienda utilizar agua potable, con poco contenido en sales, ya que estas pueden tener un efecto sobre el sabor final del producto. En términos generales, el cloro tiende a suavizar el sabor, en tanto que los sulfatos tienden a endurecer el sabor. (17)

3. Azúcar

Azúcar es el nombre con que habitualmente se denomina a la sacarosa, se trata de un alimento de consumo humano que es, prácticamente una sustancia orgánica. (9)

Químicamente, es un disacárido formado por glucosa y fructosa: 1,2- α -D-glucopiranosil- β -D-fructofuranosa. (9)

La sacarosa es el químico orgánico más abundante en el mundo. Su hidrólisis parcial se aprovecha comercialmente en la elaboración de azúcar invertido usado en bebidas, ya que se reduce el porcentaje de azúcar necesario para proporcionar un dulzor determinado. (1)

Este azúcar tiene un grado de solubilidad muy alto, una gran capacidad de hidratación, y es menos higroscópico que la fructosa, todas estas características hacen que se empleen en la elaboración de diversos alimentos. (1)

La sacarosa abunda en forma natural en casi todas las frutas, en algunas raíces, en ciertos granos y en leguminosas. Su concentración en los alimentos varía de manera considerable según el grado de madurez de estos productos. Procede de diferentes plantas azucareras, las más utilizadas son la caña de azúcar y la remolacha azucarera. (1) (9)

En la elaboración de chicha, el azúcar se añade durante la fase de ebullición para aumentar la cantidad de alcohol en el producto final o incluso para diluirlo.

1.3.2.5 Proceso de elaboración de chicha de jora

El procedimiento actual para la elaboración de la chicha fermentada se da mediante el hervido de las féculas para intervenir los azúcares, a fin de obtenerla ruptura de los granos de almidón y exponerlos a un fácil ataque de las levaduras. (55)

El proceso más frecuente de preparar la chicha consiste en términos generales de cinco pasos:

1. Malteado o germinado

El objeto en este proceso es producir malta, se logra el objetivo al acelerar el proceso natural de germinación proporcionándole al maíz las condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxigenación con el fin de producir enzimas y causar cambios definidos en sus constituyentes químicos necesarios para la futura elaboración de chicha. (58)

El malteo puede dividirse en tres grandes etapas:

a. Remojo o maceración en agua

Este paso consiste en aumentar el contenido de humedad del grano bajo condiciones aeróbicas. El maíz es sumergido en agua hasta conseguir un nivel de humedad de 42 % a 46% aproximadamente. Esta operación se realiza con agua y a una temperatura controlada (15-20 °C) en un proceso que dura 24 horas. (58)

b. Germinación

Después de la maceración, se escurre el exceso de agua y en el proceso tradicional, el grano se extiende en recipientes adecuados o en el suelo, durante un periodo de ocho a doce días, en lecho de unos 20 cm de altura, que se remueve periódicamente, durante este tiempo el grano germina, desarrollándose la plúmula del germen, hasta que alcanza la mitad o los dos tercios de la longitud del grano. (14)

c. Secado

La etapa de secado es básica al detener el proceso de germinación. Consiste en la desecación lenta de la malta bajo condiciones controladas hasta que el contenido de humedad llegue a casi el 5-7 por ciento, con lo cual se detienen las reacciones

enzimáticas sin originar la destrucción de las enzimas. En esta etapa la malta se puede almacenar durante algún tiempo. (14) (17)

- **Bioquímica del malteado**

La etapa fundamental del malteado es la de germinación (Figura No. 11). El germen, al activarse, sintetiza y segrega las giberelinas, hormonas que se difunden al resto del grano.

Las giberelinas inducen la síntesis de enzimas hidrolíticas que dan lugar a la transformación del grano de cereal en malta. Gran parte de estas enzimas (α -amilasas, β -glucanasas, proteasas, etc.) se sintetizan en la capa de aleurona y pasan, a través de las paredes celulares de la misma, al endospermo, actuando sobre los constituyentes del mismo. Las xilanasas, junto con las β -glucanasas, desempeñan un papel importante en el proceso, al hidrolizar parte de las paredes de las células aleurónicas, originando canales a través de los cuales las enzimas sintetizadas pasan al endospermo.

Otras enzimas, como las β -amilasas, son abundantes en el endospermo del grano maduro y no se sintetizan en la aleurona ni precisan la presencia de las giberelinas. El aumento de humedad durante la maceración simplemente las activa.

Los sistemas enzimáticos movilizados en la germinación (se han identificado y estudiado hasta 16) actúan degradando los constituyentes del endospermo. Parte de los productos de hidrólisis se transfieren al germen, contribuyendo al aporte de nutrientes necesarios para el crecimiento de la radícula y plúmula; en las primeras etapas de la germinación los nutrientes los aportan las propias reservas del germen, localizadas principalmente en el escutelo. (14)

P



FIGURA No. 11 ACONTECIMIENTOS METABÓLICOS MÁS RELEVANTES EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN DE LOS CEREALES.
FUENTE: GERMINACIÓN DE SEMILLAS. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

2. Molienda de la jora

Para la fabricación de la chicha la malta se tritura. Se puede moler en un batán casero o se lleva a los molinos donde se obtiene un producto de granulación intermedia.

3. Cocción

La función de esta etapa es convertir el almidón, la proteína, los materiales de la pared celular, etc., en un líquido fermentable, el mosto. (17)

La jora molida se coloca en un recipiente grande con agua, en una proporción de un kilo de jora por 10 litros de agua; se hierbe y calienta la mezcla durante 6 a 24 horas. En esta etapa se realiza el agregado de sustancias aromáticas.

4. Filtración

Es la operación de separación del afrecho (fibra) del mosto, se realiza en frío o en caliente. Se procede a filtrar con la ayuda de un colador para eliminar sólidos e impurezas presentes en la mezcla.

En las formas tradicionales se realiza utilizando fibra de algodón (cedazo) o ichu (pasto del altiplano andino) en una cesta el cual actúa como medio para filtrar la chicha. (57)

5. Fermentación

Para llevar a cabo este proceso son necesarias dos fases:

- **Inoculación:** Esta etapa se da en forma natural, se coloca el líquido dentro de cántaros que contienen una gran cantidad de levaduras en constante aumento y madurez. También se realiza al colocar azúcar o chancaca, puesto que estos dulcificantes están constituidos por levaduras.
- **Fermentación:** Se lleva a cabo por levaduras mal llamadas salvajes y son aquellas que intervienen en diversos procesos fermentativos espontáneos de la chicha de jora. Dura aproximadamente 3 días, pero a las 48 horas ya se siente el sabor agrídulce, y a las 96 horas la chicha adquiere el sabor característico de “chicha fuerte”, a temperatura ambiente (de 10°C a 32°C). El contenido alcohólico de la chicha varía entre 2 a 12 por ciento. (Elaboración de la chicha artesanalmente). (57)

1.3.2.6 Características Organolépticas

El producto de la fermentación no recibe ningún tratamiento posterior, excepto en algunos casos en que se agrega azúcar. Entre las características organolépticas se evalúan:

- **Color:** variado, depende de la materia prima utilizada en su elaboración. Al inicio de la fermentación es pardo oscuro, pero según pasa el tiempo se torna blanco amarillento o pardo claro.
- **Aroma:** tiene características particulares de productos volátiles. Su aroma en general es agradable y no varía con el tiempo.
- **Sabor:** agridulce, agradable. Es fuertemente influenciado durante la fermentación, que se inicia con el maíz dulce, pasa a agridulce y termina en agrio y poco dulce y ácido.
- **Grado de claridad:** La chicha de jora es turbia.
- **Sedimento:** Los sedimentos saltan a la vista cuando la fermentación ha terminado. (57)

1.3.2.7 Importancia nutricional

Bebida energizante, reguladora del metabolismo. Si se ingiere en poca cantidad, es rica en carbohidratos, vitaminas y minerales.

Los principales microorganismos involucrados en la fermentación de la chicha son las levaduras y las bacterias lácticas, que actúan como prebióticos suplementarios de la dieta y como agentes beneficiosos para el desarrollo de la flora microbiana en el intestino.

De acuerdo a los saberes de la medicina ancestral, el “concho” de la chicha de jora se recomienda para personas con afecciones de los riñones e hígado. Cuando se ha dejado fermentar o madurar por más tiempo, la chicha contiene alcohol y su consumo en exceso produce embriaguez. (20)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR Y PRUEBAS DE ENSAYO

La presente investigación se llevó a cabo en:

- Las instalaciones de la Procesadora de Alimentos y Bebidas “Kutacachi Sara Mama”.
- En los Laboratorios de Alimentos, Bioquímica y Microbiología Aplicada de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- En el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

En función a las determinaciones y múltiples ensayos que se realizaron.

2.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1 MATERIA PRIMA

Para el desarrollo de este estudio se utilizó maíz de la variedad INIAP-122 “Chaucho mejorado”, proporcionado por la procesadora de alimentos y bebidas “Kutacachi Sara Mama”. El grano utilizado en el trabajo no presentó daño mecánico o infestación de ningún tipo.

2.2.2 INGREDIENTES

- Harina de jora, obtenida tras el malteo de maíz de la variedad INIAP-122 “chaucho mejorado”. Elaborada en la procesadora de alimentos y bebidas “Kutacachi Sara Mama”.
- Agua, procedente de la empresa RESGASA, bajo la marca ALL NATURAL, fue adquirida en los supermercados de la ciudad de Riobamba.
- Azúcar blanco, de la compañía azucarera VALDEZ, obtenida en los supermercados de la ciudad de Riobamba.
- Levadura activa seca (*Saccharomyces cerevisiae*), de la empresa Levapan del Ecuador S.A, se adquirió en los supermercados de la ciudad de Riobamba.

2.2.3 EQUIPOS

- Aparato de digestión y destilación kjeldahl.
- Aparato para destilación simple.
- Autoclave.
- Balanza de precisión. (PROINGAL)
- Balanza de precisión. (600g × 0,1g) æADAM® AQT
- Balanza analítica. (250g × 0,0001g) æADAM® PW 254
- Balanza IR. (SHIMADZU)
- Baño maría. MEMMERT WP14
- Bomba de vacío. (BUCHI)
- Caldero. (PROINGAL)
- Cámara fotográfica. (SONY)
- Cámara humidificadora y deshidratadora. (PROINGAL)
- Campana extractora de gases.
- Centrifuga.
- Notebook PC. HP Pavilion g4-1065la
- Cronómetro.
- Digestor de fibra. (LABCONCO)
- Equipo de extracción Soxhlet.

- Estufa. (MEMMERT)
- Fermentadores o bioreactores elaborados de forma casera.
- Incubadora. (MEMMERT)
- Microscopio. UNICO
- Molino de piedras. (PROINGAL)
- Mufla. OPTIC IVYMEN® SYSTEM
- pH metro. HANNA pH211
- Polarímetro Polax-2L (ATAGO)
- Refractómetro portable. (HAND HELD)
- Refrigerador sin escarcha congelador superior. INDURAMA RI 470
- Silo de almacenamiento vertical. (PROINGAL)
- Titulador automático.
- Ultrasonido. BRANSON 2510

2.2.4 MATERIAL DE LABORATORIO Y OTROS

- Alcoholímetro de Gay-Lussac.
- Algodón hidrófilo.
- Balones aforados.
- Balones kjeldahl.
- Buretas.
- Cámara de Neubauer.
- Cajas Petri.
- Capsulas y crisoles de porcelana.
- Desecador.
- Embudos de vidrio.
- Embudos plásticos.
- Espátula de acero inoxidable.
- Fundas herméticas estériles, Ziploc.
- Gradilla.
- Lana de vidrio.
- Malla de asbesto

- Mangueras de plástico.
- Material de aseo.
- Material de protección.
- Material para el análisis sensorial.
- Matraz erlenmeyer, diferentes capacidades.
- Matraz de destilación.
- Matraz kitasato.
- Matraz volumétrico.
- Mechero bunsen.
- Mortero y pistilo.
- Olla de acero inoxidable UMCO.
- Papel filtro cualitativo.
- Papel aluminio para cocina.
- Piceta.
- Picnómetro de 20 mL.
- Pinza de cápsula y tubo de ensayo.
- Pinzas universales.
- Pipetas graduadas y volumétricas, diferentes capacidades.
- Plastic wrap.
- Probetas.
- Puntas desechables.
- Reposteros de plástico, con cierre hermético.
- Reverbero.
- Soportes universales.
- Tamiz de cocina de acero inoxidable.
- Tubos de centrifuga graduados.
- Tubos de ensayo con tapa.
- Tubo polarimétrico de 200 mm.
- Termómetro.
- Válvulas airlock o válvula para salida de CO₂ elaboradas de forma casera.
- Varillas de agitación.
- Vasos de precipitación, diferentes capacidades.

- Vidrio reloj.
- Utensilios de cocina de acero inoxidable.

2.2.5 REACTIVOS

- Ácido bórico p.a.
- Ácido clorhídrico 0,31 N.
- Ácido clorhídrico al 25%.
- Ácido clorhídrico al 37%.
- Ácido sulfúrico grado técnico.
- Ácido sulfúrico 7/1000.
- Agua destilada.
- Alcohol antiséptico.
- Alcohol etílico de 90% (v/v), neutralizado.
- Alcohol etílico de 70% (v/v).
- Alcohol izo amílico.
- Arena purificada con ácido y calcinada.
- Carbonato de sodio anhidro.
- Éter etílico.
- Hexano.
- Hidróxido de bario al 5%.
- Hidróxido de sodio al 22%
- Hidróxido de sodio grado técnico.
- Óxido de selenio.
- Rojo de metilo p.a.
- Solución I: ferrocianuro de potasio trihidratado al 15% en agua destilada.
- Solución II: sulfato de zinc heptahidratado al 30% en agua destilada.
- Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, estandarizada.
- Solución 0,1 N de ácido clorhídrico, estandarizada.
- Solución indicadora de fenolftaleína.
- Soluciones estándar, de valores de pH conocidos entre 4,5 y 7,0.
- Suero fisiológico.

- Sulfato de cobre. 7 H₂O.
- Sulfato de potasio p.a.
- Verde de bromocresol p.a.

2.2.6 MEDIOS DE CULTIVO

- 3M Placas Petrifilm para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos
- Agar Saboraud
- Agua de peptona al 0.1 %
- Caldo verde brillante bilis-lactosa (BGCL)
- Caldo triptona
- Solución de Cloranfenicol

2.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

2.3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DEL MAÍZ

2.3.1.1 Muestreo y conservación de la muestra

El muestreo se realizó en forma aleatoria y a diferentes profundidades en el silo de almacenamiento de la procesadora de alimentos y bebidas “Kutacachi Sara Mama”, utilizando un sacamuestras con compartimiento y con la indumentaria adecuada (Anexo No. 18).

Se efectuó de acuerdo a lo indicado en la NTE INEN 1233:95 para el muestreo de granos y cereales (Anexo No.1), y con lo establecido por Leda D'Antonino (FAO, 1993) en el muestreo de silos verticales (Figura No. 12).

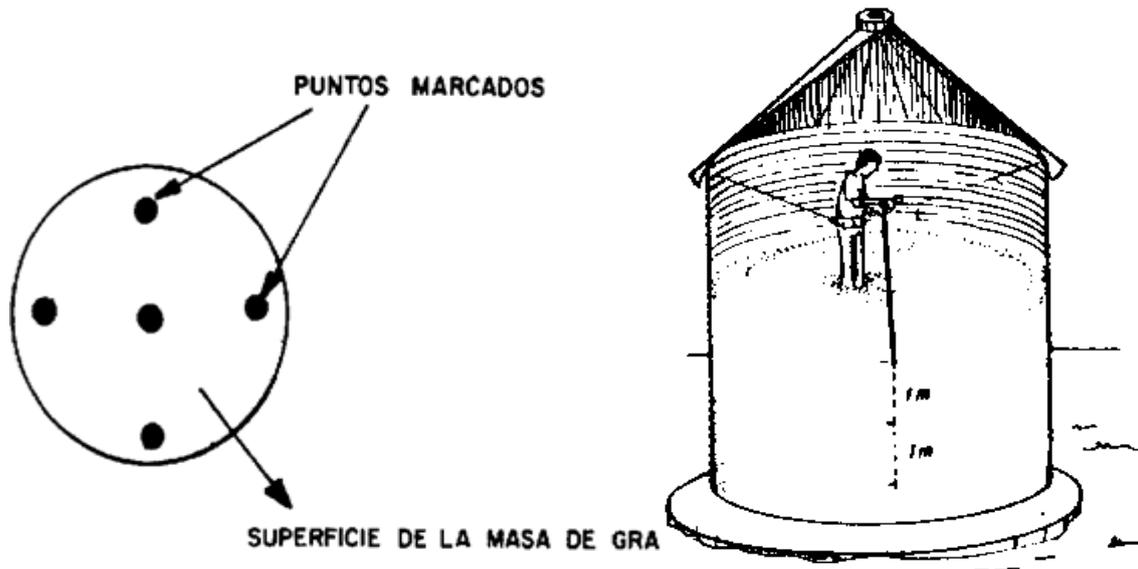


FIGURA No. 12 MUESTREO DE SILOS VERTICALES
FUENTE: FAO. 1993.

Después de recolectar las muestras fue necesario homogeneizarlas y dividir las, para posteriormente realizar la limpieza de los granos de maíz y efectuar la molienda de los mismos.

Una vez molidas, las muestras fueron colocadas en fundas herméticas y estériles, las mismas que fueron almacenadas en reposteros de plástico con cierre hermético. Se trasladaron las muestras correctamente etiquetadas a Riobamba desde Cotacachi, para ser analizadas en el laboratorio.

2.3.1.2 Estudio de los componentes del maíz

Se ejecutaron los siguientes análisis de laboratorio:

1. Determinación del contenido de humedad (NTE INEN 518)

- **Principio**

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor. El material residual después de eliminar la humedad constituye la materia seca.

- **Procedimiento**

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Calentar el pesafiltro y tapar durante 30 min en la estufa a $130 \pm 3^\circ\text{C}$. Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar.
- Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2 g de muestra preparada, transferirla al pesafiltro y distribuirla uniformemente en su fondo.
- Calentar el pesafiltro y su contenido durante una hora, en la estufa calentada a $130 \pm 3^\circ\text{C}$, sin la tapa.
- Colocar la tapa con el pesafiltro antes de sacarlo y trasladarlo al desecador tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, pesar.
- Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,1 mg.

- **Cálculos**

La pérdida por calentamiento en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$Pc = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Siendo:

Pc = Pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m_1 =Masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.

m_2 =Masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.

m_3 =Masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

2. Determinación de proteína: Micro kjeldahl (MO-LSAIA-01.04)

- **Principio**

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforma en sulfato de amonio al ser digeridas con ácido sulfúrico en ebullición, este al reaccionar con hidróxido de sodio desprende el amonio que es atrapado en ácido bórico, formando amonio borato, al que se le titula con ácido clorhídrico normalizado. El porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplica por el factor correspondiente a la muestra y se obtiene la proteína.

- **Procedimiento**

- Pesar 40 mg de muestra en el balón kjeldahl de 30 mL, añadir 1 g. de la mezcla catalizadora y 2,5mL de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar los balones en el digestor kjeldahl con los calentadores en 5 por 1 hora, agitando los matraces a los 30 minutos; enfriar y con un poco de agua (2 mL) para disolver los sólidos formados.
- Transferir la muestra digerida al equipo de destilación, lavando el matraz 5 veces con agua destilada, utilizando la menor cantidad de aguas posible (2mL).
- En un erlenmeyer de 125 mL poner 6 mL de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador, luego colocar en el condensador cuidando que éste quede sumergido dentro de la solución.
- Añadir al vaso del destilador 10 mL de hidróxido de sodio al 50% y destilar hasta obtener de 50 a 70 mL de destilado.
- Titular con ácido clorhídrico 0,02 N hasta obtener una coloración violeta.

3. Determinación de grasa: Método de Soxhlet (NTE INEN 523)

- **Principio**

Extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en

el disolvente. Posteriormente éste es sifonado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso. (53)

- **Procedimiento**

La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.
- En el dedal de Soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel.
- Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$, por el tiempo de una hora, y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
- Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.
- Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente en baño maría.
- Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar.
- Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,2 mg.

- **Cálculos**

El contenido de grasa en muestras de harina de origen vegetal, en porcentaje de masa sobre base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Siendo:

G = Contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m = Masa de la muestra, en g.

m_1 = Masa del balón vacío, en g.

m_2 = Masa del balón con grasa, en g.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

4. Determinación de almidón: Método polarimétrico

- **Principio**

El almidón es tratado con una solución diluida de ácido clorhídrico en baño maría y luego se determina el ángulo de rotación de la luz de una solución clara en el polarímetro.

- **Procedimiento**

Para la muestra

- Secar la muestra a 65°C y molerla, pesar 2,5g en un balón aforado de 50 mL.
- Agregar 25 mL de ácido clorhídrico 0,31 N y agitar por 15 min.
- Llevar a baño de agua hirviente por 15 min, con agitación continua. Enfriar.
- Adicionar 0,5 mL de solución I y 0,5 mL de solución II agitando el balón.

- De ser necesario repetir el paso anterior cuantas veces sean necesarias hasta obtener una solución transparente y cristalina.
- Aforar el balón con agua destilada.
- Centrifugar y filtrar. Desechar los primeros mL de filtrado.
- Llenar el tubo de 200 mm con el filtrado y leer en el polarímetro.

Para el blanco

- Pesar 5 g de muestra molida en el balón de 50 mL.
- Agregar 40 mL de agua destilada y agitar por 15 min.
- Adicionar 1 mL de solución I y 1 mL de solución II, agitar.
- Aforar el balón con agua destilada, centrifugar en tubos y filtrar.
- Tomar 25 mL del filtrado en un balón de 50 mL, añadir 1 mL de ácido clorhídrico al 25% y llevar a baño de agua hirviendo por 15 min con agitación continua. Enfriar y aforar.
- Si la solución esta turbia centrifugar y filtrar.
- Llenar el tubo de 200 mm con el filtrado y leer en el polarímetro.

- **Cálculos**

$$\%Almidon = (a - b)f$$

Dónde:

a = Ángulo de rotación de la muestra, en grados.

b = Angulo de rotación del blanco, en grados.

f = Factor de almidón

5. Determinación de fibra: Digestión ácido-alcalina (MO-LSAIA-01.05)

- **Principio**

Una muestra libre de humedad (menos 20%) y grasa (menos 12%) se digiere primero con una solución ácida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro, La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda.

Bajo la denominación de fibra cruda se engloba a todo el material procedente de las células vegetales constituido, básicamente por polisacáridos y lignina, que no pueden ser digeridos en el tracto gastrointestinal.

- **Procedimiento**

- Pesar de 1 a 2 g de muestra en un vaso de 600 mL añadir 200 mL de ácido sulfúrico al 7 por mil y 1 mL de alcohol isoamilico. Digerir por 30 minutos y agregar 20 ml de hidróxido de sodio el 22 % 1 mL de alcohol isoamilico y digerir por 30 minutos, disminuyendo la temperatura.
- Recoger la fibra en crisoles filtrantes previamente lavados en cuya base se ha depositado una capa de lana de vidrio hasta la mitad del crisol aproximadamente. Se lava con agua desmineralizada caliente, con 100 mL de ácido sulfúrico al 7 por mil y 20 mL de hexano, terminándose los lavados de la fibra con agua.
- Secar en una estufa a 105 °C, por 8 horas (preferible una noche), retirar en un desecador, enfriar y pesar. Calcinar en una mufla por 4 horas a 600 °C, retirar en un desecador, enfriar y pesar.

- **Cálculos**

Según la ecuación:

$$Fc = \frac{Pcf - Pcc}{Pm} \times 100$$

Dónde:

Fc = Porcentaje de fibra cruda, en muestra seca y desengrasada.

Pcf = Peso del crisol secado a 105 °C

Pcc = Peso del crisol después de la incineración

Pm = Peso de la muestra.

6. Determinación de ceniza (NTE INEN 520)

• Principio

La muestra es incinerada en un horno o mufla a 550 °C, previa pre calcinación en una placa calentadora o reverbero, para eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye se denomina ceniza

• Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a 550 ± 15 °C, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- Transferir al crisol y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la muestra.
- Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.
- Introducir el crisol en la mufla a 550 ± 15 °C hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.

- Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg.
- Repetir la incineración por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

- **Cálculos**

El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca, se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C = Contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa en base seca.

m_1 = Masa del crisol vacío, en g.

m_2 = Masa del crisol con la muestra, en g.

m_3 = Masa del crisol con las cenizas, en g.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

7. Determinación de sólidos solubles: Método Refractométrico

- **Principio**

La concentración de sólidos solubles se mide por refractometría. La desviación del ángulo luminoso está relacionado con el contenido de elementos solubles presentes dentro de una muestra (azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes). Los azúcares están relacionados, directamente con el índice de refracción el cual depende de la cantidad de estos en el medio.

- **Preparación de la muestra**

- La preparación de la muestra se realizó tomando como referencia la NTE INEN 380.
- Pesar en un vaso de precipitación de 10 a 20 g de muestra y colocar en un baño de agua hirviente por 30 minutos, agitando ocasionalmente con una varilla de vidrio.
- Enfriar el contenido del vaso.
- Dejar reposar por 20 minutos y filtrar en un recipiente seco, reservando el filtrado para la determinación.

- **Procedimiento**

- Levantar la cubierta del refractómetro y colocar dos o tres gotas de la muestra sobre la superficie del prisma.
- Cerrar la cubierta del refractómetro y presionar ligeramente para evitar la presencia de burbujas teniendo en cuenta que se cubra toda la superficie.
- Leer la concentración de sólidos solubles en grados Brix.
- Levantar la cubierta, lavar con agua destilada y secar sucesivamente con papel absorbente.

- **Cálculos**

La concentración de sólidos solubles de la muestra analizada se obtiene directamente del valor de la lectura expresada en °Brix.

8. Determinación de la acidez (NTE INEN 521)

- **Principio**

El contenido total de ácidos en un alimento lo determina la acidez valorable total, la que se expresa en función del ácido representativo.

La acidez se establece en un peso de muestra llevada a un volumen conocido, se titula una alícuota con una base estandarizada hasta el viraje determinado por el cambio de color del indicador.

- **Procedimiento**

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Pesarse, con aproximación al 0,1 mg, 5g de la harina de origen vegetal y transferir al matraz erlenmeyer de 100 mL.
- Agregar lentamente 50 mL de alcohol de 90% (v/v) neutralizado, tapar el matraz erlenmeyer y agitar fuertemente.
- Dejar en reposo durante 24 h, agitando de vez en cuando.
- Tomar con la pipeta una alícuota de 10 mL del líquido claro sobrenadante y transferir al matraz erlenmeyer de 50 mL agregar 2 mL de la solución indicadora de fenolftaleína.
- Agregar lentamente y con agitación la solución 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que desaparece poco a poco.
- Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
- Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 mL.

- **Cálculos**

La acidez titulable en harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{4,9NV}{m(100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Siendo:

A =Contenido de acidez en las harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

N =Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V =Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en mL.

V_1 =Volumen del alcohol empleado en mL.

V_2 =Volumen de la alícuota tomada para la titulación, en mL.

m =Masa de la muestra, en g.

H =Porcentaje de humedad en la muestra.

9. Determinación del pH (NTE INEN 526)

• Principio

El pH es un índice numérico que se utiliza para expresar la mayor o menor acidez de una solución en función de los iones hidrógeno.

La medición del pH se lleva a cabo por medio de la lectura de pH en la escala de un instrumento medidor de pH, ya sea digital o analógico.

Esta lectura está en función de la diferencia de potencial establecida entre un electrodo indicador y un electrodo de referencia, usando como solución de ajuste de la escala del medidor de pH, una solución reguladora del mismo.

• Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.
- Pesar, con aproximación al 0,1 mg. 10 g de muestra preparada y colocar en el vaso de precipitación, añadir 100 mL de agua destilada, recientemente hervida y

enfriada, y agitar suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.

- Continuar la agitación durante 30 minutos a 25 °C, de modo que las partículas de almidón se mantengan en suspensión, y dejar en reposo para que el líquido se decante.
- Determinar el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

2.3.2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE JORA

Para la obtención de la jora se tomó como base el método tradicional de malteo del maíz y el ensayo de germinación que se especifica en la NTE INEN 1557 (Anexo No. 2), aplicándose las siguientes operaciones: limpieza, maceración en agua o remojo, germinación, secado, molienda y almacenamiento.

En la Figura No. 13 se presenta el proceso seguido para la obtención de jora.

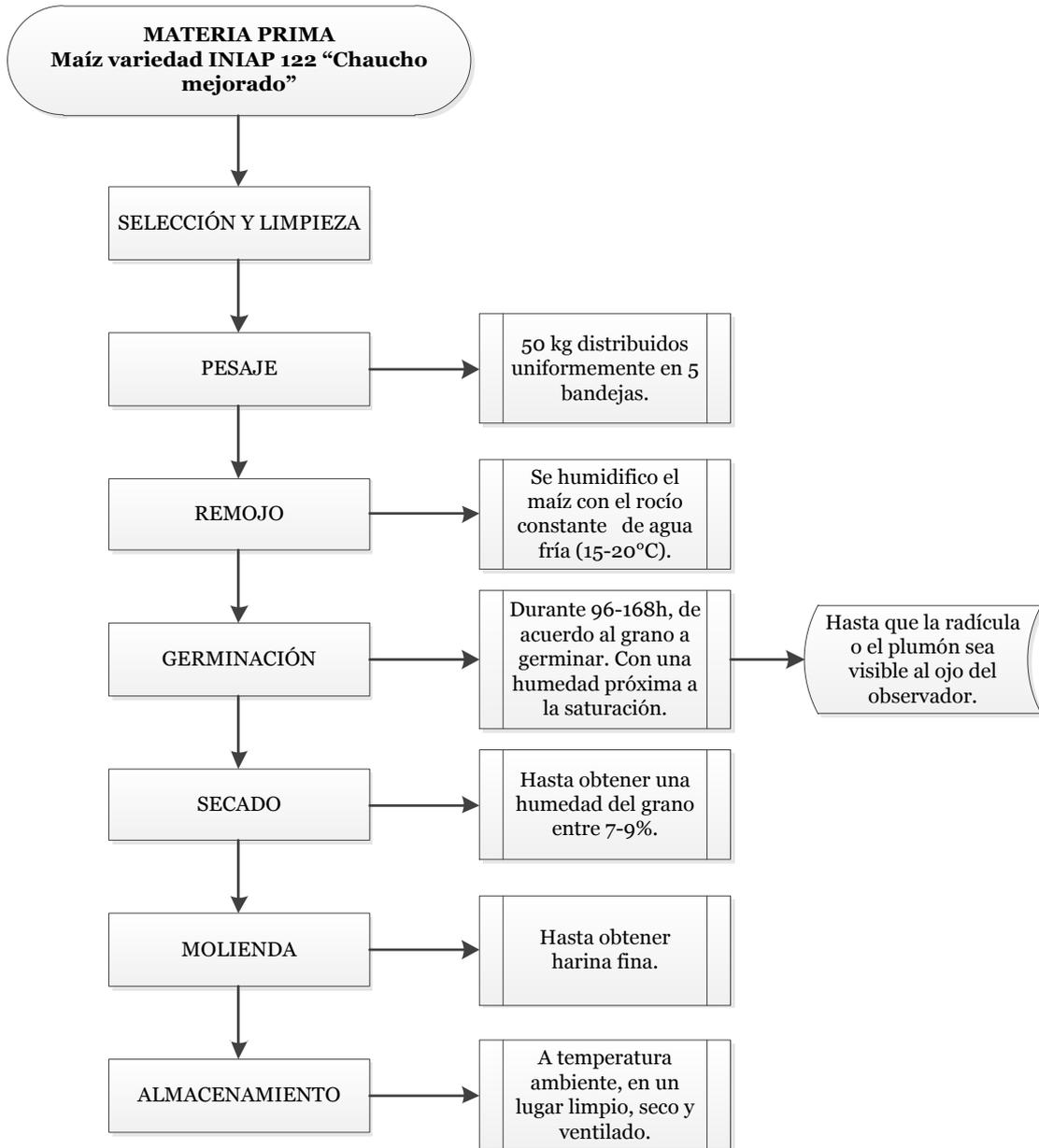


FIGURA No. 13 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE JORA

- **Principio**

La finalidad es la conversión de los almidones de los cereales en sustancias más simples y susceptibles de solubilizarse y fermentarse, poniendo a germinar granos del producto libre de impurezas, en presencia de una cantidad de agua, dentro de una cámara de germinación, ventilada a una temperatura entre 20 y 30 °C, y una humedad relativa próxima a la saturación. Revisar los granos germinados al cabo de 96 h o de 168 h, esto de acuerdo al grano a germinar.

- **Procedimiento**

- La muestra para el ensayo debe ser representativa del lote, tomada de acuerdo a lo descrito en la norma INEN 1233:95 (Anexo N°1).
- Limpiar manualmente la fracción obtenida, a fin de que la muestra se encuentre limpia sin impurezas, sin granos rotos, sin otros cereales, no averiados, no dañados por calor, insectos, hongos y otras materias inertes y extrañas.
- Tomar 50 kg del producto de fracción obtenida anteriormente.
- La determinación debe efectuarse manualmente en por lo menos cinco repeticiones de 10 kg cada una.
- Colocar la muestra de forma uniforme en cada una de las bandejas ubicadas en el interior de la cámara de germinación.
- Mantener el producto constantemente húmedo, a fin de obtener las condiciones favorables para la germinación. La humedad relativa que rodea al grano debe ser próxima a la saturación.
- Ajustar la temperatura de la cámara de germinación de 15 a 20 °C.
- Realizar la primera revisión de los granos a los 4 días de iniciado el ensayo, la segunda y última revisión a los 7 días.
- Luego de la germinación secar la malta, a una temperatura controlada y durante un tiempo determinado.
- Finalmente moler la malta.

- **Evaluación**

- El grano es considerado como germinado si la radícula o el plumón es visible al ojo del observador, sin descortezaduras y el extracto acuoso de positivo para el ensayo de Fheling.
- El secado se realiza hasta obtener una humedad del grano entre 7-9%.

1. Análisis cualitativo de azúcares reductores: Método de Fehling

- **Principio**

Cuando un azúcar reductor se calienta en condiciones básicas se degrada y algunos de los productos de degradación reducen los iones cúpricos para formar óxido cuproso

- **Procedimiento**

A 3 mL de solución problema en un tubo de ensayo añadir 1mL de solución de Fehling, calentar hasta ebullición en un baño de agua. La formación de precipitado rojo ladrillo indica la presencia de azúcar reductor. Aplicar la reacción de Barfoed para determinar si el azúcar reductor es monosacárido o disacárido.

2.3.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA JORA

2.3.3.1 Muestreo y conservación de la muestra

El muestreo de la harina de jora se efectuó de acuerdo a lo indicado en la NTE INEN 1233:95 (Anexo No.1), se utilizó una pala de mano para obtener la muestra introduciendo la misma de forma diagonal hasta la mitad del saco, de donde se tomaron al menos muestras de tres puntos distintos seleccionados al azar.

Las muestras se distribuyeron en recipientes adecuados (fundas y reposteros de plástico) limpios y secos, cerrados herméticamente.

Las muestras debidamente codificadas fueron transportadas a Riobamba desde Cotacachi, para ser analizadas en el laboratorio.

2.3.3.2 Estudio de los componentes de la jora

Este estudio se realizó con el propósito de conocer la composición química de la harina de jora obtenida. Los análisis de laboratorio corresponden a los mismos efectuados en el maíz.

2.3.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA

El flujo tecnológico de elaboración de chicha de jora se describe en la Figura No. 14.

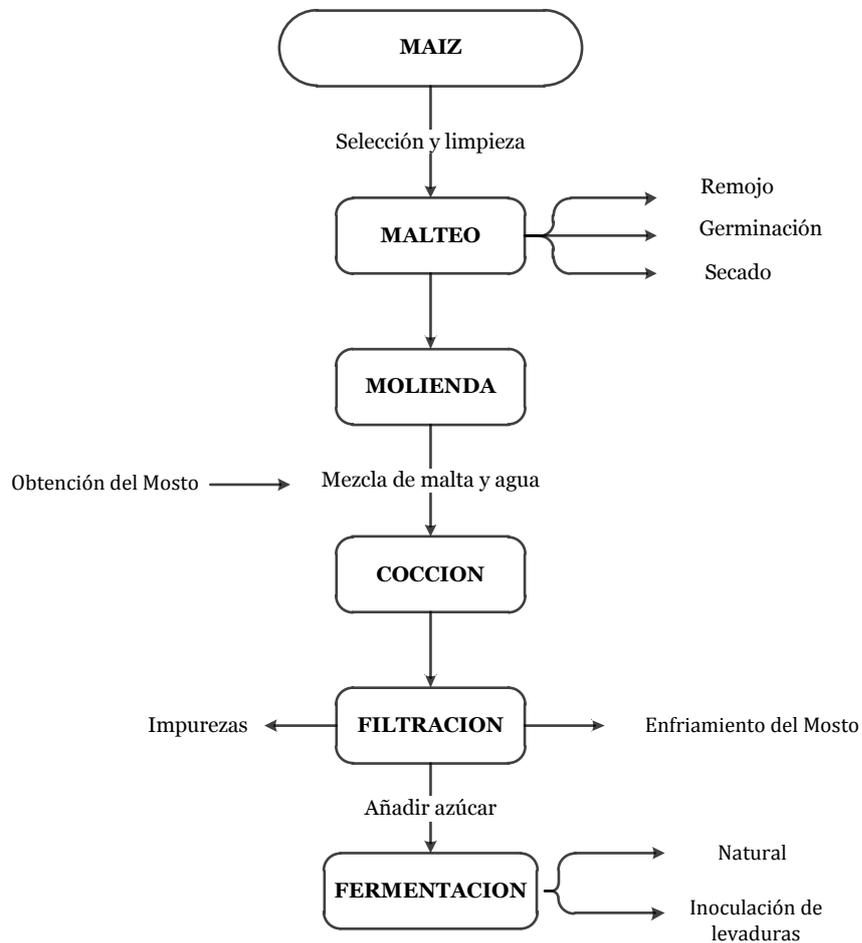


FIGURA No. 14 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA

2.3.4.1 Obtención del mosto

- **Ingredientes**

La cantidad de ingredientes utilizados en la elaboración de la bebida (Tabla No. 7), se definió según revisión de literatura, conocimientos ancestrales de la comunidad sobre la elaboración artesanal de chicha de jora y los ensayos previos a la investigación desarrollados por la administradora (Rubio, K.) de la procesadora de alimentos y bebidas “Kutacachi Sara Mama”.

Tabla No. 7 FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA

Ingredientes	Porcentaje
Harina de jora	83%
Agua	17%
Total	100%
Azúcar*	1 g por 100 g de mosto

* Porcentaje añadido en relación al volumen de mosto obtenido al final del proceso.

- **Procedimiento**

- Mezclar la harina de jora con el agua, de acuerdo a los porcentajes anteriormente descritos.
- Agitar constantemente para evitar la formación de grumos y el asentamiento de la harina.
- Realizar la cocción de la mezcla, agitando constantemente para evitar que se sedimente y queme. En la olla de ebullición, el proceso general del cocimiento dura un número variable de horas, dependiendo de los equipos de la sala de cocimiento y la tecnología empleada en el proceso.
- Retirar del fuego y dejar reposar.

- Filtrar el mosto con la ayuda de un colador para eliminar sólidos e impurezas presentes en la mezcla.
- Anadir el azúcar y disolver.

- **Evaluación**

Se estableció: la temperatura de ebullición y grados Brix del mosto a intervalos de 30 min. Se midió el volumen del mosto concentrado y su pérdida en volumen; y se calculó el residuo en peso, después de la filtración.

2.3.4.2 Fermentación del mosto

1. Ensayos preliminares

Las reacciones dentro de un proceso de fermentación pueden presentarse distintas de un producto a otro, en este caso el mosto fue sometido a experimentos preliminares que sirvieron de base y guía para la experiencia principal.

El primero consistió en evaluar el método tradicional de elaborar chicha de jora por fermentación natural del mosto. Los restantes, se realizaron con mosto estéril, variando la cantidad de inóculo del 0,083% al 0,5% en peso de levadura activa seca, evaluándose la formación de carbonato de bario, al interactuar una solución de hidróxido de bario al 0,5% con el gas (CO₂) formado en el transcurso de la fermentación. Y valorando las características organolépticas del producto formado.

Se efectuó una prueba de aceptabilidad a través de un test de ordenamiento con los tratamientos (Anexo N° 6).

- **Ensayos de fermentación con mosto estéril**

La preparación del medio para la fermentación se realizó de la misma manera que en el inciso 2.3.4.1.

El mosto preparado fue esterilizado en autoclave, por 15 min a 121 °C y presión de 20 psi. Terminando el tratamiento el mosto se dejó enfriar hasta los 35 °C aproximadamente.

Mientras tanto se preparó el inóculo en un 0,083%, 0,16 %, 0,33% y 0,5 % de levadura activa seca con relación al volumen de mosto en cada microfermentador.

Como microfermentadores se utilizaron erlenmeyers de 100 mL (perfectamente limpios y estériles) con corchos herméticos perforados para adaptar una manguera de látex de 15 cm de largo por 4 mm de diámetro, con una pinza en su extremo inferior (para evitar que escape el gas que se forma en el transcurso de la fermentación), la misma que se introdujo en 50 mL de solución de hidróxido de bario al 5%, dispuesta en un vaso de precipitación de 100 a 150 mL.

En cada microfermentador se colocó 70 mL de mosto estéril enfriado hasta 30 °C y levadura, según la cantidad de inóculo a evaluar. Se agitó con el fin de que se oxigene y las levaduras crezcan y se multipliquen alcanzando un número que asegure el éxito del proceso. Se tapó herméticamente e introdujo la manguera en el vaso con la solución de hidróxido de bario, abriendo previamente la pinza. La incubación se fijó a 28 °C en un baño maría termostado durante 24 horas.

2.3.5 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

2.3.5.1 Factores en estudio, tratamientos y diseño experimental

Los factores en estudio para determinar los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica son: temperatura y pH.

Los tratamientos fueron la combinación de los factores en estudio que se describen en la Tabla No. 8.

TABLA No. 8 TRATAMIENTOS PARA LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA

Tratamientos	Descripción
T ₁	22°C × pH 4,5
T ₂	22°C × pH 5,0
T ₃	22°C × pH 5,5
T ₄	28°C × pH 4,5
T ₅	28°C × pH 5,0
T ₆	28°C × pH 5,5

La unidad experimental fue de 300 mL de mosto en cada fermentador, el estudio se realizó por duplicado.

El análisis estadístico se ejecutó con los programas estadísticos G-Stat 2.0 y SPSS versión 18.0, se realizó el análisis de Varianza (ANOVA) multifactorial que es un método para comparar dos o más medias, y se aplicó la prueba de significancia de Tukey, se trabajó con un 95% de confianza. (12)

Las variables de respuesta fueron la eficiencia del proceso o rendimiento de alcohol y el grado de aceptabilidad de los tratamientos.

2.3.5.2 Fermentación del mosto

Para evaluar las condiciones en que se llevó a cabo la fermentación alcohólica en forma natural, se utilizaron 12 envases de plástico con capacidad de 400 mL, provistos de tapas a las que se adaptaron válvulas airlock, elaboradas de forma casera, además dispensadores para tomar muestras. Estos envases se utilizaron como bioreactores.

La preparación del medio para la fermentación se realizó de la misma manera que en el inciso 2.3.4.1. Se trabajó con mostos a distintos pH (4,5; 5,0 y 5,5), por lo que fue

necesario acidificar el medio utilizando vinagre, un ácido débil que no daña a las levaduras.

Se incubo las muestras a las temperaturas de 22 °C y 28 °C, durante un tiempo aproximado de 48 horas.

2.3.5.3 Variables de control y métodos de evaluación

En cada tratamiento se realizó un seguimiento del crecimiento de microorganismos, cambios en los valores de Brix, pH, acidez titulable, densidad relativa, con el fin de determinar la eficiencia del proceso y su duración. Eficiencia de la fermentación entendida como el grado de conversión de azúcares a alcohol o rendimiento de alcohol.

A continuación se describen cada uno de los análisis:

1. Crecimiento de microorganismos: Recuento directo en cámara de Neubauer

- **Principio**

Se denomina crecimiento al incremento en el número de células en una población o al incremento de la masa celular. Existen diversos métodos para evaluar el tamaño de la población microbiana presente en una muestra determinada, algunos de ellos son recuentos directos y otros indirectos.

Los recuentos directos permiten determinar el número de células microbianas, por observación directa en el microscopio. Entre los directos se puede mencionar el recuento de células en cámara de Neubauer.

La cámara de Neubauer es un instrumento utilizado en cultivo celular para realizar conteo de células en un medio de cultivo líquido. Consta de dos placas de vidrio, entre

las cuales se puede alojar un volumen conocido de líquido. Una de las placas posee una grilla de dimensiones conocidas y que es visible al microscopio óptico.

Con base en la cantidad de células contadas, conociendo el volumen de líquido que admite el campo de la grilla, se calcula la concentración de células por unidad de volumen de la solución de medio de cultivo inicial.

- **Descripción de la cámara de Neubauer**

La cámara de Neubauer es una cámara de contaje adaptada al microscopio de campo claro o al de contraste de fases. Se trata de un portaobjetos con una depresión en el centro, en el fondo de la cual se ha marcado con la ayuda de un diamante una cuadrícula como la que se ve en la Figura No. 15. Es un cuadrado de 3 x 3 mm, con una separación entre dos líneas consecutivas de 0.25 mm. Así pues el área sombreada y marcada L corresponde a 1 milímetro cuadrado. La depresión central del cubreobjetos está hundida 0.1 mm respecto a la superficie, de forma que cuando se cubre con un cubreobjetos éste dista de la superficie marcada 0.1 milímetro, y el volumen comprendido entre la superficie L y el cubreobjetos es de 0.1 milímetro cúbico, es decir 0.1 microlitro.

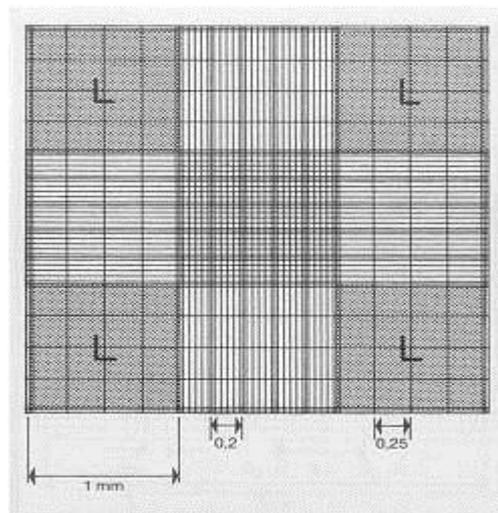


FIGURA No. 15 CUADRÍCULA DE LA CÁMARA DE NEUBAUER

FUENTE: EL BLOG DE CRISTEL. CÁMARA DE NEUBAUER.

- **Procedimiento**

- Limpiar cuidadosamente la cámara y la laminilla de cuarzo suavemente con alcohol.
- Colocar la laminilla de cuarzo sobre la cámara en forma vertical, esta debe quedar centrada.
- Con la ayuda de una pipeta llenar la cámara con 20 μL de cultivo líquido o de una suspensión preparada a partir de material tomado del cultivo y suero fisiológico. Dejar q la solución ingrese a la cámara por capilaridad, sin que pase a los canales laterales.
- Colocar la cámara de Neubauer en la platina del microscopio y enfocar con el objetivo 10 x.
- Una vez ubicada la cuadrícula, hacer un cambio de lente al objetivo de 40x y contar las células que se encuentran en el mismo.
- Contar las células en 4 mm^2 , y obtener el promedio por 1 mm^2 .
- Reportar el resultado en UFC/mL.

- **Cálculos**

La fórmula para efectuar el recuento es la siguiente:

$$\frac{\text{UFC}}{\text{mL}} = \frac{\text{Promedio de UFC}}{\text{Volumen del hemocitómetro} \times \text{dilución}} \times \frac{(10\text{mm})^3}{1\text{cm}^3}$$

Volumen del hemocitómetro = superf. cont. (mm^2) \times profundidad cámara (mm)

$$\text{Volumen del hemocitómetro} = (0,25 * 0,25) \text{ mm}^2 * 0,1 \text{ mm} = 6,25 * 10^{-3} \text{ mm}^3$$

2. Determinación de sólidos solubles

- **Principio**

La concentración de sólidos solubles se mide por refractometría. La desviación del ángulo luminoso está relacionado con el contenido de elementos solubles presentes

dentro de una muestra (azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes). Los azúcares están relacionados, directamente con el índice de refracción el cual depende de la cantidad de estos en el medio.

- **Procedimiento**

- Levantar la cubierta del refractómetro y colocar dos o tres gotas de la muestra sobre la superficie del prisma.
- Cerrar la cubierta del refractómetro y presionar ligeramente para evitar la presencia de burbujas teniendo en cuenta que se cubra toda la superficie.
- Leer la concentración de sólidos solubles en grados Brix.
- Levantar la cubierta, lavar con agua destilada y secar sucesivamente con papel absorbente.

- **Cálculos**

La concentración de sólidos solubles de la muestra analizada se obtiene directamente del valor de la lectura expresada en °Brix.

3. Determinación de pH (NTE INEN 2325:2002)

- **Principio**

El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14.

El método consiste en una determinación potenciométrica del pH en una muestra de cerveza previamente desgasificada, filtrada y a temperatura de 20°C a 25 °C.

- **Procedimiento**

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

- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 100 mL de muestra desgasificada y temperatura de ensayo.
- Determinar el pH de la bebida introduciendo los electrodos del medidor de pH en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando no toque las paredes del recipiente.
- Agitar y leer el valor del pH obtenido a 0,01.

4. Determinación de acidez total

Para la determinación de la acidez total se tomó como referencia la NTE INEN 348 y NTE INEN 2322:2002.

- **Principio**

La acidez total se define como la suma de los ácidos valorables obtenida cuando se lleva la bebida alcohólica a neutralidad (pH: 7), por adición de una solución alcalina.

- **Procedimiento**

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra.
- Colocar 250 mL de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz erlenmeyer de 500 mL y añadir 25 mL de muestra y 5 gotas de la solución de fenolftaleína; proceder a titular, utilizando la bureta, con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.
- Hacer frecuentes comparaciones de color, durante la valoración, con una muestra de igual volumen y dilución, a la cual le ha sido agregada la cantidad aproximada de álcali necesario para la neutralización, pero no contiene indicador.
- Continuar la valoración hasta la aparición de un color rosado pálido y leer la lectura de la bureta.
- Añadir 0,2 mL adicionales de álcali, si el color es rojizo definido y permanente, indica sobretitulación. En caso el punto final corresponde a la lectura anterior.

- **Cálculos**

La acidez se calcula como porcentaje de ácido láctico mediante la ecuación siguiente.

$$\text{Acidez total} = \frac{(\text{mL de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 10)}{(\text{mL de chicha} \times \text{gravedad específica de la chicha})} \times 0,09$$

En donde

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

$$\text{Acidez total} = \frac{(\text{mL de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 0,9)}{(\text{mL de chicha} \times \text{gravedad específica de la chicha})}$$

Reportar la acidez de la chicha como ácido láctico con dos decimales.

5. Determinación de la densidad relativa (NTE INEN 349)

- **Principio**

La densidad relativa se precisa como la relación por cociente entre la densidad de una bebida alcohólica y la densidad del agua destilada, considerada ambas a la misma temperatura.

Se determina la densidad relativa a 20° /20° C por relación entre la masa de una muestra analizada y la masa de agua destilada, correspondientes ambas a un mismo volumen, utilizando un mismo picnómetro.

- **Procedimiento**

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

- Lavar el picnómetro con agua corriente y luego, en forma rápida, con la mezcla sulfocrómica. Después, lavar varias veces con agua destilada y finalmente con etanol y éter etílico;
- Dejar escurrir el picnómetro y secarlo mediante una corriente de aire seco; exteriormente debe secarse con un papel filtro y luego tapanlo.
- Pesar el picnómetro limpio y seco con aproximación al 0,1 mg.
- Colocar cuidadosamente la muestra en el picnómetro hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire y luego tapanla
- Sumergir el picnómetro en el baño de agua a $20^{\circ} \pm 0,2$ °C durante 30 min, comprobando al final que el nivel del producto alcance exactamente la marca.
- Retirar el picnómetro del baño, secar exteriormente con papel filtro y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- Vaciar el picnómetro y limpiar como se indicó anteriormente; secado interiormente con una corriente de aire seco y poner agua destilada hasta la marca respectiva, evitando la formación de burbujas de aire. Tapar el picnómetro.
- Sumergir el picnómetro en el baño de agua a $20^{\circ} \pm 0,2$ °C durante 30 min, comprobando al final que el nivel del agua alcance, exactamente la marca.
- Retirar el picnómetro del baño, secar exteriormente con papel filtro y pesar con aproximación al 0,1 mg.

- **Cálculos**

La densidad relativa en bebidas alcohólicas a $20^{\circ}/20$ °C se determina mediante la ecuación siguiente:

$$d = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1}$$

Siendo:

d =Densidad relativa a $20^{\circ}/20$ °C.

m_1 =Masa del picnómetro vacío, en gramos.

m_2 =Masa del picnómetro con la muestra, en gramos.

m_3 =Masa del picnómetro con agua destilada, en gramos.

6. Determinación del grado alcohólico (NTE INEN 340:1994)

• Principio

El método consiste en efectuar una destilación simple de la bebida alcohólica, llevar a un volumen inicial con agua destilada y determinar en el destilado hidroalcohólico, el grado alcohólico volumétrico por alcoholimetría. (4)

• Preparación de la muestra

- Para productos alcohólicos que contienen extracto seco, debe destilarse previamente la muestra, y determinar en el destilado el grado alcohólico volumétrico utilizando el alcoholímetro Gay-Lussac.
- Lavar cuidadosamente el equipo para destilación con agua destilada y proceder a armarlo.
- Enjuagar el matraz con una porción de la muestra de bebida alcohólica, llenarlo con la muestra hasta sobrepasar la marca de 250 mL y tapar el matraz.
- Colocar el matraz en el baño de agua, a temperatura constante de $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ o $20^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, según el caso, durante 20 minutos y retirar el exceso de muestra que sobrepase la marca, utilizando una pipeta, hasta obtener el volumen exacto de 250 mL.
- Transferir el contenido al matraz del aparato de destilación y lavar con tres porciones de 10 mL de agua destilada, recogiendo el agua de lavado en el mismo matraz del aparato de destilación. Añadir núcleos de ebullición.
- Destilar lentamente la muestra, recogiendo el condensado en un matraz volumétrico de 250 mL, al que se añaden previamente 10 mL de agua destilada, hasta que se haya recogido 220 mL aproximadamente.
- Colocar el matraz en un baño de agua a temperatura constante $15^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$ o $20^{\circ} \pm 0,5^{\circ} \text{C}$, según el caso, durante 20 minutos y luego añadir cuidadosamente

agua destilada a 15 °C o 20 °C, según el caso, hasta completar el volumen de 250 mL y homogeneizar.

- **Procedimiento**

- Efectuar la determinación en la misma muestra preparada por duplicado.
- Colocar la muestra preparada en la probeta perfectamente limpia y seca.
- Limpiar y secar cuidadosamente el alcoholímetro y el termómetro e introducirlos suavemente en la probeta con la muestra, manteniéndolos así durante 10 minutos.
- Agitar ligeramente para igualar la temperatura del sistema y leer la temperatura.
- Dejar en reposo hasta que desaparezcan las burbujas de aire que se forman en el seno del líquido y efectuar la lectura en el alcoholímetro, considerando el nivel real del líquido y no la elevación del menisco, utilizando una lupa, si fuera necesario.
- Corregir el grado alcohólico aparente medido a 15 °C, utilizando la tabla 1 (Anexo No.3).
- Corregir el grado alcohólico aparente medido a 20 °C, utilizando la tabla 2 (Anexo No. 4).
- Corregir el grado alcohólico aparente intermedio, por interpolación.

7. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo en un grupo de 10 panelistas. Para la identificación se asignó un color a cada tratamiento, para no influir en la decisión de la población. Las muestras se presentaron en vasos transparentes de 25 mL a una temperatura ambiente entre 17 y 18 °C.

Como panelistas se escogió a 10 mujeres, miembros del Comité Central de Mujeres UNORCAC.

Las panelistas fueron separadas entre sí y se realizó la evaluación en un área limpia con iluminación natural, buena ventilación, para impedir acumulación de olores que interfieran en el proceso de degustación y libre de ruidos, que puedan distraer a las catadoras.

- **Prueba sensorial de preferencia:** Para evaluar el nivel de preferencia de cada uno de los tratamientos se utilizó un test de ordenamiento o ranking.
- **Prueba sensorial de aceptabilidad:** Con el tratamiento seleccionado de la prueba de preferencia, se realizó la prueba de aceptabilidad, donde se evaluaron los atributos de color, sabor, olor y apariencia de la bebida, con la finalidad de establecer porque lo prefirieron. El modelo de la encuesta para la evaluación sensorial de los tratamientos se detalla en el Anexo No.7.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DEL MAÍZ

Este estudio se realizó con el propósito de conocer la composición físico-química del grano molido de maíz, variedad INIAP-122 “chaucho mejorado”, antes del malteo. Los resultados se presentan en el Cuadro No. 1.

CUADRO No. 1 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL MAÍZ

Análisis	Método	Unidad	Valores*
Humedad	INEN 518	%	16,30
Proteína Ω	MO-LSAIA-01.04	%	7,74
Grasa Ω	INEN 523	%	5,79
Almidón Ω	POLARIMÉTRICO	%	70,02
Fibra Ω	MO-LSAIA-01.05	%	2,66
Cenizas Ω	INEN 520	%	1,34
Acidez Ω	INEN 521	%	0,29
pH	INEN 526		5,56
Brix	INEN 380	%	1,40

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

*Los valores son indicativos del grano molido de maíz.

El almidón como en todos los cereales es el componente mayoritario del grano de maíz con un contenido del 70,02 %, el mismo que se ajusta a lo expuesto por Primo, E. et. al. (1981), “los hidratos de carbono representan del 65-90% del peso seco de los granos de cereales, el componente principal de esta fracción es el almidón” y la FAO. (1993) al mencionar que este en el maíz corresponde hasta el 72-73% del peso del grano.

La proteína constituye el segundo componente en concentración con un 7,74%, valor que difiere del reportado por la FAO. (1993) 8-11 % para las variedades comunes de maíz, a las que no corresponde el maíz de la variedad INIAP-122 “chaucho mejorado”, objeto de esta investigación. Además según FAO. (1993) “la composición química de un cereal varía entre límites muy amplios, dependientes no solo de la variedad, sino también de factores ambientales y de las prácticas agronómicas a los que es sometido”.

Con respecto al contenido de grasa el resultado obtenido (5,79%) se ajusta a los límites establecidos en la norma INEN 2051: 1995 (mínimo 3,5%, no se expresa un valor máximo). Además este valor se ratifica, con el porcentaje de grasa en maíces harinosos (5,4 %) dados por la FAO (1993).

Después de los hidratos de carbono (principalmente almidón), la proteína y la grasa, la fibra es el componente químico del maíz que se halla en cantidades mayores. El contenido total de fibra del grano es de 2,66%. El valor indicado es similar al establecido en la norma INEN 2051: 1995; requisito que debe cumplir el maíz molido en un porcentaje máximo de 2,5 %.

En cuanto a los °Brix que representa el contenido de sólidos solubles y que en el caso de los cereales es igual al contenido de azúcares, se obtuvo un resultado de 1,4%, dato que concuerda con lo expresado por Primo, E. et.al. (1981) de que “los granos de los cereales contienen alrededor de 1-3 %, en peso, de azúcares libres. El azúcar más abundante es la sacarosa.”

Las cenizas en el maíz evaluado son del 1,34 %, que está dentro de la concentración de cenizas en el grano de maíz (1,3 %), según indica la FAO. (1993).

El contenido de humedad obtenido es del 16,3 %. Este resultado refleja un valor más alto que el establecido en la norma INEN 2051: 1995 para la humedad en el maíz molido (máx. 13 %). Esto se debe a que la composición química del maíz se ve influenciada por factores externos como las condiciones de cultivo -climatología, abonado, época de cosecha, humedad relativa etc.- y de la historia de partida, una vez

cosechado, hasta que llega al consumidor como lo señala Primo, E. et.al. (1981). La humedad, constituye un elemento importante, que influye además en los cambios de calidad durante el almacenamiento, elaboración, en su valor económico y en su estabilidad.

En efecto el maíz con humedad elevada, de textura blanda, se deteriora con facilidad durante el almacenamiento, mientras que el cereal con niveles bajos de humedad se quiebra. El nivel de humedad más aceptado para la comercialización del maíz según lo adoptado por la FAO. (1993) en su publicación “El maíz en la nutrición humana” es de 15,5%.

3.2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE JORA

El malteado es el primer paso en la elaboración de chicha de jora y es el proceso por el cual se obtiene la materia prima principal, la malta de maíz o jora.

Para la producción de jora, se partió de maíz de la variedad INIAP-122 “chaucho mejorado”. Se utilizó una cámara humidificadora y deshidratadora, marca PROINGAL, construida para este propósito, donde se trabajó bajo condiciones controladas.

En el Cuadro No. 2 se muestran las condiciones establecidas para el proceso de obtención de jora

CUADRO No. 2 CONDICIONES DE PROCESO ESTABLECIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE JORA

<i>Fase</i>	<i>Parámetros controlados</i>			
	Aireación	Humedad Relativa	Temperatura	Tiempo
Remojo	No	90%	20 °C	4 días
Germinación	Si	90%	20 °C	
Secado	No	0%	40-60 °C	2- 3 días

Al estudiar la fase de remojo del cereal, se establecieron en la cámara humidificadora los parámetros de humedad 90% y temperatura 20 °C para iniciar el proceso de malteo del grano de maíz.

El grano fue sometido a un rociado intensivo, con el objeto de conseguir el grado de humedad necesario para los procesos fisiológicos que se dan en la germinación.

Durante la germinación se produce la síntesis de enzimas y la demolición de las paredes celulares del endospermo. Esta operación se efectuó a la par con el remojo durante 4 días manteniendo las condiciones antes descritas, sometiendo además el cereal a aireación.

Una vez germinado el grano, se procedió a disminuir el contenido de agua del cereal; se utilizó para ello aire caliente. En esta fase denominada secado, se restablecieron los parámetros fijados en la cámara para ser utilizada como deshidratadora. Se removió el porcentaje de humedad hasta alcanzar un 0 % y se ajustó la temperatura a 60°C.

El tiempo de secado se definió entre 2-3 días, hasta conseguir básicamente, una deshidratación del producto, y generar determinadas reacciones químicas entre componentes del cereal germinado que confieren a la malta acabada parte de los caracteres organolépticos y tecnológicos que la distinguen.

Cada especie necesita absorber cierto mínimo de humedad para que ocurra la germinación, en el maíz el porcentaje adecuado es de aproximadamente 30,5%. La evidencia experimental enseña que el hecho de que la semilla necesite un contenido de humedad alto para germinar no implica que su germinación se retarde por esa condición. El exceso de agua puede ser tan pernicioso para la semilla como la carencia. Sí el nivel de agua llega a excluir o restringir la penetración de oxígeno a la semilla, la germinación se retarda o no ocurre, en un gran número de especies.

El proceso de germinación, como todos los procesos fisiológicos está afectado por la temperatura. Para cada clase de semillas existe una temperatura mínima y una máxima en la que ocurre la germinación. Además, dentro del rango temperatura mínima-máxima, existe un punto en el que se obtiene máxima germinación y ésta ocurre más rápidamente; este punto corresponde a la temperatura óptima. En el maíz la temperatura

mínima es de 8-10°C, la óptima entre 32-35°C y la máxima 40-44°C, valores que justifican las condiciones de temperatura controladas en el proceso de obtención de jora, expresadas en el Cuadro No. 2, tanto para dar inicio a la germinación como al final de la misma para detener el proceso.

Las necesidades de oxígeno cambian con las diferentes fases a través del malteo. Se ha encontrado que el grano de maíz es indiferente a la presencia o ausencia de oxígeno durante la imbibición, pero requiere de oxígeno durante la emergencia de la radícula, en un rango muy amplio de concentraciones. Sin embargo a concentraciones de oxígeno menores que la del aire el desarrollo y crecimiento de la radícula se reduce drásticamente.

Para verificar que las condiciones obtenidas en el proceso sean las óptimas se monitoreó en cada fase las siguientes operaciones.

La evaluación de las condiciones del proceso de obtención de jora se presenta en el Cuadro No. 3.

CUADRO No. 3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE JORA

<i>Fase</i>	<i>Variables de control y métodos de evaluación*</i>			
	Humedad	Desarrollo de la plúmula del germen	Ensayo de Fheling	Características organolépticas
Remojo	43%	-	-	-
Germinación	-	De 1 a 2 cm	Positivo	-
Secado	6,28%	-	-	Color dorado y olor dulce.

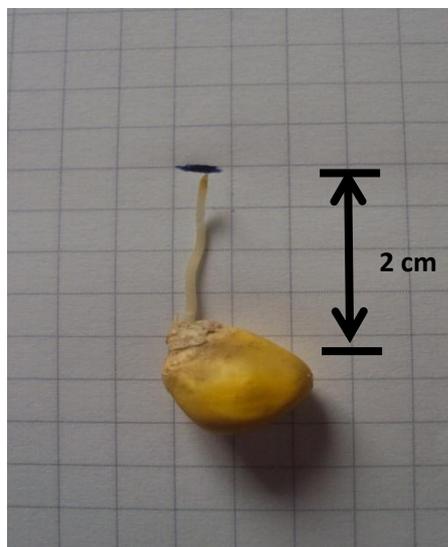
*Parámetros evaluados en el grano de maíz a lo largo del proceso.

El contenido de humedad fue medido a lo largo del proceso con el fin alcanzar un valor óptimo que permita la iniciación de la germinación del grano, valor que concuerda con lo expresado por Gigliarelli, P. (2009) que “hay que hidratar el grano durante el remojo, llevando su humedad a un 35-46%”.

En el estudio la jora se deshidrató hasta alcanzar un color dorado, aroma dulce y un 6,28%, los valores experimentales se ajustan a lo expuesto por Gigliarelli, P (2009) que “considera que el secado influye en el tipo de malta buscada; la deshidratación prolongada y a bajas temperaturas conduce a una malta clara, con gran contenido enzimático, en tanto de una deshidratación rápida y a temperaturas altas resultan maltas más oscuras, con poca actividad enzimática.

Una semilla ha germinado cuando han surgido de su embrión, y se han desarrollado a partir de él, las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una plántula normal en condiciones favorables.

Según Primo, E. et.al. (1981) el desarrollo de la plúmula debe alcanzar la mitad o los dos tercios de longitud del grano. Este criterio ratifica el dato encontrado para el grano germinado, 1-2 cm como desarrollo de la radícula (Fotografía No. 1).



FOTOGRAFÍA No. 1 DESARROLLO DE LA RADÍCULA EN EL GRANO DE MAÍZ GERMINADO
FUENTE: POMASQUI, J. PROCESADORA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS KUTACACHI SARA MAMA. 2011.

Para el control de la liberación de azúcares en el proceso de germinación se efectuó en el extracto acuoso del maíz germinado un ensayo cualitativo de Fheling, dando un resultado positivo como se muestra en la Fotografía No. 2.



FOTOGRAFÍA No. 2 ENSAYO DE FHELING EN EL EXTRACTO ACUOSO DE MAÍZ GERMINADO
FUENTE: POMASQUI, J. LABORATORIO DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. 2011.

3.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DE LA JORA

Una vez obtenida la jora se evaluaron los componentes físico-químicos de la misma. Los resultados de la harina de jora se presentan en el Cuadro No. 4.

CUADRO No. 4 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA JORA

Análisis	Unidad	Valores de referencia		Resultados de la jora obtenida*
		Jora 1 [∞]	Jora 2 ^æ	
Humedad	%	12,3	8,23	6,28
Proteína Ω	%	8,8	8,16	7,43
Grasa Ω	%	4,4	5,45	7,38
Almidón Ω	%	69,7	49,27	63,40
Fibra Ω	%	3,0	2,80	3,95
Cenizas Ω	%	1,8	1,51	1,44
Acidez Ω	%	-	-	0,29
pH		-	-	6,02
Brix	%	-	-	8,13

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

*Los valores son indicativos del grano molido de jora (harina de jora).

[∞]Contenido nutritivo en 100 gramos. Tabla de composición de los alimentos ecuatorianos.

^æValores indicativos de harina de jora de maíz variedad purpura. Saltos, H. (1993).

Se observa como los componentes mayoritarios de la harina de jora obtenida son el almidón con un 63,40 %, seguido de la proteína 7,43% y la grasa 7,38%.

Al realizar un análisis de los resultados logrados respecto a los valores de referencia se estima una variación notable tanto en el contenido de humedad, así como en el contenido de grasa.

Los resultados de almidón también difieren entre las dos joras de referencia, siendo los valores más bajos asociados a la jora 2, donde se ha producido mayor hidrólisis del almidón, lo que puede estar influenciado por el proceso de germinación del maíz al que han sido sometidas.

Los procesos bioquímicos que tienen lugar durante el proceso de malteado dan lugar a la transformación del grano de maíz en jora y quedan resumidos en el Cuadro No 5.

CUADRO No. 5 COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL MAÍZ Y DE LA JORA

Análisis	Método	Unidad	Maíz*	Jora*
Humedad	INEN 518	%	16,30	6,28
Proteína Ω	MO-LSAIA-01.04	%	7,43	7,74
Grasa Ω	INEN 523	%	5,79	7,38
Almidón Ω	POLARIMÉTRICO	%	70,02	63,40
Fibra Ω	MO-LSAIA-01.05	%	2,66	3,95
Cenizas Ω	INEN 520	%	1,34	1,44
Acidez Ω	INEN 521	%	0,33	0,29
pH	INEN 526		5,56	6,02
Brix	INEN 380	%	1,4	8,13

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

*Los valores son indicativos del grano molido de maíz y jora de la variedad INIAP-122 "chaucho mejorado", respectivamente.

El análisis comparativo de los resultados establece que el proceso de malteado del maíz produce cambios importantes, entre los que se destaca: la hidrólisis parcial del almidón que de 70,02 % queda en 63,40 %, como consecuencia hay un aumento considerable de

los grados brix de 1,4% a 8,13%, deshidratación debido al secado lo que se refleja en el contenido de humedad (6,28%) y en el aumento de proteína, grasa, ceniza y fibra, al respecto Primo, E. et. al (1981) expresa que tras los procesos bioquímicos que tiene lugar en el malteado, se observa el incremento notable de las actividades enzimáticas, lo que origina la hidrólisis parcial del almidón, un aumento considerable de los azúcares libres y solubilización parcial de las proteínas, valores que sugieren una adecuada germinación del maíz.

3.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA

3.4.1 Obtención del Mosto

CUADRO No. 6 CONDICIONES ESPECÍFICAS DE OBTENCIÓN DEL MOSTO

Parámetros	Mosto
Temperatura de ebullición	92 °C
Tiempo de cocción	2 horas
Temperatura tras el enfriamiento	25-30°C
pH inicial	6,02
pH final	5,57
Brix inicial	8,13 %
Brix final	17 %

Las condiciones utilizadas en el proceso de obtención del mosto se resumen en el Cuadro No.6.

El proceso comenzó con la mezcla de los ingredientes, se partió de 3320 mL de agua y 680 g de harina de jora, seguida de una ebullición prolongada durante 2 horas a 92°C y un rápido enfriamiento del mosto, en búsqueda de una temperatura apta para el efecto ulterior de la levadura de 25-30 °C. Tras el proceso se terminó obteniendo un mosto azucarado, contentivo de sustancias solubles.

En concordancia De Florio, E. (1986) expresa que en la etapa de cocción tras la elaboración tradicional de chicha de jora, solamente se realiza una extracción de los

componentes solubles de la jora. No se produce la hidrólisis enzimática del almidón, como ocurre en el proceso de formación del mosto para elaboración de cerveza en la fase de maceración, ya que en la cocción de la chicha se usan temperaturas mayores de 80 °C que producen la pérdida de enzimas.

Acerca de los sólidos solubles extraídos Saltos, H. (1992) explica que “el almidón presente en la harina de jora, al colocarse en agua y someterse a cocción, sufre un proceso de hinchamiento que es favorecido al elevar la temperatura, condiciones que permiten que el almidón difunda al medio líquido una fracción soluble de amilosa y una fracción insoluble de amilopectina originándose con esto la gelatinización del almidón”.

Además Primo, E. et.al. (1981) indica que “el 70-80 % de las proteínas de la malta se hidrolizan y solubilizan en el mosto, formándose en una primera parte polipéptidos de peso molecular 1500-5000. Las proteínas remanentes sin hidrolizar, contribuyen de manera importante en la capacidad espumante de la bebida. La reacción de las proteínas con polifenoles presentes en la malta da lugar a compuestos menos solubles, de alto peso molecular, que son una de las causas principales del enturbiamiento de la bebida fría”.

El tiempo de cocción incide sobre el ° Brix final de la chicha, aumentando tras la concentración y sobre el pH del mosto obtenido ocasionando un ligero cambio, debido tal vez a la pérdida de ácidos volátiles.

CUADRO No. 7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE MOSTO

Tiempo	Temperatura	°Brix
30min	70 °C	13 %
60min	90 °C	16 %
90 min	92 °C	17 %
120min	92 °C	17 %

En el transcurso de obtención del mosto se efectuaron mediciones de °Brix y temperatura a intervalos de 30 min (Cuadro No. 7), datos con los cuales se construyó el Gráfico No.1

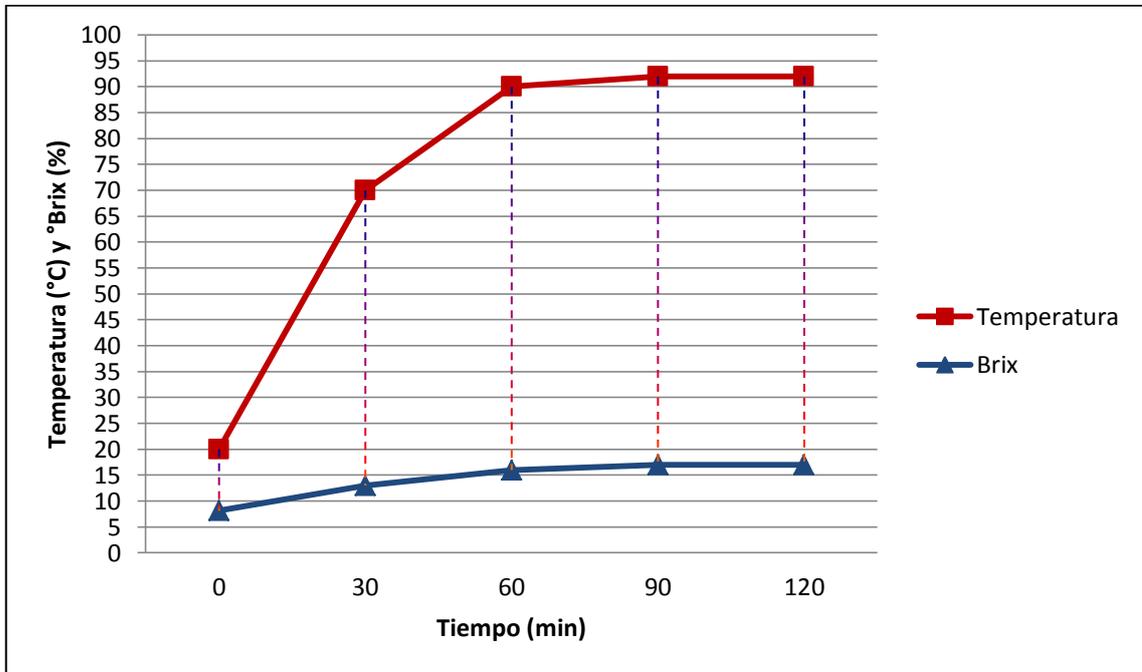


GRÁFICO NO. 1 TEMPERATURA Y BRUX VS TIEMPO DE COCCIÓN DEL MOSTO

La ciudad de Riobamba se encuentra a 2.754 msnm, donde se registró que el punto de ebullición del mosto es de 92°C.

El Gráfico No. 1 muestra como el tiempo de cocción incide durante el proceso de concentración del mosto, la temperatura aumenta gradualmente al igual que los sólidos solubles. Se partió de 8,13 %, alcanzando tras 120 min de cocción 17% de sólidos solubles.

En la evaluación de la obtención del mosto además se midió el volumen del mosto concentrado (2740 mL) y su pérdida en volumen (580 mL); se calculó el residuo en peso después de la filtración resultando 534 g.

3.4.2 Fermentación del mosto

3.4.2.1 Ensayos preliminares

Las pruebas preliminares se realizaron para establecer la concentración óptima del inóculo en que se debía trabajar para la fermentación controlada, se probaron las siguientes concentraciones 0,083%, 0,16 %, 0,33% y 0,5 % en peso de levadura activa seca, con relación al peso del mosto. Así mismo se llevó a cabo una fermentación natural, es decir, con mosto sin esterilización ni con adición de inóculo.

En el Cuadro No. 8 se indican los resultados de los ensayos preliminares, donde el principal indicador es la formación CO₂ que se evidencia a través del carbonato de bario, precipitado pulverulento de color blanco y las características organolépticas (olor, sabor) del producto formado.

CUADRO No. 8 RESULTADOS DE ENSAYOS PRELIMINARES DE FERMENTACIÓN

Tipo de Tratamiento	Formación de carbonato de bario*	Características organolépticas
E Fermentación natural (mosto sin esterilizar)	0,0119	Sabor y olor típico de la chicha de jora tierna, 24 horas de fermentación.
D 0,083% de inóculo (mosto esterilizado)	0,0200	Sabor y olor leves a cultivo de levaduras, 24 horas de fermentación.
C 0,16% de inóculo (mosto esterilizado)	0,0230	Moderado sabor y olor a cultivo de levaduras, 18 horas de fermentación.
B 0,33% de inóculo (mosto esterilizado)	0,1238	Fuerte sabor y olor a cultivo de levaduras, 16 horas de fermentación.
A 0,5% de inóculo (mosto esterilizado)	0,0959	Fuerte sabor y olor a cultivo de levaduras, 14 horas de fermentación.

*Peso en g de carbonato de bario formado, transcurridas 24 horas de fermentación.

La fermentación natural, es decir la que se realiza espontáneamente con los propios microorganismos del mosto, reporto mejores características organolépticas comparadas con los tratamientos de fermentación controlada.

Los ensayos de fermentación controlada, con las concentraciones 0,33% y 0,5% de inóculo generan la mayor actividad fermentativa al producir mayor proporción de CO₂ sin embargo a estas concentraciones las características organolépticas no son las deseadas.

- **Evaluación y análisis sensorial de los ensayos preliminares**

Para confirmar lo ensayado en el laboratorio, se efectuó una prueba de aceptabilidad a través de un test de ordenamiento (tipo preferencia) con los tratamientos para elegir la opción más adecuada, frente a un panel de 6 personas miembros de la procesadora de alimentos y bebidas “Kutacachi Sara Mama” y 4 personas potenciales consumidores del producto, escogidas por la experiencia de muchos años en la elaboración y consumo de este producto.

Previamente al proceso de catado las muestra fueron filtradas para eliminar cualquier residuo que haya quedado tras el proceso de fermentación.

La muestra E que corresponde al tratamiento de fermentación natural fue preferido en primer lugar en el proceso de catado y es con el cual se llevó a cabo los análisis posteriores.

Se presentaron al panel calificador los cinco tratamientos para la degustación. Los resultados se reportan en el Cuadro No.9.

CUADRO No. 9 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACION DE LOS ENSAYOS PRELIMINARES

Degustadores (repeticiones)	Tratamientos (muestras)					
	A	B	C	D	E	
1	4	1	3	5	2	
2	5	2	3	4	1	
3	5	4	3	2	1	
4	4	2	5	3	1	
5	3	1	4	2	5	
6	2	4	3	5	1	
7	5	4	2	3	1	
8	5	2	3	4	1	
9	5	4	3	2	1	
10	5	4	3	2	1	
Totales	43 [°]	28	32	32	15 ^{°°}	= 150

^{°°} Aceptación a nivel del 1%.

[°] Rechazado a nivel del 1%.

De acuerdo a las tablas de “Ranking total requerido para significación a nivel del 5% ($p>5$)”, o 1% ($p>0,1$). (Anexo No. 19, Tablas D-1 y D-2), se indica:

Que para que el resultado sea estadísticamente significativo, el ordenamiento total de cada tratamiento debe ser menor que el primer valor, 20 en este caso, o mayor que el segundo valor, 40 en este caso, para 5 % de significación.

Para 1 % de significación los valores para este caso son 18-42 y 20-40. En consecuencia los valores inferiores a 20 y 18, indican aceptación a nivel del 5 y 1 % respectivamente; y los valores superiores a 40 y 42, indican rechazo a nivel del 5 y 1 % respectivamente.

En nuestro análisis, el tratamiento E fue el preferido, siendo su aceptación a nivel del 1 %. El tratamiento A fue rechazado por el panel con un nivel del 1 %. Y todos los tratamientos con un ranking total de sobre 25 son significativamente diferentes al tratamiento E, a nivel del 5 %, es decir los tratamientos B, C, D y A.

Y a nivel del 1%, todos los tratamientos con un ranking total de sobre 29 son significativamente diferentes al tratamiento E, a nivel del 1 %, es decir los tratamientos C, D y A.

3.5 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHOLICA

CUADRO No. 10 ACONDICIONAMIENTO DEL MOSTO PARA LA FERMENTACIÓN

Tratamientos	Volumen de mosto	pH	Brix iniciales	Temperatura
T ₁	300 mL	pH 4,5	21 %	22 °C
T ₂	300 mL	pH 5,0	21 %	22 °C
T ₃	300 mL	pH 5,5	21 %	22 °C
T ₄	300 mL	pH 4,5	21 %	28 °C
T ₅	300 mL	pH 5,0	21 %	28 °C
T ₆	300 mL	pH 5,5	21 %	28 °C

Como se muestra en el Cuadro No. 10 el acondicionamiento del mosto para la fermentación alcohólica se efectuó en un bioreactor con 300 mL de mosto a diferentes condiciones de pH. Se partió de 21 % de Brix resultado de añadir azúcar (1g por cada 100 g de mosto).

Posteriormente se incubo las muestras en anaerobiosis a las temperaturas de 22 °C y 28 °C, durante un tiempo de 48 horas. Se tomaron muestras durante el proceso para determinar biomasa, Brix, pH y acidez. La densidad relativa y el grado alcohólico se determinaron al final del proceso de fermentación. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

3.5.1 Variables de control y métodos de evaluación

Los resultados de las evaluaciones se procesaron por cómputos para determinar el promedio de cada parámetro analizado.

- **Crecimiento de microorganismos**

En el Gráfico No. 2 se observa el comportamiento característico del crecimiento de levaduras de los tratamientos T₁, T₂ y T₃. En el Anexo No. 11 podemos encontrar la tabla del crecimiento de las levaduras a 22 °C.

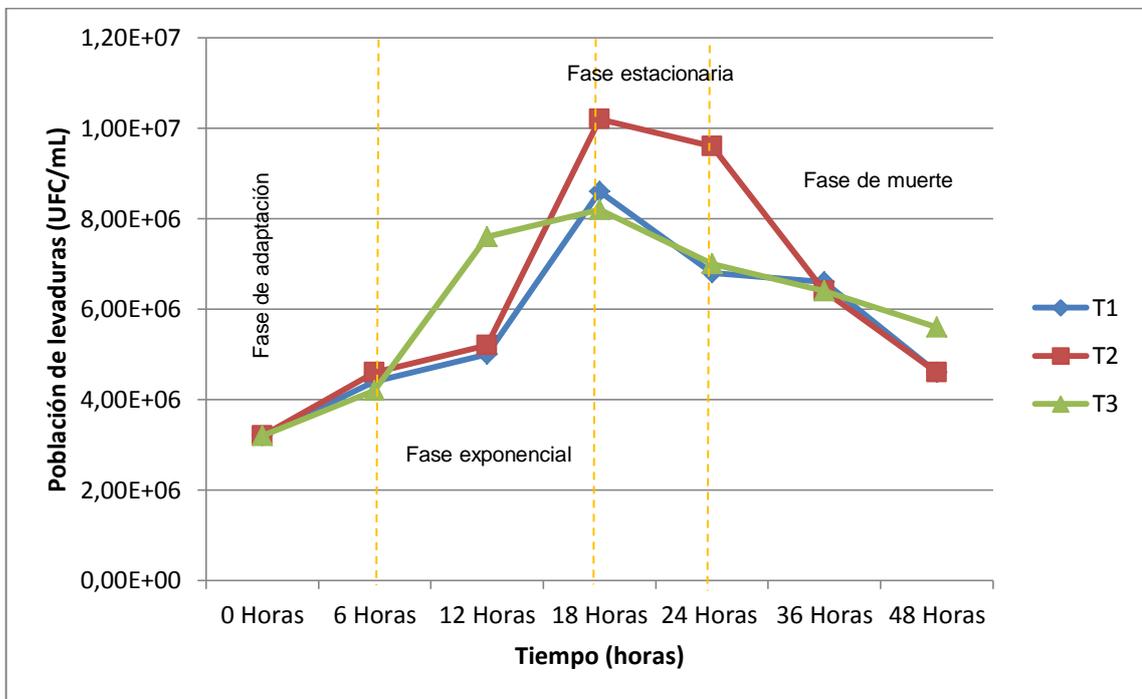


GRÁFICO No. 2 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LEVADURAS EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 22 °C.

En el gráfico se observa inicialmente un alto crecimiento del número de células denominado fase de crecimiento exponencial a partir de las 6 h. Debido a las condiciones de fermentación anaeróbica la velocidad de crecimiento va declinando hasta detenerse, en este periodo la población de levadura alcanza su máximo tamaño y se denomina fase estacionaria alrededor de las 18 h. Al agotarse los azúcares del mosto y aumentar el contenido en alcohol las levaduras empiezan la fase progresiva de muerte.

En el Gráfico No. 3 se observa el comportamiento característico del crecimiento de levaduras de los tratamientos T₄, T₅ y T₆. En el Anexo No.16 podemos encontrar la tabla del crecimiento de las levaduras a 28 °C.

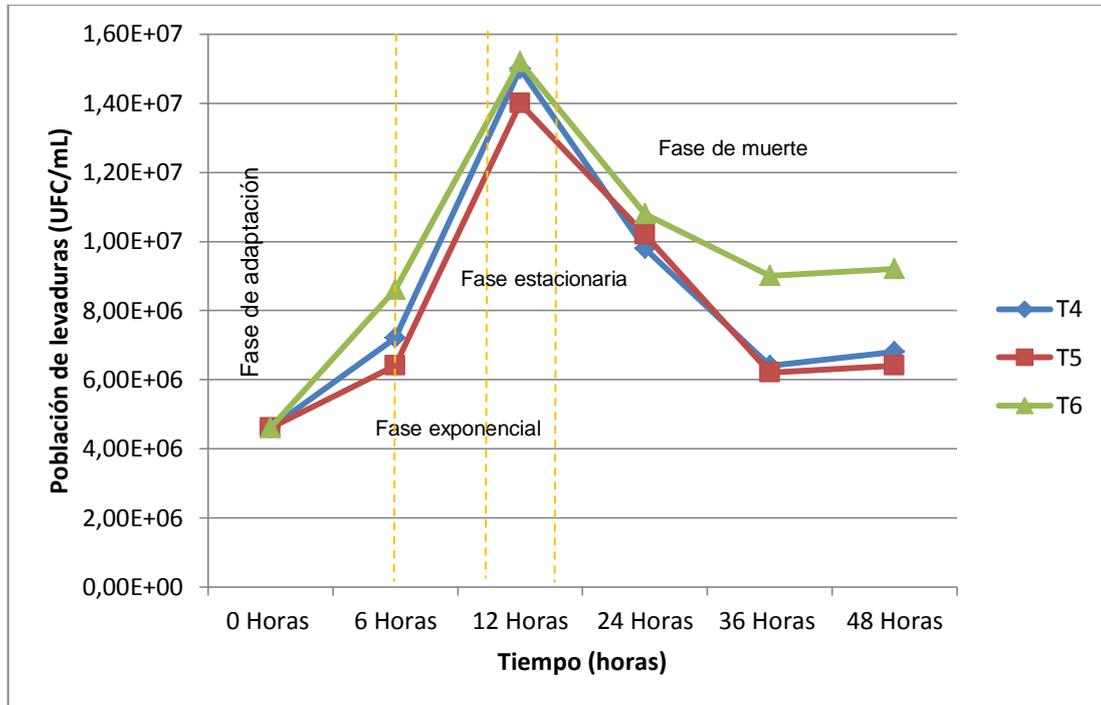


GRÁFICO No. 3 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LEVADURAS EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 28 °C.

El gráfico muestra como el inicio de la fase logarítmica exponencial para los tratamientos se presentó a partir de las 6 h. Transcurrida esta fase se observa un periodo muy corto en que se presenta la fase estacionaria e inmediatamente comienza un descenso en la concentración de levaduras.

La fermentación comienza en el momento que se alcanzan las condiciones del proceso: número de células de levaduras, temperatura y pH.

Los gráficos No. 2 y No. 3 muestran como a temperaturas de 22°C se desarrolla una fermentación tumultuosa hasta las 18 h y en mayor proporción en los mostos incubados a 28°C hasta las 12 h, en concordancia Madigan, M. et.al. (2004) pronuncia que “como todas las reacciones químicas, el crecimiento microbiano es afectado por la temperatura,

ejerciendo dos tipos de efectos opuestos sobre los organismos vivos. Así, para cada organismo existe una temperatura mínima por debajo de la cual no es posible el crecimiento, una temperatura óptima a la que se produce el crecimiento más rápido, y una temperatura máxima por encima de la cual no es posible el crecimiento”.

Ward, O. (1989) expresa que “la velocidad de fermentación aumenta generalmente con la temperatura entre los 15 y 30 °C. y Fereyra, M. (2006) indica que “las bajas temperaturas incrementan la duración del proceso fermentativo, disminuyen la velocidad de crecimiento de las levaduras y modifican la ecología de la fermentación alcohólica”.

Se observa además, como a pesar de que el aumento de la temperatura acelera la fermentación, la acidificación del medio la imposibilita, al respecto Madigan, M. et.al. (2004) refiere que cada organismo tiene un rango de pH dentro del cual es posible el crecimiento y normalmente posee un pH óptimo bien definido y Ward, O. (1989) enuncia que en las levaduras, los valores de pH comprendidos entre 3 y 6 son la mayoría de las veces favorables al crecimiento y actividad fermentaria, está última es mayor cuanto mayor sea el pH y se produce una caída notable a valores de 3-4.

- **Comportamiento de los Brix durante la fermentación**

El mosto de jora es un medio propicio para los microorganismos naturales presentes en la fermentación, a medida que avanza el proceso las levaduras consumen los azúcares, llevando a cabo la actividad fermentadora hasta que la falta de azúcares como nutrientes junto con la formación de etanol, cesan el aumento de la población.

En los Gráficos No. 4 y 5 se presenta la variación de Brix del mosto, en función del tiempo de fermentación de los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄, T₅, T₆ respectivamente. Se partió de un tiempo 0 y 21% de sólidos solubles.

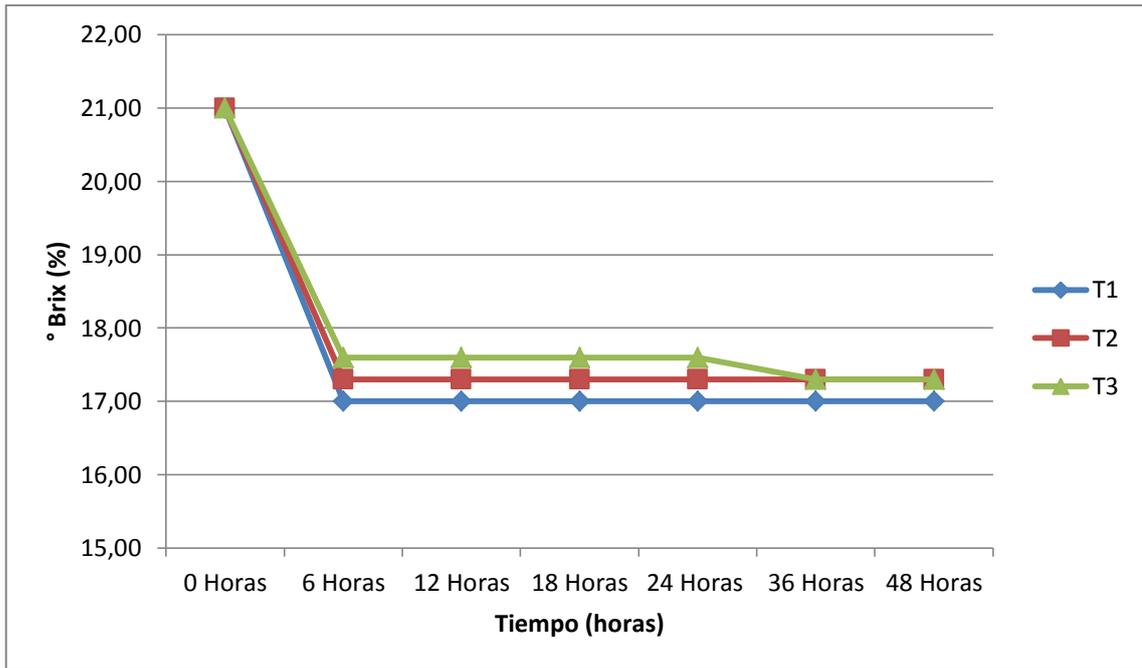


GRÁFICO No. 4 COMPORTAMIENTO DE LOS SOLIDOS SOLUBLES (BRIX) DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 22 °C.

Se observa en el Gráfico No. 4 como en las primeras 6 horas se produce el descenso en un 81%, 82% y 84 % de los sólidos solubles en los tratamientos T₁, T₂ y T₃ respectivamente. En las horas siguientes no se observa una variación de los Brix.

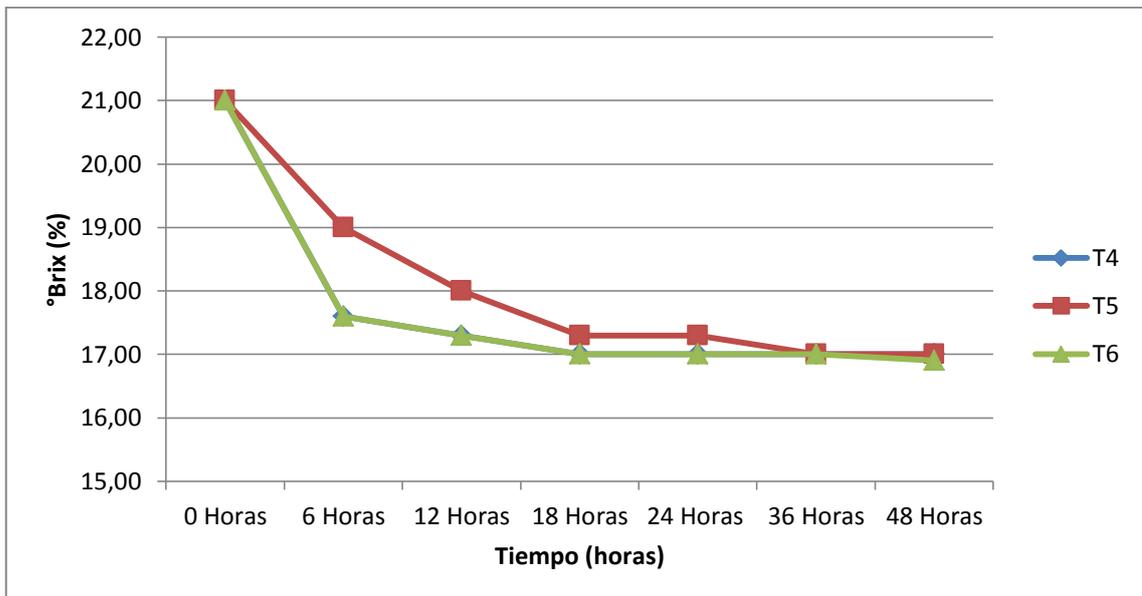


GRÁFICO No. 5 COMPORTAMIENTO DE LOS SOLIDOS SOLUBLES (BRIX) DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 28 °C.

En el Gráfico No. 5 se muestra como en las primeras 6 horas se produce el descenso en un 84%, 90% y 84 % de los sólidos solubles en los tratamientos T₄, T₅ y T₆ respectivamente. En las siguientes horas se observa una disminución de los Brix hasta llegar a consumir el 81% de los sólidos solubles en todos los tratamientos.

- **Comportamiento del pH durante la fermentación**

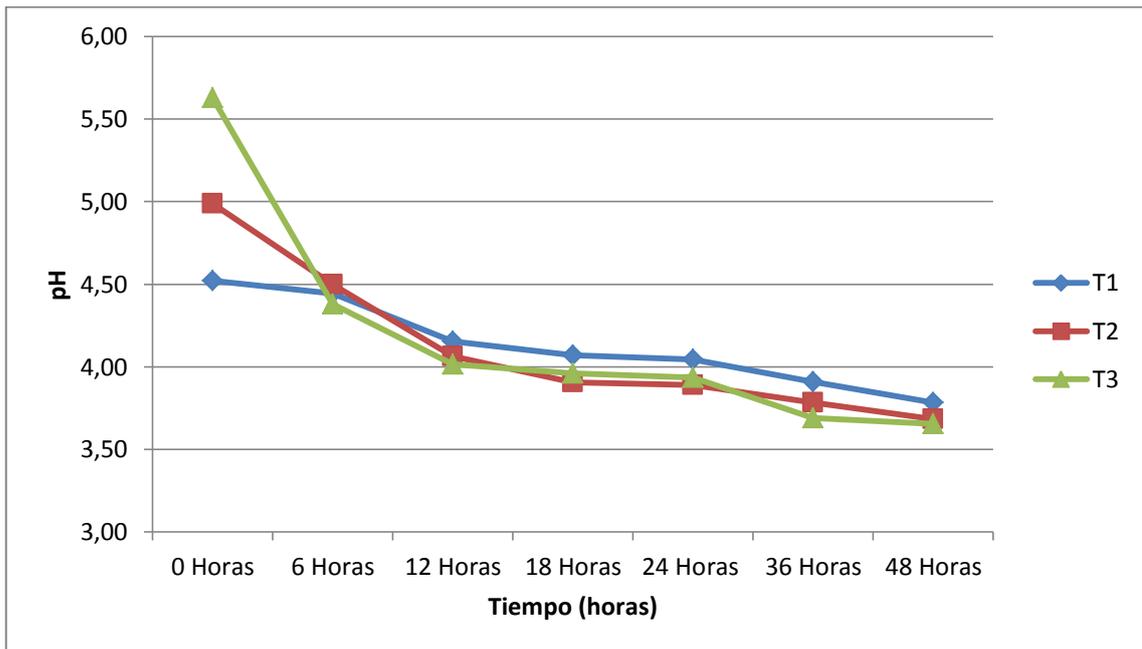


GRÁFICO No. 6 COMPORTAMIENTO DEL pH DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 22 °C.

Se observa en el Grafico No. 6, que la tendencia de las tres curvas es similar y decreciente en todos los puntos, lo que indica el correcto desarrollo de la fermentación, ya que a medida que el proceso transcurre se produce la formación de diferentes ácidos.

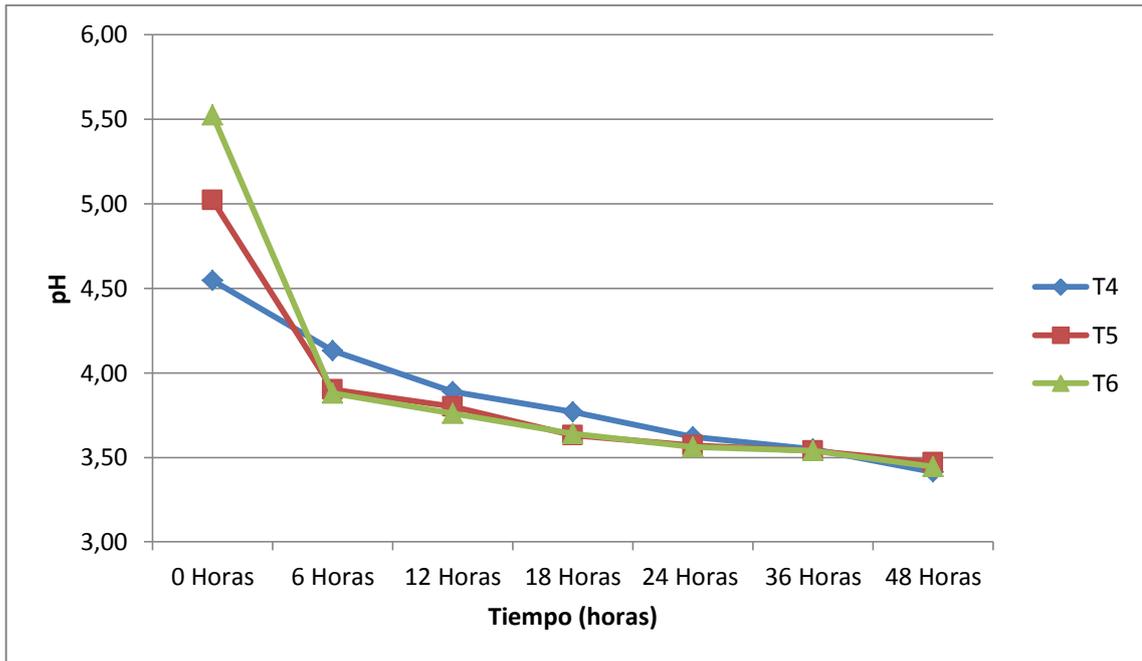


GRÁFICO No. 7 COMPORTAMIENTO DEL pH DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 28 °C.

El Grafico No. 7 se observa como el pH de todos los tratamientos desciende de forma similar, notándose que este descendió drásticamente desde la sexta hasta la doceava hora de fermentación y que desde las 18 horas hasta las 48 horas la acidificación fue volviéndose más lenta.

- **Comportamiento de la acidez durante la fermentación**

En los Gráficos No. 8 y 9 se presentan la variación de la acidez en función del tiempo de fermentación a 22 °C y 28 °C, respectivamente. En el Anexo No. 9 y 14 podemos encontrar la tabla de los resultados del comportamiento de la acidez en función del tiempo a 22°C y 28 °C, respectivamente.

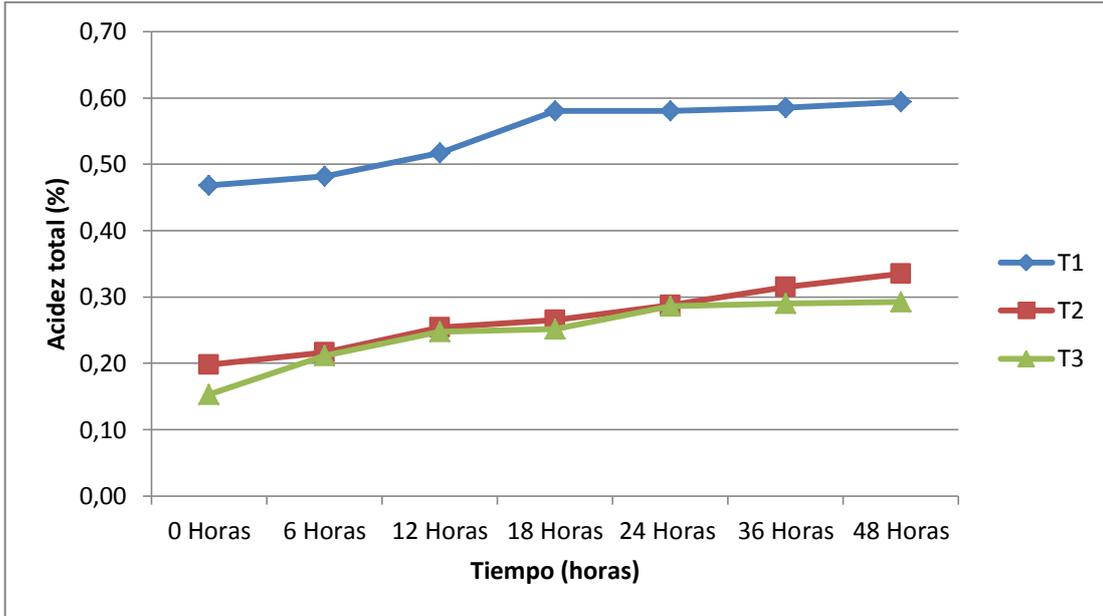


GRÁFICO No. 8 COMPORTAMIENTO DEL LA ACIDEZ DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 22 °C.

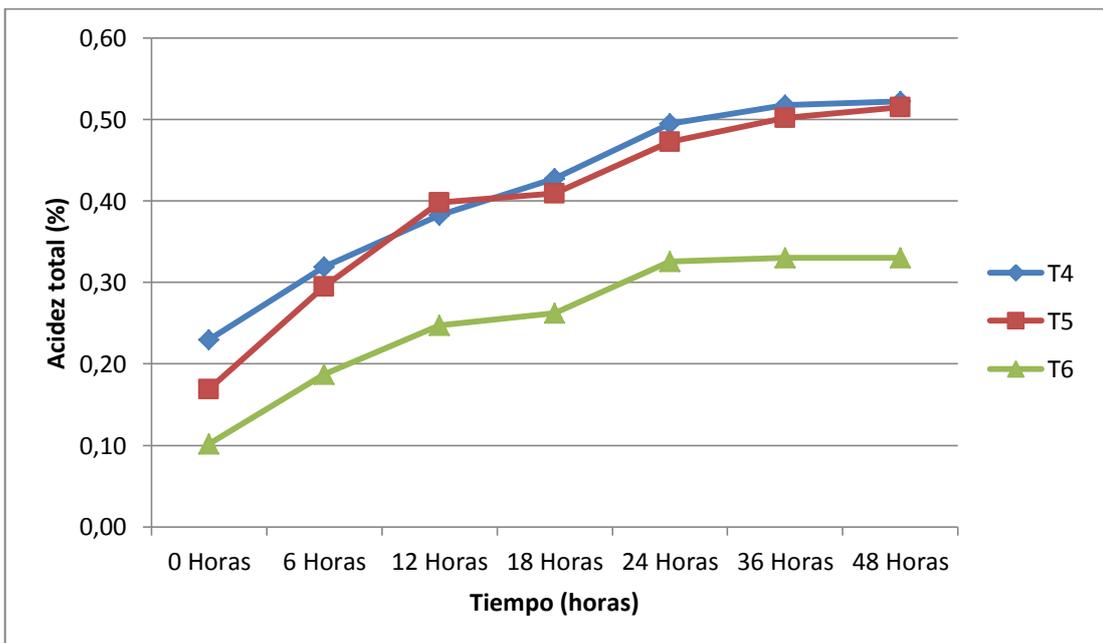


GRÁFICO No. 9 COMPORTAMIENTO DEL LA ACIDEZ DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 28 °C.

Se observa en los gráficos No. 8 y 9 como a media que la fermentación transcurre los valores de la acidez se incrementan.

Según Saltos, H. (1992) la fermentación de la chicha inicia con los valores de acidez propios del mosto (0,20 a 0,38 %), conforme el tiempo de fermentación transcurre la acidez va aumentando hasta valores cercano a 0,8%, como es de suponerse, el tipo de nutrientes influye sobre la acidez total.

Los ácidos que se forman durante el proceso de fermentación de chicha de jora son el ácido láctico predominantemente y el ácido acético.

- **Grado alcohólico**

Se midió el grado alcohólico de los tratamientos obteniéndose los siguientes resultados:

CUADRO No. 11 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL GRADO ACOHÓLICO EN LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Resultados
T ₁	1 °GL
T ₂	2 °GL
T ₃	2 °GL
T ₄	2 °GL
T ₅	2 °GL
T ₆	3 °GL

Las evaluaciones efectuadas arrojaron valores entre 1 -3 % de etanol como el contenido de alcohol en los tratamiento, es decir se obtuvo una bebida alcohólica fermentada, de bajo grado alcohólico, de acuerdo a Saltos, H (1993) estos valores dependen de la cantidad de azúcares en el mosto y la concentración de azúcares que tenga la jora, determinando así el grado alcohólico de la chicha.

Los valores determinados en los tratamientos se ajustan a lo establecido por De Florio, E. (1986) que establece el grado alcohólico de la chicha de jora entre 0.8%-5.7% en volumen, encontrándose hasta 13%.

- **Productividad de formación de etanol**

La productividad en el proceso de fermentación se determinó como los gramos de etanol producidos por litro de mosto y por hora, principal indicativo de la eficiencia del proceso; en el Cuadro No 12 se indica la productividad de formación de etanol en los tratamientos.

CUADRO No. 12 RESULTADOS DE LA PRODUCTIVIDAD DE FORMACIÓN DE ETANOL

Tratamientos	Productividad de formación de etanol (g_p/Lxh)
T ₁	0,2500 ^a
T ₂	0,5405 ^a
T ₃	0,5405 ^a
T ₄	0,5000 ^a
T ₅	0,5000 ^a
T ₆	0,7317 ^a

^a Promedio con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente, según Tukey 95%.

Se observa que se logró una mayor productividad en el tratamiento T₆ sin embargo el análisis estadístico de los tratamientos no muestran cambios significativos

Los valores del porcentaje de rendimiento en el proceso de fermentación se encuentran alrededor del 0,42-0,99.

El cálculo de los parámetros cinéticos analizados para determinar la productividad del etanol, tales como: velocidad de crecimiento de levaduras, tiempo de duplicación de levaduras, tasa de rendimiento del producto, velocidad de generación de alcohol etílico y se encuentran en el Anexo No. 12 y 17.

- **Evaluación sensorial del producto final**

Se efectuó una prueba de preferencia (test de ordenamiento) y una prueba de aceptabilidad con los tratamientos, con el objetivo de seleccionar la opción más adecuada, frente a un panel de 10 mujeres miembros del Comité Central de Mujeres UNORCAC, escogidas por la experiencia de muchos años en la elaboración y consumo de este producto.

Para la degustación se utilizó pruebas independientes, en diferentes proporciones, asignándoles colores, para no influir en la decisión de la población.

En el Cuadro No. 13 se muestran los resultados de la prueba de referencia.

CUADRO No. 13 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PREFERENCIA EN LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Degustadores (repeticiones)	Tratamientos*						
	(muestras)						
	T ₁ (AMARILO)	T ₂ (ROJO)	T ₃ (ROSADO)	T ₄ (TOMATE)	T ₅ (BLANCO)	T ₆ (VERDE)	
1	3	1	6	4	2	5	
2	5	2	4	6	3	1	
3	1	5	2	3	4	6	
4	1	6	3	4	2	5	
5	2	3	5	4	1	6	
6	1	2	6	5	4	3	
7	2	1	4	3	6	5	
8	1	2	4	6	3	5	
9	2	1	4	6	3	5	
10	2	1	6	3	4	5	
Totales	20 ^{ooa}	24 ^a	44 ^b	44 ^b	32 ^a	46 ^b	=210

^{oo} Aceptación a nivel del 5%.

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, a nivel del 5%.

De acuerdo a las tablas de “Ranking total requerido para significación a nivel del 5% ($p>5$)”, o 1% ($p>0,1$). (Anexo No. 19, Tablas D-1 y D-2), se indica:

Que para que el resultado sea estadísticamente significativo, el ordenamiento total de cada tratamiento debe ser menor que el primer valor, 22 en este caso, o mayor que el segundo valor, 48 en este caso, para 5 % de significación.

Para 1 % de significación los valores para este caso son 20-50 y 23-47. En consecuencia los valores inferiores a 23 y 20, indican aceptación a nivel del 5 y 1 % respectivamente; y los valores superiores a 47 y 50, indican rechazo a nivel del 5 y 1 % respectivamente.

En nuestro análisis, el tratamiento T_1 fue el preferido, siendo su aceptación a nivel del 5 %. Y todos los tratamientos con un ranking total de sobre 32 son significativamente diferentes al tratamiento T_1 , a nivel del 5 %. Es decir los tratamientos T_3 , T_4 y T_6

Los resultados del análisis sensorial de aceptabilidad del tratamiento seleccionado en la prueba de preferencia se presentan en el Cuadro No. 14.

CUADRO No. 14 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL

ATRIBUTOS	PORCENTAJES
Color	100%
Dorado	70 %
Amarillo	20%
Pardo	0%
Crema	10%
Apariencia	60%
Aguado	0%
Normal	60%
Sabor	100%
Fuerte / Maduro	10%
Moderado/ Normal	90%
Débil/ No maduro	0%
Aroma	80%
Colada de maíz	0%
Mote	0%
Típico a chicha	80%

Para la evaluación sensorial se valió de los órganos de los sentidos, permitiendo una valoración de cada uno de los atributos.

El Gráfico No. 10 muestra el porcentaje de aceptabilidad del producto en el análisis sensorial, realizado a 10 panelistas.

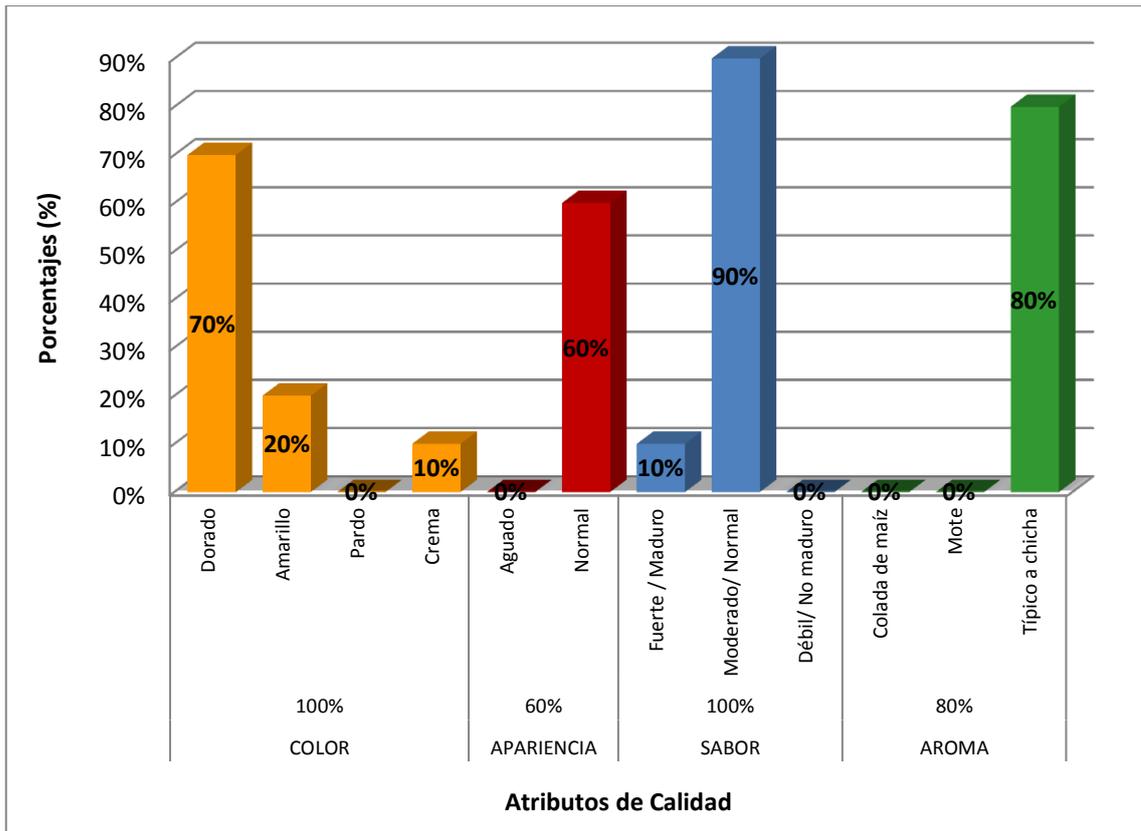


GRAFICO No. 10 ATRIBUTOS DE CALIDAD EN FUNCIÓN DE SUS PORCENTAJES

Como se puede observar, el 100 % de los evaluadores atribuyeron su preferencia al color y sabor.

Seguido del aroma con un 80%, es decir existe un nicho de consumidores que muestran preferencia por la combinación de aromas de la bebida alcohólica fermentada de jora.

Y un 60 % de los panelistas atribuyeron su aceptación por la apariencia que presenta la chicha, al referirse a ella como normal.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

1. Para producir una jora de buena calidad, las condiciones óptimas de trabajo fueron las siguientes: remojo y germinación del maíz durante 4 días, manteniendo una humedad de 90% y temperatura 20 °C, sometiendo además al cereal a aireación. Una vez finalizada la germinación, secado del grano entre 2-3 días a una humedad del 0 % y temperatura de 60°C.
2. Con base en las condiciones descritas la harina de jora obtenida, presento las características físicas y funcionales apropiadas para la elaboración de chicha de jora, con un contenido de almidón 63,40 %, proteína de 7,43%, grasa 7,38%, brix 8,13 %, fibra 3,95%, cenizas 1,44%, pH 6,02 y acidez de 0,29%.
3. Las variables estudiadas durante la fermentación alcohólica de la chicha de jora fueron el pH (4,5, 5,0 y 5,5) y la temperatura (22-28°C). Según la productividad de formación de etanol y tras el análisis estadístico de los tratamientos se concluye que no existe una diferencia significativa en estas variables.
4. Tras la evaluación sensorial de los tratamientos experimentales, se seleccionó la siguiente alternativa tecnológica para elaborar chicha de jora, iniciar la fermentación a pH 4,5 y trabajar con una temperatura de 22°C. Bajo estas condiciones se obtiene una bebida muy agradable, de las siguientes características: 17°Brix, pH 3,79, acidez titulable de 0,59 (expresado como ácido láctico) y un contenido de alcohol de 1 % (v/v).

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

- Difundir la tecnología desarrollada, para interesar a los procesadores en la producción comercial de este producto bajo los parámetros establecidos y a los consumidores en la ingesta de un producto nutritivo y de gran valor cultural en la gastronomía ecuatoriana.
- Trabajar a intervalos más extensos de pH y temperatura, así como el estudio de otros parámetros importantes en la fermentación.
- La identificación y el aislamiento de las cepas de levadura que se encuentran de manera natural en la chicha, puede ser un motivo de estudio a fin de encontrar microorganismos que trabajen de una mejor manera en la fermentación de la chicha de jora, generando mayores rendimientos de alcohol, inclusive mejores características organolépticas.
- Se recomienda desarrollar un proceso para aprovechar los residuos de la chicha ya que tratados convenientemente, pueden ser utilizados para la obtención de precursores de biocombustibles y de productos de alto valor añadido. Estos últimos se pueden reutilizar en la propia industria agroalimentaria o en la elaboración de alimentos funcionales y cosméticos. De esta manera dar un valor comercial a estos productos ya que hasta la fecha se estaban utilizando principalmente como alimento para animales, una salida muy poco rentable para la industria.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

La determinación de los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de jora en la procesadora de alimentos y bebidas Kutacachi Sara Mama, se realizó en las instalaciones de la misma, en los laboratorios de Alimentos y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH y en el laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Los métodos usados en la investigación fueron inductivo-deductivos y científico-experimentales, utilizando como materia prima maíz de la variedad INIAP-122 “chaucho mejorado” se partió con la elaboración de malta (jora), al fijar las condiciones para optimizar el proceso. En el extracto de malta se realizó pruebas para estudiar la fermentación. Para evaluar las condiciones en que se llevó a cabo la fermentación alcohólica en forma natural, se trabajó con distintos pH (4,5; 5,0 y 5,5) y temperaturas (22 °C y 28 °C), durante un tiempo de 48 horas, se establecieron los valores óptimos de acuerdo a la eficiencia del proceso y la aceptabilidad de los tratamientos, obteniéndose buenos resultados.

En esta investigación para producir jora, se sometió al maíz a remojo y germinación durante 4 días, manteniendo una humedad de 90% y temperatura 20 °C; secado del grano entre 2-3 días a una humedad del 0 % y temperatura de 60°C. En la fermentación alcohólica natural tomando en consideración la productividad de formación de etanol, se estableció que no existe una diferencia significativa en estas variables; pero tras la evaluación sensorial se seleccionó la siguiente alternativa tecnológica para elaborar chicha de jora, iniciar la fermentación a pH 4,5 y trabajar con una temperatura de 22°C.

Se concluye que bajo las condiciones establecidas se obtiene una bebida muy agradable, de las siguientes características: 17°Brix, pH 3,79, acidez titulable de 0,59% y un contenido de alcohol de 1 % (v/v).

Se recomienda difundir la tecnología desarrollada para interesar a los procesadores en la producción comercial de este producto bajo los parámetros establecidos y a los consumidores en la ingesta de un producto nutritivo y de gran valor cultural en la gastronomía ecuatoriana.

SUMMARY

The optimal parameters determination in the alcoholic fermentation to industrialize the chicha de jora in Kutacachi Mama Sara food and beverage processing was carried out at the Food and Biochemistry laboratories of the Science Faculty and ESPOCH laboratory Service of Food Analysis and research at Santa Catalina experimental station INIAP.

The methods used in this research were the inductive-deductive and scientific, using corn as raw material of the INIAP 122 “chaucho improved”, it departed with the development of malta (jora), to set conditions to get better the process. In malt extract some tests were carried out to study fermentation. To evaluate the conditions of the alcoholic fermentation in a natural way with different pH (4.5, 5.0, and 5.5) and temperatures (22 °C and 28 °C), during 48 hours, the optimum values were established according to the process with efficiency and acceptability of treatment, obtaining good results.

To produce jora, this research was submitted to corn soaking and germination for 4 days, maintaining a humidity of 90% and a temperature of 20 °C, grain drying 2 to 3 days to a humidity of 0% and temperature of 60 °C. On natural alcoholic fermentation, consideration the productivity of formation of ethanol was taken into account, establishing that there is no significant difference in these variables, but after the sensory evaluation, the following alternative was selected for developing technological chicha, starting the fermentation to pH 4,5 and with a temperature of 22 °C.

It is concluded that under the conditions, a nice drink, is obtained with the following characteristics: 17 ° Brix, pH 3,79, acidity of 0,59% and an alcohol content of 1% (v/v).

It is recommended to spread the technology developed to interest the processors in the commercial production of this product under parameters established and consumers in the intake of nutritious and culturally important given the Ecuadorian gastronomy.

CAPITULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. **BADUI, S.**, Química de los alimentos. 4 a. ed., México, D.F.-México., Pearson Educación de México, S. A., 2006., Pp. 48-52
2. **DESROSIER, M.**, Conservación de alimentos., Trad. del inglés por **HABITUD., A.**, México, D.F.-México., Editorial Continental S.A., 1964., Pp. 287-298
3. **GARCÍA, V.**, Introducción a la Microbiología. 2 a. ed., San José-Costa Rica., Editorial Universidad Estatal a Distancia., 2004., Pp. 39-62
4. **GARCÍA, J.**, y **RODRÍGUEZ, A. D.**, Industrias químicas y agroalimentarias; Análisis y ensayos., México, D.F.-México., Alfaomega., 2004., Pp. 162- 166
5. **GARCÍA, M.**, y **otros.**, Biotecnología alimentaria., 5 a. ed., México, D.F.-México., Editorial Limusa., 2004., Pp. 263-346
6. **GIL, A.**, Tratado de nutrición Tomo II; Composición y calidad nutritiva de los alimentos., 2 a.ed., Madrid-España., Médica Panamericana., 2010., Pp. 283-287
7. **GONZÁLEZ, U.**, El maíz y los productos de su industrialización., México, D.F.-México., Trillas., 2009., Pp. 15-19
8. **HERNÁNDEZ, A.**, Microbiología industrial., San José-Costa Rica., Editorial Universidad Estatal a Distancia., 2003., Pp. 37-40

9. **LARRAÑAGA, I., y otros.,** Control e higiene de los alimentos., Madrid -España., McGraw-Hill/Interamericana de España., 1999. Pp. 487-490
10. **MADIGAN, M., y otros.,** Brock; Biología de los microorganismos Trad. del inglés por **BUENO, N.,** 10 a. ed., Madrid-España., Pearson Educacion, S. A., 2004., Pp. 103-165, 943-946, 957-983
11. **ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION.,** Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural., Santiago-Chile., Autor., 1993., 392 p.
12. **PAZMIÑO, R.,** Principios de biometría y diseño experimental., Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., 2010., Pp. 27-42
13. **PAZOS, J.,** Cocinas regionales andinas; Memorias del IV Congreso Quito, Ecuador., Quito-Ecuador., Corporación Editora Nacional., 2010., Pp. 99, 215, 291-293
14. **PRIMO, E., y CARRASCO, J. M.,** Productos para el campo y propiedades de los alimentos: tecnología química y agroindustrial., Madrid-España., Alhambra., 1981., Pp. 27-47, 90-115
15. **SALTOS, H., y otros.,** Bebidas fermentadas típicas: desarrollo de tecnologías para procesar chicha de maíz y sidra de manzanas., Ambato-Ecuador., Universidad Técnica de Ambato., 1992., Pp. 1-6, 10-17, 22-31
16. **SALTOS, H., y otros.,** Proyecto de investigación tecnológica para el

desarrollo de alimentos de humedad intermedia, sopas y bebidas fermentadas típicas., Ambato-Ecuador., Universidad Técnica de Ambato., 1993., Pp. 26-47

17. **SCRAGG., A.**, Biotecnología para ingenieros; sistemas biológicos en procesos tecnológicos., Trad. del inglés por **HUERTA., L.**, México, D.F.-México., Editorial Limusa., 1996., Pp. 127-136, 191-390

18. **SILVA., E., y otros.**, Variedad de maíz amarillo precoz para la provincia de Imbabura. Quito-Ecuador., INIAP., 1997., 2p.

19. **THIEMAN., J., y PALLADINO., M.**, Introducción a la biotecnología., Trad. del inglés por Ediciones Gráficas Arial, S. L., 2 a. ed., Madrid-España., Pearson Educacion, S. A., 2010., Pp. 121-122, 128-130

20. **UNIÓN DE ORGANIZACIONES CAMPESINAS E INDÍGENAS DE COTACACHI.**, Recetario de la comida andina de Cotacachi “para el buen vivir”., Imbabura-Ecuador., Autor., 2009., Pp. 1-8

21. **VICENT., M., y otros.**, Química Industrial Orgánica., Valencia-España., Universidad Politécnica de Valencia., 2006., Pp. 67-93

22. **WARD., O.**, Biotecnología de la Fermentación., Zaragoza-España., Editorial Acribia, S. A., 1989., Pp. 17-45, 81-83, 133-144.

23. **WITTIG., E.**, Evaluación sensorial., Una metodología actual para tecnología de alimentos., Facultad de Ciencias Básicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile., Santiago- Chile., 2001., Pp. 17-44, 78-86, 128-129

24. **YÁNEZ., C.**, Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras., Quito-Ecuador., INIAP., 2007., Pp. 5-22

25. **CARVAJAL., J.**, Colección de Levaduras Quito Católica: nuestra plataforma de explotación biotecnológica., Nuestra Ciencia., No. 10. 2008. Pp. 20-23
26. **LÓPEZ., W., y otros.**, Diversidad de levaduras asociadas a chichas tradicionales de Colombia. Revista Colombiana de Biotecnología Vol. 12. No. 2. 2010. Pp. 176-186
27. **WILKES, H.G.** Mexico and Central America as a center for the origin of agriculture and the evolution of maize. CropImprov Vol. 6. No. 1. 1979. Pp. 1-18
28. **WILKES, H.G.** Teosinte: the closest relative of maize revisited. Maydica Vol 30. 1985. Pp. 209-223
29. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Bebidas Alcohólicas; Definiciones., No. 338., Quito-Ecuador., INEN., 1992., 8p.
30. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Bebidas alcohólicas; Determinación del grado alcohólico., No. 340:1994., Quito-Ecuador., INEN., 1994., 12p.
31. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Bebidas alcohólicas; Determinación de la densidad relativa., No. 349., Quito-Ecuador., INEN., 1978. 3p.
32. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Conservas vegetales; Determinación de sólidos solubles; Método refractométrico., No. 380., Quito-Ecuador., INEN., 1985., 2p.

33. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Harina de origen vegetal; Pérdida por calentamiento., No. 518., Quito-Ecuador., INEN., 1980., 2p.
34. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Harina de origen vegetal; Determinación de la ceniza., No. 520., Quito-Ecuador., INEN., 1980. 2p.
35. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Harina de origen vegetal; Determinación de la acidez titulable., No. 521., Quito-Ecuador., INEN., 1980., 3p.
36. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Harina de origen vegetal; Determinación de grasa., No. 523., Quito-Ecuador., INEN., 1980., 3p.
37. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Harina de origen vegetal; Determinación de la concentración del ion hidrógeno., No. 526., Quito-Ecuador., INEN., 1980., 2p.
38. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Granos y cereales; Muestreo., No. 1233:95., Quito-Ecuador., INEN., 1995., 7p.
39. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Granos y cereales; Ensayo de germinación., No. 1557., Quito-Ecuador., INEN., 1987., 4p.
40. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Granos y cereales; Maíz molido, sémola, harina, critz; Requisitos., No. 2051:1995., Quito-Ecuador., INEN., 1995., 5p.

41. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Bebidas alcohólicas; Cerveza; Requisitos., No. 2262:2003., Quito-Ecuador., INEN., 2003., 4p.
42. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Bebidas alcohólicas; Cerveza; Determinación de alcohol., No. 2322:2002., Quito-Ecuador., INEN., 2002., 11p.
43. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Bebidas alcohólicas; Cerveza; Determinación de la acidez total., No. 2323:2002., Quito-Ecuador., INEN., 2002., 4p.
44. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)**., Bebidas alcohólicas; Cerveza; Determinación del pH., No. 2325:2002., Quito-Ecuador., INEN., 2002., 2p.
45. **CÁRDENAS., W.**, Determinación de los parámetros de temperatura, tiempo y pH óptimos en la fermentación de chicha de jora., Carrera de Ingeniería Agroindustrial., Universidad Nacional José María Arguedas., Andahuaylas-Perú., TESIS., 2009., 10p.
46. **FULA., J.**, Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz., Facultad de Ciencias., Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos., Universidad Nacional de Colombia., Bogotá-Colombia., TESIS., 2010., Pp. 8-9, 22-30
47. **GALLEGOS., P.**, Desarrollo y evaluación de la tecnología para la elaboración de masa base y harina, para la preparación de humitas., Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria., Ingeniería en Agroindustria., Escuela Politécnica Nacional., Quito-Ecuador., TESIS., 2011., Pp. 1-9

48. **JURADO., S., y SARZOSA., X.,** Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de cabuya., Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria., Ingeniería en Agroindustria., Escuela Politécnica Nacional., Quito-Ecuador., TESIS., 2009., Pp. 16-21, 31-41, 67-79
49. **MUZO., R.,** Desarrollo y evaluación de la tecnología para la elaboración de una sopa instantánea de chuchuca., Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria., Ingeniería en Agroindustria., Escuela Politécnica Nacional., Quito-Ecuador., TESIS., 2011., Pp. 1-20
50. **NAVAS., G.,** Tecnología para la obtención de una bebida de moderación a partir de la oca (*Oxalis tuberosa*) tratada enzimáticamente con la inclusión de mandarina (*Citrus reticulata*)., Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos., Universidad Técnica de Ambato., Ambato-Ecuador., 2008., Pp. 34-38, 41-45, 52-54
51. **NIETO., H.,** Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol., Departamento de Ciencias de la Vida., Ingeniería en biotecnología., Escuela Politécnica del Ejército., Sangolqui-Ecuador., TESIS., 2009., Pp. 11-21, 38-91
52. **RECALDE., D.,** Elaboración de una bebida alcohólica de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) y manzana (*Pyrus malus L.*)., Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria., Ingeniería en Agroindustria., Escuela Politécnica Nacional., Quito-Ecuador., TESIS., 2010., Pp. 21, 33-40, 52-69, 73-78

Bibliografía de internet

53. ANÁLISIS DE ALIMENTOS. FUNDAMENTOS Y TÉCNICAS

http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos_6501.pdf

2012/06/24

54. CEREAL FERMENTATIONS IN LATIN AMERICAN COUNTRIES

<http://www.fao.org/docrep/x2184E/x2184E00.htm>

2012/05/06

55. CHICHA PERUANA, UNA BEBIDA, UNA CULTURA

www.turismo.usmp.edu.pe/paginas/imagenes/chicha.pdf

2012/02/18

56. ELABORACIÓN DE CHICHA DE JORA (INKA BEER) A NIVEL DE PLANTA PILOTO, UTILIZANDO TECNOLOGÍA CERVECERA.

<http://www.monografias.com/trabajos45/chicha-de-jora/chicha-de-jora.shtml>

2011/11/21

57. ELABORACIÓN TRADICIONAL DE CHICHA DE JORA.

<http://www.monografias.com/trabajos7/chijo/chijo.shtml>

2011/11/21

58. EL MALTEO CASERO

www.cerveceroscaseros.com.ar/malteo%20casero.doc

2011/12/01

59. EL MAÍZ EN LA NUTRICION HUMANA

<http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm>

2011/10/31

60. EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS. MEJORAMIENTO Y PRODUCCIÓN

<http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>

2011/11/06

61. GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

http://www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_17.htm

2012/03/05

62. LA FERMENTACIÓN EN PEQUEÑA ESCALA.

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/9812sp3.htm>

2011/11/08

63. LA FIESTA RELIGIOSA INDÍGENA EN EL ECUADOR.

http://books.google.com.ec/books?id=NyPOMnqXL6EC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

2012/06/13

64. MALTEADO

<http://www.revistamash.com/detalle.php?id=335>

2012/06/22

65. MEDIOS DE FERMENTACION

http://www.science.oas.org/Simbio/mbio_ind/cap4_mi.pdf

2012/05/31

66. METODOS DE ANALISIS DE SEMILLAS

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Metodos%20de%20 analisis%20de%20semillas.pdf>

2012/04/12

67. PRINCIPIOS ACTIVOS DE BACTERIAS LÁCTICAS ASOCIADAS A CHICHA DE JORA Y MASATO: PURIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICO-GENÉTICA Y ESPECTRO ANTIMICROBIANO DE BACTERIOCINAS

http://vriinvestigacion.unmsm.edu.pe/boletines_del_csi/bol53.pdf

2012/06/02

68. INDUSTRIA DE LA CERVEZA GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (ARCP)

http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/haccp_cerveza.pdf

2012/06/27

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

ANEXO No.1 NTE INEN 1233:95



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 233:95

GRANOS Y CEREALES. MUESTREO.

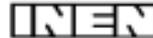
Primera Edición

GRAINS AND CEREALS. SAMPLING

First Edition

DESCRIPTORES: Productos agrícolas. Granos y cereales. Muestreo
AG 05.04-201
CDU: 633.1
CIU: 3512
ICS: 67.080

CDU: 633.1
ICS: 67.060



CIU: 9512
AG 05.04.201

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GRANOS Y CEREALES. MUESTREO	NTE INEN 1 233:95 (Primera revisión) 1995-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el procedimiento para la toma de muestras de granos y cereales, con excepción de los granos destinados a utilizarse como semillas.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Lote. Es la cantidad específica de material con características similares, o que es fabricada bajo condiciones de producción uniformes, que se somete a inspección como un conjunto unitario.</p> <p>2.2 Muestra. Es un grupo de unidades extraído de un lote, que sirve para obtener la información necesaria que permite apreciar una o más características de ese lote, lo cual servirá de base para tomar una decisión sobre dicho lote o sobre el proceso que lo produjo.</p> <p>2.3 Muestra elemental. Es la cantidad de grano o cereal tomada de una sola vez y de un solo punto del lote determinado.</p> <p>2.4 Muestra global o total. Es el conjunto de las muestras elementales.</p> <p>2.5 Muestra reducida (porción). Es la cantidad de grano o cereal que se obtiene al reducir de tamaño la muestra global.</p> <p>2.6 Muestra de laboratorio. Es la cantidad de grano o cereal obtenida de la muestra reducida, que está en condiciones de ser enviada al laboratorio, para en ella efectuar los ensayos correspondientes.</p> <p>2.7 Muestra de ensayo. Es la parte de la muestra de laboratorio destinada a un análisis o ensayo.</p> <p>2.8 Nivel de calidad aceptable (AQL). Es el máximo porcentaje defectuoso, o el mayor número de defectos en 100 unidades, que debe tener el producto para que el plan de muestreo de por resultado la aceptación de la mayoría de lotes sometidos a inspección.</p> <p>2.9 Nivel de inspección. Es el número que identifica la relación entre el tamaño del lote y el tamaño de la muestra.</p> <p>2.10 Envase. Es el recipiente que contiene granos o cereales y que está destinado a protegerlo del deterioro, contaminación y a facilitar su manipulación.</p> <p>2.11 Sacamusetras. Instrumento que se utiliza para extraer el producto de un embalaje.</p> <p>2.12 Producto granel. El que no está envasado.</p> <p>2.13 Muestra húmeda. Grano o cereal cuyo contenido de humedad es superior al máximo permitido en la variedad, híbrido, etc., que se está considerando.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Productos agrícolas. Granos y cereales. Muestreo.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-1999 - Baquerizo Moreno EA29 y Almagro - Quilbo-Ecuador - Prohibida la reproducción

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Se deberá tomar todo tipo de precauciones para evitar la contaminación del material durante el muestreo.

3.2 Las muestras serán identificadas consecutivamente según hayan sido tomadas.

3.3 Las muestras se protegerán contra los cambios en su composición, pérdidas y contaminación por impurezas, suciedad, etc.

4. MUESTREO

4.1 Toma de muestras.

4.1.1 Si el material que se va a muestrear se presenta en envases de distintos tamaños se deberá agrupar en lotes de acuerdo con la capacidad de los envases, es decir en cada lote deberá haber envases de una misma capacidad.

4.1.2 El número de muestras elementales extraídas completamente al azar, estarán en función de lo indicado en la tabla 1, y serán tomadas en gramos.

4.1.3 Las muestras elementales que en conjunto forman la muestra global, podrán ser de aproximadamente 70 a 1 000 gramos, las mismas que serán divididas de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.4.1, hasta obtener una muestra reducida de 1500 gramos.

4.1.4 Las muestras en los lotes para producto envasado o empacado se obtendrán: realizando un muestreo al azar, para lo cual: se enumerarán las unidades del lote, se utilizarán los números aleatorios, y el número de muestras según lo establecido en la tabla 1.

En los sacos la muestra se obtendrá introduciendo el calador (Ejemplo Figs. 1 y 2) en un solo punto, este deberá penetrar por lo menos hasta la mitad diagonal del saco; y por lo menos en tres puntos seleccionados al azar, cuando se utilice uno de los caladores que se indican como ejemplo en las Figs. 3a6.

Cuando por condiciones del sitio de almacenamiento no sea posible movilizar el producto se podrá muestrear las caras visibles del lote. Cuando las partes interesadas consideren conveniente se hará un corte longitudinal el mismo que deberá llegar hasta el fondo del lote, con lo cual se tendrá dos caras adicionales para muestrear. Siempre se utilizará un sistema de muestreo aleatorio, para lo cual el número de muestras elementales establecidos en la tabla 1, serán divididas para el número de caras visibles del lote

4.1.5 Para muestreo de productos a granel y para obtener una muestra verdaderamente representativa, este deberá efectuarse en el lugar y momento adecuado, que será de preferencia en el momento de la carga, descarga o empaque del producto; cuando no se pueda aplicar los criterios anteriormente indicados las muestras elementales serán tomadas en forma aleatoria o completamente al azar y a diferentes profundidades, y con uno de los caladores que se indican como ejemplo en las figuras 1, 2, 7, 8. El lote de productos a granel se reducirán matemáticamente a sacos de (n) kilogramos, dependiendo del tipo de producto que se comercialice y se aplicará la tabla 1.

(Continua)

4.1.6 Cuando el producto esté en movimiento, durante la fase final del proceso de fabricación o durante las operaciones de carga y descarga, la toma de unidades de muestreo se hará a base del tiempo que va a durar el producto en movimiento, y se dividirá dicho tiempo para el número de muestras elementales que se deben tomar de acuerdo a lo establecido en la tabla 1. El resultado indica la frecuencia de la extracción. En la figura 9 se indica un ejemplo de muestreador para productos en movimiento. El lote de productos a granel se reducirán matemáticamente a sacos de (n) kilogramos dependiendo del tipo de producto que se comercialice y se aplicará la tabla 1.

TABLA 1. Número de muestras elementales de granos y cereales.

N*	n**	N*	n**	N*	n**
10	todo	1 601...1 681	41	4 901...5 041	71
11...100	10	1 682...1 764	42	5 042...5 184	72
101...121	11	1 765...1 819	43	5 185...5 329	73
122...144	12	1 820...1 936	44	5 330...5 476	74
145...169	13	1 937...2 025	45	5 477...5 625	75
170...195	14	2 026...2 116	46	5 626...5 776	76
196...225	15	2 117...2 209	47	5 777...5 929	77
226...256	16	2 210...2 304	48	5 930...6 084	78
257...289	17	2 305...2 401	49	6 085...6 241	79
290...324	18	2 402...2 500	50	6 242...6 400	80
325...361	19	2 501...2 601	51	6 401...6 561	81
362...400	20	2 602...2 704	52	6 562...6 724	82
401...441	21	2 705...2 809	53	6 725...6 889	83
442...484	22	2 810...2 916	54	6 890...7 056	84
485...529	23	2 917...3 025	55	7 057...7 225	85
530...576	24	3 026...3 136	56	7 226...7 396	86
577...625	25	3 137...3 249	57	7 397...7 569	87
626...676	26	3 250...3 364	58	7 570...7 744	88
677...729	27	3 365...3 481	59	7 745...7 921	89
730...784	28	3 482...3 600	60	7 922...8 100	90
785...841	29	3 601...3 721	61	8 101...8 281	91
842...900	30	3 722...3 844	62	8 282...8 464	92
901...961	31	3 845...3 969	63	8 465...8 649	93
962...1 024	32	3 970...4 096	64	8 650...8 836	94
1 025...1 089	33	4 097...4 225	65	8 837...9 025	95
1 090...1 156	34	4 226...4 356	66	9 026...9 216	96
1 157...1 225	35	4 357...4 489	67	9 217...9 409	97
1 226...1 296	36	4 490...4 624	68	9 410...9 604	98
1 297...1 369	37	4 625...4 761	69	9 605...9 801	99
1 370...1 444	38	4 762...4 900	70		
1 445...1 521	39				
1 522...1 600	40				

N Número de sacos del lote
n Número de muestras elementales
* Sacos de (n) kilogramos dependiendo del tipo de producto (grano o cereal).
** Aproximadamente de 70 a 1 000 gramos por muestra elemental.

(Continua)

Cuando el lote contenga mas de 10.000 sacos o envases, se aplica la \sqrt{n} . (El tamaño de la muestra puede cambiar dependiendo del nivel de inspección acordado entre comprador y vendedor).

4.2 Sacamuestras

Dependiendo de la forma de presentación se podrá utilizar:

Calador sacamuestras de compartimiento de doble tubo. Compuesto de dos tubos metálicos concéntricos, ambos con aberturas que coinciden entre sí. El diámetro del tubo interior es ligeramente menor al del tubo exterior, lo cual hace posible la rotación mediante el uso de la manivela. La forma y dimensiones del calador sacamuestras de compartimiento se indican en los ejemplos de las Figs. 1 y 2. Sacamuestras de los ejemplos de las figuras 3 a 8, y para productos en movimiento ejemplo figura 9.

4.3 Divisores.

Divisor tipo boemer. Aparato constituido por un alimentador (A) una serie de tubos distribuidores (B) y un recipiente (C). Sirve para distribuir el producto, dividiendo la muestra en dos porciones representativas, y también para homogeneizar la muestra haciéndola pasar varias veces por el aparato ejemplo figura 10.

Cuartheador que consta en el ejemplo de la figura 11.

4.4 Reducción por cuarteo.

4.4.1 Tanto para el cuarteo que se efectúe en forma manual o mecánicamente, la cantidad del producto de la recolección de las muestras elementales se mezclará muy bien para formar la muestra global, para luego dividirla en 4 partes iguales; se eliminarán dos porciones diagonalmente opuestas, las otras dos se mezclarán de nuevo y se repetirá sucesivamente la operación hasta obtener el tamaño requerido de muestra reducida (1 500 gramos) según lo establecido en el numeral 4.1.3.

4.5 Condiciones posteriores al muestreo

4.5.1 La muestra reducida (1 500 gramos) se dividirá en tres muestras iguales, destinadas: una al vendedor, otra al comprador para destinaria al laboratorio de análisis y la tercera a la entidad que debe actuar en casos de discrepancia.

4.5.2 Las muestra reducida y dividida según se indica en el numeral anterior (4.5.1) se distribuirá en recipientes adecuados (envases plásticos, etc.), limpios y secos, que se cerrarán herméticamente, se le pondrá los sellos o firmas de las partes interesadas.

4.5.3 Se deberá suscribir un acta de muestreo que incluya la siguiente información:

- a) número de la Norma INEN de referencia: NTE INEN 1 233,
- b) dirección donde se realizó el muestreo,
- c) lugar y fecha donde se realizó el muestreo (Establecimiento, bodega, etc.)
- d) nombre de la compañía comercializadora del producto y nombre del comprador
- e) número de registro,
- f) nombre comercial del producto. (Clasificación-tipo, nombre, científico, color, grado).
- g) número de lote,
- h) capacidad de los envases y/o empaques del lote, o cantidad a granel,
- i) número de envases y/o empaques muestreados
- j) tamaño de la muestra en granos del producto muestreado,
- k) observaciones sobre condiciones en que se encuentra el producto,
- l) nombre y firma de la persona que realizó el muestreo.
- m) nombre y dirección de las partes interesadas.

(Continúa)

4.5.4 La muestra (500 gramos) destinada al análisis deberá enviarse al laboratorio tan pronto como se haya tomado, si no es posible hacer esto, se deberá guardar de tal modo que no se altere el producto, el tiempo que dure guardado no deberá ser mayor de 15 días. Las dos muestras restantes se almacenarán por el término de 30 días para efectos de discrepancia entre los interesados, y en condiciones que no afecte el material. En caso de producto húmedo (muestra húmeda) se guardará máximo siete días

FIGURA DE SACAMUESTRAS Y DIVISORES

FIGURA 1. Sacamuestras con compartimientos

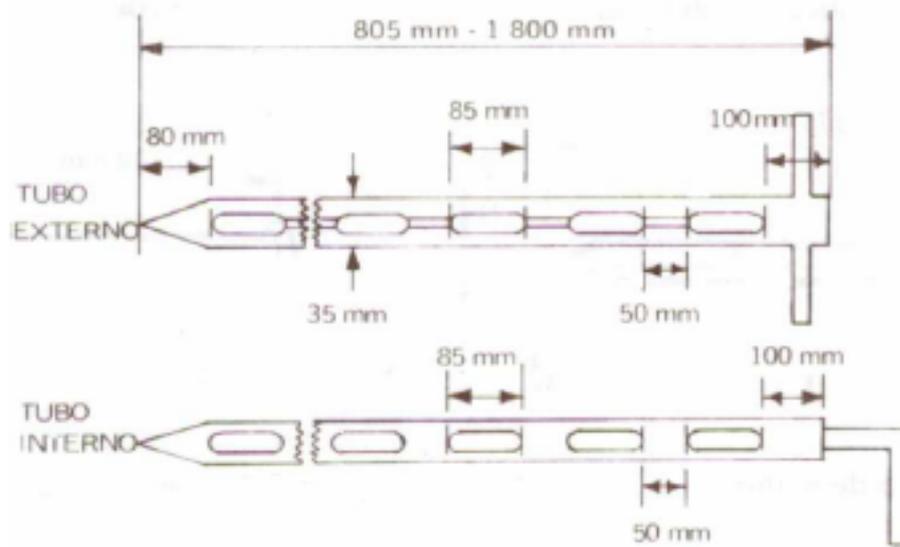


FIGURA 2. Sacamuestras con compartimiento



(Continua)

FIGURA 3.

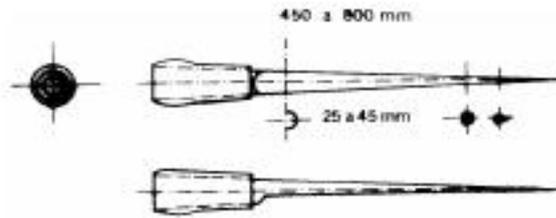


FIGURA 4. Calador abierto.

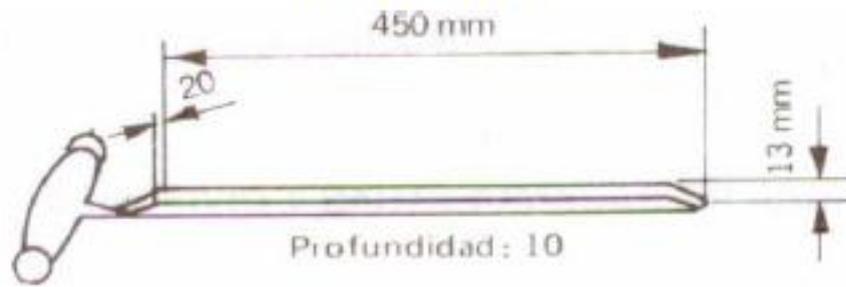


FIGURA 5. Sacamuestras abierto



FIGURA 6. Calador tipo.



FIGURA 7. Pala de mano



FIGURA 8. Calador tipo pelikano



(Continua)

FIGURA 9. Muestreador para producto en movimiento

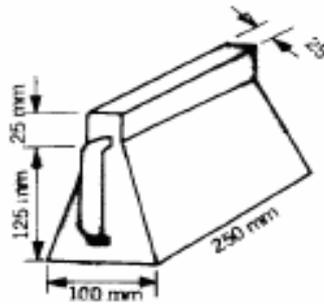


FIGURA 10. Divisor de muestras tipo boemer

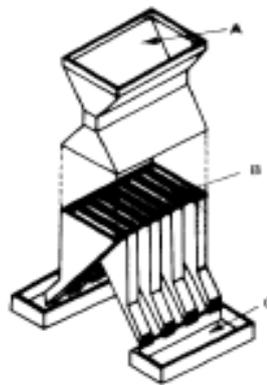


FIGURA 11. Cuarteador.



(Continua)

ANEXO No. 2 NTE INEN 1557



CDU: 633.16

AG 05.04.311

Norma Técnica Ecuatoriana Opcional	GRANOS Y CEREALES. ENSAYO DE GERMINACIÓN	INEN 1 557 1987-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el poder germinativo en granos y cereales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a la cebada, trigo, centeno, avena, arroz y maíz.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Germinación. Desarrollo de plántulas a partir del germen de la semilla.</p> <p>3.2 Porcentaje de germinación. Proporción en número de semillas que han producido plántulas, clasificadas como normales, bajo condiciones y tiempo especificados.</p> <p>3.3 Substracto. Material constituido por papel o arena, sobre el cual germinan las semillas.</p> <p>3.4 Latencia. Estado en el que el embrión de la semilla permanece inactivo.</p> <p style="text-align: center;">4. FUNDAMENTO</p> <p>4.1 Poner a germinar 400 granos del producto libre de impurezas, sobre el substracto de papel filtro, papel toalla, y/o arena, en presencia de una cantidad fija de agua, dentro una cámara de germinación (5.1) ventilada a una temperatura entre 20°C y 3°C y una humedad relativa de 95%. Contar los granos germinados al cabo de 96 h o de 168 h de acuerdo al grano a germinar.</p> <p style="text-align: center;">5. APARATOS</p> <p>5.1 Cámara de germinación. Construida en tal forma que permita un fácil acondicionamiento del substracto y evite su desecación, con regulador de temperatura que pueda ajustarse a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, una humedad relativa de $95 \pm 5\%$ expuesta a la luz difusa y con circulación de aire.</p> <p>5.2 Papel filtro. En hojas cortadas de más o menos 30 cm x 40 cm y de peso ligero de 270 g/m².</p> <p>5.3 Papel toalla. No tóxico de 30 x 46 cm, pH entre 5,0 y 7,0 y con gran capacidad de absorción de agua.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

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

5.4 Divisor de muestras. Tipo Boerner o el de precisión con hendiduras múltiples y sistema distribuidor u otro aparato equivalente.

5.5 Arena. No debe contener sustancias tóxicas en cantidades susceptibles de perjudicar el desarrollo de plántulas en el transcurso del ensayo de germinación. El 75% de partículas debe pasarla criba de agujeros redondos de 850 μm de diámetro y ser retenida en la criba de agujeros redondos de 50 μm de diámetro. El pH debe estar comprendido entre 6,0 a 7,5.

6. REACTIVOS

6.1 Agua potable. No debe contener más de 0,2 mg de cloro por litro. Puede usarse agua destilada.

7. PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA

7.1 La muestra para el ensayo debe ser representativa del lote, tomada de acuerdo a lo descrito en la Norma INEN 1 233.

7.2 La muestra para laboratorio debe enviarse en envases adecuados. No debe usarse envases herméticamente cerrados.

7.3 Luego de realizado el ensayo de germinación en el tiempo establecido de siete días y si, existe latencia en el grano se recomienda aplicar uno de los procedimientos siguientes:

7.3.1 Prerrefrigeración. Las muestras destinadas al ensayo de germinación se ponen en contacto con el substracto húmedo y se mantendrá a una temperatura entre 5 C y 10°C durante un tiempo preliminar que pueda llegar hasta siete días:

7.3.2 Presecado. Las muestras destinadas al ensayo de germinación se deben calentar a una temperatura que no pase de los 40°C con circulación libre de aire, durante un tiempo que puede durar hasta siete días.

7.3.3 Nitrato de potasio: El substracto de germinación se puede humedecer con, una solución de nitrato de potasio al 0,2%. El substracto se humedece hasta saturación al empezar el ensayo, para luego humedecerlo posteriormente con agua potable.

8. PROCEDIMIENTO

8.1 Homogeneizar y dividir la muestra con la ayuda del divisor de muestras, hasta obtener una fracción de aproximadamente 120 g. Limpiar manualmente las fracciones obtenidas, a fin de que la muestra se encuentre limpia, sin impurezas, sin granos rotos, sin otros cereales, no averiados, no dañados por calor, insectos, hongos y otras materias inertes y extrañas.

(Continua)

8.2 Tomar al azar 400 granos del producto de la fracción obtenida para ensayo (8.1).

8.3 La determinación debe efectuarse manualmente en cuatro repeticiones de 100 granos cada una.

8.4 Colocar la muestra en el substrato y distribuirlo uniformemente sobre una o dos capas de papel, o entre dos capas de papel colocadas en el interior del aparato germinador. Se podrá introducir en el interior de una funda transparente a fin de que se mantenga la humedad constante en el papel.

8.4.1 Mantener el substrato constantemente húmedo, a fin de obtener las condiciones favorables para la germinación.

8.4.2 Si es necesario una adición posterior de agua al substrato se deja a criterio del analista; pero debe evitarse en lo posible esta adición ya que puede ser causa de variaciones en los resultados. La humedad relativa que rodea al grano debe ser próxima a la saturación.

8.5 Ajustar la temperatura de la cámara de germinación (5.1) a 20°C y vigilar que a la luz solar directa o bajo la luz artificial no sobrepase los 20 ± 1 °C durante el período de 24 horas.

8.6 Realizar el primer conteo de granos a los cuatro días de iniciado el ensayo. El segundo y último conteo a los siete días.

8.7 El grano es considerado como germinado si la radícula o el plumón es visible al ojo del observador, sin descortezaduras.

8.8 Substrato de arena. Los granos deben distribuirse sobre una capa uniforme de arena húmeda colocada en una bandeja; se cubre con una capa de arena de 10 a 20 mm, sin comprimir o presionar los granos sobre la capa de arena. Suministrar una cantidad inicial de agua al substrato de acuerdo a sus dimensiones y naturaleza. Proceder luego como se deja anotado desde 8.4.1 hasta el numeral 8.7 inclusive.

9. CÁLCULOS

9.1 La determinación del poder germinativo, en granos y cereales, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G = \frac{\quad}{\quad} \times 100 = \quad$$

Siendo:

G = Porcentaje de granos germinados
n = Número de granos germinados

(Continua)

ANEXO No. 3 TABLAS PARA CORREGIR EL GRADO ALCOHOLICO MEDIDO A 15°C

**TABLA 1. Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 15°C
Grado aparente señalado por el alcoholómetro**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Grado real a la temperatura normal																									
10°	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,7	26,8
11°	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5
12°	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1
13°	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,6	24,7	25,7
14°	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3
15°	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
16°	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9	16,8	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7
17°	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4
18°	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0
19°	0,6	1,6	2,6	3,6	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6
20°	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,8	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3
21°	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	23,0
22°	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,7	22,6
23°	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,5	20,4	21,4	22,3
24°		1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9	14,8	15,7	16,5	17,4	18,3	19,2	20,1	21,1	21,9
25°		0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6	14,5	15,4	16,2	17,1	18,0	18,9	19,8	20,7	21,6

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Grado real a la temperatura normal																									
10°	27,9	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,8
11°	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,5	50,5	51,5
12°	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,1
13°	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8
14°	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4
15°	26,0	27,0	28,0	29,9	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0
16°	25,7	26,6	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,5	39,5	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6
17°	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,3	49,3
18°	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9
19°	24,6	25,6	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,4	40,4	41,4	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5
20°	24,3	25,2	26,2	27,1	28,0	29,0	30,0	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	39,0	40,0	41,0	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,2	48,2
21°	23,9	24,8	25,8	26,7	27,6	28,6	29,6	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,6	39,6	40,6	41,7	42,7	43,7	44,8	45,8	46,8	47,8
22°	23,6	24,4	25,4	26,3	27,2	28,2	29,2	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,2	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,4	47,4
23°	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,8	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0
24°	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,4	28,4	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,6	44,6	45,6	46,6
25°	22,5	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	37,0	38,0	39,0	40,1	41,1	42,2	43,2	44,2	45,2	46,3

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Grado real a la temperatura normal																									
10°	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,6	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,5	74,5	75,5	76,5
11°	52,5	53,5	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,4	66,4	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,2	74,2	75,2	76,2
12°	52,1	53,1	54,1	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	72,9	73,9	74,9	75,9
13°	51,8	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,6	70,6	71,6	72,6	73,6	74,6	75,6
14°	51,4	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3
15°	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0
16°	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7	74,7
17°	50,3	51,3	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3
18°	49,9	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0
19°	49,5	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7
20°	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4
21°	48,8	49,8	50,8	51,8	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,1	69,1	70,1	71,1	72,1	73,1
22°	48,4	49,4	50,4	51,4	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,8	68,8	69,8	70,8	71,8	72,8
23°	48,0	49,1	50,1	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,5	71,5	72,5
24°	47,6	48,7	49,7	50,7	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,1	68,1	69,1	70,1	71,2	72,2
25°	47,3	48,3	49,3	50,3	51,4	52,4	53,4	54,4	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,6	63,7	64,7	65,7	66,7	67,8	68,8	69,8	70,8	71,8

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Grado real a la temperatura normal																									
10°	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,4	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,3	89,3	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,1	96,0	97,0	98,0	98,9	99,9	
11°	77,2	78,2	79,2	80,2	81,2	82,2	83,1	84,1	85,1	86,1	87,1	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	92,9	93,9	94,9	95,8	96,8	97,8	98,7	99,7	
12°	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8	86,8	87,8	88,7	89,7	90,7	91,7	92,7	93,7	94,7	95,6	96,6	97,6	98,5	99,5	
13°	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6	82,6	83,6	84,6	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,4	95,4	96,4	97,4	98,4	99,3	
14°	76,3	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3	86,3	87,3	88,2	89,2	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,2	96,2	97,2	98,2	99,2	
15°	76,0	77,0	78,0	79,9	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0	99,0	100,0
16°	75,7	76,7	77,7	78,7	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7	85,7	86,7	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,8	97,8	98,8	99,8
17°	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,5	92,6	93,6	94,6	95,6	96,6	97,6	98,7	99,7
18°	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,4	84,4	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,2	91,3	92,3	93,3	94,3	95,4	96,4	97,4	98,5	99,5
19°	74,7	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8	80,8	81,9	82,9	83,9	84,9	85,9	86,9	87,9	88,9	90,0	91,1	92,1	93,1	94,1	95,2	96,2	97,2	98,3	99,3
20°	74,4	75,5	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,6	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,9	93,9	95,0	96,0	97,1	98,4	99,1
21°	74,4	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,6	92,6	93,7	94,7	95,8	96,9	97,9	99,0
22°	73,8	74,8	75,9	76,9	77,9	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,1	87,1	88,2	89,2	90,2	91,3	92,4	93,4	94,5	95,6	96,7	97,7	98,8
23°	73,5	74,5	75,5	76,6	77,6	78,6	79,6	80,7	81,7	82,7	83,8	84,8	85,8	86,8	87,9	89,0	90,0	91,1	92,1	93,2	94,3	95,4	96,5	97,5	98,6
24°	73,2	74,2	75,2	76,3	77,3	78,3	79,3	80,4	81,4	82,4	83,5	84,5	85,5	86,5	87,6	88,7	89,7	90,8	91,9	93,0	94,4	95,2	96,2	97,3	98,4
25°	72,8	73,9	74,9	76,0	77,0	78,0	79,9	80,1	81,1	82,1	83,2	84,2	85,2	86,3	87,4	88,4	89,5	90,6	91,6	92,7	93,8	94,9	96,0	97,1	98,2

ANEXO No. 4 TABLAS PARA CORREGIR EL GRADO ALCOHOLICO MEDIDO A 20°C

TABLA 2. Corrección del grado alcohólico medido para referirlo a 20°C

Grado aparente señalado por el alcohómetro

C°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Grado real a 20°C																									
10	1,8	2,9	3,9	4,9	6,0	7,1	8,1	9,2	10,3	11,4	12,6	13,7	14,9	16,0	17,2	18,4	19,6	20,8	22,0	23,1	24,3	25,5	26,6	27,7	28,8
11	1,8	2,8	3,8	4,9	5,9	7,0	8,1	9,1	10,2	11,3	12,4	13,6	14,7	15,9	17,0	18,2	19,3	20,5	21,7	22,8	24,0	25,1	26,2	27,3	28,4
12	1,7	2,7	3,6	4,8	5,9	6,9	8,0	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5	15,7	16,6	17,9	19,1	20,2	21,4	22,5	23,6	24,7	25,8	26,9	28,0
13	1,7	2,7	3,7	4,7	5,8	6,8	7,9	8,9	10,0	11,1	12,2	13,3	14,0	15,5	16,6	19,7	18,8	19,9	21,1	22,2	23,3	24,4	25,5	26,6	27,6
14	1,6	2,6	3,6	4,7	5,7	6,7	7,8	8,8	9,9	11,0	12,0	13,1	14,2	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,0	21,9	23,0	24,0	25,1	26,2	27,2
15	1,5	2,5	3,5	4,6	5,6	6,6	7,7	8,7	9,8	10,8	11,9	12,9	14,0	15,1	16,2	17,2	18,3	19,4	20,5	21,6	22,6	23,7	24,8	25,8	26,9
16	1,4	2,4	3,5	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6	9,6	10,7	11,7	12,8	13,8	14,9	15,9	17,0	18,1	19,1	20,2	21,2	22,3	23,4	24,4	25,4	26,5
17	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,5	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,7	17,8	18,8	19,9	20,9	22,0	23,0	24,1	25,1	26,1
18	1,2	2,2	3,2	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	21,6	22,7	23,7	24,7	25,7
19	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,4	25,4
20	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
21	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,6	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,7	16,7	17,7	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,6	24,6
22	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,6	13,5	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,4	20,4	21,3	22,3	23,3	24,3
23	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,4	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9
24	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,3	7,3	8,3	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,0	15,0	15,9	16,9	17,8	18,8	19,7	20,7	21,6	22,6	23,6
25	0,3	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	10,9	11,9	12,8	13,8	14,7	15,6	16,6	17,5	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,2
26	0,2	1,1	2,1	3,1	4,1	5,0	6,0	6,9	7,9	8,8	9,8	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4	15,4	16,3	17,2	18,1	19,1	20,0	20,9	21,9	22,8
27		1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,4	12,3	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,8	19,7	20,6	21,5	22,5
28		0,8	1,8	2,7	3,7	4,6	5,6	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3	11,2	12,1	13,0	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1
29		0,6	1,6	2,5	3,5	4,4	5,4	6,3	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1	19	19,9	20,8	21,8
30		0,5	1,4	2,4	3,3	4,2	5,2	6,1	7,0	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4

Grado aparente señalado por el alcohómetro

C°	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Grado real a 20°C																									
10	29,9	31,0	32,0	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,1	41,1	42,0	43,0	44,0	44,9	45,9	46,9	47,8	48,8	49,8	50,7	51,7	52,7	53,7
11	29,5	30,6	31,6	32,6	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,5	47,5	48,4	49,4	50,4	51,4	52,3	53,3
12	29,1	30,1	31,2	32,2	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,0	51,0	52,0	52,9
13	28,7	29,7	30,8	31,8	32,6	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,6	50,6	51,6	52,6
14	28,3	29,3	30,4	31,4	32,4	33,4	34,5	35,5	36,5	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,3	46,3	47,3	48,3	49,3	50,2	51,2	52,2
15	27,9	28,9	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,8
16	27,5	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,5	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,5
17	27,1	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1
18	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,7	50,7
19	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4
20	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0
21	25,6	26,6	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6
22	25,3	26,2	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,3
23	24,9	25,9	26,8	27,6	28,6	29,6	30,8	31,6	32,8	33,6	34,8	35,8	36,6	37,6	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,9	46,9	47,9	48,9
24	24,5	24,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4
25	24,1	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,1	44,1	45,1	46,1	47,0	48,1
26	23,8	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7
27	23,4	24,4	25,3	26,3	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,3	47,4
28	23,0	24,0	24,9	25,9	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,6	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0
29	22,7	23,6	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,6	46,6
30	22,3	23,2	24,2	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	31,9	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,2	46,2

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

C°	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Grado real a 20°C																									
10	54,6	55,6	56,6	57,6	58,5	59,5	60,5	61,5	62,4	63,4	64,4	65,4	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,2	72,2	73,2	74,2	75,1	76,1	77,1	78,1
11	54,3	55,3	56,2	57,2	58,2	59,2	60,1	61,1	62,1	63,1	64,1	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	69,9	70,9	71,9	72,9	73,8	74,8	75,8	76,8	77,8
12	53,9	54,9	55,9	56,9	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,5	74,5	75,5	76,5	77,5
13	53,6	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,4	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,2	73,2	74,2	75,2	76,2	77,2
14	53,2	54,2	55,2	56,1	57,1	58,1	59,1	60,1	61,1	62,1	63,1	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	70,9	71,9	72,9	74,1	74,9	75,9	76,9
15	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,9	74,6	75,6	76,5
16	52,5	53,5	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,6	74,3	75,2	76,2
17	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,1	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,3	73,9	74,9	75,9
18	51,7	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,6	71,6	73,0	73,6	74,6	75,6
19	51,4	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,6	73,3	74,3	75,3
20	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,3	73,0	74,0	75,0
21	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	72,0	72,7	73,7	74,7
22	50,3	51,3	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,4	71,7	72,4	73,4	74,4
23	49,9	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,1
24	49,5	50,5	51,5	52,5	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6	62,6	63,6	64,6	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7
25	49,1	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4
26	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	60,9	61,9	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,1	71,7	72,1	73,1
27	48,4	49,4	50,4	51,4	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,6	60,6	61,6	62,6	63,6	64,6	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,8	72,8
28	48,0	49,0	50,0	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4	72,5
29	47,6	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,9	59,9	60,9	61,9	62,9	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,1	70,1	71,1	72,1
30	47,3	48,3	49,3	50,3	51,3	52,4	53,4	54,4	55,4	56,5	57,5	58,5	59,5	60,5	61,6	62,6	63,6	64,6	65,7	66,7	67,7	68,7	69,8	70,8	71,8

Grado aparente señalado por el alcoholómetro

C°	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Grado real a 20°C																									
10	79,0	80,0	81,0	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8	86,8	87,7	88,7	89,6	90,6	91,5	92,5	93,4	94,3	95,2	96,1	97,1	98,0	98,9	99,7		
11	78,7	79,7	80,7	81,7	82,6	83,6	84,6	85,5	86,5	87,5	88,4	89,4	90,3	91,3	92,2	93,2	94,1	95,0	95,9	96,9	97,8	98,7	99,6		
12	78,4	79,4	80,4	81,4	82,3	83,3	84,3	85,3	86,2	87,2	88,2	89,1	90,1	91,0	92,0	92,9	93,9	94,8	95,7	96,7	97,6	98,5	99,4		
13	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,0	84,0	85,0	86,0	86,9	87,9	88,9	89,8	90,8	91,7	92,7	93,6	94,6	95,5	96,5	97,4	98,3	99,2		
14	77,8	78,8	79,8	80,8	81,8	82,7	83,7	84,7	85,7	86,7	87,6	88,6	89,6	90,5	91,5	92,5	93,4	94,4	95,3	96,3	97,2	98,1	99,1	100,0	
15	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,5	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,3	89,3	90,3	91,3	92,2	93,2	94,1	95,1	96,1	97,0	98,0	98,9	99,8	
16	77,2	78,2	79,2	80,2	81,2	82,2	83,2	84,1	85,1	86,1	87,1	88,1	89,1	90,0	91,0	92,0	93,0	93,9	94,9	95,9	96,8	97,8	98,7	99,7	
17	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8	86,8	87,8	88,8	89,8	90,8	91,7	92,7	93,7	94,7	95,6	96,6	97,6	98,5	99,5	
18	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,4	95,4	96,4	97,4	98,4	99,3	
19	76,3	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3	86,3	87,3	88,3	89,3	90,3	91,2	92,2	93,2	94,2	95,5	96,2	97,2	98,2	99,2	
20	76,0	77,0	78,0	79,0	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0	99,0	100,0
21	75,7	76,7	77,7	78,7	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7	85,7	86,7	87,7	88,7	89,7	90,7	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,8	97,8	98,8	99,8
22	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,4	84,4	85,4	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,6	95,6	96,6	97,6	98,6	99,7
23	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,1	84,1	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,2	91,3	92,3	93,3	94,3	95,4	96,4	97,4	98,5	99,5
24	74,7	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8	80,8	81,8	82,8	83,9	84,9	85,9	86,9	87,9	89,0	90,0	91,0	92,0	93,1	94,1	95,1	96,2	97,2	98,3	99,3
25	74,4	75,4	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,8	93,9	94,9	96,0	97,0	98,1	99,2
26	74,1	75,1	76,1	77,2	78,2	79,2	80,2	81,2	82,3	83,3	84,3	85,3	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,6	92,6	93,7	94,7	95,8	96,6	97,9	99,0
27	73,8	74,8	75,8	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	82,0	83,0	84,0	85,1	86,1	87,1	88,2	89,2	90,2	91,3	92,4	93,4	94,5	95,6	96,6	97,7	98,8
28	73,5	74,5	75,5	76,5	77,6	78,6	79,6	80,6	81,7	82,7	83,7	84,8	85,8	86,6	87,9	88,9	90,0	91,0	92,1	93,2	94,3	95,3	96,4	97,5	98,6
29	73,2	74,2	75,2	76,2	77,3	78,3	79,3	80,3	81,4	82,4	83,4	84,5	85,5	86,6	87,6	88,7	89,7	90,8	91,9	92,9	94,0	95,1	96,2	97,3	98,5
30	72,8	73,9	74,2	75,9	76,9	78,8	79,0	80,0	81,0	82,1	83,1	84,2	85,2	86,3	87,3	88,4	89,5	90,5	91,6	92,7	93,8	94,9	96,0	97,1	98,3

ANEXO No. 5 PARÁMETROS CINÉTICOS ANALIZADOS PARA DETERMINAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ETANOL

- **Velocidad de crecimiento de levaduras**

Para establecer la velocidad de crecimiento de levaduras en el proceso fermentativo, se identificó la fase logarítmica o exponencial de crecimiento; pues en esta fase, el crecimiento celular aumenta proporcionalmente con relación al tiempo; además debido al hecho de que el etanol o alcohol etílico es un metabolito primario, se deduce que las curvas de crecimiento y producción tienen igual perfil, es decir la producción de etanol está directamente ligada al crecimiento de las levaduras. Por medio de la fórmula se calcula la velocidad de crecimiento de las levaduras.

$$U_m = \frac{\ln X_f - \ln X_o}{t}$$

Dónde:

Xf: Concentración final de levaduras (# levaduras/ml)

Xo: Concentración inicial de levaduras (# levaduras/ml)

t : Variación de tiempo (h)

Um: Velocidad máxima de crecimiento (h⁻¹)

- **Tiempo de duplicación de levaduras**

El tiempo de duplicación, según Scriban, 1985 y Madigan, et al., 2004 se define como el tiempo en que se duplica la población microbiana; también se lo llama tiempo de generación. Para determinar el tiempo de duplicación, se utilizó la fórmula.

$$td = \frac{\ln 2}{U_m}$$

Dónde:

td: Tiempo de duplicación (h)

Um: Velocidad máxima de crecimiento (h^{-1})

- **Tasa de rendimiento del producto**

Según Scriban, 1985, la tasa de rendimiento es un indicativo de la cantidad en gramos de metabolitos producidos por los gramos de sustrato consumido; en este caso, se determinaron los gramos de etanol producidos por gramos de mosto, según la fórmula. Además, se utilizó la tasa de rendimiento del producto, en el cálculo de la velocidad de generación de alcohol etílico y la productividad del mismo.

$$Y_{p/s} = \frac{P_f - P_o}{S_o - S}$$

Dónde:

$Y_{p/s}$: Tasa de rendimiento de etanol (gp/gs)

P_f : Concentración final de producto (g)

P_o : Concentración inicial de producto (g)

S_o : Concentración inicial de sustrato (g)

S : Concentración final de sustrato (residual) (g)

- **Velocidad de generación de alcohol etílico**

La velocidad de generación de etanol, está ligada directamente al crecimiento celular de *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso fermentativo, específicamente, en la fase exponencial. Para determinar la velocidad de generación de etanol, se utilizó la fórmula, descrita por Scriban, 1985.

$$q_p = U_m / \frac{Y_p}{x}$$

Dónde:

q_p : Velocidad específica de formación de etanol (gp/gs×h)

Um: Velocidad máxima de crecimiento (h⁻¹)

Yp/x: Tasa de rendimiento del producto (gp/gs)

- **Productividad de formación de etanol**

La productividad es un parámetro importante para representar la formación de etanol o alcohol etílico en el proceso fermentativo y, con frecuencia, es el criterio utilizado en la determinación de las dimensiones de una instalación para fermentación. Para establecer la productividad de formación de etanol se utilizó la fórmula descrita por Scriban, 1985 y Madigan, et al., 2004.

$$P_E = \Delta p / \Delta t$$

Dónde:

PE: Productividad de formación de etanol (gp/L×h)

Δp: Cambio de concentración del producto (gp/L)

Δt: Intervalo de tiempo (h)

ANEXO No. 6 HOJA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE LOS ENSAYOS PRELIMINARES

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y
FARMACIA**



**ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CONCENTRACIÓN DE INOCULO EN LA FERMENTACIÓN
ALCOHÓLICA DE LA CHICA DE JORA**

Tipo: Preferencia **Nombre:**.....

Método: Ordenamiento **Fecha:** 2012/03/23

Producto: Chicha de Jora. **Hora:**.....

Sírvase a degustar las muestras que se presentan. Ordénales según su preferencia, colocando en primer lugar la que más le agrada, y en el último lugar la que menos le agrada.

ORDEN DE PREFERENCIA	MUESTRA
Primero	
Segundo	
Tercero	
Cuarto	
Quinto	

Comentarios:.....
.....
.....

ANEXO No. 7 HOJA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS - ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA**

ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD EN EL PROYECTO TITULADO:

“PARAMETROS OPTIMOS EN LA FERMENTACION ALCOHOLICA PARA INDUSTRIALIZAR LA CHICHA DE JORA EN LA PROCESADORA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS KUTACACHI SARA MAMA”.

Tipo: Preferencia

Nombre:

Método: Ordenamiento

Fecha: 2012-05-16

Producto: Chicha de Jora

Hora: 09:00 am

Sírvase degustar las muestras que se presentan. Ordénelas según su preferencia, colocando en primer lugar la que más le agrade, y en el último lugar la que menos le agrade.

ORDEN DE PREFERENCIA	MUESTRA
Primero	
Segundo	
Tercero	
Cuarto	
Quinto	
Sexto	

Luego de su opinión acerca de la muestra que coloco en primer lugar (Marque con una X), en este sentido:

¿Por que la prefiere?

PARAMETROS	
COLOR	
Dorado	
Amarillo	
Pardo	
Crema	
APARIENCIA O CONSISTENCIA	
Aguado	
Normal	
SABOR	
Fuerte/ Maduro	
Moderado/ Normal	
Débil / No maduro	
OLOR O AROMA	
Colada de maíz	
Mote	
A chicha / Típico	

Comentarios.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACION

ANEXO No. 8 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DEL pH EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. A UNA TEMPERATURA DE 22 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T1	4,52	4,45	4,16	4,07	4,05	3,91	3,79
T2	4,99	4,50	4,07	3,91	3,89	3,79	3,69
T3	5,63	4,38	4,02	3,96	3,94	3,69	3,66

ANEXO No. 9 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA ACIDEZ EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. A UNA TEMPERATURA DE 22 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T1	0,47	0,48	0,52	0,58	0,58	0,59	0,59
T2	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34
T3	0,15	0,21	0,25	0,25	0,29	0,29	0,29

ANEXO No. 10 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS BRUX EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. A UNA TEMPERATURA DE 22 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T1	21,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
T2	21,00	17,30	17,30	17,30	17,30	17,30	17,30
T3	21,00	17,60	17,60	17,60	17,60	17,30	17,30

ANEXO No. 11 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LEVADURAS EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 22 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T1	3,20E+06	4,40E+06	5,00E+06	8,60E+06	6,80E+06	6,60E+06	4,60E+06
T2	3,20E+06	4,60E+06	5,20E+06	1,02E+07	9,60E+06	6,40E+06	4,60E+06
T3	3,20E+06	4,20E+06	7,60E+06	8,20E+06	7,00E+06	6,40E+06	5,60E+06

ANEXO No. 12 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS DE LOS TRTAMIENTOS T1, T2 Y T3 (VELOCIDAD MÁXIMA DE CRECIMIENTO, TIEMPO DE DUPLICACIÓN Y TASA DE RENDIMIENTO DE ETANOL)

	Xf	Xo	Tf-To	Um	td	Pf	Po	Sf	So	Yp/s
T1	4,60E+06	3,20E+06	48	0,00756053	91,6796942	1	0	21	17	0,2500
T2	4,60E+06	3,20E+06	48	0,00756053	91,6796942	2	0	21	17,3	0,5405
T3	5,60E+06	3,20E+06	48	0,01165866	59,453406	2	0	21	17,3	0,5405

ANEXO No. 13 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DEL pH EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. A UNA TEMPERATURA DE 28 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T4	4,55	4,13	3,89	3,77	3,62	3,55	3,42
T5	5,02	3,90	3,80	3,63	3,57	3,54	3,47
T6	5,53	3,88	3,76	3,64	3,56	3,54	3,45

ANEXO No. 14 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA ACIDEZ EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. A UNA TEMPERATURA DE 28 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T4	0,23	0,32	0,38	0,43	0,50	0,52	0,52
T5	0,17	0,29	0,40	0,41	0,47	0,50	0,52
T6	0,10	0,19	0,25	0,26	0,33	0,33	0,33

ANEXO No. 15 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS BRUX EN FUNCIÓN DEL TIEMPO. A UNA TEMPERATURA DE 28 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T4	21,00	17,60	17,30	17,00	17,00	17,00	17,00
T5	21,00	19,00	18,00	17,30	17,30	17,00	17,00
T6	21,00	17,60	17,30	17,00	17,00	17,00	16,90

ANEXO No. 16 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE LEVADURAS EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE FERMENTACIÓN. TEMPERATURA DE 28 °C.

	0 Horas	6 Horas	12 Horas	24 Horas	36 Horas	48 Horas
T4	4,60E+06	7,20E+06	1,50E+07	9,80E+06	6,40E+06	6,80E+06
T5	4,60E+06	6,40E+06	1,40E+07	1,02E+07	6,20E+06	6,40E+06
T6	4,60E+06	8,60E+06	1,52E+07	1,08E+07	9,00E+06	9,20E+06

ANEXO No. 17 RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS DE LOS TRTAMIENTOS T3, T4 Y T5 (VELOCIDAD MAXIMA DE CRECIMIENTO, TIEMPO DE DUPLICACION Y TASA DE RENDIMIENTO DE ETANOL)

	Xf	Xo	Tf-To	Um	td	Pf	Po	Sf	So	Yp/s
T4	4,80E+06	4,60E+06	48	0,00088666	781,752023	2	0	21	17	0,5000
T5	6,40E+06	4,60E+06	48	0,00688004	100,747622	2	0	21	17	0,5000
T6	9,20E+06	4,60E+06	48	0,01444057	48	3	0	21	16,9	0,7317

ANEXO No. 18 SECUENCIA DE FOTOS DEL MUESTREO DEL MAÍZ A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN UN SILO VERTICAL DE ALMACENAMIENTO



ANEXO No. 19 TABLAS D1 Y D2 RANKING TOTAL (TEST DE ORDENAMIENTO)

TABLA D-1
Ranking requerido para establecer significación al 5% (p < .05)

Número de repeticiones	Número de tratamientos o productos										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	5-21
	—	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29
4	—	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-39	9-43
	—	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31	14-34	15-37
5	—	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51	17-55	18-60
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45	23-49	25-53
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58	21-63	22-69
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51	28-56	30-61
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	27-77
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-68
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78	35-85	37-93
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	34-56	37-63	40-70	44-76	47-83
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85	39-93	42-101
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76	49-83	53-90
12	15-21	18-30	21-39	25-47	29-56	31-65	34-74	38-82	41-91	44-100	47-109
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82	54-90	58-98
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98	49-107	52-117
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89	59-97	64-105
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104	54-114	57-125
	18-24	23-35	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95	65-103	70-112
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111	58-122	63-132
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101	70-110	75-120
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117	63-129	68-140
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	62-98	69-107	75-117	81-127
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124	68-136	73-148
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113	81-123	87-134
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	61-118	68-130	73-143	79-155
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119	86-130	93-141
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136	78-150	84-163
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125	91-137	99-148
20	26-34	32-48	39-61	45-95	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131	97-143	105-155

Cada bloque de 4 números representa: menor ranking total no significativo-mayor ranking total no significativo, para cualquier serie de tratamientos. Menor ranking total no significativo-mayor ranking total no significativo, para una serie de tratamientos que incluye un tratamiento de comparación.

TABLA D-2
Ranking requerido para establecer significación al 1% (p < .01)

Número de repeticiones	Número de tratamientos o productos										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Las Tablas D-1 y D-2 corresponden a una reproducción de las Tablas de A. Kramer, publicadas en Food Technol. 17 (12), 124-125 (1963).

ANEXO N°. 20 SECUENCIA DE FOTOS DE LA OBTENCIÓN DE JORA





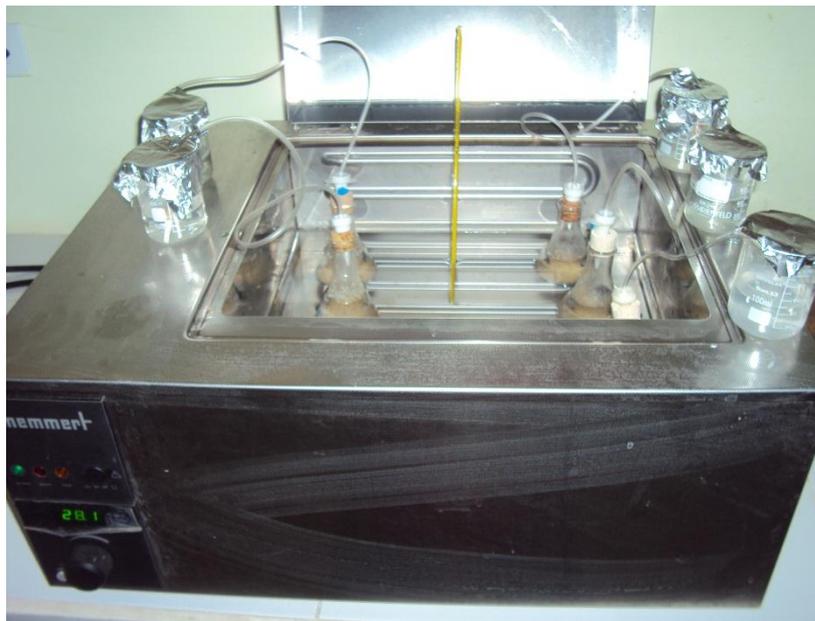
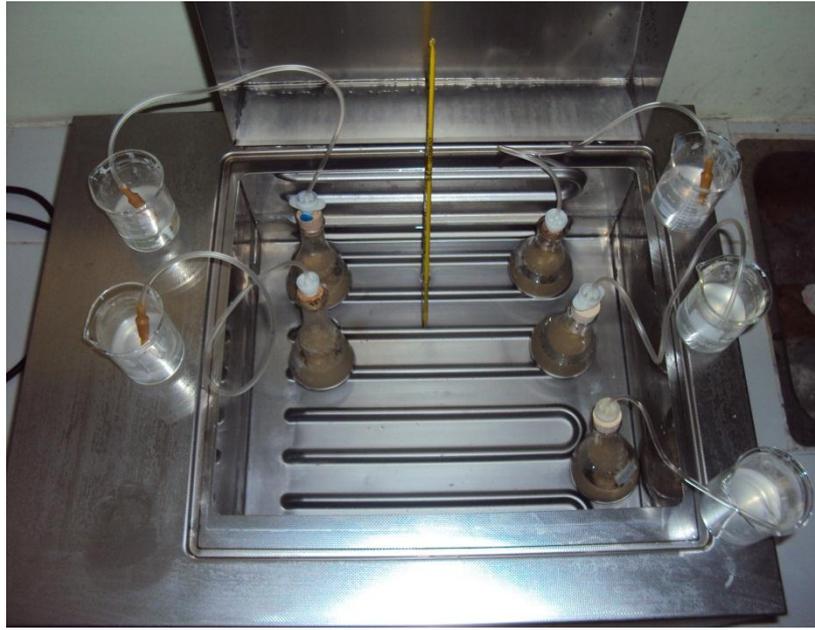
ANEXO N°. 21 SECUENCIA DE FOTOS DE LA OBTENCION DEL MOSTO





ANEXO N°. 22 SECUENCIA DE FOTOS DE LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS PRELIMINARES





ANEXO N°. 23 SECUENCIA DE FOTOS DE LA FERMENTACIÓN EN LA EXPERIMENTACIÓN PRINCIPAL





ANEXO N°. 24 SECUENCIA DE FOTOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CHICHA DE JORA



