



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO CEBADA
(*Hordeum vulgare*) Y YUCA (*Manihot Esculenta Crantz*)”**

**Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero Agroindustrial**

**AUTORES: Carvajal Martínez Luis Danny.
Insuasti Andrade Marco Andrés.**

DIRECTOR: Ing. Luis Sandoval

Ibarra – Ecuador

2010



APROBACIÓN INSTITUCIONAL:

.....

Ing. Galo Varela

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.

.....

Ing. Ángel Satama

DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Los comentarios, conceptos, cuadros, figuras, resultados y más información que se encuentran en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Carvajal Martínez Luis Danny.

Insuasti Andrade Marco Andrés.

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad Técnica del Norte, pilar fundamental del desarrollo intelectual, moral y ético donde nos vio formar como hombres de bien.

De manera muy especial al Ingeniero Luis Sandoval, Director de la Tesis quien compartió y brindó sus conocimientos para culminar exitosamente esta investigación.

A la Ingeniera Iheny Quiroz, a la Ingeniera Gladys Yaguana, al Ingeniero Marcelo Vacas, quienes nos asesoraron de la mejor manera brindando sus consejos, experiencias en el desarrollo de éste trabajo investigativo.

Al Ingeniero Marco Cahueñas, por su valiosa participación como Biometrista en este trabajo investigativo.

A Fabián Gorostiaga Director del CAE (Cerveceros Artesanales del Ecuador), quien con su experiencia y técnica en el campo cervecero, supo colaborar con la realización de esta tesis.

A todos nuestros catedráticos, familiares, amigos y demás personas que de una u otra manera brindaron su apoyo para la finalización de esta investigación.

DANNY Y MARCO

DEDICATORIA:

A Dios,

A mis padres, hermanos y hermanas

Familiares, maestros, amigos y compañeros

Quienes supieron inculcar en mi el sentimiento de amor

Responsabilidad, trabajo y pueda lograr con éxito lo propuesto en mi vida.

MARCO

A Dios por guiarme en mi camino

A mi madre Carmitha quien siempre me brindó su apoyo incondicional

A mis abuelitos, tíos, maestros, compañeros y amigos quienes supieron

Brindarme su apoyo y confianza para la culminación de esta investigación.

DANNY

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página	
CAPÍTULO I: GENERALIDADES		
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	JUSTIFICACIÓN	3
1.3	OBJETIVOS	5
1.3.1	General	5
1.3.2	Específicos	5
1.3.2.1	Para tratamientos de cerveza de cebada y cerveza de yuca	5
1.3.2.2	Para la mezcla de cerveza de cebada y yuca	5
1.4	HIPÓTESIS	6
1.4.1	HI (Hipótesis Alternativa)	6
1.4.1	HO (Hipótesis Nula)	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		
2.1	LA CERVEZA	7
2.1.1	Definición	7
2.1.2	Historia de la cerveza	7
2.2	CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>)	10
2.2.1	El grano de Cebada	10
2.2.2	La espiga de cebada	11
2.2.3	Variedades	12
2.2.4	Nutrición	12

2.2.5	Almacenamiento de la Cebada	14
2.2.6	Cebada malteada	14
2.2.7	Maltas Básicas	17
2.2.8	Maltas Especiales	18
2.3	YUCA (<i>Manihot esculenta crantz</i>)	19
2.3.1	Generalidades	19
2.3.2	Composición de la yuca	20
	• El periderma	20
	• Cáscara o corteza	20
	• Cilindro central o pulpa	21
2.3.3	Valor nutricional	21
2.3.4	Producción nacional de yuca en el ecuador	21
2.4	LÚPULO	23
2.4.1	Amargor	25
2.4.2	Sabor	25
2.4.3	Aroma	25
2.4.4	Conservación	25
2.5	LEVADURA CERVECERA	26
2.5.1	Clasificación de las levaduras	28
	• Ficomicetos	28
	• Ascomicetos	28
	• Basidiomicetos	28
2.5.2	Estructura de la célula de levadura	29

2.6	AGUA CERVECERA	30
2.7	FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	32
2.8	CARBOHIDRATOS	34
	• Monosacáridos	34
	• Disacáridos	35
	• Polisacáridos	36
2.9	ALMIDÓN	37
2.9.1	Hidrólisis del Almidón	38
2.10	GELATINIZACIÓN	39
2.11	LAS ENZIMAS	40
2.11.1	Actividad Enzimática	40
2.11.2	Clasificación de las enzimas	41
2.11.3	Función de las enzimas	42
2.12	DIFERENCIAS ENTRE LAS CERVEZAS ARTESNALES E INDUSTRIALES	42

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIOS	45
3.1.1	Ubicación	45
3.1.2	Características Climáticas	45
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	46
3.2.1	Equipos de laboratorio	46
3.2.1.1	Equipos	46

3.2.1.2	Instrumentos	
3.2.1.3	Materiales	47
3.2.1.3.1	Insumos	47
3.2.1.3.2	Reactivos	47
3.3	MÉTODOS	48
3.3.1	Factor en estudio	48
3.3.2	Factores para la elaboración de cerveza artesanal de cebada	48
	• Factor A (Nivel de Lúpulo)	48
	• Factor B (Nivel de Azúcar)	48
3.3.2.1	Características del Experimento (Cebada)	49
3.3.2.2	Unidad Experimental	49
3.3.2.3	Diseño Experimental	49
3.3.2.4	Análisis Estadístico	50
3.3.2.5	Análisis Funcional	50
3.3.3	Factores para la elaboración de cerveza artesanal de yuca	50
	• Factor A (Nivel de Lúpulo)	50
	• Factor B (Nivel de Azúcar)	51
3.3.2.1	Características del Experimento (Yuca)	51
3.3.3.2	Unidad Experimental	52
3.3.3.3	Diseño Experimental	52
3.3.3.4	Análisis Estadístico	52
3.3.3.5	Análisis Funcional	53
3.4	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	53
3.4.1	Descripción del método de análisis de las variables físico-químicas.	53
3.5	DETERMINACIÓN DE LA MEZCLA ENTRE CERVEZA DE CEBADA Y CERVEZA DE YUCA	54

3.5.1	Variables cualitativas evaluadas sensorialmente en la mezcla de cerveza de cebada y yuca	55
3.5.1.1.	Descripción del método de análisis de las variables organolépticas de la mezcla de cerveza artesanal	55
3.5.2	Variables microbiológicas que se analizó al producto final de la mejor mezcla de cerveza artesanal	56
3.6	Diagrama de bloques para la elaboración de cerveza artesanal de cebada y yuca	57
3.6.1	DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA CERVEZA DE CEBADA	58
3.6.1.1.	Malteado	58
3.6.1.2.	Molienda	59
3.6.1.3.	Maceración	59
	• Empaste	60
	• Aspersión	60
3.6.1.4.	Cocción	61
3.6.1.5.	Enfriado	62
3.6.1.6.	Primera Fermentación	62
3.6.1.7.	Filtrado	64
3.6.2	DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA CERVEZA DE YUCA	64
3.6.2.1.	Gelatinización	64
3.6.2.2.	Macerado	65
3.6.2.3.	Cocción	65
3.6.2.4.	Enfriado	67
3.6.2.5.	Primera Fermentación	67
3.6.2.6.	Filtrado	68

3.6.3	ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CERVEZA DE CEBADA Y CERVEZA DE YUCA	69
3.6.3.1.	Mezcla	69
3.6.3.2.	Embotellado y Segunda Fermentación	69

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	71
4.1.1	Elaboración de cerveza artesanal de cebada	71
4.1.1.1	Análisis de la variable pH	71
4.1.1.2	Análisis de la variable Grado Alcohólico	75
4.1.1.3	Análisis de la variable Acidez Total	78
4.1.1.4	Análisis de la variable Densidad	82
4.1.1.5	Análisis de la variable CO ₂	85
4.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	88
4.2.1	Elaboración de cerveza artesanal de yuca	88
4.2.1.1	Análisis de la variable pH	89
4.2.1.2	Análisis de la variable Grado Alcohólico	93
4.2.1.3	Análisis de la variable Acidez Total	96
4.2.1.4	Análisis de la variable Densidad	99
4.2.1.5	Análisis de la variable CO ₂	103
4.3	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	106

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5.1	Conclusiones para la cerveza de cebada y cerveza de yuca	112
5.2	Conclusiones para la mezcla de cerveza de cebada y yuca	113

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

6	Recomendaciones	114
---	-----------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1 Composición nutricional de la cebada	13
Cuadro 2 Cebada cervecera: área, rendimiento y producción	13
Cuadro 3 Composición Nutricional de la Malta	16
Cuadro 4 Clasificación Botánica de la Yuca.	20
Cuadro 5 Tabla nutricional (por 100g de porción comestible de yuca mandioca)	21
Cuadro 6 Producción Nacional de Yuca en Ecuador	22
Cuadro 7 Condiciones Agroecológicos de la Yuca	22
Cuadro 8 Composición Química del Lúpulo	24
Cuadro 9 Composición del agua para fabricar cerveza	31
Cuadro 10 Análisis de agua cervecera en mg/l	32
Cuadro 11 Composición Química de los Almidones de Yuca	39
Cuadro 12 Clasificación de las enzimas	41
Cuadro 13 Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal de cebada	49
Cuadro 14 ADEVA. Proceso de elaboración de cerveza artesanal de cebada	50
Cuadro 15 Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal de yuca	51
Cuadro 16 ADEVA. Proceso de elaboración de cerveza artesanal de yuca	52
Cuadro 17 Variables cuantitativas para la cerveza artesanal de cebada y yuca	53
Cuadro 18 Porcentajes de mezcla de los mejores tratamientos de cerveza de cebada y yuca	55
Cuadro 19 Análisis Organolépticos	55
Cuadro 20 Análisis Microbiológicos	56

Cuadro 21	Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasado	72
Cuadro 22	ADEVA de la variable pH a los 15 días después de haber sido envasado	72
Cuadro 23	Prueba TUKEY al 5% para tratamiento de la variable pH	73
Cuadro 24	Prueba de significación DMS para el factor A (lúpulo)	73
Cuadro 25	Prueba de significación DMS para el factor B (azúcar)	74
Cuadro 26	Valores obtenidos de grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado	76
Cuadro 27	ADEVA. de la variable grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado	76
Cuadro 28	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable grado alcohólico	77
Cuadro 29	Prueba de significación DMS para el factor B (azúcar)	77
Cuadro 30	Valores obtenidos de acidez total a los 15 días después de haber sido envasado	79
Cuadro 31	ADEVA de la variable acidez total a los 15 días después de haber sido envasado	79
Cuadro 32	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable acidez total	80
Cuadro 33	Pruebas de significación DMS para el factor A (lúpulo)	80
Cuadro 34	Valores obtenidos de densidad a los 15 días después de haber sido envasado	82
Cuadro 35	ADEVA de la variable densidad a los 15 días después de haber sido envasado	83
Cuadro 36	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable densidad	83
Cuadro 37	Valores obtenidos del CO ₂ a los 15 días después de haber sido envasado	86
Cuadro 38	ADEVA de la variable CO ₂ a los 15 días después de haber sido envasado	86

Cuadro 39	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable CO ₂	87
Cuadro 40	Prueba de significación DMS a para el factor B (azúcar)	87
Cuadro 41	Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasado	89
Cuadro 42	ADEVA. de la variable pH a los 15 días después de haber sido envasado	90
Cuadro 43	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable pH	90
Cuadro 44	Pruebas de significación DMS para el factor A (lúpulo)	91
Cuadro 45	Pruebas de significación DMS para el factor B (azúcar)	91
Cuadro 46	Valores obtenidos del grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado	93
Cuadro 47	ADEVA. de la variable grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado	94
Cuadro 48	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable grado alcohólico	94
Cuadro 49	Pruebas de significación DMS para el factor B (azúcar)	95
Cuadro 50	Valores obtenidos de la acidez total a los 15 días después de haber sido envasado	96
Cuadro 51	ADEVA de la variable acidez total a los 15 días después de haber sido envasado	97
Cuadro 52	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable acidez total	97
Cuadro 53	Pruebas de significación DMS para el factor A (lúpulo)	98
Cuadro 54	Valores obtenidos de la densidad a los 15 días después de haber sido envasado	100
Cuadro 55	ADEVA de la variable densidad a los 15 días después de haber sido envasado	100
Cuadro 56	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable densidad	101
Cuadro 57	Valores obtenidos del CO ₂ a los 15 días después de haber sido envasado	103

Cuadro 58	ADEVA de la variable CO ₂ a los 15 días después de haber sido envasado	104
Cuadro 59	Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable CO ₂	104
Cuadro 60	Prueba de significación DMS a para el factor B (azúcar)	105
Cuadro 61	Valoración de la Característica de Color	105
Cuadro 62	Valoración de la Característica de Olor	108
Cuadro 63	Valoración de la Característica de Sabor	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Página
Gráfico 1 Grano de Cebada	10
Gráfico 2 Espiga de cebada	11
Gráfico 3 Tipos de levaduras	29
Gráfico 4 Estructura de la sección transversal de una célula de levadura	30
Gráfico 5 Estructura de la glucosa	35
Gráfico 6 Reacción de condensación de dos monosacáridos	36
Gráfico 7 Reacción de condensación de la glucosa, fructosa y galactosa	36
Gráfico 8 Estructura del almidón	37
Gráfico 9 Polímero de almidón en forma espiral	37
Gráfico 10 Granos de almidón	38
Gráfico 11 Granos de almidón en células de patatas vistas al microscopio	38
Gráfico 12 Gránulos de glucógeno en las células hepáticas vistos al microscopio	38
Gráfico 13 Comportamiento de las medias para el pH a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	74
Gráfico 14 Efecto de la interacción del pH entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009	75
Gráfico 15 Comportamiento de las medias para grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	78
Gráfico 16 Comportamiento de las medias para acidez total a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	81
Gráfico 17 Efecto de la interacción de la acidez total entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009	81
Gráfico 18 Comportamiento de las medias para densidad a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	84

Gráfico 19	Efecto de la interacción de la densidad entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009	85
Gráfico 20	Comportamiento de las medias para CO ₂ a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	88
Gráfico 21	Comportamiento de las medias para el pH a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	92
Gráfico 22	Efecto de la interacción de pH entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009	92
Gráfico 23	Comportamiento de las medias para grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	95
Gráfico 24	Comportamiento de las medias para acidez total a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009	98
Gráfico 25	Efecto de la interacción de la acidez total entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009	99
Gráfico 26	Comportamiento de las medias para densidad a los quince días después de haber sido envasado. UTN, 2009	102
Gráfico 27	Efecto de la interacción de la densidad entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009	102
Gráfico 28	Comportamiento de las medias para CO ₂ a los quince días después de haber sido envasado. UTN, 2009	105
Gráfico 29	Color de cerveza artesanal según panel de degustadores. UTN, 2009	108
Gráfico 30	Olor de cerveza artesanal según panel de degustadores. UTN, 2009	109
Gráfico 31	Sabor de cerveza artesanal según panel de degustadores. UTN, 2009	111

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Contenidos	Página
Fotografía 1 Estatuilla de una mujer fabricando cerveza.	8
Fotografía 2 Planta de cebada	10
Fotografía 3 Yuca	19
Fotografía 4 Hoja de Lúpulo y Lúpulo en Pellets	23
Fotografía 5 Levadura Nottingham	26
Fotografía 6 Grano de cebada germinado	58
Fotografía 7 Molienda de la malta	59
Fotografía 8 Maceración del mosto	59
Fotografía 9 Cocción del mosto	61
Fotografía 10 Lúpulo en pellets	61
Fotografía 11 Fermentación del mosto	62
Fotografía 12 Activación de la levadura	63
Fotografía 13 Macerado del mosto	65
Fotografía 14 Cocción del mosto	65
Fotografía 15 Lúpulo en flor	66
Fotografía 16 Fermentación del mosto	67
Fotografía 17 Mezclas de cerveza de cebada y yuca en diferentes porcentajes	69
Fotografía 18 Embotellado manual de la cerveza artesanal	69
Fotografía 19 Cerveza artesanal de cebada y yuca	70
Fotografía 20 Mezclas embotelladas de cerveza artesanal de cebada y yuca	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenidos	Página
<u>Anexo 1:</u> Diagrama de balance de materiales	122
<u>Anexo 2:</u> Instrucciones para la catación de cerveza	123
<u>Anexo 3:</u> Hoja de Evaluación sensorial	125
<u>Anexo 4:</u> Cuadros originales de valoración y ranqueo de Color	126
<u>Anexo 5:</u> Cuadros originales de valoración y ranqueo de Olor	127
<u>Anexo 6:</u> Cuadros originales de valoración y ranqueo de Sabor	128
<u>Anexo 7:</u> Costos de materias primas e insumos	129
<u>Anexo 8:</u> Valores originales de laboratorio para pH, Grado Alcohólico, Acidez total, Densidad, CO ₂ y Microbiológicos.	130
<u>Anexo 9:</u> Valores originales de análisis de laboratorio para Metanol	131
<u>Anexo 10:</u> Hoja Técnica de la Enzima Fungamyl	132
<u>Anexo 11:</u> Norma INEN para determinación de Acidez Total	134
<u>Anexo 12:</u> Norma INEN Requisitos de la cerveza	138
<u>Anexo 13:</u> Etiqueta de presentación para la cerveza de cebada y yuca	141
<u>Anexo 14:</u> Fotografías	142

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la cerveza se ha caracterizado por ser un producto de alta aceptación dentro del mercado nacional e internacional. En el Ecuador se consume 300 millones de litros al año, lo que equivale a un total de 25 litros per cápita (Fuente estudio realizado por la Cervecería AmBev bajo convenio con la encuestadora Ipsa. 2007). La producción esta dedicado exclusivamente para el público adulto que tiene mayor inclinación por productos elaborados artesanalmente; ya que, en su elaboración el productor pone un minucioso énfasis en los detalles, puesto que no cuenta con la tecnología que tienen las cervecerías industriales, por lo que, el producto final es de mejor calidad.

La cerveza normalmente es elaborada mediante la mezcla de varios cereales como cebada, maíz, arroz entre otros. Pero han sido excluidas materias primas como yuca, patata, zanahoria, etc. Pese a contener un alto porcentaje de almidón los cuales pueden ser transformados en azúcares fermentables indispensables para la elaboración de bebidas alcohólicas y de moderación como la cerveza.

En el Ecuador gracias a su variedad de climas existen zonas tropicales, cálidas con T° 26 – 28 $^{\circ}$ C y altitud hasta 1,000 m.s.n.m. donde la producción de yuca tiene gran acogida por los agricultores, quienes sólo se han dedicado al cultivo siendo proveedores directos de materia prima para microempresas que se dedican exclusivamente a la obtención de harina y almidón, los mismos que son destinados a la elaboración de balanceados y panificación con lo que los productores perciben los mejores ingresos.

Actualmente, en nuestro País la yuca es considerada un cultivo de pequeños agricultores. Su producción está dedicada principalmente al consumo en estado fresco debido al desconocimiento en la elaboración de productos a base de tubérculos pues no se han buscado alternativas a nivel nacional para darle un valor agregado.

Los problemas antes mencionados, fueron los factores fundamentales que dieron base para la realización de la presente investigación, en la cual se determinó el comportamiento de tres dosis de lúpulo y tres dosis de azúcar en la elaboración de cerveza de modo artesanal.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Desde la antigüedad el hombre se ha dedicado a elaborar alimentos mediante procesos fermentativos, obteniendo un sinnúmero de productos como: el pan, queso, yogurt, entre otros. Así pues, mediante la fermentación de ciertos cereales se han obtenido una variedad de bebidas fermentadas como el saque en Asia, cervezas en Europa y chicha en América.

En la elaboración de este tipo de bebidas se ha utilizado una enorme variedad de materias primas como la cebada, maíz, arroz y una mezcla de las mismas. La mezcla ha dado como resultado un producto de alto contenido proteico y beneficios en ciertos aspectos como nutrientes para generar energía, hacia personas que las consumen de una forma adecuada y sin excesos.

Con la aplicación de esta investigación se trata de incrementar la demanda del cultivo tanto de cebada como de yuca, y no sea destinada su producción de forma exclusiva para el área harinera y de balanceados; si no también, para otra clase de productos como es el caso de la de cerveza. Se aprovecharía así la producción existente en la provincia de Imbabura que es de 1400 quintales de yuca con un rendimiento de 350 quintales por hectárea (Ángel Maila, técnico del MAG, 2007). De igual forma aprovecharía la producción de cebada en el Ecuador que es de 225.000 toneladas con un rendimiento de 2.500 Kg/ha (MAGAP, 2007).

La información generada será de positivo beneficio para impulsar la creación de microempresas, transfiriendo la tecnología adecuada para la elaboración de cerveza artesanal, contribuyendo a su vez con el aumento de fuentes de trabajo, llevando al campo laboral la idea de lo que tú puedes hacer no lo compres, e incluso lograr una entrada económica adicional mediante la producción y comercialización de esta bebida, evitando también que los agricultores emigren del campo hacia las ciudades.

Esta creación de microempresas artesanales va a contribuir en un atractivo para el turismo campesino.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. General

- Elaborar cerveza artesanal utilizando cebada y yuca.

1.3.2. Específicos

1.3.2.1 Para tratamientos de cerveza de cebada y cerveza de yuca

- Determinar la cantidad de lúpulo requerido para la elaboración de cerveza artesanal de cebada y yuca.
- Establecer los niveles de azúcar para la elaboración de la cerveza artesanal de cebada y yuca.
- Determinar el mejor tratamiento de cerveza artesanal de cebada y cerveza de yuca.
- Analizar la influencia de los factores en estudio en la elaboración de la cerveza artesanal de cebada y yuca; como: pH, acidez, densidad °GL, y CO₂. Esto se lo realizó a los 15 días después de haber sido envasados.

1.3.2.2 Para la mezcla de cerveza de cebada y yuca

- Determinar la mezcla entre los mejores tratamientos de cerveza de cebada y cerveza de yuca mediante los siguientes porcentajes cebada/yuca (85/15, 70/30, 50/50, 30/70, 15/85) respectivamente.
- Evaluar la aceptabilidad mediante análisis organolépticos de la mejor mezcla de cerveza de cebada y yuca.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 HI

a) Los diferentes niveles de lúpulo y azúcar influyen en la elaboración de cerveza artesanal de cebada y cerveza de yuca.

b) Los diferentes porcentajes de la mezcla entre los mejores tratamientos de cerveza de cebada y yuca, influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal.

1.4.2 HO

a) Los diferentes niveles de lúpulo y azúcar no influyen en la elaboración de cerveza artesanal de cebada y cerveza de yuca.

b) Los diferentes porcentajes de la mezcla entre los mejores tratamientos de cerveza de cebada y yuca, no influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LA CERVEZA

2.1.1 Definición

Se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo” (Fuente, Código Alimentario Español)

2.1.2 Historia de la cerveza

La cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años el ser humano viene disfrutando de cervezas de todo tipo, sabores y colores.

No existen datos sobre quienes inventaron la cerveza, pero los registros más antiguos sobre este sabroso producto, nos remontan a 6.000 años atrás, en la zona de la Mesopotamia, específicamente en Sudán, los Sumerios ya hacían cerveza e incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto.

Los Sumerios preparaban cerveza de la siguiente manera, tomaban pan hecho con harina de trigo, lo cortaban en pedazos y metían esos pedazos en vasijas a las cuales les agregaban agua, dejando esas vasijas al sol durante varios días. El calor del sol hacía fermentar la harina de trigo y gracias a este proceso obtenían una bebida alcohólica que luego filtraban y bebían.

Ellos llamaron a esa cerveza *Siraku* según el antiguo Egipto que remonta a 4.000 años A. C.



Fotografía 1: Estatuilla de una mujer fabricando cerveza.

En Egipto los arqueólogos que estudian las pirámides, durante años han sabido que la cantidad de obreros utilizados en la construcción de las mismas sobrepasaba las 20.000 personas, pero la gran duda que tenían era, en dónde vivían esas personas, dónde descansaban, dónde se alimentaban. Se suponía que para construir semejantes monumentos debía existir cerca de las pirámides un campamento que pudiera albergar a tanta gente para darles dicho descanso y comida.

Durante años buscaron ese campamento hasta que finalmente lo hallaron y grande fue su sorpresa al descubrir que en este lugar, además de albergues, había panaderías y fábricas de cerveza. Así los egipcios daban a sus obreros pan y cerveza, para alimentarlos y que tuvieran la energía suficiente para poder mover los enormes bloques de piedra que conforman las pirámides.

Este era un buen alimento para los obreros ya que el pan que por un lado era económico, aportaba carbohidratos y la cerveza, nutrientes para generar energía.

La cerveza era considerada como el Pan Líquido, por lo que se podría afirmar que las majestuosas pirámides de Egipto fueron construidas gracias a este maravilloso elixir que los egipcios llamaron Zythum.

En la antigüedad era común que existieran pueblos que traspasaban sus fronteras e invadían a otros pueblos y los conquistaban, llevando consigo su cultura, sus costumbres, religión y gastronomía, dentro de la cual se encontraban las bebidas, ocasionando de esta manera la difusión de la fabricación y consumo de cerveza de un país o de una región a otra.

De esta manera, por medio de las conquistas, la cerveza llegó a Europa en donde existen vestigios de fábricas de cervezas de 4.000 años de antigüedad en España. Sin embargo fueron los alemanes los que le dieron mayor impulso a la fabricación de esta bebida, sobre todo los monjes monacales quienes mejoraron el aspecto, el sabor y el aroma de la cerveza.

Ya por la edad media, existían en Alemania, gran cantidad de fábricas de cerveza, e incluso ya se comenzaba a realizar mezcla de cereales para obtener productos diferentes. A finales del siglo XV se promulga la primera ley de pureza de la cerveza alemana, la cual indica que la cerveza 100% pura, debe elaborarse exclusivamente con tres ingredientes: agua, malta de cebada y lúpulo, de esta manera los alemanes protegieron la pureza del producto, según el Duque de Ravieria Guillermo IV.

La ley no menciona la levadura, la cual fue descubierta en 1880 por Luis Pasteur. (“Tecnología de Fermentación”).

Antes de conocer el mecanismo de la fermentación, los cerveceros usualmente tomaban el sedimento de una fermentación previa y lo agregaban a una nueva.

Actualmente se siguen elaborando cervezas que cumplen con esta ley, las cuales son una garantía de calidad y no tienen aditivos químicos añadidos; aunque, la mayoría de las cervezas que se fabrican en todo el mundo son cervezas industriales que lamentablemente están muy lejos de parecerse a una legítima cerveza hecha exclusivamente con malta de cebada.

www.eufic.org/article/es/artid/cerveza/ (Enero ,2009)

2.2 CEBADA (*Hordeum vulgare*)



Fotografía 2: Planta de cebada

Planta anual de la familia de las Gramíneas, parecida al trigo, con cañas de algo más de 0.60 m, espigas prolongadas, flexibles, un poco arqueadas, y semilla ventruda, puntiaguda por ambas extremidades y adherida al cascabillo, que termina en arista larga. Sirve de alimento a diversos animales, y tiene además otros usos.

2.2.1 El grano de cebada

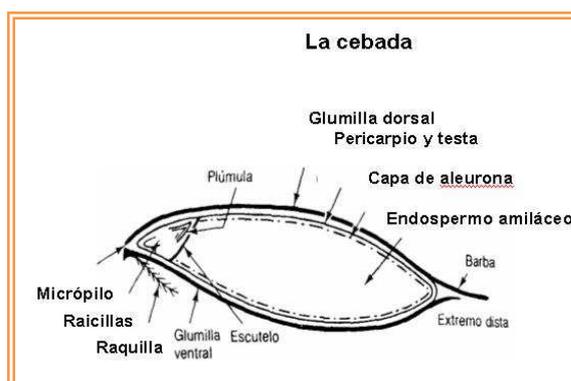


Grafico1: Grano de Cebada

Pueden observarse las brácteas, denominadas glumilla dorsal y glumilla inferior, la primera se prolonga en una barba. En su base se encuentra la antigua unión de la flor a la planta madre, y, próxima a ella, una región llamada micrópilo a través del cual puede permear el aire y el agua a la planta embrionaria. El embrión se halla situado principalmente en la parte redondeada o dorsal del grano; su vaina

radicular se encuentra próxima al micrópilo, de manera que pueda fácilmente atravesar esta región cuando se inicie la germinación.

En contraste con esto, el tallo embrionario apunta hacia extremo distal del grano. Separando el embrión del depósito de nutrientes o endospermo se encuentra una estructura, a modo de escudo, denominada escutelo, considerado por algunos como la embrionaria de esta planta monocotiledónea. La mayor parte del endospermo está constituido por células de gran tamaño, desvitalizadas, provistas de granos de almidón grande y pequeño.

Los granos de almidón se encuentran recubiertos de proteína; también contienen algo de grasa. Las paredes celulares, delgadas, contienen hemicelulosa y gomas (glucanos). En la periferia del endospermo encuentra una capa constituida por células de pequeño tamaño, ricas en proteína y exentas de granos de almidón. A esta capa se denomina aleurona; tiene un grosor de tres células y no alcanza escutelo; en su lugar se sitúa una capa de células aplanadas y vacías, según Chapman (1982) “la web de la cerveza”

2.2.2 La espiga de cebada

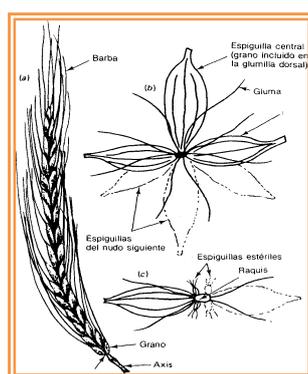


Grafico 2: Espiga de cebada

Detalles de la espiga de cebada (a) espiga de una cebada de dos filas (b) espiga de una cebada de seis filas vista desde arriba y (c) espiga de una cebada de dos filas vista desde arriba. El trazo discontinuo representan las florecillas que están adheridas al nudo siguiente.

2.2.3 Variedades

Ciento cincuenta son aproximadamente las variedades de cebada que se cultivan actualmente. Grace M.R., (1977)

2.2.4 Nutrición

La cebada puede crecer en una gran variedad de fases climáticas superando al resto de cereales. Solía tratarse de un alimento importante para el ser humano pero su popularidad ha decrecido en los últimos 250 años en favor del trigo y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky.

Contiene gluten y es por ello que también puede hacerse pan con cebada. La manera más frecuente de encontrar cebada es en forma de cebada entera o cebada perlada aunque también se puede obtener en forma de copos o granos. La cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto.

Cuadro 1: Composición nutricional de la cebada

COMPONENTES	UNIDAD	CANTIDAD
Materia seca	%	89,00
Energía metabolizable (aves)	Mcal/kg	2,55
Energía digestible (cerdos)	Mcal/kg	3,10
Proteína	%	1,60
Metionina	%	0,17
Metionina + cistina	%	0,36
Lisina	%	0,40
Calcio	%	0,03
Fósforo disponible	%	0,10
Acido linoleico	%	0,65
Grasa	%	1,80
Fibra	%	5,10
Ceniza	%	2,40
Almidón	%	5,00

Fuente: <http://www.nlm.nih.gov/medlinepl> (Febrero, 2009)

Cuadro 2: Cebada cervecera: área, rendimiento y producción

Año Agrícola	Área sembrada (Hectáreas)	Rendimiento (Kg/ha)	Producción (Toneladas)
2000/1	88.600	2.414	213.880
2001/2	129.000	912	117.700
2003/4	117.700	2.750	323.675
2004/5	136.600	2.976	406.500
2005/6*	90.000	2.500	225.000

(*) Proyección OPYPA

Fuente: DIEA – MGAP

2.2.5 Almacenamiento de la Cebada

La cebada es más estable seca y mantenida a baja temperatura. Si ha sido recolectada por una cosechadora cuando su contenido en agua era superior al 15 % suele secarse en la granja o en las materias. El proceso de secado tiene que llevarse a cabo de tal forma que permanezca viable la planta embrionaria contenida en cada grano; por consiguiente, es necesario evitar el uso de temperaturas demasiado altas y para acelerar la desecación debe recurrirse a aumentar la velocidad del flujo del aire y a un calentamiento gradual del mismo.

En una operación de secado típica de dos horas de duración, el aire utilizado para la desecación debe hallarse inicialmente a 54 °C e ir elevando su temperatura hasta los 66 °C, pero la temperatura del grano nunca debe sobrepasar 52 °C. El calentamiento tiene habitualmente otro efecto ventajoso, el de reducir el tiempo necesario para finalizar el período durmiente (estado de reposo). Un tratamiento típico consiste en desecarla hasta un 12 % de agua y almacenarla luego a 25 °C durante 7–14 días. Es habitual reducir después la temperatura a 15 °C, mientras se efectúan las operaciones de limpieza y clasificación de los granos por tamaño. El movimiento del grano de un silo a otro contribuye a uniformizar la temperatura de grandes volúmenes de grano y a introducir oxígeno, necesario para que los embriones respiren.

2.2.6 Cebada malteada

La cebada de dos hileras de primavera se procesa bajo una germinación y secado, activándose de esta forma enzimas que convertirán los almidones en azúcares solubles.

Aunque son varios los granos de cereal que pueden ser satisfactoriamente malteados, los de cebada son los que generalmente presentan menos problemas técnicos. El maíz se maltea muy raras veces, porque su grasa se enrancia. El trigo se maltea a escala comercial, especialmente para la elaboración de ciertos tipos de

pan, pero el desarrollo de microorganismos durante la germinación en la superficie del grano plantea ciertos problemas.

Para la producción de cervezas nativas africanas se maltean diversos cereales (especialmente sorgo).

En el transcurso de los años, se ha ido imponiendo, prácticamente en todo el mundo, el aroma de las cervezas elaboradas a partir de cebada malteada. Además, la cebada utilizada para la elaboración de malta destinada a la producción de cerveza es más rica en almidón, que es la sustancia que da origen al extracto fermentescible.

También contiene proteínas, generalmente en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura, y las sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de espuma.

Existen numerosas variedades de cebada. Difieren no sólo en la forma de la planta o en el aspecto de la espiga, sino también en sus características fisiológicas. Algunas crecen en los países templados y se siembran durante el otoño y el invierno, en tanto que otras son apropiadas para su siembra en primavera.

Hay variedades que dan granos durmientes, lo que es ventajoso para el caso de que la espigas maduras se humedezcan antes de la recolección, de manera que se den condiciones favorables para que los granos germinen cuando todavía se encuentran en la espiga, pero constituye un inconveniente si obliga al malteador a recurrir a un tratamiento prolongado y complejo para germinar los granos. Además de las variantes genéticas, se deben considerar los efectos del clima y el suelo sobre el crecimiento de la cebada. En el hemisferio norte, la cebada crece bien desde Escandinavia hasta los países norteafricanos que bordean el Mediterráneo. J. S.Hough “Biotecnología de la cerveza y de la malta” (2002).

También crece bien en las altiplanicies tropicales, como en Kenia. Los principales países productores de cebada son la USSR, Canadá, los Estado Unidos, Francia y el Reino Unido de la Gran Bretaña.

Cuadro 3: Composición Nutricional de la Malta

GRUPO	AZÚCARES
Porción comestible	1,00
Agua (ml)	8,00
Energía (Kcal)	300,00
Carbohidratos (gr)	84,80
Proteínas (gr)	5,20
Lípidos (gr)	0,10
Colesterol (mgr)	0,00
Sodio (mgr)	0,00
Potasio (mgr)	20,00
Calcio (mgr)	0,00
Fósforo (mgr)	0,00
Hierro (mgr)	0,00
Riboflavina (B2) (mgr)	0,18
Ácido ascórbico (C) (mgr)	0,00
Ácido Linoleico (gr)	0,00
Ácido Linolénico (gr)	0,00

Fuente: <http://nutriguia.com/?id=malta;t=STORY;topic=alimentos>(Mayo.2009)

2.2.7 Maltas Básicas

La malta se obtiene de la cebada, la cual es una planta gramínea y está en la categoría de cereal, como el trigo o el maíz.

Existen 2 tipos de cebadas, la forrajera que se utiliza como alimento para los animales, y la cebada cervecera que se utiliza exclusivamente en la fabricación de esta bebida.

Aquí en el Ecuador se sembraba cebada cervecera hace un par de décadas atrás, pero hoy en día las cervecerías industriales importan la malta ya procesada por ser más económica y de mejor calidad.

El grano de cebada contiene entre otras cosas almidón en forma insoluble (No se disuelve en agua), el cual necesitamos primero transformarlo en almidón soluble (Que si se disuelve) y luego en azúcares fermentables, las cuales serán muy importantes para nuestra cerveza, ya que luego se convertirán en el alimento de las levaduras, las que transformaran esos azúcares en alcohol y gas por medio de la fermentación.

Existen 3 tipos de maltas bases, Pilsen, Munich y Vienna que son las más comunes y utilizadas.

- **GRANO GERMINADO – SECADO A BAJA TEMPERATURA = MALTA PILSEN**
- **GRANO GERMINADO – SECADO A MEDIANA TEMPERATURA = MALTA MUNICH**
- **GRANO GERMINADO – SECADO A ALTA TEMPERATURA = VIENNA**

La malta Pilsen es la que más se utiliza en todo el mundo para elaboración de cerveza, debido a que su color es muy claro y su sabor suave, dándonos como resultado cervezas rubias o doradas con sabores muy suaves.

Las maltas Múnich y Vienna, nos dan como resultado cervezas de tonos un poco más oscuros que pueden llegar al rojo claro y sabores más intensos a malta.
www.zonadiet.com/bebidas/a-cerveza.htm (Enero, 2009)

2.2.8 MALTAS ESPECIALES

Son maltas que aportan colores, sabores y olores especiales a los diferentes tipos de cervezas que se van a elaborar.

Cuando se ha secado el grano y se ha obtenido una malta básica, se la deja más tiempo en el horno, se obtiene maltas tostadas, que se llaman Malta Caramelo, y se utiliza para darles más color a la cerveza rubia, y también acentuar el sabor a malta.

Cuanto más tiempo se tuesta el grano, más oscuro será el color de la malta, por el grado de tostado que se obtiene por este motivo encontraremos Maltas Caramelo de 30, 50,80 grados, los cuales nos indican el grado de tostado al que ha sido sometidas.

Si mezclamos Malta Básica con Malta Caramelo 30 grados, obtendremos una cerveza con color un poco más oscuro que el que obtendríamos usando solo malta base y con un sabor a malta más pronunciado ya que el tostado acentúa el sabor de ésta.

Si mezclamos malta base con malta caramelo 80 obviamente obtendremos un rojo más intenso que el que nos da una malta caramelo 30 y un sabor más pronunciado a malta.

La malta más oscura es la Malta Negra o Malta Chocolate que se utiliza para elaborar la cerveza negra, una cerveza 100% oscura, espesa con un sabor fuerte, además de una espuma muy condensa. J. S.Hough (2002)

2.3 YUCA (*Manihot esculenta crantz*)



Fotografía 3: Yuca

2.3 .1 Generalidades

El término “yuca” (manioc en los países de habla francófona) se suele aplicar en Europa y los Estados Unidos de América para designar las raíces de planta de yuca. El término “tapioca” está derivado de *tipioca*, nombre que dan los indios tupis a la harina de yuca que se deposita en el líquido exprimido de los tubérculos rallados y convertidos en bolitas, llamados después *tipiocet*.

Debido a que tiene igual rendimiento y apenas es afectada por plagas y enfermedades, las zonas dedicadas a su cultivo están aumentando constantemente. La planta de yuca se cultiva por sus tubérculos comestibles, que sirven como alimento básico en muchos países tropicales, y también es la fuente de un almidón valioso. Su utilidad para paliar las épocas de escasez graves ha sido reconocida desde hace tiempo. En regiones del Lejano Oriente, durante la Segunda Guerra Mundial, mucha gente pudo sobrevivir a base de raíces de yuca; y en África,

servió como fuente alimenticia principal para los trabajadores ocupados en las minas y en los centros industriales.

Actualmente se está cultivando ampliamente como planta alimenticia o para fines industriales. En muchas regiones de los trópicos, la yuca ocupa el mismo lugar que las patatas en algunas partes de las zonas templadas, por ser el principal carbohidrato de la dieta alimenticia. Cada año aumenta más la utilización industrial de las raíces de yuca.

Grace M.R., (1977)

Cuadro 4: Clasificación Botánica de la Yuca.

REINO	Vegetal
SUBREINO	Embryobionta (Plantas con embrión)
PHYLLUM	Spermatophyta (Plantas con semilla)
SUBPHYLLUM	Angiospermae (Angeion:recipiente, Spermae:semilla)
TIPO	Dycotiledoneae
ORDEN	Euphorbiales
FAMILIA	Euphorbiaceae
GÉNERO	Manihot

Fuente: Elaboración: Autor, tomando como base a Aguilar, 2003 y Microsoft, 1991- 2003

2.3.2 Composición de la yuca

Un corte de raíz de yuca muestra las siguientes partes:

- **El periderma** o película suberosa de color oscuro, desprende fácilmente y que representa del 1 al 2 % de la raíz total.
- **La cáscara o corteza.** forma del 12 al 20 % de la raíz.

- **El cilindro central o pulpa.-** compuesto de líber (floema) y del tejido leñoso (xilema). Este último tiene dos clases de elementos: los vasos leñosos y las células parenquimáticas llenas de almidón. Forma del 78 al 85 % de la raíz. Grace M.R., (1977)

2.3.3 Valor nutricional:

La yuca es muy rica en hidratos de carbono complejos, pobre en proteínas, grasas, y muy buena fuente de vitaminas B y C, además de magnesio, potasio y calcio. A continuación en el cuadro 5, se describe la tabla nutricional de la yuca.

Cuadro 5: Tabla nutricional (por 100 g de porción comestible de yuca mandioca)

Componentes	Cantidad
Calorías	120 cal
Proteínas	3,1 g
Grasas	0,4 g
Hidratos de Carbono	26,9 g
Magnesio	66 g
Potasio	764 mg
Vitamina B6	0,3 mg
Vitamina C	48,2 mg
Almidón	19%

Fuente: www.consumer.es [Consulta: 2009, Junio 7]

2.3.4 Producción nacional de yuca en Ecuador

A nivel nacional se expresa en toneladas métricas de yuca en raíz fresca consumidas en el Ecuador. En el cuadro: 6 se destaca la producción de yuca anual.

Cuadro 6: Producción Nacional de Yuca en Ecuador

AÑO	PRODUCCIÓN	AÑO	PRODUCCIÓN
1990	134.245	1995	75.683
1991	90.279	1996	76.790
1992	76.285	1997*	138.172
1993	76.337	2000**	84.971
1994	77.490		

Fuente: INEC, MAG Elaboración: Proyecto SICA-MAG (www.sica.gov.ec)

*Valor estimado **Tercer Censo Agropecuario

Cuadro 7: Condiciones Agroecológicas de la Yuca

Agroecológicos	
Clima	Trópico, sub trópico, cálido
Temperatura	26 – 28 °C, no apta a menos de 17 °C. , y cesa a los 10 °C
Hora - luz	10 - 12 (fotoperiodo)
Humedad	80 – 90%
Pluviosidad	800 – 1.800 mm. anuales
Altitud	Hasta 1.000 m.s.n.m.
Vientos	menores de 30 km / h
Formación ecológica	Bosque húmedo tropical, bosque seco tropical.
Requerimientos edáficos	
Textura	Francos, ligeros, con buen drenaje.
Acidez	5,5 a 7,5
Tipo de suelo	Bien drenados, francos, franco - limosos, profundos, ricos en potasio.

(PROEXANT, 2008).

2.4 LÚPULO



Fotografía 4: Hoja de Lúpulo y Lúpulo en Pellets

EL lúpulo es una planta trepadora de la cual se utilizan las flores femeninas para dar el amargor. El lúpulo se añade en diferentes proporciones de manera que genere el sabor, amargor y aroma dependiendo de tiempo en que el lúpulo está en contacto con el mosto en ebullición.

El lúpulo es utilizado en cervecerías por su poder de amargor. El lúpulo se encuentra en la lupulina (gránulos de color amarillo que se encuentran en la flor) siendo estos unos ácidos amargos cristalizables que confieren el poder de amargor. Estos ácidos amargos se oxidan y polimerizan fácilmente perdiendo su poder de amargor, estos fenómenos son acelerados por el oxígeno, temperatura, y humedad. Siendo importante que para su conservación deban ser colocados en lugares adecuados a 0 °C donde el grado hidrométrico no pase de 70 a 75%.

El amargado del mosto tiene lugar por el ingreso de determinadas sustancias amargas del lúpulo, siendo: ácidos alfa o humulona, ácidos beta o lupulona, resinas blandas alfa, resinas blandas beta, resinas duras. Siendo sus amargos relativos.

Asimismo también imparte sabor el tanino de lúpulo el cual da el sabor final a la cerveza, merced a su capacidad de reacción con ciertas proteínas del mosto; el

aroma característico está dado en cambio por los aceites del lúpulo los cuales son una mezcla de varios aceites con un punto de ebullición de 127 a 300 °C.

Los ácidos alfa o humulonas que son una mezcla de homólogos como son la Humulona, Comulona, Adhumulona, pre-humulona y Posthumulona. Los ácidos alfa, tal cual no son amargos y su presencia en la cerveza es ínfima, por ebullición los ácidos alfa se transforman en ácidos iso-alfa que son más amargos y solubles en el mosto.

<http://www.aldon.org/cerveza/lupulo.htm> (Agosto, 2009).

A continuación en el cuadro 8, se indica la composición química del lúpulo.

Cuadro 8: Composición Química del Lúpulo

COMPONENTES QUÍMICOS	PORCENTAJE
Materias Nitrogenadas	17,5 %
Materias No Nitrogenadas	27,5 %
Celulosa Bruta	13,3 %
Aceites Esenciales	0,4 %
Taninos	3,0 %
Extracto al Éter (Resinas)	1,3 %
Agua	1,5 %
Cenizas	7,5 %

Fuente: www.monografias.com/trabajos54/cerveza/cerveza2.shtml (consulta 2009, Febrero 10)

Antiguamente se usaban las hojas del lúpulo para agregar a la cerveza, hoy en día se puede comprar los llamados “PELLETS”, que son hojas molidas y deshidratadas que vienen en unos cilindros de 1cm. aproximadamente por 4 mm. de ancho.

El lúpulo se siembra normalmente en los países que tienen 4 estaciones climáticas bien definidas, como los países de Europa, USA. y Argentina, en donde se cultiva la variedad CASCADE, muy popular entre los cerveceros artesanales.

El lúpulo cumple varias funciones importantes, como: amargor, sabor aroma y conservación.

2.4.1 Amargor

La adición de lúpulo en la cerveza logra que tenga un mayor o menor grado de amargo, según la cantidad de lúpulo que se adicione y el estilo de cerveza a elaborar.

2.4.2 Sabor

El lúpulo también otorga sabor a la cerveza. Existen variedades de lúpulo que se utilizan solo para dar sabor, por que son muy pobres en cuanto a poder de amargo y aroma.

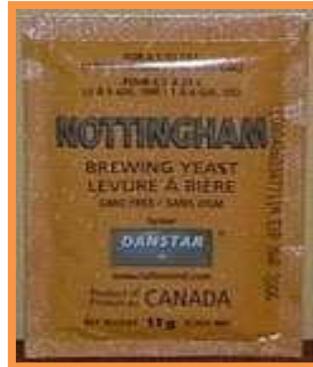
2.4.3 Aroma

Se puede intensificar el aroma de la cerveza gracias al agregado de lúpulo. Existen lúpulos que solo se utilizan para proporcionar una mejor aroma, ya que son muy aromáticos y baja concentración de amargo y sabor.

2.5.4 Conservación

El lúpulo es un gran bactericida, por lo que ayuda a la cerveza a prolongar el tiempo de vida, evitando la descomposición a causa de bacterias. Fabián Gorostiaga, (2008).

2.5 LEVADURA CERVECERA



Fotografía 5: Levadura Nottingham

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se alimentan de los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO₂ (gas) durante un proceso llamado fermentación que se realiza en ausencia de oxígeno, según J. S. Hough (2002).

Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencian es que ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14 y 25°C, mientras que LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas.

Normalmente las cervezas industriales se elaboran con levaduras LAGER, y las artesanales utilizan en su gran mayoría levaduras ALE, debido a que es fácil mantener un fermentador Sparkling a temperatura de 14 a 25°C, que mantenerlo a 6 a 10 °C.

También existen diferencias en cuanto al sabor de cada levadura, a pesar de que haya que tener un paladar muy experimentado para poder descubrir qué tipo de levadura ha sido utilizada en una cerveza.

En el caso de la cerveza artesanal se producen dos fermentaciones: La primera en el fermentador Sparkling donde se genera cierta cantidad de alcohol, aproximadamente unos 3°GL y la segunda fermentación ocurre dentro de la botella donde gracias a la adición extra de azúcar se genera mas alcohol y gas, según Fabián Gorostiaga, (2008).

Para la fabricación de la cerveza se puede partir de cultivos de una sola célula (cultivo puro) para la propagación de la levadura; pero para los cerveceros la levadura se recupera después de la fermentación y se puede emplear una y varias veces durante varias generaciones. Diversas cepas de levadura tienen características diferentes e individuales de sabor, las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza se pueden clasificar como pertenecientes a una u otra de las dos especies del género *saccharomyces*:

- *saccharomyces cerevisiae*
- *saccharomyces uvarum*

Siendo los de fermentación alta las pertenecientes a la *cerevisiae* y a la de fermentación baja a la *uvarum*. Las demás especies se clasifican como levaduras salvajes como la *candida*, *pichia*, *cloequera*, *pongue*, etc. pues deterioran el sabor de la cerveza. La típica levadura cervecera es oval o esférica con un diámetro de 2 a 8 μ m y una longitud de 3 a 15 μ m.

La levadura contiene un promedio de 75% de agua y entre los constituyentes más importantes de la sustancia seca el 90 a 95% es materia orgánica, la cual tiene un 45% de carbohidratos 5% de materias grasas y 50% de materias nitrogenadas, siendo las más importantes en las nitrogenadas las proteínas y en menos cantidad las vitaminas, dentro de las materias inorgánicas que viene a ser en un 5 a 10% encontramos fósforo, potasio, sodio, magnesio, cinc, hierro, y azufre, y el contenido de materias grasas es de un 8%. Vicente Ediciones, (1994) “Manual de industrias alimentarias”.

2.5.1 Clasificación de las levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares que se reproducen por gemación. No encajan perfectamente en ningún grupo de hongo por lo que parece apropiado revisar, siquiera sea someramente, clasificación de los hongos en general.

➤ **Ficomietos**

Los ficomietos desarrollan normalmente micelios, tubos ramificados, protegidos por una pared, de diámetro bastante uniforme, que contienen citoplasma y numerosos núcleos. Los micelios de los ficomietos no tienen septos transversos. Algunos (como los mohos del pan, *Mucor* y *Rhizopus*) tienen células sexuales masculinas y femeninas de igual tamaño y forma. Otros tienen células sexuales femeninas de mayor tamaño, por ejemplo *Pseudoperonospora*, el responsable de la peronospora del lúpulo.

➤ **Ascomietos**

Los ascomietos tienen micelios divididos por septos trasversos, poseen esporas características (ascosporas), producidas en sacos, nominados aseas, una vez que se ha producido la fusión sexual. Otras esporas, llamadas conidios, no proceden de la unión sexual. Constituye el grupo más numeroso de los hongos y en el se incluyen muchas levaduras, como los *Saccharomyces*, y hongos, como los *Pergillus* y *Penicillium*, muy usados en las industrias microbiológicas.

➤ **Basidiomietos**

Los basidiomietos también poseen micelios divididos por redes transversas, pero sus basidiosporas se forman en cuatro ecrescencias de una célula característica, denominada basidio. La roya y el carbón de la cebada constituyen ejemplos de basidiomietos, pero más familiares resultan los champiñones o los niscalos o

robellones. A este grupo pertenecen las levaduras del género *Sporobo-lomyces* que posee esporas externas, poco corrientes denominadas balistosporas.

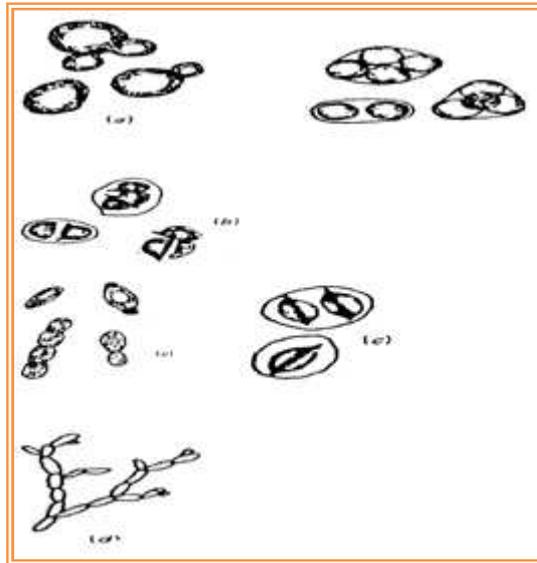


Grafico 3: tipos de levaduras

Esquemas de (a) *Saccharomyces cerevisiae* (gemación multilateral), (b) *Schiwsaccharomyces pombe* (fusión binaria), (c) *Nadsonia sp* (gemación bipolar), (d) *pseudomicelio* de *Pielia membranaefaciens*.

Vicente Ediciones, (1994).

2.5.2 Estructura de la célula de levadura

Una célula de una levadura de cerveza típica tiene, cuando se halla plenamente desarrollada, entre 8 y 14 nm de diámetro y una masa de materia seca de 40 pg. Por tanto 10^{12} células desecadas pesan unos 40 g. En vivo, prensadas, ese mismo número de células pesan unos 200 g.

El examen al microscopio ordinario revela que cada célula está rodeada por una pared y que en el interior de la misma se pueden distinguir pocas estructuras, salvo una o más vacuolas. Para observar el núcleo y varios otros orgánulos se necesita recurrir a preparaciones teñidas, o a la microscopía de contraste de fases.

La superficie de las levaduras se puede estudiar mediante microscopía electrónica de barrido y las estructuras internas mediante microscopía electrónica de transmisión, sobre preparaciones fracturadas por congelación, frescas, no fijadas

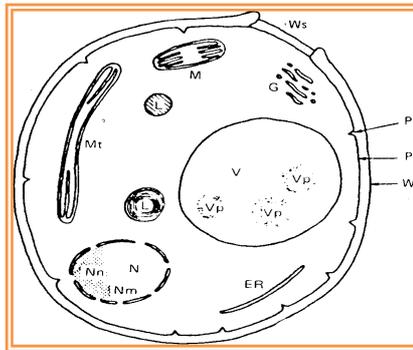


Grafico 4: Estructura de la sección transversal de una célula de levadura

Diagrama de una electronografía de la sección transversal de una célula en reposo de levadura de panadero (*Saccharomyces cerevisiae*).

Vicente Ediciones, (1994).

2.6 AGUA CERVECERA

La naturaleza del agua empleada en la fabricación de cerveza es de mucha atención y se llega a decir que el éxito de la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye cerca del 95% del contenido de la cerveza por lo que es un ingrediente fundamental y del cual interesa esencialmente su contenido de sales y especialmente su dureza. Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales aunque ciertos tipos de cerveza requieren una gran cantidad de sulfatos como las famosas “pale ale” que se utiliza agua del río. Fabián Gorostiaga, (2008).

El PH es el de más importancia para las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso; en todos los pasos de la fabricación hay disminución del PH y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio.

La influencia del contenido mineral del agua sobre el PH es importante durante la fabricación y algunos componentes minerales ejercen una influencia específica, influencia estabilizadora de los iones calcio sobre las amilasas. Los iones de calcio reaccionan con los fosfatos orgánicos e inorgánicos de la malta precipitando fosfatos de calcio, el resultado es la acidificación del mosto si el calcio se halla en forma de sulfato.

El ión magnesio se encuentra raramente en dosis superiores a 30 mg/l. El ión potasio se encuentra raramente en gran cantidad produce el mismo efecto pero en menor cuantía. La mayoría de los demás iones como cloruros, sulfatos, sodio y potasio no tienen otra influencia que en el sabor de la cerveza.

<http://culturillacervecera.blogspot.com/2008/03/agua.html> (Agosto, 2009)

Cuadro 9: composición del agua para fabricar cerveza

COMPONENTES	CERVEZA FUERTE (g/hl)	CERVEZA LIGERA (g/hl)
Dureza total	14,8	1,57
Dureza no carbonatada	0,6	0,3
Dureza de carbonatos	14,2	1,27
CaO	10,6	0,98
MgO	3	0,12
Sulfatos	0,75	0,43
CO ₂	11,15	1
Nitratos	Trazas	Trazas
Cloruros	0,16	0,5

Fuente: <http://culturillacervecera.blogspot.com/2008/03/agua.html>(Agosto, 2009)

Cuadro 10: Análisis de agua cervecera en mg/l

	Burton	Dortmund	Munich	Pilsen
Sodio	54	69	10	32
Magnesio	24	23	19	8
Calcio	352	260	80	7
Nitratos	18	-----	3	----
Cloro	16	106	1	5

Fuente: <http://culturillacervecera.blogspot.com/2008/03/agua.html> (Agosto, 2009)

2.7 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico que además de generar etanol desprende grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) además de energía para el metabolismo de las bacterias anaeróbicas y levaduras.

La fermentación alcohólica (denominada también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno - O₂), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es: (CH₃-CH₂-OH), dióxido de carbono (CO₂) en forma de gas y unas moléculas de ATP (adenosin trifosfato), que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico.

El etanol resultante se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas, tales como el vino, la cerveza, la sidra, el cava, etc. Aunque en la actualidad se empieza a sintetizar también etanol mediante la fermentación a nivel industrial a gran escala para ser empleado como biocombustible.

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO₂ como desechos consecuencia de la fermentación. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados.

Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno (O₂), máxime durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico

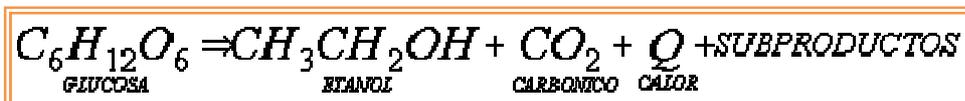
S. Martín Aparicio "Cinética del proceso de fermentación alcohólica del mosto de cerveza"(2004).

Si nos remontamos al origen etimológico de la palabra “fermentar”, rápidamente podremos entender lo que acontece en un depósito de fermentación. La palabra “fermentar” procede del término latino “*fervere*”, que significa “hervir”. Dicha denominación nos hace una idea del aspecto que toma el líquido, aunque en este caso la sensación de agitación se produce principalmente por el desprendimiento de CO₂, no exento de un desprendimiento de calor, de aquí que no es raro pensar que de la observación del proceso, se llegase a este término. Así, lo que ahora conocemos como “levadura”, antes de Pasteur era conocido como “fermento”.

Es evidente que durante el proceso de fermentación el líquido sufre una serie de cambios, entre los que más se evidencian está el cambio en su composición, pasando de un líquido en el que predominan los azúcares (agua+azúcar) a uno en el que predomina el etanol.

Podemos por tanto plantear la fermentación como el proceso donde la glucosa es transformada por un microorganismo en etanol y en una serie de componentes con

especiales cualidades sensoriales (olor y sabor) y con desprendimiento de CO₂ y calor.



Para hacernos una idea, la transformación de 1Kg de azúcar produce aproximadamente 500 a 520 g. de alcohol y de 480 a 500 gramos de CO₂.

J. S. Hough (2002).

2.8 CARBOHIDRATOS

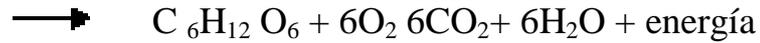
Los carbohidratos están formados por los siguientes átomos: **oxígeno, hidrógeno y carbono**. Son solubles en agua debido a la presencia de los siguientes grupos polares, que pueden formar H-enlaces con el agua:

- Grupo hidroxilo (OH)
- Grupo aldehído (H-C=O)
- Grupo cetona (-C=O)

Los carbohidratos se dividen en tres grupos según su complejidad:

- **Monosacáridos:** compuestos por un solo azúcar, tales como: glucosa, fructosa, y ribosa. Los nombres de los azúcares terminan con el sufijo -osa, que significa azúcar. Los monosacáridos pueden tener 3, 4, 5, 6 o más átomos de carbono en sus estructuras.

En el proceso de la respiración, la glucosa se rompe dentro de la célula para producir energía en forma de ATP, como se muestra a continuación:



La glucosa es transportada desde el intestino delgado a todas las células del cuerpo a través de la circulación. Su nivel en sangre está controlado por hormonas, entre las cuales se encuentran la insulina y el glucagón, que son secretadas por el páncreas y actúan en el hígado.

La estructura de la glucosa puede existir de la forma mostrada a continuación, conocida como **α - D- glucosa**. Los números indican la posición de los carbonos en la estructura. Vicente Ediciones, (1994).

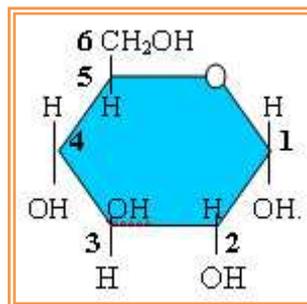
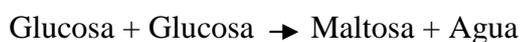


Grafico 5: Estructura de la glucosa

La glucosa es un monosacárido compuesto por 6 carbonos. Su estructura de anillo se basa en 5 átomos de carbono y un átomo de oxígeno.

Los números 1-6 se refieren a la posición del carbono en la molécula de azúcar. Se empieza a enumerar a la derecha del átomo de oxígeno y según las agujas del reloj.

- **Disacáridos:** son carbohidratos que se forman por la reacción de condensación de dos monosacáridos como se muestra en el siguiente ejemplo:



El siguiente diagrama ilustra esta reacción:

Vicente Ediciones, (1994).

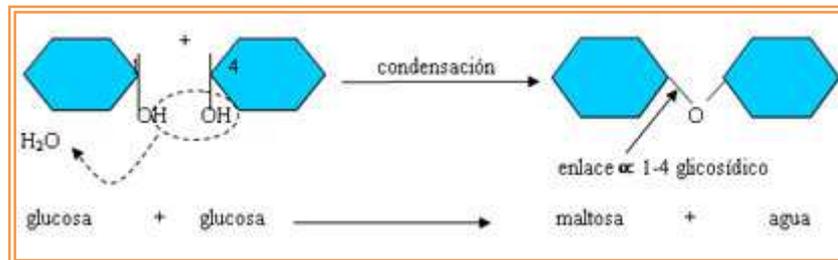


Grafico 6: Reacción de condensación de dos monosacáridos

La **condensación** es la construcción de grandes moléculas a partir de pequeñas, eliminando el agua.

Otros ejemplos de disacáridos son: la **sacarosa**, formada mediante la reacción de condensación de la glucosa con la fructosa. La lactosa (el azúcar de la leche), formada mediante la reacción de condensación de la glucosa con la galactosa. Vicente Ediciones, (1994)

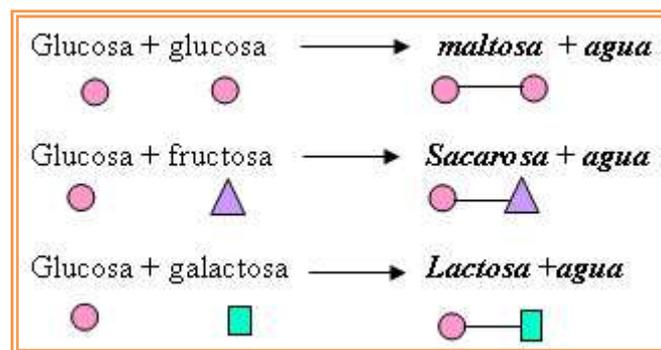


Gráfico 7: Reacción de condensación de la glucosa, fructosa y galactosa

- **Polisacáridos:** Son polímeros formados por la reacción de condensación de tres o más monosacáridos (monómeros).

2.9 ALMIDÓN

El **Almidón** (amilasa), es un polisacárido que funciona como sustancia de depósito en las células de plantas. Formada por 1000 o más unidades de alfa-glucosa unidas por enlaces glicosídicos. Vicente Ediciones, (1994).

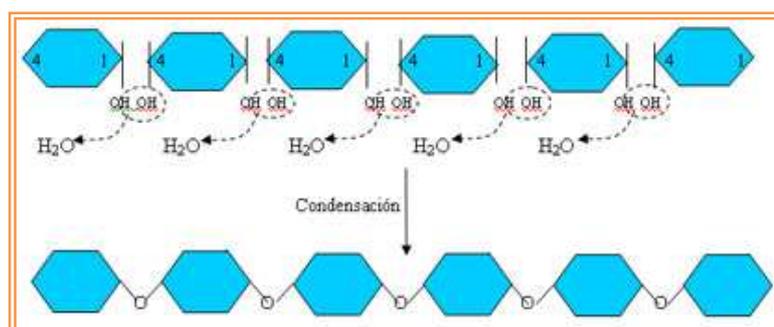


Grafico 8: Estructura del almidón

El polímero de almidón existe en forma de espiral. La forma de espiral es mantenida por los enlaces de hidrógeno. Vicente Ediciones, (1994).

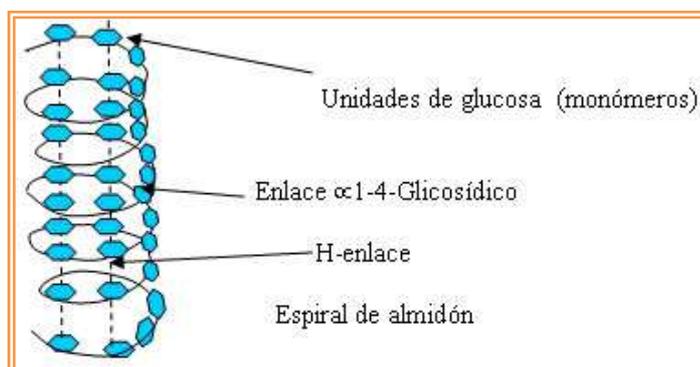


Grafico 9: Polímero de almidón en forma espiral

El almidón se encuentra en las células de la planta como estructuras llamadas granos de almidón. Estos, se pueden ver al microscopio en secciones finas de tubérculos de patata teñidos de negro con el yodo. Otros ejemplos de estructuras en plantas que contienen gran cantidad de almidón son los cereales como trigo, arroz y maíz. El almidón se almacena en estas semillas para proporcionar energía

para el crecimiento del embrión durante la germinación de semillas. Vicente Ediciones, (1994).

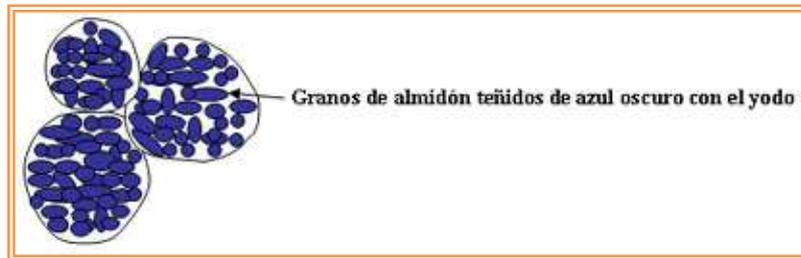


Gráfico 10: Granos de almidón

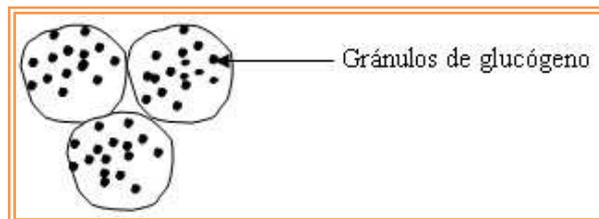


Gráfico 11: Granos de almidón en células de patatas vistas al microscopio

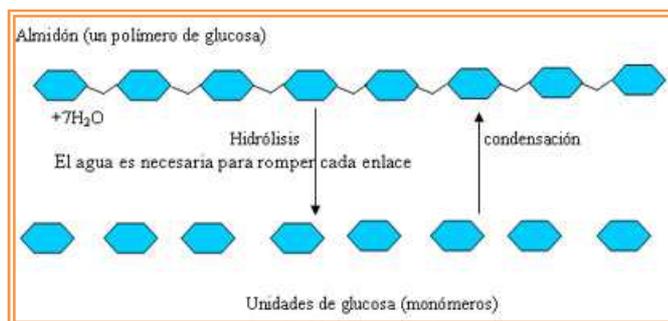


Gráfico 12: Gránulos de glucógeno en las células hepáticas vistos al microscopio.

2.9.1 Hidrólisis del almidón

Hidrólisis es una reacción que rompe grandes moléculas para pasar a pequeñas, con la adición de agua.

En la hidrólisis del almidón, cada enlace glicosídico (indicado con flecha) se rompe utilizando una molécula de agua. Un almidón con 4 unidades de glucosa necesita 3 moléculas de agua para la hidrólisis de los 3 enlaces.

Cuadro 11: Composición Química de los Almidones de Yuca

	Almidón nativo	Almidón calentado con microondas	Almidón Pregelatinizado
Humedad %	10,21 ^c ±0,01	9,73 ^b ±0,01	8,4 ^a ±0,02
Cenizas %	0,11 ^a ±0,01	0,14 ^b ±0,03	0,16 ^c ±0,01
Proteína cruda (%) **	ND	ND	ND
Grasa cruda %	0,12 ^c ±0,04	0,01 ^a ±0,05	0,07 ^b ±0,07
Fibra cruda %	0,28 ^a ±0,01	0,19 ^a ±0,02	0,28 ^a ±0,02
Azúcares reductor %	0,02 ^a ±0,01	0,07 ^b ±0,005	ND
Azúcares no reductor %	ND	0,02 ^a ±0,005	0,05 ^b ±0,005

Fuente: Tomado de ALVARADO Montaldo (1983) Cultivo de raíces y tubérculos tropicales IICA (Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola) San José, Costa Rica

Base seca (excepto humedad)

Los valores (promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar) en una fila seguidos de una letra distinta son estadísticamente diferentes (p <0,05)

** % N x 6,25

ND: no detectado

2.10 GELATINIZACIÓN

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden embeber agua de manera reversible; es decir, pueden hincharse ligeramente con el agua y volver luego al tamaño original al secarse. Sin embargo cuando se calientan en agua, los gránulos de almidón sufren el proceso denominado gelatinización, que es la disrupción de la ordenación de las moléculas en los gránulos. Durante la gelatinización se produce la lixiviación de la amilosa, la gelatinización total se

produce normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura, siendo los gránulos más grandes los que primero gelatinizan.

www.zonadiet.cm.bebidas/a-cerveza.htm (Enero, 2009)

2.11 LAS ENZIMAS

Estructura de la triosafosfato isomerasa. Conformación en forma de diagrama de cintas rodeado por el modelo de relleno de espacio de la proteína. Esta proteína es una eficiente enzima involucrada en el proceso de transformación de azúcares en energía en las células.

En bioquímica, se llaman enzimas las sustancias de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sea termodinámicamente posible (si bien no pueden hacer que el proceso sea más termodinámicamente favorable). En estas reacciones, las enzimas actúan sobre unas moléculas denominadas sustratos, las cuales se convierten en diferentes moléculas, los productos. Casi todos los procesos en las células necesitan enzimas para que ocurran en tasas significativas. A las reacciones mediadas por enzimas se las denomina reacciones enzimáticas.

2.11.1 Actividad Enzimática

La sustancia sobre la cual actúa una enzima se llama sustrato. Los sustratos son específicos para cada enzima: La sacarosa es el sustrato de la sacarasa que actúa rompiéndola en sus componentes.

Las enzimas actúan de acuerdo con la siguiente secuencia: La enzima (E) y el sustrato (S) se combinan para formar un complejo intermedio enzima sustrato (E-S), el cual se descompone formando un producto y regenerando la enzima.



2.11.2 Clasificación de las enzimas

Existe una clasificación normalizada con 6 categorías principales dependiendo de la reacción que catalice la enzima.

Cuadro 12: Clasificación de las enzimas

<i>Tipo de enzimas</i>	Actividad
Hidrolasas	Catalizan reacciones de hidrólisis. Rompen las biomoléculas con moléculas de agua. A este tipo pertenecen las enzimas digestivas.
Isomerasas	Catalizan las reacciones en las cuales un isómero se transforma en otro, es decir, reacciones de isomerización.
Ligasas	Catalizan la unión de moléculas.
Liasas	Catalizan las reacciones de adición de enlaces o eliminación, para producir dobles enlaces.
Oxidoreductasas	Catalizan reacciones de óxido-reducción. Facilitan la transferencia de electrones de una molécula a otra. Ejemplo; la glucosa, oxidasa cataliza la oxidación de glucosa a ácido glucónico.
Transferasas	Catalizan la transferencia de un grupo de una sustancia a otra. Ejemplo: la transmetilasa es una enzima que cataliza la transferencia de un grupo metilo de una molécula a otra.

Fuente: Biotecnología de la cerveza y de la malta (consulta, febrero, 2009)

2.11.3 Función de las Enzimas

Las enzimas son proteínas que catalizan todas las reacciones bioquímicas. Además de su importancia como catalizadores biológicos, tienen muchos usos médicos y comerciales.

Un catalizador es una sustancia que disminuye la energía de activación de una reacción química. Al disminuir la energía de activación, se incrementa la velocidad de la reacción.

La mayoría de las reacciones de los sistemas vivos son reversibles, es decir, que en ellas se establece el equilibrio químico. Por lo tanto, las enzimas aceleran la formación de equilibrio químico, pero no afectan las concentraciones finales del equilibrio. J. S. Hough (2002).

2.12 DIFERENCIAS ENTRE LAS CERVEZAS ARTESANALES E INDUSTRIALES

Hoy en día, en todos los países del mundo se consumen cervezas industriales, las cuales están muy alejadas de la verdadera cerveza, ese producto que es totalmente, elaborado según la ley de pureza alemana de 1516 que establece la utilización de malta de cebada; por lo que si consideramos la calidad de la cerveza artesanal será de mejor nutrición para la población, pudiendo ser consumida por todos los estratos sociales.

Las cervezas industriales son elaboradas con mezcla de malta de cebada y cereales adjuntos, como el arroz o el maíz, que son más económicos, por lo que sirven para que las empresas tengan bajos costos de producción, también les agrega antioxidantes, estabilizantes, sin importar demasiado la calidad del producto y alejándose de lo que realmente es una cerveza artesanal auténtica. Según Fabián Gorostiaga, CAE “Cerveceros Artesanales del Ecuador” (2008).

Tampoco se le da a la cerveza industrial el tiempo necesario de estacionamiento para que esté “a punto”, generalmente por la gran demanda, ni bien se embotella el producto sale a la venta.

Por otro lado, tanto en el Ecuador, como en los demás países de América, la variedad de cervezas no es grande, todas elaboran el mismo estilo “PILSEN LAGER”, tienen el mismo color, la misma espuma, el mismo grado alcohólico, la misma cantidad de gas, el sabor es muy parecido y lo único que las diferencia es la etiqueta, mientras que la enorme variedad de estilos de cerveza artesanal hace que podamos degustar una infinidad de tipos de cerveza, desde Rubias o Doradas, pasando por Rojas, Negras, Ahumadas, de Trigo, Amargas, con alto o bajo contenido alcohólico como las Barley Wine o Vino de Cebada, que llegan a tener 10 o más grados de alcohol, logrando de esta manera una cerveza con un contenido alcohólico similar al vino, de allí su nombre.

La cerveza artesanal es más sana que la industrial por el simple motivo de no llevar productos químicos, es mucho más nutritiva por ser hecha en base a cebada, la cual contiene nutrientes muy importantes para la salud humana, obviamente bebiendo con moderación, según Fabián Gorostiaga (2008).

También hay que tener en cuenta que la gasificación de la cerveza artesanal, se produce en forma totalmente natural, gracias a la fermentación en botella, mientras que las cervezas industriales son inyectadas con gas carbónico.

Otra de las grandes diferencias entre una cerveza artesanal y una industrial, es el esfuerzo y la preocupación que un cervecero artesanal pone en la elaboración de su producto, ya que no cuenta con la tecnología que tienen las cervecerías industriales, por lo que el producto final es un producto mucho más cuidado, y con mejor calidad.

Por lo tanto se puede decir que las diferencias entre las artesanales y las industriales son muchas y muy importantes, logrando así un enorme interés por

parte de los consumidores que hoy en día en muchas partes del mundo se vuelcan a productos artesanales, por la dedicación en el proceso de elaboración, por la falta de elementos químicos, y por la amplia variedad de productos que se ofrecen, según Fabián Gorostiaga (2008).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Parroquia:	El Batán

3.1.2 Características climáticas:

Temperatura media anual:	18.5 °C
Altitud:	2800 m.s.n.m.
Humedad relativa:	84 %
Punto de condensación:	48°C
Longitud:	0°-30'-10"
Latitud:	78°-34'-24"

Fuente: Estación de Meteorología de Quito (INAQUITO), Septiembre 2009

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Equipos de laboratorio

3.2.1.1 Equipos

- Molino de acero inoxidable
- Cooler grande 48/50 litros
- Sparkling (fermentador) de 20 litros
- Cocina industrial
- Corchadora

3.2.1.2 Instrumentos

- Vasos de precipitación (250 ml)
- Probeta 500 ml
- Densímetro
- Alcohólímetro
- Termómetro
- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Pipeta 10 ml
- Jarra medidora de un litro
- Manguera plástica blanca
- Colador
- Funda maceradora
- Olla aluminio 20 litros
- Embudo grande
- Embudo pequeño para embotellar
- Filtro de cafetera
- Tapón de goma

- Air lock
- Tapadora de martillo
- Tapas corona
- Cepillo plástico para limpiar botellas
- Rociadores plásticos
- Tubo plástico para embotellar
- Llave de desagote

3.2.1.3 Materiales

3.2.1.3.1 Insumos

- Cebada
- Harina de yuca
- Lúpulo
- Azúcar
- Levaduras Cervecera
- Agua
- Gelatina sin sabor
- Enzima (Fungamyl 120L)

3.2.1.3.2 Reactivos

- Alcohol desinfectante
- Hidróxido de sodio
- Indicador(fenolftaleína)

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Factores en estudio.

Los factores en estudio en la evaluación de la cerveza artesanal de cebada y yuca, elaborado con tres niveles de lúpulo y tres niveles de azúcar, fueron según el orden de utilización de los factores en el proceso:

3.3.2 Factores para la elaboración de cerveza artesanal de cebada

- **Factor A (Nivel de Lúpulo):**

A1	0,9 g/l
A2	0,7 g/l
A3	0,5 g/l

- **Factor B (Nivel de Azúcar):**

B1	9 g/l
B2	7 g/l
B3	5 g/l

Los valores de los diferentes niveles guardaron relación con los ensayos previos realizados.

Cuadro13: Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal de cebada

Tratamiento	Factor A (Nivel de lúpulo)	Factor B (Nivel de azúcar)	Combinaciones
T1	A1	B1	A1B1
T2	A1	B2	A1B2
T3	A1	B3	A1B3
T4	A2	B1	A2B1
T5	A2	B2	A2B2
T6	A2	B3	A2B3
T7	A3	B1	A3B1
T8	A3	B2	A3B2
T9	A3	B3	A3B3

3.3.2.1 Características del Experimento (cebada)

Número de tratamientos:	Nueve	(9)
Número de repeticiones:	Tres	(3)
Número de unidades experimentales:	Veinte y siete	(27)

3.3.2.2 Unidad Experimental

Cada unidad experimental tuvo 2 litros de cerveza artesanal de cebada, envasados en 6 botellas de vidrio capacidad de 330cm³.

3.3.2.3 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó para realizar la “Evaluación de la cerveza artesanal de cebada”, elaborado con tres niveles de lúpulo y tres niveles de azúcar; fue un Diseño Completamente al Azar con arreglo Factorial A x B.

3.3.2.4 Análisis Estadístico

El esquema de análisis de la varianza es el siguiente para la cebada:

Cuadro 14: ADEVA. Proceso de elaboración de cerveza artesanal de cebada

Fuentes de variación	Grados de libertad.
Total	26
Tratamientos	8
Factor A	2
Factor B	2
Interacción A x B	4
Error experimental	18

3.3.2.5 Análisis Funcional

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos, para factores la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

3.3.3 Factores para la elaboración de cerveza artesanal de yuca

- **Factor A (Nivel de Lúpulo):**

A1	0,9 g/l
A2	0,7 g/l
A3	0,5 g/l

- **Factor B (Nivel de Azúcar):**

B1	9 g/l
B2	7 g/l
B3	5 g/l

Los valores de los diferentes niveles guardaron relación con los ensayos previos realizados.

Cuadro 15: Tratamientos para la elaboración de cerveza artesanal de yuca

Tratamientos	Factor A (Nivel de lúpulo)	Factor B (Nivel de azúcar)	Combinaciones
T1	A1	B1	A1B1
T2	A1	B2	A1B2
T3	A1	B3	A1B3
T4	A2	B1	A2B1
T5	A2	B2	A2B2
T6	A2	B3	A2B3
T7	A3	B1	A3B1
T8	A3	B2	A3B2
T9	A3	B3	A3B3

3.3.3.1 Características del Experimento (yuca)

Número de tratamientos:	Nueve	(9)
Número de repeticiones:	Tres	(3)
Número de unidades experimentales:	Veinte y siete	(27)

3.3.3.2 Unidad Experimental

Cada unidad experimental tuvo 2 litros de cerveza artesanal de yuca, envasados en 6 botellas de vidrio capacidad de 330cm³.

3.3.3.3 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó para realizar la “Evaluación de la cerveza artesanal de yuca”, elaborado con tres niveles de lúpulo y tres niveles de azúcar; fue un Diseño Completamente al Azar con arreglo Factorial A x B.

3.3.3.4 Análisis Estadístico

El esquema de análisis de la varianza es el siguiente para la yuca:

Cuadro 16: ADEVA. Proceso de elaboración de cerveza artesanal de yuca

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	26
Tratamientos	8
Factor A	2
Factor B	2
Interacción A x B	4
Error Experimental	18

3.3.3.5 Análisis Funcional

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos, para factores la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Cuadro 17: Variables cuantitativas analizadas para la cerveza artesanal de cebada y yuca.

ANÁLISIS	NORMAS
pH	Norma, NTE 2325
°GL	Norma, NTE 340
Acidez total	Norma, NTE 2323
Densidad	Norma, NTE 349
CO ₂	Norma, NTE 2324

3.4.1 Descripción del método de análisis de las variables físico – químicas

a) pH: Se realizó a los 15 días después de haber sido envasados, utilizando el potenciómetro digital escala 1-14 previo una calibración del mismo, y se comparó con la Norma INEN NTE 389, INEN NTE 783, para ver si estamos dentro de los parámetros establecidos.

b) ° GL: Se realizó a los 15 días después de haber sido envasados, con la utilización del alcoholímetro centesimal de Gay-Lussac, con el objetivo de determinar la cantidad de etanol presente, y se comparó con la norma INEN 340 para ver si se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

c) **Acidez total:** Se realizó el análisis a los 15 días después de haber sido envasados, por el método (titulación con fenolftaleína), el resultado se expresó como ácido láctico; se comparó con la Norma, INEN NTE 2323, para ver si se cumple con los requisitos establecidos de la cerveza con un máximo de 0,3 según esta norma.

d) **Densidad:** Este parámetro se realizó a los 15 días después de haber sido envasados, utilizando un densímetro de líquidos escala 1000-2000, y se comparó con la Norma, NTE 349, para ver si cumplía con las características establecidas de dicho producto.

e) **Anhídrido Carbónico (CO₂):** Esta prueba se realizó a los 15 días después de haber sido envasados; por volumetría con Na (OH) 0,1 N y Verdebromocresol, con el objetivo de ver la presencia volumétrica en nuestro producto y se comparó con la norma INEN NTE 2324 que nos indica un máximo de volumen de (CO₂) de 3,5. De esta manera podemos observar si se cumple con los rangos establecidos.

3.5 DETERMINACIÓN DE LA MEZCLA ENTRE CERVEZA DE CEBADA Y YUCA

Luego de haber obtenido los mejores tratamientos independientemente de cerveza: de cebada y yuca se procedió a la mezcla de estos tratamientos de acuerdo al cuadro: 18, para determinar organolépticamente cuál de estos es de mayor aceptabilidad para los panelistas.

Cuadro 18: Porcentajes de mezcla de los mejores tratamientos de cerveza de cebada y de yuca

Cerveza de cebada	Cerveza de yuca
85%	15%
70%	30%
50%	50%
30%	70%
15%	85%

3.5.1. Variables cualitativas evaluadas sensorialmente en la mezcla de cerveza de cebada y yuca

Cuadro 19: Análisis Organolépticos

Análisis	Método
Olor	Evaluación sensorial
Color	Evaluación sensorial
Sabor	Evaluación sensorial

3.5.1.1. Descripción del método de análisis de las variables organolépticas de la mezcla de cerveza artesanal.

Todas las mezclas de cerveza de cebada y yuca fueron evaluadas en una escala de 1 a 5, correspondiendo el 5 a la muestra que mejor se ajusta a la característica deseada por el degustador, y de acuerdo a la Norma INEN NTE 2262 de la

cerveza, se realizó al final del experimento. Este análisis de las variables organolépticas se efectuó utilizando el método estadístico de Friedman.

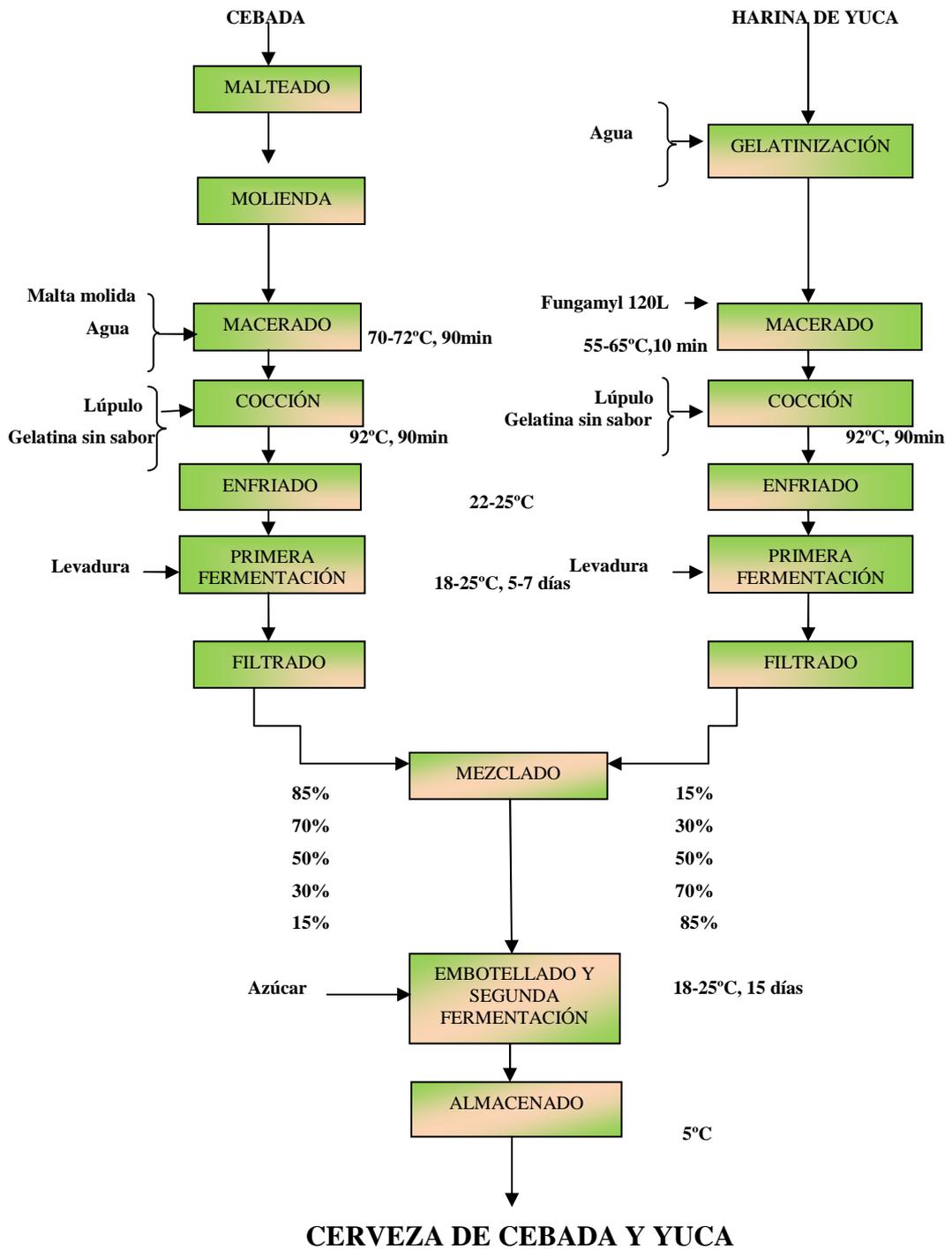
3.5.2. Variables microbiológicas que se analizó al producto final de la mejor mezcla de cerveza artesanal.

Cuadro 20: Análisis Microbiológicos

Análisis Microbiológicos		
Análisis	Método	Momento de Evaluación
Rec. Coliformes y E. coli.	Norma, INEN NTE 765	Al final del experimento
Rec. Mohos	Norma. INEN NTE 1529	Al final del experimento
Rec. Levaduras	Norma. INEN NTE 1529	Al final del experimento

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias y Ambientales en el tiempo establecido en el Cuadro: 20, de análisis microbiológico, los resultados sirven para determinar si están dentro del estándar permitido por las normas de requerimiento microbiológico de la INEN NTE 528.

3.6 Diagrama de bloques para la elaboración de cerveza de cebada y yuca.



3.6.1 DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA CERVEZA DE CEBADA

3.6.1.1 Malteado

El malteado es un proceso en el cual los granos de cebada se ponen en remojo hasta que estos adquieren una humedad determinada, para que provoque la germinación. El tiempo aproximado de la misma es de 3 a 5 días, hasta lograr que el brote tenga el mismo tamaño del grano aproximadamente.



Fotografía 6: Grano de cebada germinado

En ese momento se debe parar el proceso de germinación, ya que se ha realizado la transformación de almidón insoluble en soluble.

Una vez germinado el grano, se realizó el secado y tostado obteniendo así la llamada malta básica, que son granos de cebada con alto contenido de almidón soluble.

3.6.1.2 Molienda



Fotografía 7: Molienda de la malta

La molienda de la malta se realizó utilizando un molino de acero inoxidable, obteniendo 2.500 g de malta molida. En este proceso lo ideal es obtener un 20% de harina, un 50% de grano partido y un 30% de grano entero aproximadamente.

3.6.1.3 Maceración



Fotografía 8: Maceración del mosto

La maceración se dividió en dos partes, **el empaste y aspersión**

a) Empaste

Pesar 2.500g de malta molida dentro de la funda maceradora y colocar la misma dentro del cooler de forma tal que la parte superior de la funda quede colgada hacia fuera y al cerrar la tapa quede sujetado el borde de la funda para que no caiga dentro del cooler.

Agregar 10 litros de agua caliente de 70-72 °C tratando de cubrir la malta que se encuentra dentro de la funda y dejar tapado durante una hora y media, con el fin que los granos absorban el agua caliente y de esta manera se activen las enzimas diastasas que destruirán el núcleo del almidón transformándolo en azúcares fermentables, obteniendo un líquido de color marrón, poco espeso y dulce, llamado MOSTO.

Transcurrido, 1 hora y 30 minutos se realizó el trasvase del mosto del cooler hacia el sparkling, es importante tomar en cuenta la densidad del mosto la cual debe estar entre 1,040 - 1,045 g/cm³ ya que de esta depende el rendimiento.

b) Aspersión

Terminado de sacar el mosto del cooler, se introdujo 5 litros de agua caliente, se tapo y dejó 20 minutos para que los granos desprendan el resto de azúcares fermentables. Se tomó una muestra para determinar qué densidad se tiene en este segundo mosto la cual deberá estar entre 1,030 – 1,035 g/cm³.

Luego de estos procesos. Se introduce 2 litros del segundo mosto al primero, repitiendo este paso hasta que lleguemos a una densidad de 1,025 g/cm³ obteniendo así unos 15 litros de mosto listo para la cocción.

3.6.1.4 Cocción



Fotografía 9: Cocción del mosto

Hervir durante 1 hora en ebullición, y adicionar el LÚPULO (0,5g/l; 0,7g/l; 0,9g/l de acuerdo a la concentración de cada tratamiento), el cual no sólo serviría para dar amargo, sabor y aroma a la cerveza, sino también lograr prolongar su vida útil una vez embotellada, evitando la proliferación de bacterias.

Las adiciones de lúpulo fueron las siguientes:



Fotografía 10: Lúpulo en pellets

Al comenzar a hervir 50 % – Lúpulo para amargor

A los 45 minutos 25 % - Lúpulo para sabor

A los 55 minutos 25 % -Lúpulo para aroma

Es importante aclarar que a los 55 minutos, además del lúpulo, se debe adicionar gelatina sin sabor (2g). Para precipitar las proteínas del mosto producidas por el

lúpulo y la malta, es decir lograr que esas impurezas se depositen en el fondo de la olla, por decantación.

Hay que tener en cuenta algo muy importante durante el hervor, es la formación de espuma en el mosto la cual debe irse sacando utilizando la espumadera, ya que contiene algunos aceites esenciales que pueden dar sabores extraños a la cerveza. Las pérdidas por evaporación durante la cocción fueron de 10 a 14%.

La cocción tuvo una duración aproximada de 1 hora donde se procedió a lupulizar el mosto (darle amargor sabor y aroma), y también poder eliminar proteínas, partículas que enturbian la cerveza y esterilizar el medio para su posterior fermentación.

3.6.1.5 Enfriado

Se sumergió la olla dentro de una bañera, y se colocó agua fría y hielo, para lograr bajar la temperatura de 92°C a 25°C, en aproximadamente media hora dependiendo de la cantidad de litros presentes.

3.6.1.6 Primera Fermentación



Fotografía 11: Fermentación del mosto

Enfriado el mosto entre 22°C a 25°C, se trasvasó al botellón fermentador (sparkling) previamente desinfectado con alcohol, esto es importante para evitar la contaminación con bacterias.

Trasvasado el mosto, se agregó levadura ya activada y se agitó enérgicamente el botellón para que el mosto se oxigene y las levaduras puedan trabajar mejor.

Para activar la levadura se colocó 100 a 150 cm³ de agua hervida y enfriada a una temperatura de entre 22 a 25°C, y se adicionó 11g de levadura cervecera en 20 litros de mosto, dejar reposar durante 5 min.



Fotografía 12: Activación de la levadura

Tapar con el tapón de goma y colocar el air lock, con agua dentro. El cual nos sirve para dejar escapar el gas generado por la fermentación y evitar así que el botellón pueda explotar producto de la presión generada por el gas.

Este botellón hay que mantenerlo a temperatura ambiente (18 a 25 °C) de 5-7 días, ya que en los primeros 2 a 4 días, se miró una actividad importante dentro del botellón, generando una espuma de color marrón y movimiento de elementos que suben y bajan dentro del mosto. A partir del 4to día, la actividad prácticamente cesa, observándose que en el fondo del botellón comienza a formar una capa de residuos producto de la fermentación por decantación y la cerveza comienza a tomar un color diferente.

3.6.1.7 Filtrado

Transcurridos 7 días de fermentación, se realizó el trasvase de la cerveza del Sparkling primario al Sparkling secundario. Este proceso se hizo para eliminar la capa de residuos que se formó durante la fermentación, utilizando la técnica del sifonado, se obtuvo una pérdida del 8 a 10 % por residuos.

Colocar el tapón de goma y el Air Lock, y se dejó este Sparkling durante 7 días más a temperatura ambiente. Con esto se logró que la cerveza termine de fermentar pero al mismo tiempo se redujo la capa de sedimentos, obteniendo una cerveza más cristalina.

3.6.2 DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LA CERVEZA DE YUCA

3.6.2.1 Gelatinización

Se mezcló la harina de yuca con agua en relación de 3.700 g en 12 litros y se llevó a ebullición para conseguir la gelatinización que es la disrupción de la ordenación de las moléculas en los gránulos de almidón produciendo así la separación de los sólidos solubles presentes en esta solución gelatinosa. Una vez que se llegó al punto de ebullición se enfrió a una temperatura de 55–65 °C.

3.6.2.2 Macerado



Fotografía 13: Macerado del mosto

Cuando esta solución ha llegado a la temperatura de 55 - 65°C, se procedió a adicionar 0,05 % de la enzima Fungamyl 120L, con la finalidad de ayudar en la hidrólisis del almidón de yuca transformando la sustancia gelatinosa en un líquido el cual se denominó mosto.

El tiempo luego de adicionada la enzima fue de 10- 15 minutos, donde se obtuvo 15 litros de mosto listo para la cocción.

3.6.2.3 Cocción



Fotografía 14: Cocción del mosto

Hervir durante 1 hora en ebullición, y adicionar el LÚPULO (0,5g/l; 0,7g/l; 0,9g/l de acuerdo a la concentración de cada tratamiento), el cual no sólo serviría para

dar amargo, sabor y aroma a la cerveza, sino también lograr prolongar su vida útil una vez embotellada, evitando la proliferación de bacterias.

Las adiciones de lúpulo fueron las siguientes:



Fotografía 15: Lúpulo en flor

Al comenzar a hervir 50 % -Lúpulo para amargor

A los 45 minutos 25 % - Lúpulo para sabor

A los 55 minutos 25 % -Lúpulo para aroma

Es importante aclarar que a los 55 minutos, además del lúpulo, se adicionó gelatina sin sabor (2g). Para precipitar las proteínas del mosto producidas por el lúpulo y la malta, para lograr que estas impurezas se depositen en el fondo de la olla, por decantación.

Hay que tener en cuenta algo muy importante durante el hervor, es la formación de espuma en el mosto la cual se debe irse sacando utilizando la espumadera, para evitar que los aceites esenciales que contiene puedan dar sabores extraños a la cerveza, se obtuvo una pérdida por evaporación durante la cocción de 12 a 14 %.

La cocción tuvo una duración aproximada de 1 hora donde se procedió a lupulizar el mosto (darle amargor sabor y aroma), y también eliminar proteínas,

partículas que enturbian la cerveza y esterilizar el medio para su posterior fermentación.

3.6.2.4 Enfriado

Se sumergió la olla dentro de una bañera, a la cual se colocó agua fría y hielo, para lograr bajar la temperatura de 92 a 25°C, en aproximadamente media hora dependiendo de la cantidad de litros presentes.

3.6.2.5 Primera Fermentación



Fotografía 16: Fermentación del mosto

Enfriado el mosto entre 22 a 25°C, se trasvasó al botellón fermentador (sparkling) previamente desinfectado con alcohol, esto es importante para evitar la contaminación con bacterias.

Trasvasado el mosto, se agregó levadura ya activada y se agitó enérgicamente el botellón para que el mosto se oxigene y las levaduras puedan trabajar mejor.

Para activar la levadura se colocó 100 a 150 cm³ de agua hervida y enfriada a una temperatura de entre 22 a 25°C, y se adicionó 11g de levadura cervecera, dejar reposar durante 5 min.

Tapar con el tapón de goma y colocar el air lock, con agua dentro. El cual nos sirve para dejar escapar el gas generado por la fermentación y evitar así que el botellón pueda explotar producto de la presión generada por el gas.

Este botellón hay que mantenerlo a temperatura ambiente (18 a 25 °C) de 5-7 días, ya que en los primeros 2 a 4 días, se miró una actividad importante dentro del botellón, generando una espuma de color marrón y movimiento de elementos que suben y bajan dentro del mosto. A partir del cuarto día, la actividad prácticamente cesa, observándose que en el fondo del botellón comienza a formar una capa de residuos producto de la fermentación por decantación y la cerveza comienza a tomar un color diferente.

3.6.2.6 Filtrado

Al cabo de 7 días, se realizó el trasvase de la cerveza del Sparkling primario al Sparkling secundario.

Este proceso se hizo para eliminar la capa de residuos que se formó durante la fermentación, utilizando la técnica del sifonado, se obtuvo una pérdida del 5% por residuos.

Una vez trasvasada la cerveza al segundo Sparkling, volvemos a colocar el tapón de goma y el Air Lock, y se dejó este Sparkling durante siete días más a temperatura ambiente. Con esto se logró que la cerveza termine de fermentar pero al mismo tiempo reducir la capa de sedimentos, obteniendo una cerveza más cristalina.

3.6.3 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CERVEZA DE CEBADA Y YUCA

3.6.3.1 Mezcla



Fotografía 17: Mezclas de cerveza de cebada y yuca en diferentes porcentajes

Se obtuvo 22 a 24 litros resultantes de la elaboración de cerveza de cebada y cerveza de yuca, y se realizó las mezclas con los porcentajes establecidos en el cuadro: 18.

3.6.3.2 Embotellado y Segunda Fermentación



Fotografía 18: Embotellado manual de la cerveza artesanal

Después de realizar el proceso de mezclado se calculó la cantidad de azúcar necesaria para adicionar en la segunda fermentación, que fue de (5g, 7g, 9g) de azúcar por litro de cerveza. Con la finalidad de obtener una cerveza entre 4,8 a

5,2°GL y la producción de gas. La fermentación secundaria tuvo una duración de 5-7 días.



Fotografía 19: Cerveza artesanal de cebada y yuca

El embotellado se realizó en botellas de vidrio color ámbar de 330 cm³ de capacidad, utilizando el método transfer. Tapadas las botellas se dejó a temperatura ambiente tomando en cuenta que se debe mantener una temperatura óptima para que puedan fermentar dentro de la botella y generar alcohol y gas (18 a 25 °C)



Fotografía 20: Mezclas embotelladas de cerveza artesanal de cebada y yuca

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente trabajo se presentan los resultados de la investigación “Elaboración de cerveza artesanal utilizando CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y YUCA (*Manihot Esculenta Crantz*)”.

La valoración de cada uno de los factores y estudio de sus variables determina la veracidad del trabajo, y se obtuvo los siguientes resultados y discusiones para cada variable propuesta.

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.1.1 Elaboración de cerveza artesanal cebada

Para realizar el diseño estadístico, se consideró los siguientes factores: Nivel de Lúpulo y nivel de Azúcar. Además se tomó en cuenta las siguientes variables cuantitativas, evaluadas a los 15 días después de haber sido envasado: pH, °GL, acidez total, densidad, y CO₂.

4.1.1.1 Análisis de la Variable pH

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de pH de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 21: Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA TRAT.	MEDIA
A1B1	3,6000	3,5000	3,5000	10,6000	3,5333
A1B2	3,9000	3,9000	3,8000	11,6000	3,8667
A1B3	4,2100	4,2000	4,2000	12,6100	4,2033
A2B1	4,0700	4,0500	4,0700	12,1900	4,0633
A2B2	4,2700	4,2700	4,2700	12,8100	4,2700
A2B3	4,4300	4,4400	4,4400	13,3100	4,4367
A3B1	4,3300	4,3000	4,3100	12,9400	4,3133
A3B2	4,7300	4,7300	4,7100	14,1700	4,7233
A3B3	4,6200	4,6300	4,6300	13,8800	4,6267
SUMA	38,1600	38,0200	37,9300	114,1100	4,2263

Cuadro 22: ADEVA de la variable pH a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	3,308				
Tratamientos	8	3,2931	0,412	509,826**	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	2,134	1,067	1321,670**	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	0,969	0,485	600,362**	3,55	6,01
Interacción (AX B)	4	0,1894	0,047	58,635**	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,015	0,0008			

CV= 0,6723%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro del ADEVA se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (lúpulo), factor B (azúcar), y la interacción A x B. por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para factores.

Cuadro 23: Prueba TUKEY al 5% para tratamiento de la variable pH

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T8	4,72	a
T9	4,63	b
T6	4,44	c
T7	4,31	d
T5	4,27	d
T3	4,20	e
T4	4,06	f
T2	3,87	g
T1	3,53	h

En el cuadro (23), se puede observar que los tratamientos T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T7 (0,5g/l lúpulo + 9g/l azúcar), T3 (0,9g/l lúpulo + 5g/l azúcar) con medias de 4,27; 4,31; 4,20 respectivamente son los que mas se ajustan a los valores de pH requeridos para esta investigación, de acuerdo al CAE (Cerveceros Artesanales del Ecuador).

Cuadro 24: Prueba de significación DMS para el factor A (lúpulo)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A3	4,55	a
A2	4,26	b
A1	3,87	c

Al realizar la prueba DMS para el factor A (lúpulo), se determinó que el nivel A2 (0,7g/l lúpulo) con un valor de pH de 4,26 es considerado como el mejor nivel

debido a que se ajustó mejor al valor requerido para esta investigación, según el CAE, y la norma 2 325.

Cuadro 25: Prueba de significación DMS para el factor B (azúcar)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B3	4,420	a
B2	4,290	b
B1	3,970	c

Realizada la prueba de DMS para el factor B (azúcar), se determinó que el nivel B2 (7g/l azúcar) con un valor de 4,29 sea considerado como el mejor nivel debido a que mas se ajustó al valor requerido para esta investigación, según el CAE.

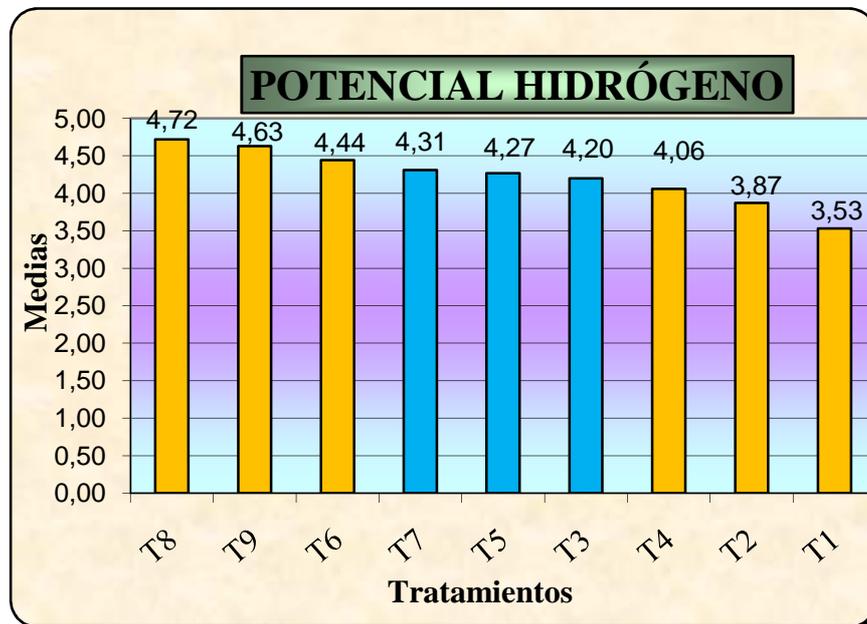


Gráfico 13: Comportamiento de las medias para el pH a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En la gráfica se puede observar los tratamientos T5, T7, T3 son los que mejor se comportaron en la investigación para la variable estudiada.

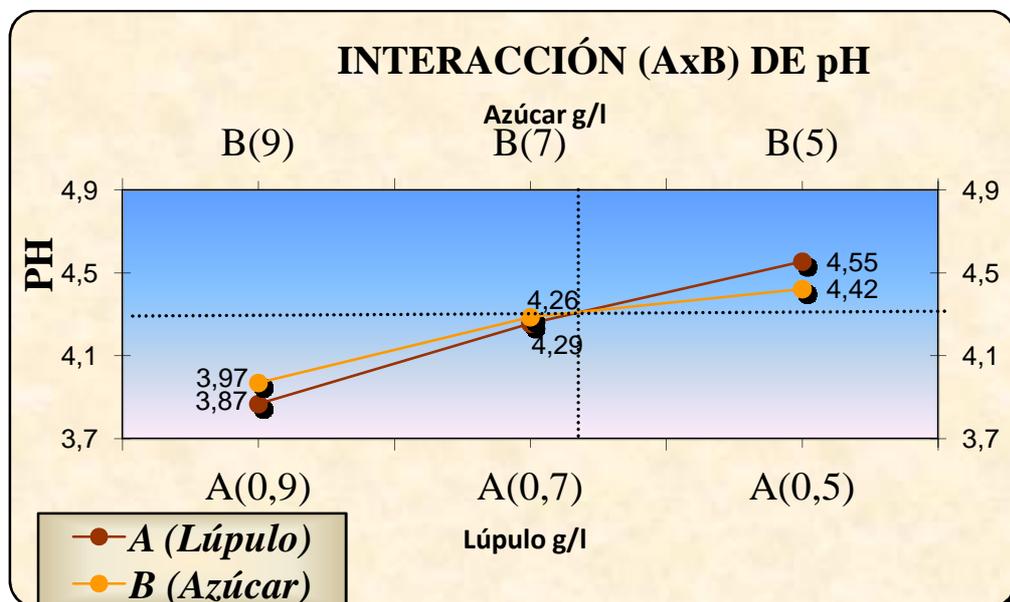


Gráfico 14: Efecto de la interacción del pH entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009

En el gráfico (14), se observa la interacción A x B donde indica que entre el nivel A2 (0,7g/l lúpulo) y el nivel B2 (7g/l azúcar) se encuentra el punto óptimo de pH requerido en la investigación, de acuerdo al CAE (Cerveceros Artesanales del Ecuador).

4.1.1.2 Análisis de la Variable Grado Alcohólico

Para esta variable se tomó datos a los quince días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de grado alcohólico de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 26: Valores obtenidos de grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA TRAT.	MEDIA
A1B1	5,29	5,25	5,23	15,77	5,26
A1B2	4,93	4,92	4,93	14,78	4,93
A1B3	4,58	4,56	4,58	13,72	4,57
A2B1	5,20	5,30	5,30	15,80	5,27
A2B2	4,82	4,82	4,82	14,46	4,82
A2B3	4,50	4,48	4,49	13,47	4,49
A3B1	5,19	5,18	5,17	15,54	5,18
A3B2	4,75	4,75	4,76	14,26	4,75
A3B3	4,73	4,72	4,35	13,80	4,60
SUMA REP.	43,99	43,98	43,63	131,60	4,87

Cuadro 27: ADEVA de la variable grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	2,2855				
Tratamientos	8	2,1823	0,273	47,610**	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,028	0,014	2,448 ^{NS}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	2,103	1,052	183,538**	3,55	6,01
Interacción (AX B)	4	0,0511	0,013	2,228 ^{NS}	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,1031	0,00573			

CV: 1,593%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro del ADEVA se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos y factor B (azúcar), ninguna significación estadística para factor A (lúpulo), y la interacción A x B. por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para el factor B.

Cuadro 28: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable grado alcohólico

TRAT.	MEDIAS	RANGOS
T4	5,27	a
T1	5,26	a
T7	5,18	a
T2	4,93	b
T5	4,82	b
T8	4,75	b
T9	4,60	c
T3	4,57	c
T6	4,49	c

En el cuadro se puede observar que los tratamientos T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T8 (0,5g/l lúpulo + 7g/l azúcar), se encuentran dentro de valores que mas se ajustan al valor de cervezas artesanales comparadas literariamente con la Unión de Cerveceros Andinos.

Cuadro 29: Prueba de significación DMS a para el factor B (azúcar)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B1	5,30	a
B2	4,83	b
B3	4,55	c

Al realizar la prueba de DMS para el factor B (azúcar), se determinó que éste factor influye directamente en cuanto a la variable estudiada, donde se analizó que el nivel B2 (7g/l azúcar) con valor de 4,83 es considerado como el mejor nivel por

cuanto fue el que mas se ajustó al valor para esta investigación, de acuerdo con la Unión de Cerveceros Andinos.

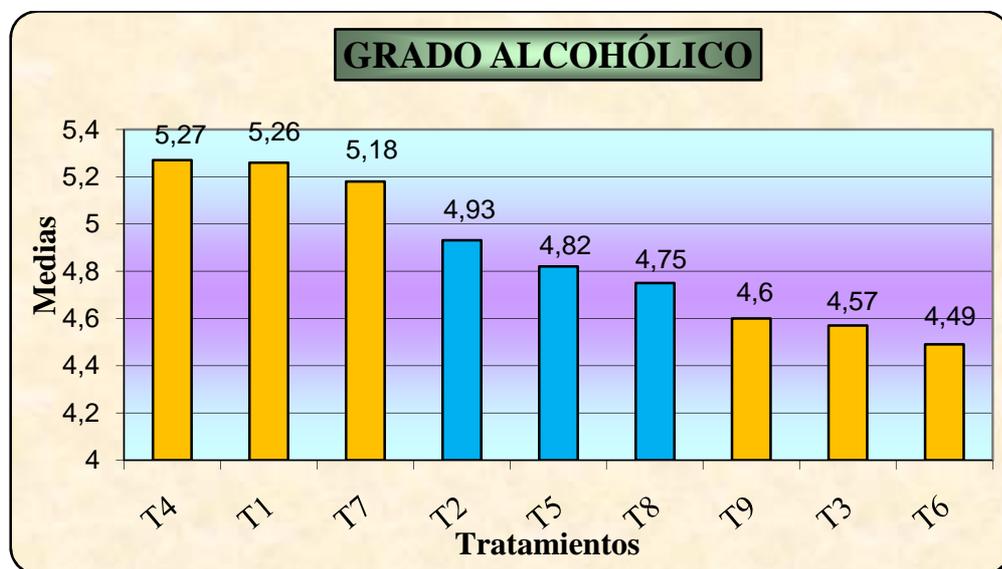


Gráfico 15: Comportamiento de las medias para grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En el gráfico se puede identificar que los tratamientos T5, T2, T8 son los valores de la variable estudiada que mejor se comportaron durante la investigación.

4.1.1.3 Análisis de la Variable Acidez Total

Para esta variable se tomó datos a los quince días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de acidez total de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 30: Valores obtenidos de acidez total a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA TRAT.
A1B1	0,3125	0,3120	0,3121	0,9366	0,3122
A1B2	0,3098	0,3124	0,3049	0,9271	0,3090
A1B3	0,3096	0,3195	0,3105	0,9396	0,3132
A2B1	0,2898	0,2898	0,2899	0,8695	0,2898
A2B2	0,2880	0,2880	0,2880	0,8640	0,2880
A2B3	0,2792	0,2862	0,2775	0,8429	0,2810
A3B1	0,2731	0,2687	0,2736	0,8154	0,2718
A3B2	0,2724	0,2594	0,2621	0,7939	0,2646
A3B3	0,2982	0,2749	0,2886	0,8617	0,2872
SUMA REP.	2,6326	2,6109	2,6072	7,8507	0,2908

Cuadro 31: ADEVA de la variable acidez total a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
TOTAL	26	0,0079				
Tratamientos	8	0,0074	0,00092	32,220 **	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,0064	0,0032	112,086 **	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	0,0002	0,00010	3,467 ^{NS}	3,55	6,01
Interacción (AxB)	4	0,0008	0,00019	6,664 **	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,0005	0,00003			

CV= 1,839%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro del ADEVA se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (lúpulo) y la interacción A x B. y determinó

también que no existe significación estadística para factor B (azúcar), por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para el factor B e interacción A x B.

Cuadro 32: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable acidez total

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T3	0.3132	a
T1	0.3122	a
T2	0.3090	a
T4	0.2898	b
T5	0.2880	b
T9	0.2872	b
T6	0.2810	b
T7	0.2718	c
T8	0.2646	c

En Tuckey al 5% se observa que los tratamientos T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T9 (0,5g/l lúpulo + 5g/l azúcar), T4 (0,7g/l lúpulo + 0,9g/l azúcar), se encuentran dentro de valores que mas se ajustan al valor de cervezas artesanales comparadas literariamente con el CAE, y la norma INEN 2 323.

Cuadro 33: Pruebas de significación DMS para el factor A (lúpulo)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A1	0,3115	a
A2	0,2863	b
A3	0,2746	c

Al realizar la prueba DMS para el factor A (lúpulo), se determinó que el nivel A2 (0,7g/l lúpulo) con un valor de acidez de 0,2863 es considerado como el mejor nivel debido a que se ajusta al valor requerido para esta investigación, según el CAE, y la norma INEN 2 323.

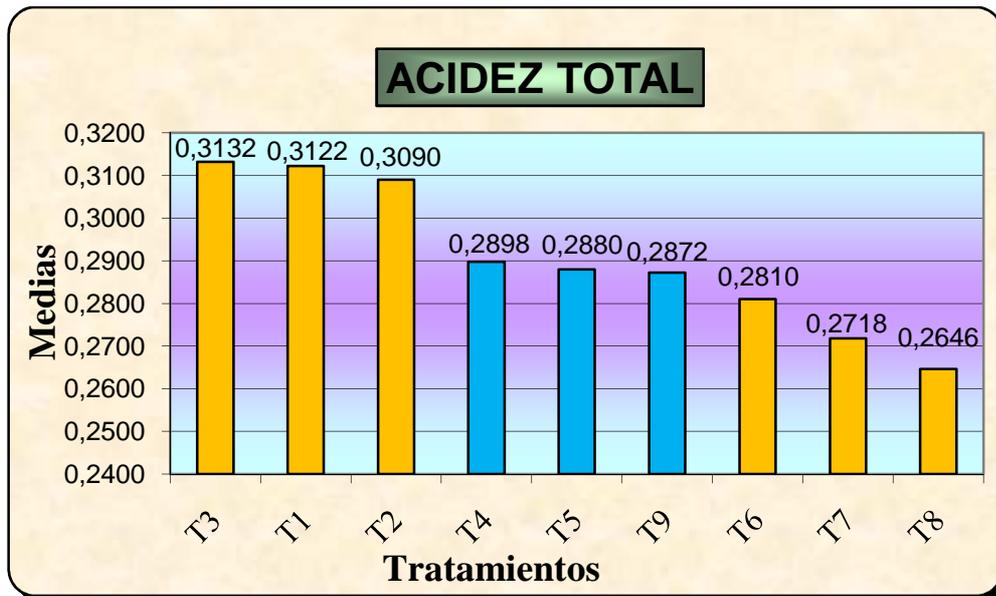


Gráfico 16: Comportamiento de las medias para acidez total a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En el gráfico se puede identificar que los tratamientos T5, T9, T4, son los valores de la variable estudiada que mejor se comportaron durante la investigación.

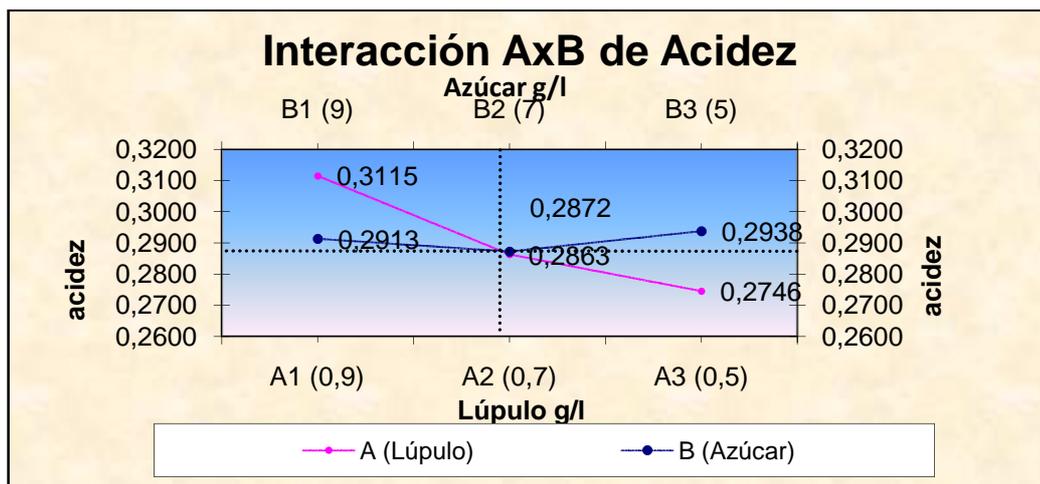


Gráfico 17: Efecto de la interacción de la acidez total entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009

En el gráfico (17), se observa la interacción A x B donde indica que entre el nivel A2 (0,7g/l lúpulo) y el nivel B2 (7g/l azúcar) se encuentra el punto óptimo de acidez requerido en la investigación. Según la norma INEN 2 323

4.1.1.4 Análisis de la Variable Densidad

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de densidad de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

Cuadro 34: Valores obtenidos de densidad a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SMA TRAT.	MEDIA
A1B1	1,0121	1,0122	1,0125	3,0368	1,0123
A1B2	1,0138	1,0135	1,0130	3,0403	1,0134
A1B3	1,0133	1,0134	1,0138	3,0405	1,0135
A2B1	1,0125	1,0125	1,0135	3,0385	1,0128
A2B2	1,0109	1,0109	1,0109	3,0327	1,0109
A2B3	1,0135	1,0135	1,0109	3,0379	1,0126
A3B1	1,0135	1,0125	1,0135	3,0395	1,0132
A3B2	1,0109	1,0135	1,0135	3,0379	1,0126
A3B3	1,0117	1,0117	1,0116	3,0350	1,0117
SUMA	9,1122	9,1137	9,1132	27,3391	1,0126

Cuadro 35: ADEVA de la variable densidad a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	0,0000281				
Tratamientos	8	0,0000172	0,0000022	3,5521*	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,0000041	0,0000020	3,3674 ^{NS}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	0,0000009	0,00000043	0,7158 ^{NS}	3,55	6,01
Interacción (AxB)	4	0,000012	0,0000031	5,0627**	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,000011	0,00000061			

CV= 0,0769%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

El análisis de varianza demuestra que existe alta significación estadística para la interacción A x B, significación para tratamientos y no existe significación alguna para el factor A (lúpulo), ni para el factor B (azúcar), por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para la interacción A x B.

Cuadro 36: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable densidad

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T3	1,0135	a
T2	1,0134	a
T7	1,0132	a
T4	1,0128	a
T6	1,0126	a
T8	1,0126	a
T1	1,0123	a
T9	1,0117	a
T5	1,0109	a

Tuckey al 5% demuestra que los tratamientos estadísticamente son iguales, siendo T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar) con un valor en su media de 1,0109 es aquel que mas se ajusta al valor deseado y es considerado como el mejor tratamiento, basados en estudios realizados por el Centro de Investigación de Tecnologías de Industrialización de Alimentos (CEIAL).

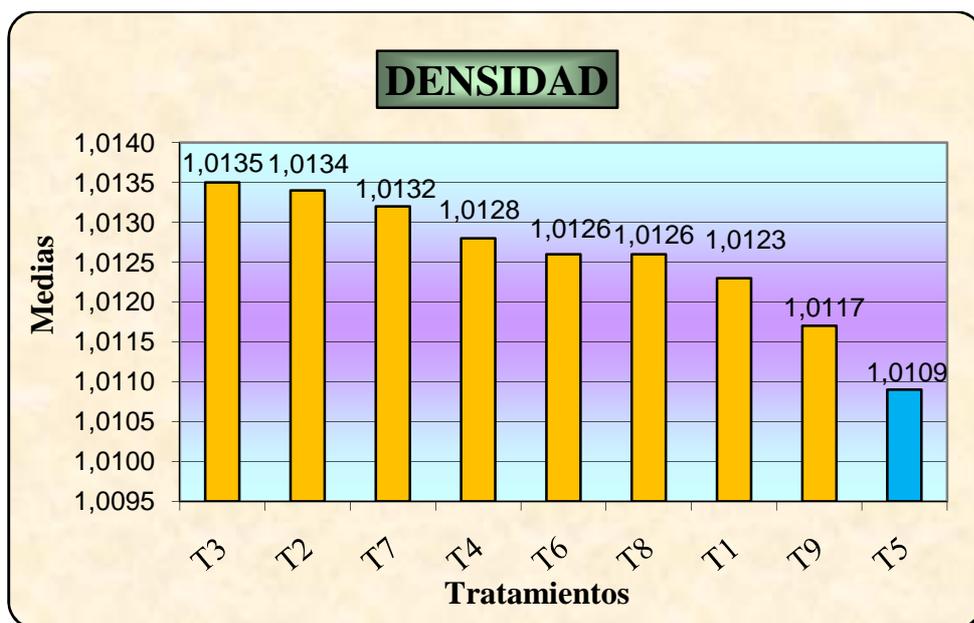


Gráfico 18: Comportamiento de las medias para densidad a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En la gráfica se observa que el tratamiento T5, es el que mejor se ajustó en la investigación para la variable estudiada.

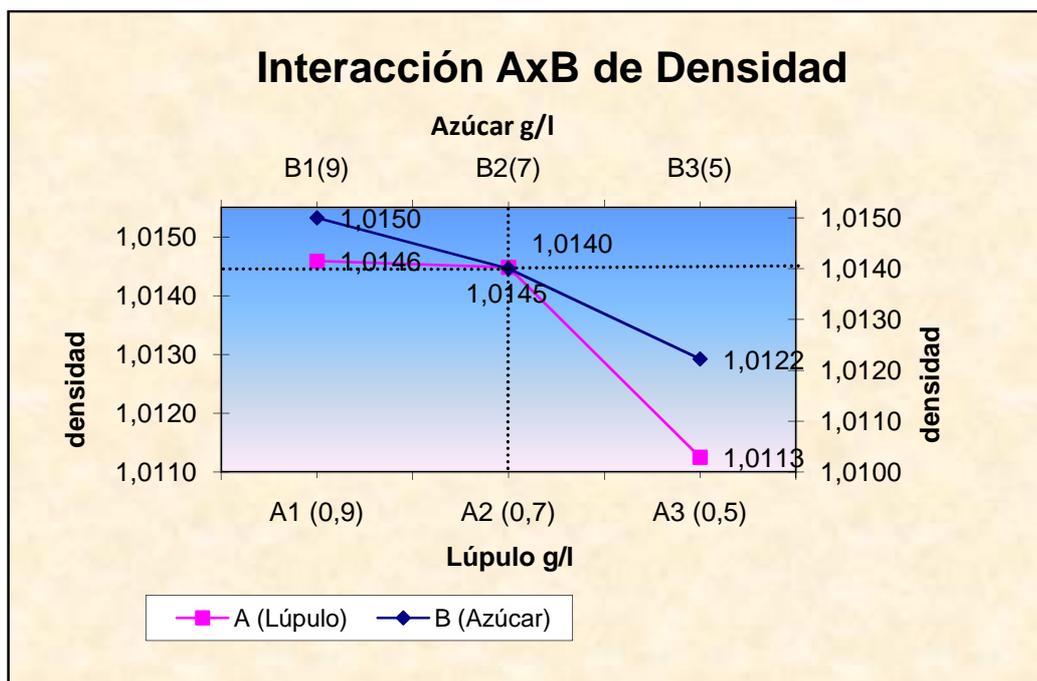


Gráfico 19: Efecto de la interacción de la densidad entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009

En el gráfico (19), se observa la interacción A x B donde indica que entre el nivel A2 (0,7g/l lúpulo) y el nivel B2 (7g/l azúcar) se encuentra el punto óptimo requerido en la investigación para la variable en estudiada.

4.1.1.5 Análisis de la Variable CO₂

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de CO₂ de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 37: Valores obtenidos del CO₂ a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA TRAT.	MEDIA
A1B1	3,620	3,590	3,550	10,76	3,59
A1B2	2,780	2,750	2,730	8,26	2,75
A1B3	2,130	2,100	2,190	6,42	2,14
A2B1	3,690	3,550	3,660	10,90	3,63
A2B2	2,780	2,790	2,780	8,35	2,78
A2B3	2,150	2,200	2,160	6,51	2,17
A3B1	3,590	3,500	3,560	10,65	3,55
A3B2	2,790	2,700	2,750	8,24	2,75
A3B3	2,180	2,110	2,150	6,44	2,15
SUMA REP.	25,710	25,290	25,530	76,53	2,83

Cuadro 38: ADEVA de la variable CO₂ a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	9,420267				
Tratamientos	8	9,38927	1,173658	681,479 ^{**}	2,51	3,71
FA(lúpulo)	2	0,0110889	0,0055444	3,219 ^{NS}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	9,375022	4,6875111	2721,781 ^{**}	3,55	6,01
Interacción (AX B)	4	0,0031556	0,0007889	0,458 ^{NS}	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,031000	0,0017222			

CV= 2,4649%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

El análisis de varianza demuestra que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor B (azúcar), y no se encontró significación alguna para el factor B e interacción A x B, por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para el factor B.

Cuadro 39: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable CO₂

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4	3,63	a
T1	3,59	a
T7	3,55	a
T5	2,78	a
T2	2,75	a
T8	2,75	a
T6	2,17	b
T9	2,15	b
T3	2,14	b

Tuckey al 5% demuestra que T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T8 (0,5g/l lúpulo + 7g/l azúcar), se encuentran dentro de valores que mas se ajustan al valor de cervezas artesanales, basados en estudios realizados por el Centro de Investigación de Tecnologías de Industrialización de Alimentos (CEIAL), y la norma INEN 2 324.

Cuadro 40: Prueba de significación DMS a para el factor B (azúcar)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	2,15	a
B2	2,12	a
B3	2,11	a

Al realizar la prueba de DMS para el factor B (azúcar), se determinó que éste factor influye directamente en cuanto a la variable estudiada, donde se analizó que el nivel B2 (7g/l azúcar) con valor de 2,12 es considerado como el mejor nivel por cuanto fue el que mas se ajustó al valor para esta investigación, de acuerdo con el

Centro de Investigación de Tecnologías de Industrialización de Alimentos (CEIAL).

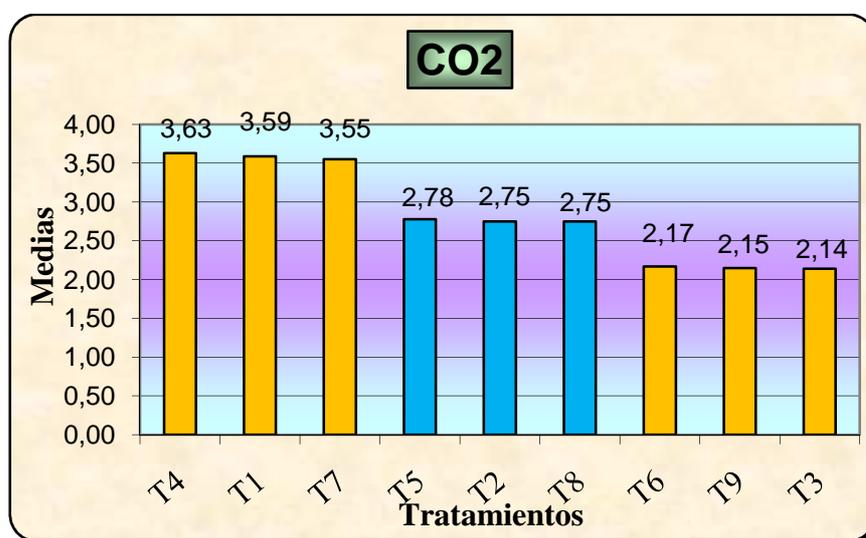


Gráfico 20: Comportamiento de las medias para CO₂ a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En el gráfico se observa que los tratamientos T5, T2, T8, fueron los que mejor se comportaron durante la experimentación.

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.2.1 Elaboración de cerveza artesanal de yuca

Para realizar el diseño estadístico, se consideró los siguientes factores: Nivel de Lúpulo y nivel de Azúcar. Además se tomó en cuenta las siguientes variables cuantitativas, evaluadas al los 15 días después de haber sido envasado: pH, °GL, acidez total, densidad, y CO₂.

4.2.1.1 Análisis de la Variable pH

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de pH de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 41: Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA TRAT.
A1B1	3,98	4,10	4,00	12,08	4,03
A1B2	4,20	4,20	4,20	12,60	4,20
A1B3	4,35	4,37	4,36	13,08	4,36
A2B1	4,33	4,43	4,41	13,17	4,39
A2B2	4,18	4,19	4,18	12,55	4,18
A2B3	4,61	4,63	4,62	13,86	4,62
A3B1	4,60	4,60	4,62	13,82	4,61
A3B2	4,50	4,51	4,51	13,52	4,51
A3B3	4,63	4,65	4,65	13,93	4,64
SUMA REP.	39,38	39,68	39,55	118,61	4,39

Cuadro 42: ADEVA. de la variable pH a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
TOTAL	26	1,183				
Tratamientos	8	1,168	0,146	175,956**	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,685	0,342	412,692**	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	0,305	0,153	183,929**	3,55	6,01
Interacción(AxB)	4	0,178	0,044	53,603**	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,015	0,00083			

CV= 0,656%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el cuadro del ADEVA se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (lúpulo), factor B (azúcar), y la interacción A x B. por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para factores e interacción A x B.

Cuadro 43: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable pH

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T9	4,64	a
T6	4,62	a
T7	4,61	a
T8	4,51	b
T4	4,39	c
T3	4,36	c
T2	4,20	d
T5	4,18	d
T1	4,03	e

En la prueba Tuckey al 5% demuestra que los tratamientos T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar), con medias de 4.20, 4.18 respectivamente son los que mas se ajustan dentro de los valores de pH requeridos para esta investigación basados en comparación a cervezas artesanales realizadas por el CAE, y la norma INEN 2 325.

Cuadro 44: Pruebas de significación DMS para el factor A (lúpulo)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A3	4,59	a
A2	4,40	b
A1	4,20	c

Al realizar la prueba DMS para el factor A (lúpulo), se determinó que el nivel A1 (0,9g/l) con un valor de 4,20 se comporto de mejor manera para esta investigación, de acuerdo a valores de cervezas artesanales y la norma INEN 2 325.

Cuadro 45: Pruebas de significación DMS para el factor B (azúcar)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
B3	4,540	a
B1	4,340	b
B2	4,300	c

Realizada la prueba de DMS para el factor B (azúcar) se analizó que el nivel B2 (7g/l) con un valor en su media de 4,30 es el que mejor se ajusta para la investigación. Basados en la norma INEN 2 325.

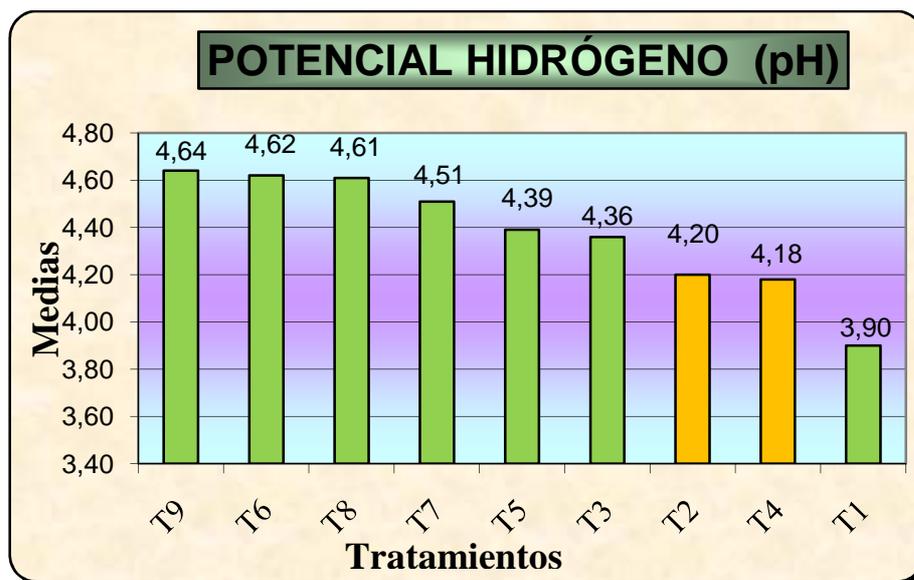


Gráfico 21: Comportamiento de las medias para el pH a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En la gráfica se observa que los tratamientos T2, T5 son los que mejor se ajustaron en la investigación para la variable estudiada.

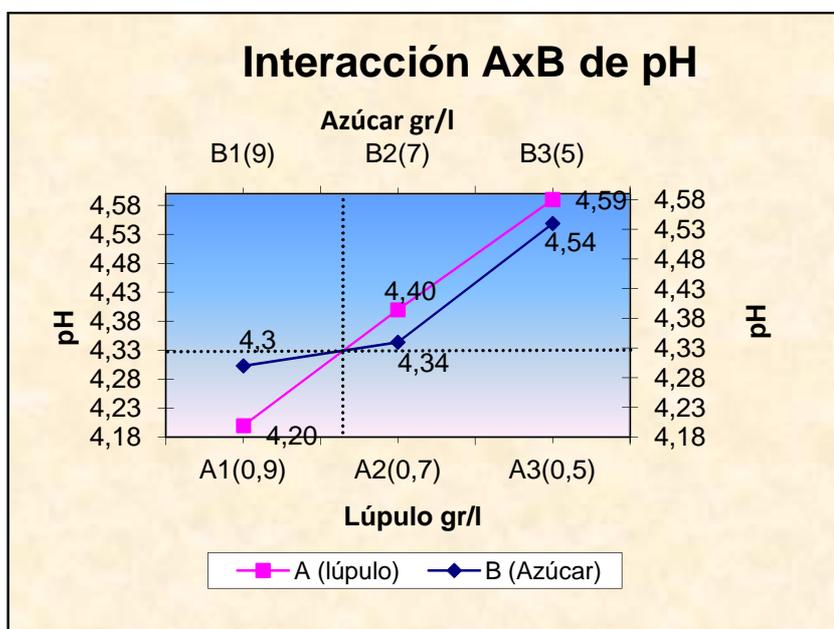


Gráfico 22: Efecto de la interacción de pH entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009

En la gráfica de la interacción A x B se observa un valor de pH óptimo de 4,30 y a partir del mismo serán los valores que descendan los que pueden ser utilizados ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos por el CAE, y la norma INEN 2 325.

4.2.1.2 Análisis de la Variable Grado Alcohólico

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de grado alcohólico de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 46: Valores obtenidos del grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA TRAT.	MEDIA
A1B1	5,200	5,200	5,180	15,580	5,193
A1B2	4,810	4,810	4,810	14,430	4,810
A1B3	4,200	4,250	4,290	12,740	4,247
A2B1	5,180	5,160	5,200	15,540	5,180
A2B2	4,850	4,860	4,850	14,560	4,853
A2B3	4,120	4,160	4,120	12,400	4,133
A3B1	5,100	5,120	5,100	15,320	5,107
A3B2	4,780	4,130	4,830	13,740	4,580
A3B3	4,130	4,100	4,100	12,330	4,110
SUMA	42,370	41,790	42,480	126,640	4,690

Cuadro 47: ADEVA. de la variable grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	5,001				
Tratamientos	8	4,6892	0,5861	33,8016 ^{**}	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,1165	0,0582	3,3578 ^{NS}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	4,5145	2,2573	130,1715 ^{**}	3,55	6,01
I (AxB)	4	0,0582	0,0145	0,8386 ^{NS}	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,3121	0,0173			

CV= 2,8075%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

En el análisis de la varianza se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos y factor B (azúcar), y no existe significación estadística alguna para el factor A (lúpulo), e interacción A x B. por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para el factor B.

Cuadro 48: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable grado alcohólico

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T1	5,2170	a
T4	5,1800	a
T7	5,0200	a
T5	4,8530	a
T2	4,8100	b
T8	4,5800	b
T3	4,2470	c
T6	4,1230	c
T9	4,1100	c

La prueba de Tuckey al 5% demuestra que los tratamientos T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l azúcar) con medias de 4,81; 4,85 respectivamente son los valores que mas se ajustan al valor de cervezas artesanales comparadas literariamente con la Unión de Cerveceros andinos, y la norma INEN 340.

Cuadro 49: Pruebas de significación DMS para el factor B (azúcar)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
B1	5,16	a
B2	4,75	b
B3	4,16	c

Al realizar la prueba de DMS para el factor B (azúcar), se determinó que éste factor influye directamente en cuanto a la variable estudiada, donde se analizó que el nivel B2 (7g/l azúcar) con valor de 4,75 es considerado como el mejor nivel por cuanto fue el que mas se ajustó al valor para esta investigación, de acuerdo con la Unión de Cerveceros Andinos, y la norma INEN 340.

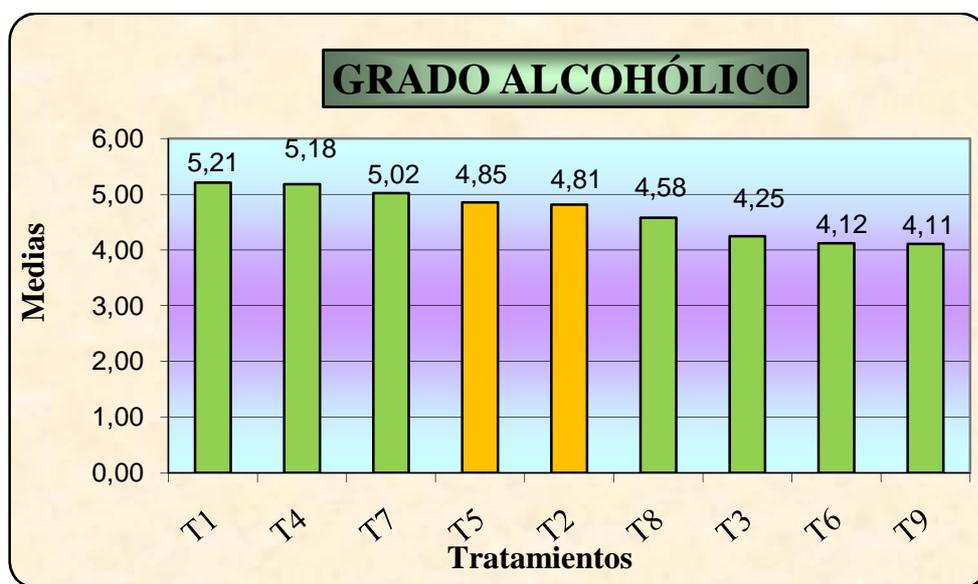


Gráfico 23: Comportamiento de las medias para grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En la gráfica se indica que los tratamientos T2, T5 son los que mejor se comportaron para la variable estudiada.

4.2.1.3 Análisis de la Variable Acidez Total

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de acidez total de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 50: Valores obtenidos de la acidez total a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	0,1727	0,1728	0,1730	0,5185	0,1728
A1B2	0,1808	0,1808	0,1808	0,5424	0,1808
A1B3	0,1729	0,1728	0,1731	0,5188	0,1729
A2B1	0,1622	0,1620	0,1620	0,4862	0,1621
A2B2	0,1618	0,1616	0,1618	0,4852	0,1617
A2B3	0,1728	0,1728	0,1729	0,5185	0,1728
A3B1	0,1617	0,1620	0,1618	0,4855	0,1618
A3B2	0,1547	0,1548	0,1648	0,4743	0,1581
A3B3	0,1514	0,1512	0,1512	0,4538	0,1513
SUMA	1,4910	1,4908	1,5014	4,4832	0,1660

Cuadro 51: ADEVA de la variable acidez total a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	0,002				
Tratamientos	8	0,0021	0,00026	69,032 ^{**}	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,0015	0,001	204,612 ^{**}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	0,000009	0,0000047	1,255 ^{NS}	3,55	6,01
Interacción (AX B)	4	0,0005	0,00013	35,130 ^{**}	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,00007	0,0000038			

CV= 1,1668%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS : No significativo

En el cuadro del ADEVA se determinó que existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (lúpulo) y la interacción A x B. y determinó también que no existe significación estadística alguna para factor B (azúcar), por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para el factor A y la interacción A x B.

Cuadro 52: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable acidez total

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2	0,1808	a
T3	0,1729	a
T6	0,1728	a
T1	0,1728	a
T4	0,1621	b
T7	0,1618	b
T5	0,1617	b
T8	0,1581	b
T9	0,1513	b

Al realizar la prueba de Tuckey al 5%, se observa que el tratamiento T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar) con valor de su media de 0,1808 es el que mas se ajusta a valores literariamente comparados con la norma INEN 2 323.

Cuadro 53: Pruebas de significación DMS para el factor A (lúpulo)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
A1	0,1755	a
A2	0,1655	b
A3	0,1571	c

El cuadro de DMS para el factor B (lúpulo), se determinó que el nivel A1 (0,9g/l) con valor de su media de 0,1755 es el mas aptó para esta investigación por cuanto se ajusta mejor a los valores literariamente comparados con la norma INEN 2 323.

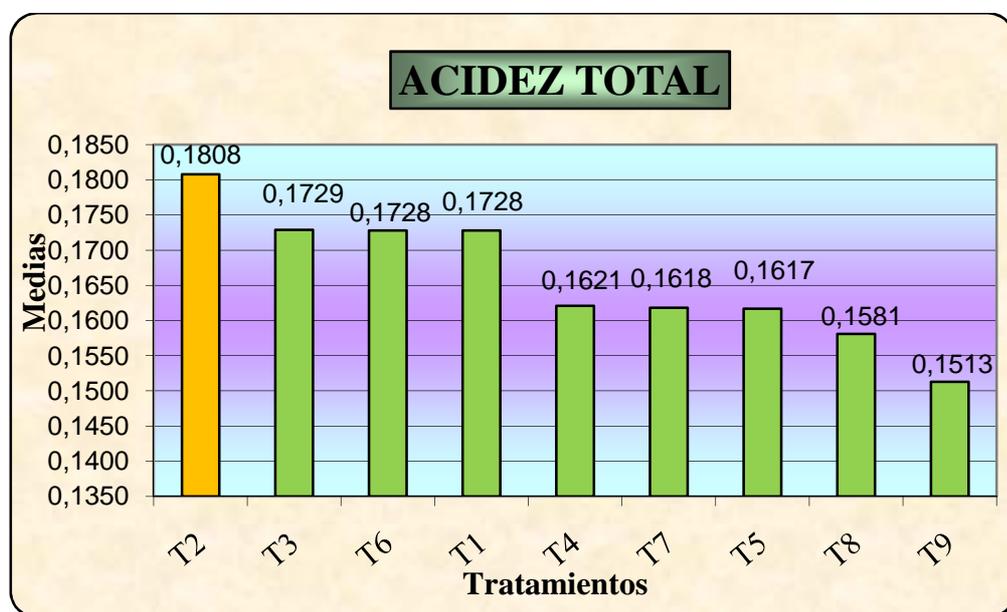


Gráfico 24: Comportamiento de las medias para acidez total a los 15 días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En el gráfico se puede identificar que el tratamiento T2 tiene el valor de la variable analizada que mejor se comporta en la experimentación.

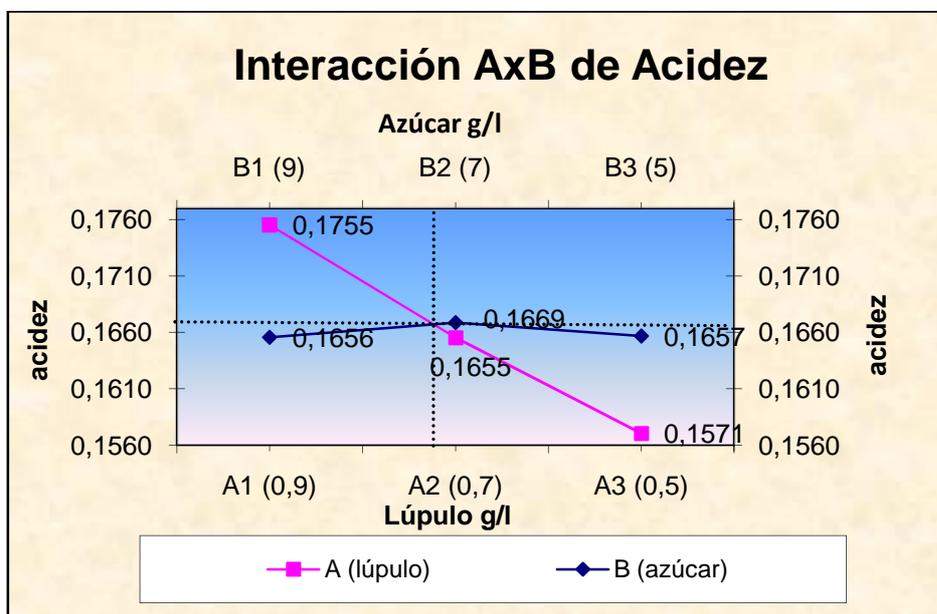


Gráfico 25: Efecto de la interacción de la acidez total entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009

En el gráfico se observa la interacción A X B donde se obtiene un valor de 0,1662 propuesto como óptimo y a partir del mismo serán los valores que hacen los que pueden ser utilizados ya que se acercan con más exactitud a un valor deseado para la elaboración de cervezas artesanales de acuerdo con el CAE.

4.2.1.4 Análisis de la Variable Densidad

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de densidad de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 54: Valores obtenidos de la densidad a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	1,0125	1,0109	1,0109	3,0343	1,0114
A1B2	1,0112	1,0112	1,0112	3,0336	1,0112
A1B3	1,0135	1,0135	1,0125	3,0395	1,0132
A2B1	1,0125	1,0125	1,0135	3,0385	1,0128
A2B2	1,0135	1,0135	1,0109	3,0379	1,0126
A2B3	1,0135	1,0135	1,0135	3,0405	1,0135
A3B1	1,0109	1,0135	1,0135	3,0379	1,0126
A3B2	1,0135	1,0125	1,0135	3,0395	1,0132
A3B3	1,0115	1,0115	1,0116	3,0346	1,0115
SUMA REP.	9,1126	9,1126	9,1111	27,3363	1,0125

Cuadro 55: ADEVA de la variable densidad a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	0,000030				
Tratamientos	8	0,00002	0,000002	3,066*	2,51	3,71
FA(Lúpulo)	2	0,0000050	0,0000025	3,547 ^{NS}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	0,000001	0,0000005	0,740 ^{NS}	3,55	6,01
Interacción (AX B)	4	0,0000113	0,0000028	3,988*	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,000013	0,0000007			

CV= 0,083%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

El análisis de varianza demuestra que existe significación para tratamientos e interacción A x B y no existe significación alguna para el factor A (lúpulo), ni

para el factor B (azúcar), por lo tanto se procede a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para la interacción A x B.

Cuadro 56: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable densidad

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T6	1,0135	a
T8	1,0132	a
T3	1,0132	a
T4	1,0128	a
T7	1,0126	a
T5	1,0126	a
T9	1,0115	a
T1	1,0114	a
T2	1,0112	a

Tuckey al 5% demuestra que los tratamientos son estadísticamente iguales, donde T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T1 (0,9g/l lúpulo + 9g/l azúcar), T9 (0,5g/l lúpulo + 5g/l azúcar), demuestran valores que mas se ajustan para esta investigación, basados en estudios realizados a cervezas artesanales en el Centro de Investigación de Tecnologías de Industrialización de Alimentos (CEIAL).

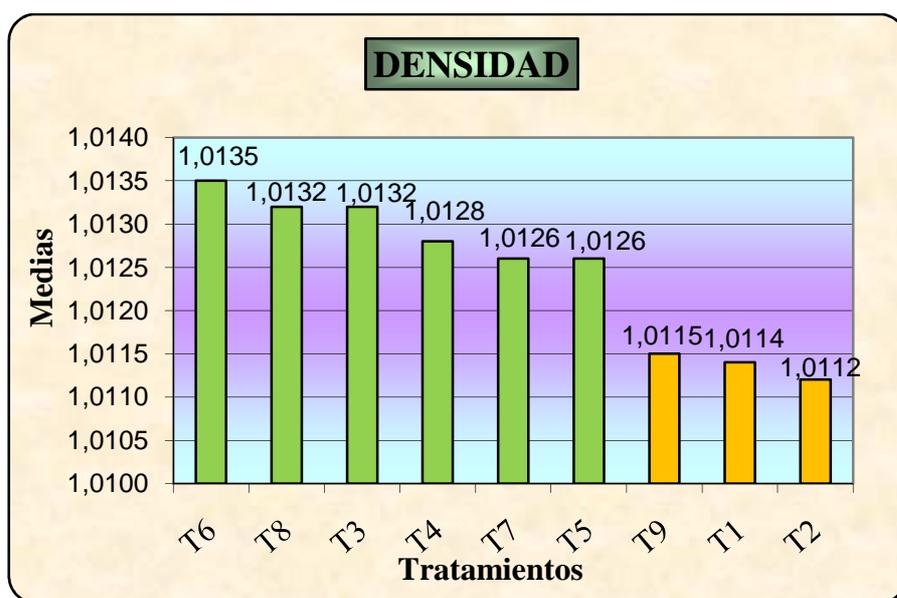


Gráfico 26: Comportamiento de las medias para densidad a los quince días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En el gráfico se puede observar que los tratamientos T2, T1, T9 son los valores de la variable analizada que mejor se ajustan en esta investigación.

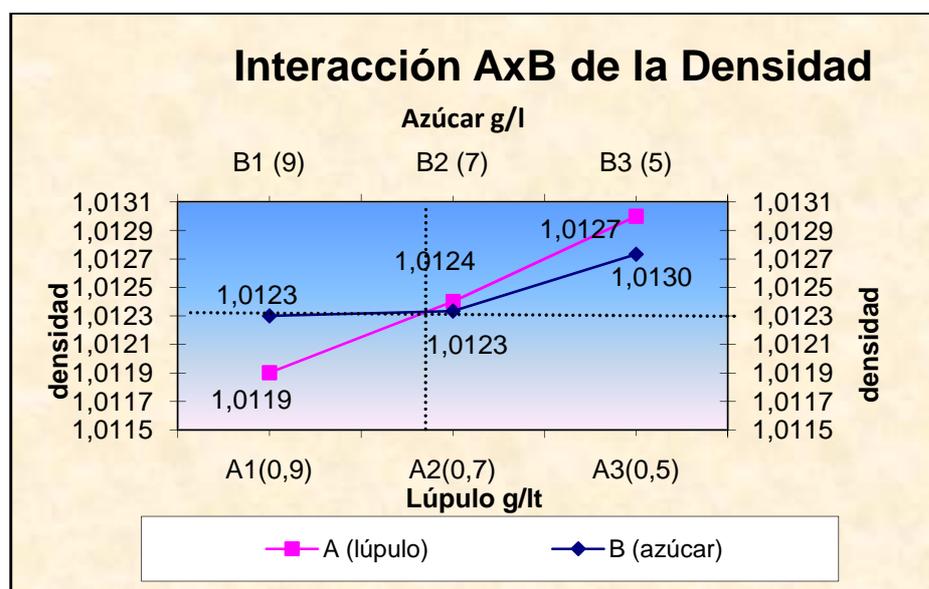


Gráfico 27: Efecto de la interacción de la densidad entre nivel de lúpulo y nivel de azúcar. UTN, 2009

En el gráfico se observa la interacción A X B donde se obtiene un valor de 1,0123 denominado como óptimo y a partir del mismo serán los valores inferiores los que pueden ser utilizados ya que se acercan con mas exactitud a un valor deseado para la elaboración de cervezas artesanales de acuerdo con el CAE.

4.2.1.5 Análisis de la Variable CO₂

Para esta variable se tomó datos a los 15 días después de haber sido envasadas.

A continuación se presenta los valores de CO₂ de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 57: Valores obtenidos del CO₂ a los 15 días después de haber sido envasado

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA TRAT.	MEDIA
A1B1	3,650	3,600	3,610	10,86	3,62
A1B2	2,750	2,740	2,750	8,24	2,75
A1B3	2,150	2,000	2,190	6,34	2,11
A2B1	3,670	3,550	3,640	10,86	3,62
A2B2	2,690	2,700	2,720	8,11	2,70
A2B3	2,150	2,200	2,180	6,53	2,18
A3B1	3,550	3,500	3,560	10,61	3,54
A3B2	2,760	2,720	2,750	8,23	2,74
A3B3	2,160	2,130	2,150	6,44	2,15
SUMA REP.	25,530	25,140	25,550	76,22	2,82

Cuadro 58: ADEVA de la variable CO₂ a los 15 días después de haber sido envasado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 5%	F.T 1%
Total	26	9,589563				
Tratamientos	8	9,55510	1,194387	623,761 ^{**}	2,51	3,71
FA(lúpulo)	2	0,0028741	0,0014370	0,750 ^{NS}	3,55	6,01
FB(Azúcar)	2	9,531696	4,7658481	2488,934 ^{**}	3,55	6,01
Interacción (AX B)	4	0,0205259	0,0051315	2,680 ^{NS}	2,93	4,58
ERROR EXP.	18	0,034467	0,0019148			

CV= 2.604%

** : Altamente significativo

* : Significativo

NS: No significativo

El análisis de varianza demuestra que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor B (azúcar), y no se encontró significación alguna para el factor B e interacción A x B, por lo tanto se procedió a realizar Tuckey para tratamientos y DMS para el factor B.

Cuadro 59: Prueba TUKEY al 5% para tratamientos de la variable CO₂

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T1	3,62	a
T4	3,62	a
T7	3,54	a
T2	2,75	b
T8	2,74	b
T5	2,70	b
T6	2,18	c
T9	2,15	c
T3	2,11	c

En el cuadro de Tuckey al 5%, se puede observar que los tratamientos T2 (0,9g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T8 (0,5g/l lúpulo + 7g/l azúcar), T5 (0,7g/l lúpulo + 7g/l

azúcar), se encuentran dentro de valores que mas se ajustan al valor de cervezas artesanales comparadas literariamente con la Unión de Cerveceros Andinos, y la norma INEN 2 324.

Cuadro 60: Prueba de significación DMS a para el factor B (azúcar)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B2	2,13	a
B1	2,12	a
B3	2,11	a

Al realizar la prueba de DMS para el factor B (azúcar), se determinó que éste factor influye directamente en cuanto a la variable estudiada, donde se analizó que el nivel B2 (7g/l azúcar) con valor de 2,13 es considerado como el mejor nivel por cuanto fue el que mas se ajustó al valor para esta investigación, de acuerdo con la Unión de Cerveceros Andinos, y la norma INEN 2 324.

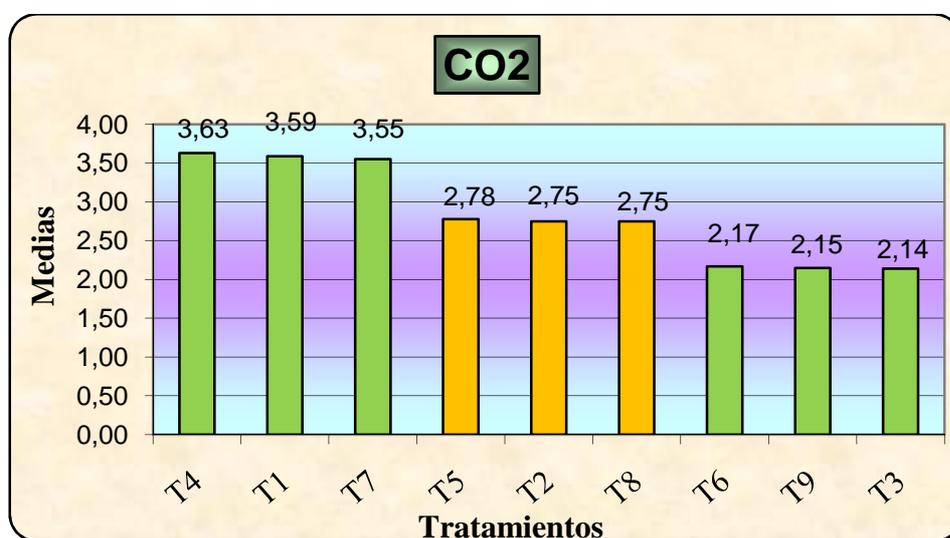


Gráfico 28: Comportamiento de las medias para CO₂ a los quince días después de haber sido envasado. UTN, 2009

En el gráfico se puede observar que los tratamientos T2, T8, T5 son los mejores se comportaron para la variable estudiada.

4.3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Para el análisis organoléptico se hizo referencia a los siguientes atributos: Color, Olor y Sabor; que se encuentran descritos en la Hoja de Evaluación Sensorial

El formato de Test de degustación se encuentra en el Anexo 2.

Para medir estadísticamente las características organolépticas, se utilizó la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$x^2 = \frac{12}{rxt(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Donde:

- X** = Chi-cuadrado
- R** = Rangos
- t** = Tratamientos
- r** = degustadores

Cuadro 61: Valoración de la Característica de Color

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA	MEDIAS
P1	2	2	2	2	2	3	13	2,17
P2	3	3	3	2	4	4	19	3,17
P3	3	1	1	1	2	3	11	1,83
P4	2	3	3	2	3	5	18	3,00
P5	2	5	1	1	2	4	15	2,50
P6	2	1	1	1	3	4	12	2,00
P7	3	2	3	2	3	4	17	2,83
P8	4	1	1	1	2	3	12	2,00
P9	3	3	3	2	2	3	16	2,67
P10	4	3	3	2	3	3	18	3,00
SUMA	28	24	21	16	26	36	151	3,02

VARIABLE	VALOR CALCULADO	VALOR TABULAR X^2		SIGN.
	X^2	5%	1%	
COLOR	21,014	12,6	16,8	**

Después de realizar la prueba de FREEDMAN para la característica organoléptica de color se encontró que existe diferencia altamente significativa es decir que las mezclas son diferentes.

Para visualizar de mejor manera los valores del cuadro 61, se elaboro el siguiente gráfico.

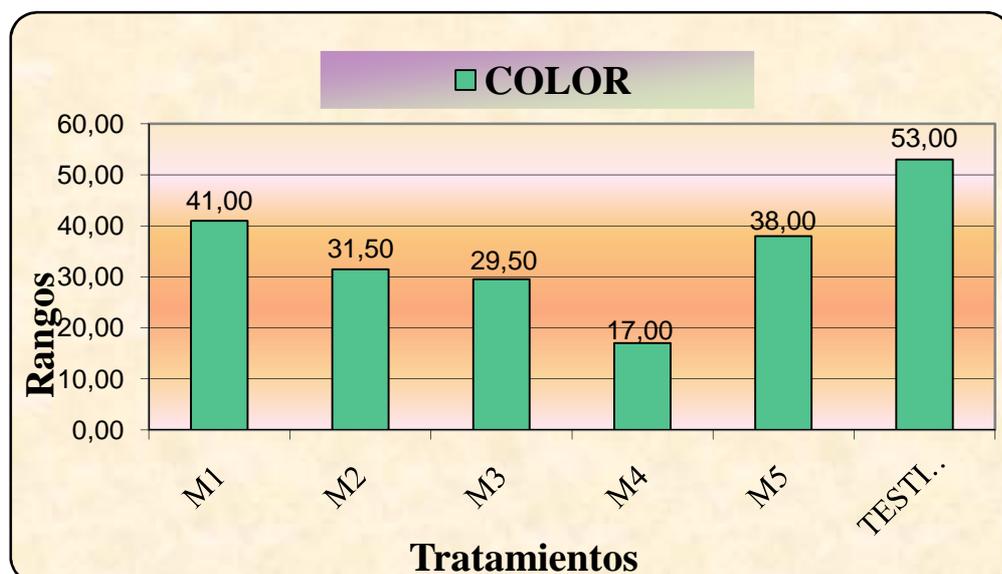


Gráfico 29: Color de cerveza artesanal según panel de degustadores. UTN, 2009

Como se puede observar en el gráfico 29. La media mas alta la tiene el testigo seguido de la mezcla M1 (85% Cebada +15% Yuca) siendo considerada como la mejor en cuanto a la variable del color en esta investigación.

Cuadro 62: Valoración de la Característica de Olor

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA	MEDIAS
P1	3	2	3	2	2	3	15	2,50
P2	4	2	4	3	4	3	20	3,33
P3	3	1	2	2	3	3	14	2,33
P4	3	2	3	5	5	3	21	3,50
P5	4	2	2	2	3	2	15	2,50
P6	3	2	3	3	3	2	16	2,67
P7	4	1	3	2	3	3	16	2,67
P8	4	2	2	4	4	4	20	3,33
P9	3	1	3	3	3	3	16	2,67
P10	3	2	2	3	2	3	15	2,50
SUMA	34	17	27	29	32	29	168	3,36

VARIABLE	VALOR CALCULADO X^2	VALOR TABULAR X^2		SIGN.
		5%	1%	
OLOR	21,014	12,6	16,8	**

Después de realizar la prueba de FREEDMAN para la característica organoléptica de Olor se encontró que existe diferencia altamente significativa es decir las mezclas son diferentes.

Para visualizar de mejor manera los valores del cuadro 62, se elaboro el siguiente gráfico.

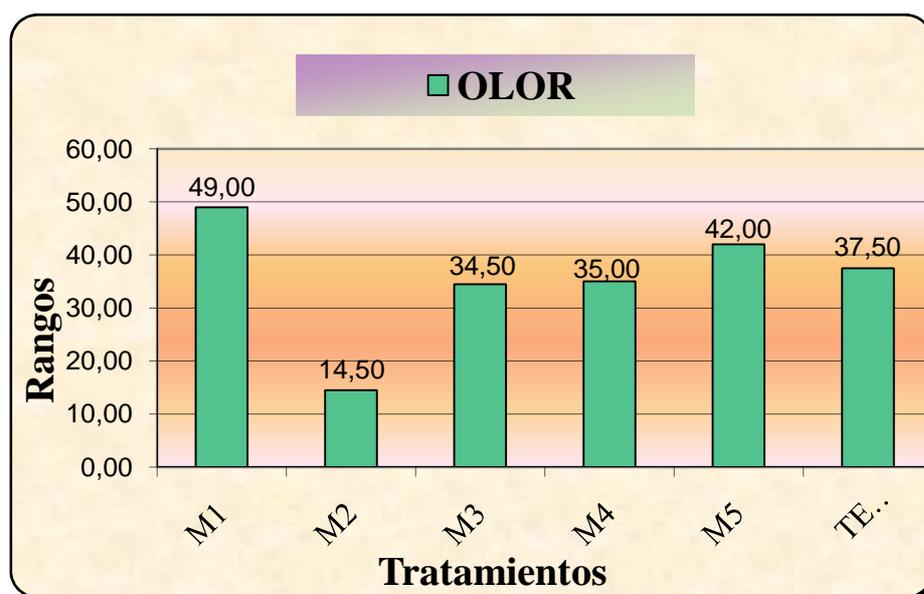


Gráfico 30: Olor de cerveza artesanal según panel de degustadores. UTN, 2009

Como se puede observar en el gráfico 30. La media mas alta la tiene mezcla M1 (85% Cebada +15% Yuca) siendo considerada como la mejor en cuanto a la variable del Olor en esta investigación seguido del testigo.

Cuadro 63: Valoración de la Característica de Sabor

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA	MEDIAS
P1	1	2	3	1	3	2	12	2,00
P2	4	3	4	3	4	4	22	3,67
P3	4	3	3	3	3	4	20	3,33
P4	2	1	3	4	3	2	15	2,50
P5	2	1	1	1	2	2	9	1,50
P6	2	2	2	1	2	3	12	2,00
P7	4	1	1	2	2	2	12	2,00
P8	3	2	2	1	2	3	13	2,17
P9	4	3	3	2	3	4	19	3,17
P10	3	2	2	3	3	3	16	2,67
SUMA	29	20	24	21	27	29	150	3,00

VARIABLE	VALOR CALCULADO	VALOR TABULAR X^2		SIGN.
	X^2	5%	1%	
SABOR	14,129	12,6	16,8	*

Después de realizar la prueba de FREEDMAN para la característica organoléptica de Sabor se encontró que existe diferencia significativa es decir que las mezclas son diferentes.

Para visualizar de mejor manera los valores del cuadro 63, se elaboro el siguiente gráfico.



Gráfico 31: Sabor de cerveza artesanal según panel de degustadores. UTN, 2009

Como se puede observar en el gráfico 27. La media mas alta la tiene el testigo seguido de la mezcla M1 (85% Cebada +15% yuca) siendo considerada como la mejor en cuanto a la variable del sabor en esta investigación.

5 CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones para la cerveza de cebada y cerveza de yuca

- 1) Se aceptó la hipótesis alternativa planteada ya que los diferentes niveles de lúpulo tanto como el azúcar si influyeron en la elaboración de la cerveza artesanal de cebada y yuca.
- 2) Se determinó durante el proceso de experimentación que los niveles adecuados de lúpulo fueron el A2 (0,7g/l) para cerveza cebada y para cerveza de yuca fue el A1 (0,9g/l), de igual manera los niveles adecuado de azúcar fueron el B2 (7g/l) tanto para cerveza de cebada como para la cerveza de yuca.
- 3) Se concluyó que le mejor tratamiento de cerveza de cebada fue T5 (0,7g/l de lúpulo + 7g/l de azúcar), de acuerdo al análisis estadístico realizado a las variables: pH, °GL, Acidez, Densidad, CO₂.
- 4) Se determinó que le mejor tratamiento de cerveza de yuca fue T2 (0,9g/l de lúpulo +7g/l azúcar), de acuerdo al análisis estadístico realizado a las variables: pH, °GL, Acidez, Densidad, CO₂.

5.2 Conclusiones para mezcla de cerveza de cebada y yuca

- 1) Se aceptó la hipótesis alternativa planteada debido a que los diferentes porcentajes entre las mezclas sí influyeron en las características organolépticas de la cerveza artesanal.
- 2) Se determinó en cuanto al Color que la media más alta tuvo el testigo seguido de la mezcla M1; (85% Cebada +15% Yuca), siendo esta considerada como la mejor variable en esta investigación de acuerdo a análisis organoléptico realizados por degustadores.
- 3) Se concluyó en cuanto a Olor que la media más alta tuvo la mezcla M1; (85% Cebada +15% Yuca), siendo considerada como la mejor variable en esta investigación seguido del testigo de acuerdo a análisis organoléptico realizados por degustadores.
- 4) Se estableció en cuanto a Sabor que la media más alta tiene el testigo seguido de la mezcla M1 (85% Cebada +15% yuca), siendo considerada como la mejor variable en esta investigación de acuerdo a análisis organoléptico realizados por degustadores.
- 5) Se determinó de acuerdo a análisis microbiológicos realizados que la cerveza artesanal de cebada y yuca se encuentra dentro de los niveles adecuados según la norma INEN de Requisitos Microbiológicos de la Cerveza,

6 RECOMENDACIONES

El desarrollo de la presente investigación, permite sugerir las siguientes recomendaciones:

- ❖ Se recomienda utilizar el mejor tratamiento A2 (0,7g/l), B2 (7g/l) cuando se trate de elaborar cerveza artesanal de cebada.
- ❖ Es recomendable utilizar el mejor tratamiento A1 (0,9g/l), B2 (7g/l) cuando se trate de elaborar cerveza artesanal de yuca.
- ❖ La mezcla más recomendable para elaborar cerveza artesanal de cebada y yuca es M1(85% cebada + 15% yuca)
- ❖ No se recomienda el uso de alcoholes, agentes edulcorantes y saborizantes artificiales o sustitutos de lúpulo ya que afectan las características organolépticas y dejaría de llamarse cerveza artesanal.
- ❖ Utilizar la técnica empleada en esta investigación para elaborar otros estilos de cerveza artesanal como: rojizas, negras, ahumadas, porter.
- ❖ Se recomienda para un nuevo estudio, trabajar con otro tipo de materias primas que contengan almidón y puedan ser transformadas en azúcares fermentables para la elaboración de este tipo de bebidas.
- ❖ Es recomendable utilizar como alimento de animales, el bagazo de malta sobrante de la maceración.

7 RESUMEN

La Cerveza se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo”.

En la presente investigación se utilizó cerveza artesanal de cebada y yuca, en la que se determinó el comportamiento de dos factores: lúpulo y azúcar. La fase experimental de esta investigación se realizó en las instalaciones del CAE (Cerveceros Artesanales del Ecuador), en la ciudad de Quito, los análisis físico-químicos y microbiológicos se los realizó en los laboratorios de uso múltiple de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.

Para el análisis estadístico se empleó diseños completamente al azar con arreglo factorial A x B para cerveza de cebada y cerveza de yuca, donde se analizó las variables pH, grado alcohólico, acidez total, densidad, CO₂. La determinación de la significación estadística se realizó con la prueba de TUKEY para Tratamientos y DMS para Factores, determinándose así los mejores tratamientos T5 (0,7g/l + 7g/l), para cerveza de cebada y T2 (0,9g/l + 7g/l), para cerveza de yuca.

Obtenido los mejores tratamientos se elaboró las siguientes mezclas cebada/yuca (85/15; 70/30; 50/50; 30/70; 15/85) %, las cuales fueron evaluados organolépticamente (color, olor, sabor), por un grupo de panelistas donde se determinó que la mezcla M1 (85% cerveza de cebada + 15% cerveza de yuca), tuvo la mejor aceptabilidad.

Finalmente se determinó que la mejor mezcla fue M1 (85% cerveza de cebada + 15% cerveza de yuca), a la que se realizó análisis microbiológicos y productos secundarios de la fermentación “Metanol”, para ver si se encuentra dentro de los rangos establecidos por la Norma NTE 1529, Norma NTE 347 respectivamente.

Realizando un breve análisis económico de materias primas e insumos, se llegó a establecer el costo de la cerveza artesanal de cebada y yuca que fue de: \$1,92 para 1.000cm³.

7.1 SUMMARY

Beer, is defined as a "beverage resulting the fermentation with selected yeast, the must originated from the malt of the barley on its self o mixed with other products of daunt transformed into sugars for the enzyme digestion, though a process of cooking and aromatizing with flowers hops for flavor."

In the present investigation it was used handcraft beer made out of barley and yucca, the same one that was determined for behavior of two factors: hops and sugar. The experimental phrase of this investigation was done in the installations of the CAE (Handcraft Beers of Ecuador). In the city of Quito, the analysis physical –chemical and micro biological of two laboratories of multiple use for the Technical University of the North of the City of Ibarra.

For statistical study it was implied designs of complete random with the fixing of the factor Ax B for the barley beer and the beer of yucca, where it was analyzed the variables of pH, alcoholic degree, total bitterness, density, CO₂. The determination of the statistical significance was done with the test of TUKEY for treatments and DMS for factors, of this to be the determinations of best treatments T5 (0, 7g/1+7g/1), for the yucca beer.

Obtaining the treatments, it was elaborated the following mixes barley/yucca (85/15; 70/30; 50/50; 30/70; 15/85) % of these it was evaluated organoleptily (color, odor, flavor) for a group where it was determined that the mix M1 (85% beer of barley + 15% beer of yucca), had more acceptability.

Finally it was determined that the best mix was (85% beer of barley + 15% beer of yucca), to which it was analyzed micro biologically and secondary productions of the fermentation "methanol", to see if found with in the ranges established by the regulation NTE1529, and Regulation NTE 347 as written .

Proving the brief economical analyzes to the primary materials and consumables, it was reached to establish a cost for the handcraft barley and yucca beer of: 1.92 per each 1.000cm³.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. ALVA, S. (1999) “Estudio del proceso de elaboración de cerveza”.
2. APARICIO, S. (2000) "Cinética del proceso de fermentación alcohólica del mosto de cerveza”.
3. ARBOLEDA, G. (2001) “Proyectos: Formulación, Evaluación y Control”. Cali-- Colombia.
4. CERDA, H. (1993) “Los Elementos de la Investigación”, Editorial Abya Yala, Segunda Edición, Quito – Ecuador.
5. GARCIA. A (2002) “Historia de la cerveza”. Editorial Lozano Artes Graficas S.L
6. GOROSTIAGA, F. (2008) “Manual del proceso de elaboración de cerveza”. Primera Edición, Quito-- Ecuador
7. HOUGH, J. (2001). “Biotecnología de la cerveza y de la malta”. Zaragoza--España: Editorial Acribia.
8. HUGHES, P. (2003). “Cerveza: Calidad, higiene y características nutricionales”. Zaragoza-- España: Editorial Acribia.
9. JACKSON, M. (1999). “El libro de la cerveza”. Barcelona-- España: Editorial Naturart.
10. JARAMILLO, J. y Otros (2007) “Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción” Medellín: FAO y otros, fecha de consulta: (2009 – 02 – 7)
11. HOUGH, J. (2002) “Biotecnología de la cerveza y de la malta”

12. ROMEO J, y Otros (2006). “Contribución a la ingesta de macro y micronutrientes que ejerce un consumo moderado de cerveza”.
13. SALVAT, J. (1997) “Enciclopedia Salvat de la Ciencia” Pamplona, España Salvat
14. GARCÍA, T. y Otros (2004). “La cerveza artesanal: Cómo hacer cerveza en casa”. Sabadell: Editorial CerveArt.
15. VERHOEF, B. (2003). “La enciclopedia de la cerveza”. Arganda del Rey: Editorial Edimat Libros.
16. VICENTE Ediciones, (1994) “Manual de industrias alimentarias”

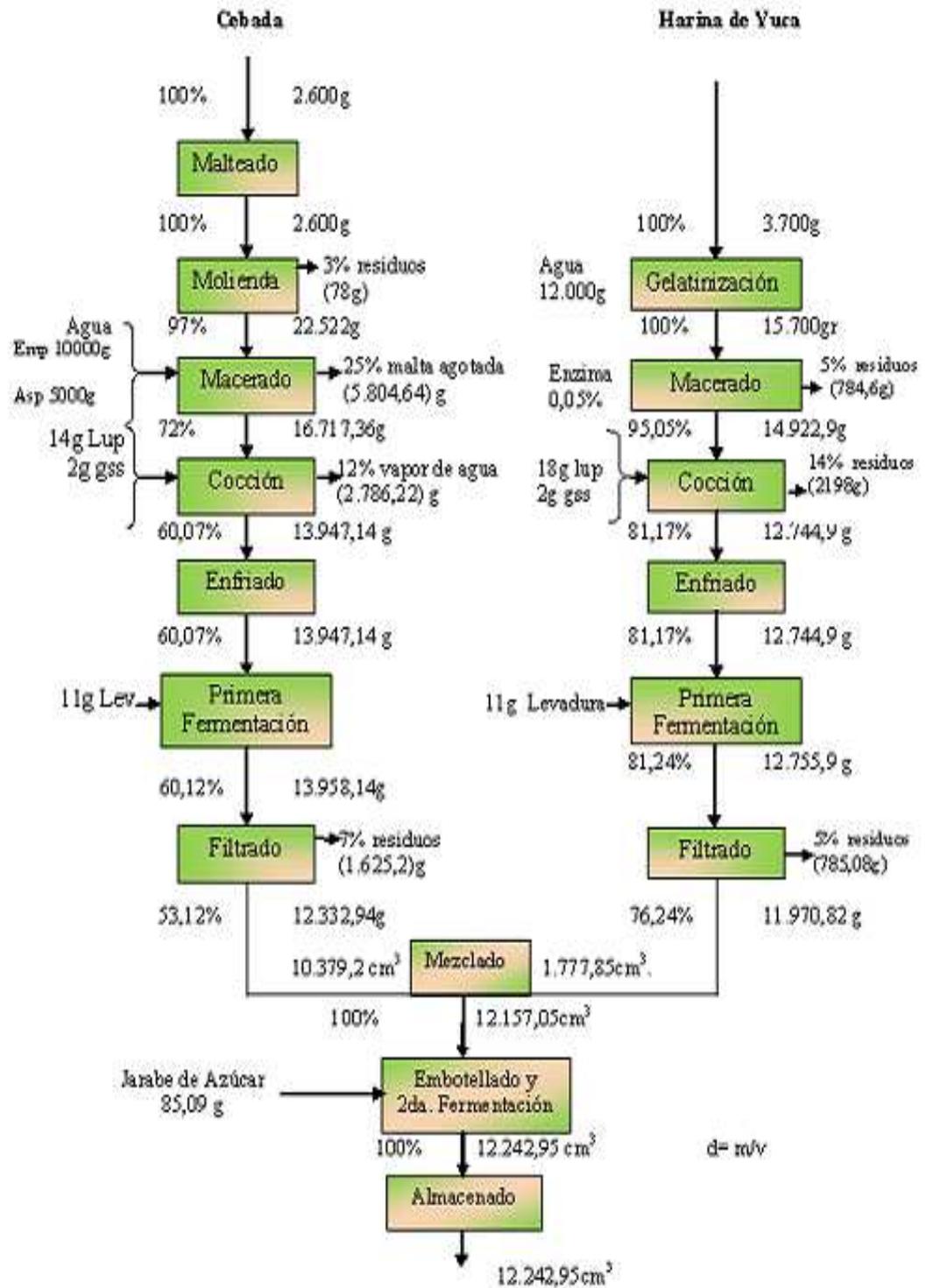
BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- [Documento Disponible]
www.eufic.org/article/es/arti/cerveza (Consulta 2009, Enero7)
- [Documento Disponible]
www.elanoración-cerveza.com (Consulta 2009, Enero7)
- [Documento Disponible]
www.zonadiet.cm.bebidas/a-cerveza.htm (Consulta 2009, Enero12)
- [Documento Disponible] <http://www.pratec.org.pe/articulos/divulgacion/1.pdf>
(Consulta 2009,Enero15)
- [Documento Disponible]
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus> (Consulta 2009, Enero15)
- [Documento Disponible]
[www.recetas.com/tienda/ img_prods/cebada.JPG](http://www.recetas.com/tienda/img_prods/cebada.JPG) (Consulta 2009, Enero15)
- [Documento Disponible] <http://ertic.inictel.net/web3/acostambo/index.shtml>
(Consulta 2009,Febrero3)
- [Documento Disponible]

<http://www.ivu.org/spanish/trans/vsuk-cereals.html> (Consulta 2009,Febrero3)

- [Documento Disponible]
<http://www.lavidaencasa.com/RECETARIO/Alimentos/cebada.htm>
(Consulta2009,Febrero10)
- [Documento Disponible]
<http://www.disasterinfo.net/LIDERES/spanish/peru2006/Docs/presentaciones>
(Consulta 2009,Febrero10)
- [Documento Disponible]
www.monografias.com/trabajos54/cerveza/cerveza2.shtml
(Consulta2009,Febrero10)
- [Documento Disponible]
<http://nutriguia.com/?id=malta;t=STORY;topic=alimentos>
(Consulta Mayo, 2009)
- [Documento Disponible]
www.zonadiet.com/bebidas/a-cerveza.htm (Consulta Agosto, 2009)
- [Documento Disponible]
<http://www.aldon.org/cerveza/lupulo.htm> (Consulta Agosto, 2009)
- [Documento Disponible]
<http://culturillacervecera.blogspot.com/2008/03/agua.html>
(Consulta Agosto, 2009)

Anexo 1 Diagrama de balance de materiales



CERVEZA DE CEBADA Y YUCA

Anexo 2 Instrucciones para la catación de cerveza

INTRUCCIONES PARA EVALUACIÓN SENSORIAL CERVEZA

Nombre:

Fecha:

QUE ES UNA CATA

“Consiste en probar con atención un producto cuya calidad queremos apreciar, se trata de someterlo a nuestros sentidos (gusto y olfato) y conocerlo buscando sus diferentes defectos y cualidades con el fin de expresarlos: la cata es estudiar, analizar, descubrir definir juzgar y clasificar”

Como realizar una cata correctamente

“Cuando cates, no observes la botella, ni la etiqueta, ni el entorno; sumérgete en ti mismo para ver como nacen tus sensaciones y como se forman tus impresiones. Cierra los ojos y mira con la nariz, la lengua y el paladar". Pierre Poupen
A la hora de realizar una cata es importante que:

El catador

- No trague la cerveza
- No use perfumes fuertes
- Se abstraiga de sus preferencias personales
- Este relajado y despierto, no pierda la concentración en ningún momento

La muestra

- Debe ser inferior a 12, para evitar la fatiga y saturación
- Debe ser anónima
- Pruebe al final la primera muestra

El entorno

- La copa debe ser transparente y sin olores extraños
- El local debe tener buena luz, sin ruidos
- No fumar ni ingerir alimentos una hora antes del catado
- tenga a mano papel y lápiz para hacer anotaciones

COMO UTILICE BIEN SUS OJOS

Vista.- el color de la cerveza en el borde de la copa inclinada da la primera información. Aquí evaluamos los colores (intensidad y matiz) y la transparencia.

COMO UTILICE BIEN SU NARIZ

Olfato.- Sobre vaso con tiraje de catado llenándolo hasta la mitad.

Se agitará el vaso en redondo llevando la superficie del vaso a la nariz, respirando profundamente por ella arrastrando todos los aromas de la cerveza. Se identificarán los aromas que te recuerdan a algún ingrediente primordial de la cerveza.

COMO UTILICE BIEN SU LENGUA Y PALADAR

Gusto.- Sobre el mismo vaso que hemos detectado los aromas procedemos a detectar su sabor, primero damos un sorbo para enjuagar la boca y garganta y crear una primera capa sobre las papilas gustativas estimulándolas. A continuación damos un segundo sorbo con un volumen aproximado de 3 a 4 cm³, el que se paladeará y se catará más despacio permitiendo que la cerveza inunde todas las papilas gustativas de la lengua y pueda identificar los diferentes sabores.

Anexo 3 Hoja de Evaluación sensorial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

HOJA DE CATACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE CEBADA (*Hordeum vulgare*)
Y YUCA (*Manihot Esculenta Crantz*).

Reciba un cordial saludo de quienes formamos parte del proyecto “Elaboración de cerveza artesanal de cebada y yuca”

Nombre.....

Fecha.....

EVALUACION SENSORIAL

COLOR		M1	M2	M3	M4	M5	M6
	1.Turbio						
	2.Poco claro						
	3.Claro						
	4.Brillante						
	5.Cristalino						

OLOR		M1	M2	M3	M4	M5	M6
	1.Inexistente						
	2.Flojo						
	3.Característico						
	4.Suficiente						
	5.Intenso						

SABOR		M1	M2	M3	M4	M5	M6
	1.Muy ligero						
	2.Ligero						
	3.Suficiente						
	4.Vigoroso						
	5.Generoso						

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 4 Cuadros originales de valoración y ranqueo de Color

Cuadro 61: Valoración de la característica de color

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA	MEDIAS
P1	2	2	2	2	2	3	13	2,17
P2	3	3	3	2	4	4	19	3,17
P3	3	1	1	1	2	3	11	1,83
P4	2	3	3	2	3	5	18	3,00
P5	2	5	1	1	2	4	15	2,50
P6	2	1	1	1	3	4	12	2,00
P7	3	2	3	2	3	4	17	2,83
P8	4	1	1	1	2	3	12	2,00
P9	3	3	3	2	2	3	16	2,67
P10	4	3	3	2	3	3	18	3,00
SUMA	28	24	21	16	26	36	151	3,02

Datos ranqueados de color

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA
P1	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	6,00	21,00
P2	3,00	3,00	3,00	1,00	5,50	5,50	21,00
P3	5,50	2,00	2,00	2,00	4,00	5,50	21,00
P4	1,50	4,00	4,00	1,50	4,00	6,00	21,00
P5	3,50	6,00	1,50	1,50	3,50	5,00	21,00
P6	4,00	2,00	2,00	2,00	5,00	6,00	21,00
P7	4,00	1,50	4,00	1,50	4,00	6,00	21,00
P8	6,00	2,00	2,00	2,00	4,00	5,00	21,00
P9	4,50	4,50	4,50	1,50	1,50	4,50	21,00
P10	6,00	3,50	3,50	1,00	3,50	3,50	21,00
ΣX	41,00	31,50	29,50	17,00	38,00	53,00	210,00
ΣX²	1681,00	992,25	870,25	289,00	1444,00	2809,00	8085,50

$$X^2 = 21,014^{**}$$

Anexo 5 Cuadros originales de valoración y ranqueo de Olor

Cuadro 62: Valoración de la característica de olor

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA	MEDIAS
P1	3	2	3	2	2	3	15	2,50
P2	4	2	4	3	4	3	20	3,33
P3	3	1	2	2	3	3	14	2,33
P4	3	2	3	5	5	3	21	3,50
P5	4	2	2	2	3	2	15	2,50
P6	3	2	3	3	3	2	16	2,67
P7	4	1	3	2	3	3	16	2,67
P8	4	2	2	4	4	4	20	3,33
P9	3	1	3	3	3	3	16	2,67
P10	3	2	2	3	2	3	15	2,50
SUMA	34	17	27	29	32	29	168	3,36

Datos ranqueados de olor

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA
P1	5,00	2,00	5,00	2,00	2,00	5,00	21,00
P2	5,00	1,00	5,00	2,50	5,00	2,50	21,00
P3	5,00	1,00	2,50	2,50	5,00	5,00	21,00
P4	3,00	1,00	3,00	5,50	5,50	3,00	21,00
P5	6,00	2,50	2,50	2,50	5,00	2,50	21,00
P6	4,50	1,50	4,50	4,50	4,50	1,50	21,00
P7	7,00	1,00	4,50	2,00	4,50	4,50	23,50
P8	4,50	1,50	1,50	4,50	4,50	4,50	21,00
P9	4,00	1,00	4,00	4,00	4,00	4,00	21,00
P10	5,00	2,00	2,00	5,00	2,00	5,00	21,00
ΣX	49,00	14,50	34,50	35,00	42,00	37,50	212,50
ΣX²	2401,00	210,25	1190,25	1225,00	1764,00	1406,25	8196,75

$$X^2 = 24,193$$

Anexo 6 Cuadros originales de valoración y ranqueo de Sabor

Cuadro 54: Valoración de la característica de sabor

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA	MEDIAS
P1	1	2	3	1	3	2	12	2,00
P2	4	3	4	3	4	4	22	3,67
P3	4	3	3	3	3	4	20	3,33
P4	2	1	3	4	3	2	15	2,50
P5	2	1	1	1	2	2	9	1,50
P6	2	2	2	1	2	3	12	2,00
P7	4	1	1	2	2	2	12	2,00
P8	3	2	2	1	2	3	13	2,17
P9	4	3	3	2	3	4	19	3,17
P10	3	2	2	3	3	3	16	2,67
SUMA	29	20	24	21	27	29	150	3,00

Datos ranqueados de sabor

PANELISTAS	M1	M2	M3	M4	M5	TESTIGO	SUMA
P1	1,50	3,50	5,50	1,50	5,50	3,50	21,00
P2	4,50	1,50	4,50	1,50	4,50	4,50	21,00
P3	5,50	2,50	2,50	2,50	2,50	5,50	21,00
P4	2,50	1,00	4,50	6,00	4,50	2,50	21,00
P5	5,00	2,00	2,00	2,00	5,00	5,00	21,00
P6	3,50	3,50	3,50	1,00	3,50	6,00	21,00
P7	6,00	1,50	1,50	4,00	4,00	4,00	21,00
P8	5,50	3,00	3,00	1,00	3,00	5,50	21,00
P9	5,50	3,00	3,00	1,00	3,00	5,50	21,00
P10	4,50	1,50	1,50	4,50	4,50	4,50	21,00
ΣX	44,00	23,00	31,50	25,00	40,00	46,50	210,00
ΣX²	1936,00	529,00	992,25	625,00	1600,00	2162,25	7844,50

$$\chi^2 = 14,129$$

Anexo 7 Costos de materias primas e insumos

Detalle	Costo (20lt)	Costo 1000cm ³	Costo 600 cm ³	Costo 330 cm ³
Malta	19,55	0,98	0,59	0,32
Yuca	1,50	0,075	0,045	0,025
Levadura	6,00	0,3	0,18	0,09
Lúpulo	6,00	0,3	0,18	0,09
Fungamyl	4,00	0,2	0,12	0,07
Botellas	0,07	0,07	0,07	0,07
Total (\$)	37,12	1,92	1,19	0,67

Realizando un breve análisis económico de materias primas e insumos, se llegó a establecer el costo de la cerveza artesanal de cebada y yuca que fue de: \$1,92 para 1000cm³.

Anexo 8 Valores originales de laboratorio para pH, Grado Alcohólico, Acidez total, Densidad, CO₂ y Microbiológicos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Página 1 de 1

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis Nº 47 – 2009

Análisis Solicitado por: Marco Insuasti y Danny Carvajal
Número de Muestras: Diez y nueve
Tipo de Muestra (s): Cerveza
Recepción y Características: Se receptaron en botellas de 750 ml
Codificación de la (s) Muestra (s): Artesanal de Yuca: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9
 Artesanal de Cebada: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9
Fecha de Recepción: 07 de octubre del 2009
Fecha de Entrega: 01 de diciembre de 2009

ANÁLISIS SOLICITADOS Y RESULTADOS:

Cerveza Artesanal de Cebada

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
pH	Conductimétrico	-----	3,5	3,9	4,2	4,05	4,27	4,44	4,3	4,73	4,63
Grado Alcohólico	°GL	%	5,25	4,92	4,56	5,3	4,82	4,48	5,18	4,75	4,72
Acidez Titulable	Titulométrico	mg/100 ml	0,312	0,312	0,320	0,290	0,880	0,286	0,269	0,259	0,279
Densidad	Picnómetro	g/ml	1,012	1,014	1,013	1,013	1,011	1,014	1,013	1,014	1,012
Dióxido de Carbono	Gravimétrico	%(vol)	3,59	2,75	2,10	3,55	2,79	2,20	3,50	2,70	2,11

Cerveza Artesanal de Yuca

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
pH	Conductimétrico	-----	4,10	4,20	4,37	4,43	4,19	4,63	4,60	4,51	4,65
Grado Alcohólico	°GL	%	5,20	4,81	4,25	5,16	4,86	4,16	5,12	4,13	4,10
Acidez Titulable	Titulométrico	mg/100 ml	0,173	0,181	0,173	0,162	0,162	0,173	0,162	0,155	0,151
Densidad	Picnómetro	g/ml	1,011	1,011	1,014	1,013	1,104	1,014	1,014	1,013	1,012
Dióxido de Carbono	Gravimétrico	%(vol)	3,60	2,74	2,00	3,55	2,70	2,20	3,50	2,72	2,13

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados
Recuento de levaduras	Vertido en placa	UPL/ml	1

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

Dr. José Luis Moreno C.

Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



El Olivo
 Teléfono: (06) 2 953-4611 Casilla 199
 (06) 2 999-4202 Fax: Ext:101
 E-mail: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec

Anexo 9 Valores originales de análisis de laboratorio para Metanol



OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS "OSP"
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS



INF-LAB-AL-15180
ORDEN DE TRABAJO No 25733

SOLICITADO POR:	Danny Carvajal
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Ibarra Calixte Miranda
MUESTRA DE:	Cerveza
DESCRIPCIÓN:	Cerveza Artesanal de Cebada y Yuca
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
No. DE MUESTRAS:	1
FECHA DE RECEPCIÓN:	27/11/09
HORA DE RECEPCIÓN:	09:19
FECHA DE ANÁLISIS:	30/11/09
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	02/12/09
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	Líquido
Contenido encontrado: 300 ml	Contenido declarado: 300 ml
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Grado Alcohólico	°G.L.	10	INEN 360
Metanol	mg/100 ml	51.78	INEN 347



"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"
No OAE LE IC 04-002



Sandra Morales
Dra. Sandra Morales
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS

IMPORTANTE PARA EL USUARIO: Exija el original. La Facultad no se responsabiliza por documentos fotocopiados
Dirección: Francisco Viteri s/n y Gato Sobral Telefax directo: 3216-740 Troncal: 502-262 507-456 Ext. 18
E-mail: sandeng.15@hotmail.com Quito - Ecuador RAL-4.1-04

Anexo 10 Hoja Técnica de la Enzima Fungamyl

Product Sheet

Enzyme Process Division

Fungamyl®

Fungamyl is a fungal alpha-amylase obtained from a selected strain of *Aspergillus oryzae*. The systematic name is 1,4- α -D-glucan glucano-hydrolase (EC 3.2.1.1).

The enzyme hydrolyzes 1,4- α -glucosidic linkages in amylose and amylopectin; a prolonged reaction results in the formation of large amounts of maltose.

Product Specification

Appearance

Fungamyl is available as a clear brown liquid (Fungamyl 800 L) with a density of approx. 1.25.

Product type

Fungamyl 800 L 800 FAU/g

Activity determination

One Fungal alpha-Amylase Unit (1 FAU) is the amount of enzyme which breaks down 5.26 g starch (Merck, Amylum solubile Erg. B. 6, Batch 9947275) per hour at Novo Nordisk's standard method for determination of alpha-amylase based upon the following standard conditions:

Substrate soluble starch
Reaction time 7-20 min.
Temperature 37°C
pH 4.7

A detailed description of Novo Nordisk's method of analysis is available on request.

Standard packings

Fungamyl 800 L is available in 250-kg steel drums and 30-kg jerry cans.

Storage

When stored at 5°C, Fungamyl 800 L will maintain the declared activity for at least one year and when stored at 25°C for at least three months.

Safety Aspects

Approval status

The products comply with FAO/WHO JECFA and FCC recommended specifications for food grade enzymes, supplemented with maximum limits of 5×10^6 /g for total viable count and 10^2 /g for moulds.

Handling Precautions

The product is non-flammable, completely miscible with water, and safe when used according to directions. Enzyme dust may cause sensitization when inhaled.

Observe standard handling precautions to avoid direct contact with the product or inhalation of dust from the dried product. In case of accidental spillage and contact with the skin or eyes, rinse promptly with water.

A separate Novo Nordisk leaflet, "How to handle liquid Novo Nordisk enzymes - safely" (B 144), is available on request.

Novo Nordisk does not guarantee that the products can be used as described above without prior positive testing or that use does not infringe third parties' patent rights.

Novo Nordisk



Effect of Temperature

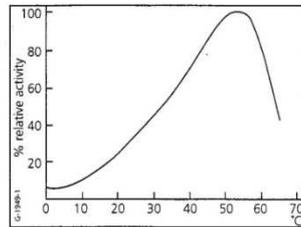


Fig. 1. The effect of temperature on the activity of Fungamyl 800 L at pH 4.7.
Method of analysis: Novo Nordisk's standard method used at various temperatures

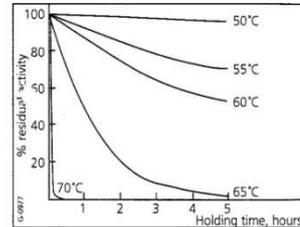


Fig. 2. The effect of temperature on the stability of Fungamyl 800 L.
Substrate: 30% w/w high maltose syrup
pH: 5.0

Effect of pH

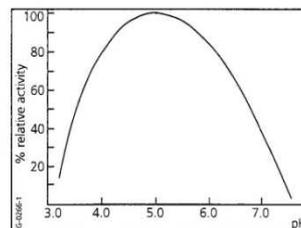


Fig. 3. The effect of pH on the activity of Fungamyl 800 L.
Method of analysis: Novo Nordisk's standard method used at appropriate pH values

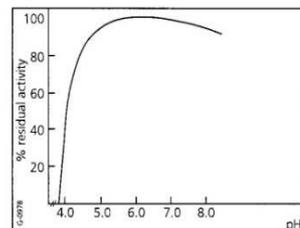


Fig. 4. The effect of pH on the stability of Fungamyl 800 L.
Substrate: 30% w/w high maltose syrup
Temperature: 50°C
Holding time: 4 hours

Applications

In the starch industry, Fungamyl is used for production of high maltose syrups, 45-60% maltose (2-7% glucose) or high conversion syrups, DE: 60-70, 35-43% glucose, 30-37% maltose. The high maltose syrup can be prepared from an enzyme-liquefied starch. The high conversion syrup can be prepared from an enzyme-liquefied syrup or a regular acid-converted 42 DE syrup using a combination of Fungamyl 800 L and Novo Nordisk's glucoamylase, AMG.

In the brewing industry, Fungamyl is added during fermentation in order to increase fermentability of the wort. The fermentability can be increased by 2-5%, and the alpha-1,6-limit dextrins will remain in the beer.

In the alcohol industry, Fungamyl may be used for liquefaction of starch in a distillery mash if the existing equipment favours low-temperature liquefaction (55-60°C).

Technical Service

Novo Nordisk's experienced industrial application group has laboratory facilities in the USA, Japan, South-East Asia, Switzerland, Brazil and Denmark and will be pleased to assist you with further information on the properties and the optimum use of Fungamyl.

Enzyme Process Division

Novo Nordisk A/S
Novo Allé
2880 Bagsvaerd
Denmark

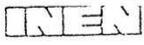
Tel. +45 4444 8888
Fax +45 4444 1021
Telex 37560

Novo Nordisk Ferment Ltd.
Neumatt
4243 Dittingen
Switzerland

Tel. +41 61 7656111
Fax +41 61 7656333
Telex 962970



Anexo 11 Norma INEN para determinación de Acidez Total

CDU: 663.41:658 ICS: 67.160.10			CIU: 3131 AL 04.02-327
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS CERVEZA DETERMINACION DE LA ACIDEZ TOTAL		NTE INEN 2 323:2002 2002-12
1. OBJETO			
1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la acidez total en la cerveza.			
2. PREPARACION DE LA MUESTRA			
2.1 Eliminar el CO ₂ , para lo cual, la muestra se transfiere a un erlenmeyer cuyo volumen debe ser mayor al de la muestra y llevar a una temperatura de 15°C a 20°C.			
2.2 Eliminar el gas, agitar el recipiente, al principio suavemente y después vigorosamente, hasta que no se observe desprendimiento de gas de la cerveza.			
2.3 Si la muestra contiene materiales en suspensión, filtrar el líquido libre de CO ₂ a través de papel de filtro, cubriendo el embudo con un vidrio de reloj para reducir la evaporación.			
3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS			
3.1 La determinación de la acidez total se puede efectuar por cualquiera de los métodos establecidos. El método de Titulación Potenciométrica debe ser usado como dirimente en caso de divergencia.			
4. METODOS DE ENSAYO			
4.1 Método por Titulación potenciométrica.			
4.1.1 <i>Resumen</i>			
4.1.1.1 La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas volátiles, determinadas por titulación de una muestra de cerveza desgasificada con solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH 8,2.			
4.1.1.2 Los resultados pueden expresarse como porcentaje de ácido láctico o como cm ³ de álcali 1,0 N necesarios para neutralizar 100 g de cerveza.			
4.1.2 <i>Equipos</i>			
4.1.2.1 Medidor de pH con electrodos de vidrio y calomel. Que dará lecturas exactas a un pH 8,2.			
4.1.2.2 Vaso de titulación, de suficiente tamaño para colocar los 50 cm ³ de muestra.			
4.1.2.3 Agitador apropiado movido eléctricamente o por aire.			
4.1.2.4 Bureta.			
4.1.2.5 Pipeta de 50 cm ³ ± 0,1 cm ³ .			
4.1.2.6 Termómetro.			
(Continúa)			
DESCRIPTORES: Bebidas espirituosas, alcoholes, fermentación, bebida alcohólica, bebida, cerveza, método, ensayo, acidez.			
			2002-004

4.1.3 Reactivos

4.1.3.1 *Solución buffer pH 7,0.* A 50 cm³ 0,1 M de dihidrógeno fosfato de potasio (13,62 g de KH₂PO₄ por litro), añadir 29,63 cm³ de NaOH 0,1 N y llevar a 100 cm³. Los buffers comerciales, las tabletas buffers o cristales pueden ser usadas, pero la solución debe ser fresca. No usar solución buffer que contenga mohos o sedimentos de alguna clase.

4.1.3.2 *Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.*

4.1.4 Procedimiento

4.1.4.1 Estandarizar el medidor de pH a un pH 7,0 con solución buffer haciendo ajustes de temperatura y el potencial asimétrico requeridos para el instrumento en uso (ver Nota 1).

4.1.4.2 Lavar los electrodos con agua destilada para que queden libres de solución buffer.

4.1.4.3 Pipetear 50 cm³, o alguna otra cantidad medida de cerveza desgasificada (ver numeral 2), apropiada para el medidor de pH usado en un vaso de titulación.

4.1.4.4 Introducir los electrodos de vidrio y calomel, y el agitador magnético dentro de la cerveza. Empezar a agitar y ajustar la temperatura de determinación a 20 °C.

4.1.4.5 Titular la cerveza con la solución de NaOH 0,1 N llevar a pH 8,2 añadiendo álcali en cantidades de 1,5 cm³ hasta un pH 7,6, luego en incrementos más pequeños de 0,15 cm³ hasta que alcance exactamente un pH de 8,2. Asegurar el completo equilibrio antes de leer la bureta exactamente a un pH de 8,2.

4.1.5 Cálculos

4.1.5.1 La acidez se calcula como "cm³ de álcali 1,0 N por 100 g de cerveza" mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Acidez total} = \frac{(\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N})}{10} \times \frac{100}{(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica de cerveza})}$$

$$\text{Acidez total} = \frac{(\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 10)}{(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica})}$$

a) Reportar la acidez de la cerveza con un decimal.

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

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

En donde:

$$0,09 = \text{cm}^3 \text{ equivalentes de una solución de ácido láctico } 1,0 \text{ N, o}$$

$$\text{Acidez total (como ácido láctico)} = \frac{(\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 0,9)}{(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica de la cerveza})}$$

a) Reportar la acidez de la cerveza como ácido láctico con dos decimales.

NOTA 1. Es esencial que todos los detalles de una buena técnica potenciométrica deben ser cuidadosamente observados, incluyendo lo siguiente: estandarizar el medidor de pH a través de un buffer estándar de pH 7,0 antes y después de una serie de titulaciones; leer el potenciómetro con aproximación a 0,02; usar una protección flexible alrededor de la salida del electrodo y cuerdas del motor; conectar a tierra el motor y cuerdas del motor de preferencia a tubos de agua; evitar el contacto entre los electrodos y el vaso de vidrio; manteniendo una velocidad apropiada de agitación para asegurar una mezcla rápida sin espuma (la espuma puede atrapar temporalmente algo del álcali añadido); detener la titulación para no sobrepasar el pH de 8,2 para minimizar la contaminación del álcali del electrodo de vidrio.

(Continúa)

2002-004

4.1.5.3 Ejemplo

- a) Para 50 cm³ de cerveza, de gravedad específica 1,0150 se requiere 7,90 cm³ de NaOH 0,1N por titulación potenciométrica a pH de 8,2

$$\text{Acidez total} = (7,90 \times 10)/(50 \times 1,01501)$$

$$\text{Acidez total} = 1,56$$

o 1,6 cm³ de 1,0 N de álcali por 100 g de cerveza

- b) Para 50 cm³ de cerveza de gravedad específica 1,01501 se requiere 7,90 cm³ de NaOH 0,1N por titulación potenciométrica a pH de 8,2.

$$\text{Acidez total (como ácido láctico)} = ((7,90 \times 0,9)/(50 \times 1,01501))$$

$$\text{Acidez total (como ácido láctico)} = 0,14 \%$$

4.2 Método por titulación con fenolftaleína.

4.2.1 Equipos

4.2.1.1 Vaso o erlenmeyer de vidrio, de 500 cm³.

4.2.1.2 Pipeta, de 25 cm³ ± 0,1 cm³, tipo flujo rápido.

4.2.1.3 Bureta.

4.2.2 Reactivos

4.2.2.1 Solución de fenolftaleína, 0,5% en 95% de alcohol etílico.

4.2.2.2 Solución estándar de hidróxido de sodio, 0,1 N.

4.2.3 Procedimiento

4.2.3.1 Llevar 250 cm³ de agua destilada a ebullición en un vaso o erlenmeyer de 500 cm³ y continuar la ebullición por 2 minutos.

4.2.3.2 Añadir 25 cm³ de cerveza desgasificada (ver numeral 2 y Nota 2) con pipeta de flujo rápido. Continuar el calentamiento por un minuto, después de que la pipeta es vaciada. Regular la fuente de calor, de tal manera que la ebullición se produzca durante los 30 segundos finales del calentamiento.

4.2.3.3 Retirar la fuente de calor, agitar el contenido del recipiente por 5 segundos y enfriar rápidamente a la temperatura ambiente.

4.2.3.4 Añadir a la solución fría 0,5 cm³ de la solución indicadora de fenolftaleína (ver numeral 4.2.2.1) y valorar con hidróxido de sodio 0,1 N (ver numeral 4.2.2.2) contra fondo blanco.

4.2.3.5 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.

4.2.3.6 Continuar la valoración hasta la aparición de un color rosado pálido y leer la lectura de la bureta.

NOTA 2. Todos los detalles del método deben ser estrictamente observados. Sin embargo, 100 cm³ de agua, 10 cm³ de cerveza, y 0,2 cm³ de indicador pueden usarse en lugar de cantidades especificadas. Para cervezas oscuras, las cuales aún cuando son diluidas no pueden dar un punto final satisfactorio con fenolftaleína, se recomienda el método potenciométrico (4.1).

(Continúa)

4.2.3.7 Añadir 0,2 cm³ adicionales de álcali, si el color es rojizo definido y permanente, indica sobretitulación. En ese caso, el punto final corresponde a la lectura anterior.

4.2.4 Cálculos

4.2.4.1 La acidez se calcula como "cm³ de álcali 1,0 N por 100 g de cerveza" mediante la ecuación siguiente.

$$\text{Acidez total} = [(\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N})/10] \times [100/(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica de cerveza})]$$

$$\text{Acidez total} = (\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 10)/(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica})$$

a) Reportar la acidez de la cerveza con un decimal.

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

$$\text{Acidez total (como ácido láctico)} = [(\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 10)/(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica de la cerveza})] \times 0,09$$

En donde:

$$0,09 = \text{cm}^3 \text{ equivalentes de una solución de ácido láctico } 1,0 \text{ N, o}$$

$$\text{Acidez total (como ácido láctico)} = (\text{cm}^3 \text{ de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 0,9)/(\text{cm}^3 \text{ cerveza} \times \text{gravedad específica de la cerveza})$$

a) Reportar la acidez de la cerveza como ácido láctico con dos decimales.

5. INFORME DE RESULTADOS

5.1 En el informe de resultados debe indicarse:

5.1.1 La media aritmética de los resultados de la determinación.

5.1.2 Nombre del producto.

5.1.3 Identificación del lote

5.1.4 Tipo y número de la muestra.

5.1.5 NTE INEN de referencia.

5.1.6 Fecha de muestreo y ensayo.

5.2 Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

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

(Continúa)

2002-004

Anexo 12 Norma INEN Requisitos de la cerveza

CDU: 663.41.658 ICS: 67.160.10	INEN	CIU: 3131 AL 04.02.414
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	NTE INEN 2 262:2003 2003-03
1. OBJETO		
1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.		
2. DEFINICIONES		
2.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:		
2.1.1 <i>Cerveza</i> . Bebida de moderado contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o los derivados de lúpulo.		
2.1.2 <i>Cerveza pasteurizada</i> . Producto que ha sido sometido a un proceso térmico y tiene el equivalente a 8 UP mínimo.		
2.1.3 <i>Unidad de pasteurización UP</i> . Es el equivalente a mantener la cerveza a 60°C durante un minuto; si la temperatura y el tiempo son diferentes a lo indicado, se define mediante la ecuación $UP = Z \times 1,393^{(t-60)}$, donde: UP = unidad de pasteurización, Z = minutos, t = °C.		
2.1.4 <i>Cebada malteada</i> . Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.		
2.1.5 <i>Adjuntos cerveceros</i> . Son cereales, y azúcares procesados o no y/o almidones transformables en otros azúcares.		
2.1.6 <i>Lúpulo</i> . Es un producto natural obtenido de las flores de la planta <i>Humulus lupulus</i> . Estas pueden haber sido sometidas a un proceso de clasificación, secado, extrusión, y/o extracción, isomerización o estabilización de las sustancias amargas y aromáticas.		
3. DISPOSICIONES GENERALES		
3.1 La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos apreciables a simple vista.		
3.2 La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de cualquier otro tipo de microorganismo patógeno.		
3.3 Prácticas permitidas		
3.3.1 El agua debe ser potable (según NTE INEN 1 108). Se puede depurar con ácidos, sales de calcio y zinc para favorecer la acción enzimática de la cebada malteada.		
3.3.2 Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas de origen natural.		
3.3.3 Se puede utilizar colorantes provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.		
3.3.4 Se puede usar agentes antioxidantes de uso permitidos, tales como el ácido ascórbico, sus sales o bisulfitos de sodio o potasio.		
(Continúa)		
DESCRIPTORES: Bebidas espirituosas, alcohólicas, fermentación, cerveza, bebida alcohólica, bebida, requisitos.		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.3.5 Se puede utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como celulosa, carbón activado, tierras de infusorios o diatomeas, tanino, albúmina, gelatina alimenticia, bentonitas, alginatos, dióxido de silicio amorfo, caseína, queratina, poliamidas y polivinilpirrolidona insoluble y otros de uso permitido que no hagan parte del producto final.

3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos

3.4.1.4 Adjuntos que proporcionen sabores o aromas diferentes a la naturaleza propia de la cerveza.

3.4.1.5 Esencias o saborizantes naturales o artificiales.

3.4.1.6 Saponinas

3.4.1.7 Materias colorantes diferentes al caramelo de azúcar o a las cebadas malteadas oscuras o a sus concentrados o extractos.

3.4.1.8 Sustancias conservantes

3.4.1.9 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.10 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

INSTITUTO ECUATORIANO
 DE NORMALIZACIÓN
 BIBLIOTECA

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos específicos

4.1.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20°C	% (v/v)	2,0	5,0	NTE INEN 2 322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2 323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2 324
pH	-	3,5	5,0	NTE INEN 2 325
Contenido de hierro	mg/dm ³	-	0,2	NTE INEN 2 326
Contenido de cobre	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2 327
Contenido de zinc	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2 328
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2 329
Contenido de plomo	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2 330

(Continúa)

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza pasteurizada		Cerveza no pasteurizada		MÉTODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	
R.E.P.	UFC/cm ³	-	10	-	80	NTE INEN 1 529-5
Mohos y levaduras	UP/cm ³	-	10	-	50	NTE INEN 1 529-10

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo

5.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 2 340.

5.2 Aceptación y rechazo

5.2.1 En la muestra extraída se efectuarán los ensayos indicados en el numeral 4 de esta norma.

5.2.2 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en el numeral 4 de esta norma, se extraerá una segunda muestra y se repetirán los ensayos.

5.2.3 Si la segunda muestra de los ensayos repetidos no cumpliera con uno de los requisitos establecidos, se rechazará el lote correspondiente.

6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 La cerveza debe distribuirse y expendirse en envases fabricados de un material que permita conservar la calidad del producto, así como su manejo hasta el destino final.

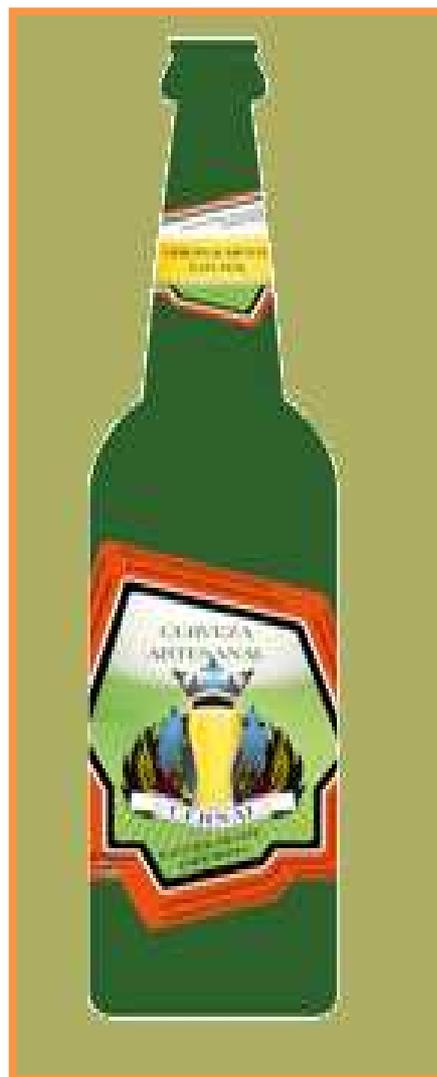
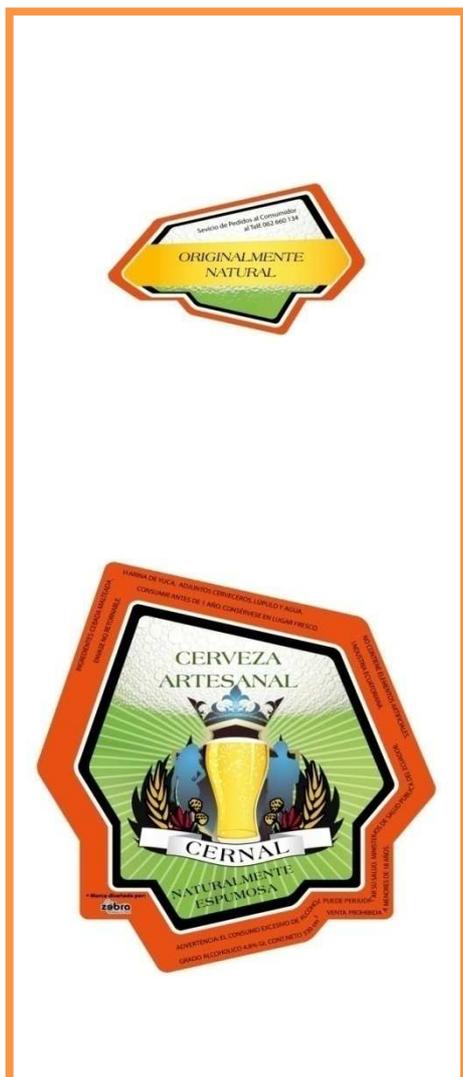
7. ROTULADO

7.1 Cada envase debe presentar un rotulado perfectamente legible que incluya la siguiente información en idioma español.

- a) denominación del producto "Cerveza",
- b) marca comercial,
- c) nombre del fabricante. En el caso de productos importados, además constará el nombre y dirección del importador y del país de origen,
- d) contenido alcohólico expresado en porcentaje de volumen,
- e) contenido neto expresado en unidades de volumen del sistema internacional,
- f) número de registro sanitario ecuatoriano,
- g) identificación del lote ,
- h) fechas de elaboración y de tiempo máximo de consumo,
- i) lista de ingredientes,
- j) forma de conservación,
- k) precio de venta al público (P.V.P),
- l) la leyenda "Industria Ecuatoriana" para el producto nacional,

(Continúa)

Anexo 13 Etiqueta de presentación para la cerveza de cebada y yuca



Anexo 13 Fotografías





