UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

"ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE MANZANA INCORPORANDO DIFERENTES DOSIFICACIONES DE PIÑA PARA MEJORAR EL PROCESO DE FERMENTACIÓN."

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

AUTOR:

EFRÉN RUBÉN SUÁREZ GUEVARA

DIRECTOR:

ING. EDWIN SOLORZANO SALTOS

Guaranda – Ecuador

2014

“ELABORARCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE MANZANA INCORPORANDO DIFERENTES DOSIFICACIONES DE PIÑA PARA MEJORAR EL PROCESO DE FERMENTACIÓN”

REVISADO POR:

……

Ing. EDWIN SOLORZANO SALTOS.

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

……..

Ing. JUAN GAIBOR CHAVEZ. Mg

BIOMETRISTA

……..

Ing. VICENTE DOMÍNGUEZ NARVÁEZ

ÁREA TÉCNICA

……

ING. DANILO MONTERO SILVA Mg

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

DECLARACIÓN

Yo: **Efrén Rubén Suárez Guevara**, autor de la tesis declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa vigente.

…….

EFRÉN RUBÉN SUÁREZ GUEVARA

C.I. 1803949518

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi mamá HILDA MERCEDES GUEVARA, la persona que siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo, cariño y ternura; sus sabios consejos, sus palabras de aliento han hecho que lleguemos juntos a la meta y poder cristalizar el sueño de ser un profesional, en la carrera que siempre me ha gustado como es la Ingeniería Agroindustrial; me siento el hijo más afortunado de tener una mamá como usted.

A mi papá LEONARDO ELIECER SUÁREZ, por sus consejos y motivación para culminar con éxito mis estudios.

A mi hermana MERY PAULINA, por su apoyo moral en momentos adversos que he pasado; a mis sobrinos ALANNIS Y DERLIN.

A mis maestros, amigos y personas que durante mi vida estudiantil tendieron su mano amiga brindándome palabras de aliento, para seguir adelante, de igual forma a las empresas en las cuales realice mis practicas pre profesionales por la confianza depositada en mí.

RUBÉN SUÁREZ

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por haberme concedido inteligencia, para captar la enseñanza transmitida de mis maestros; fortaleza, para vencer las adversidades y sabiduría para tomar decisiones en el momento exacto.

De igual manera mi agradecimiento va dirigido a la Universidad Estatal de Bolívar, y por medio de ella a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente con la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, que me concedió la oportunidad de crecer como profesional y como persona a través de su personal docente y administrativo quienes impartieron sus conocimientos teóricos y prácticos que serán muy útiles en mi carrera profesional.

Además hago extensivo mi agradecimiento a los señores miembros del tribunal de calificación de tesis en las personas del Ing. Edwin Solorzano, Ing. Vicente Domínguez, Ing. Juan Gaibor, Ing. Danilo Montero, mi sincero agradecimiento por la confianza depositada en mi persona.

RUBÉN SUÁREZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

N°	CONTENIDO	Pág.
I	**INTRODUCCIÓN**	1
II	**MARCO TEÓRICO**	3
2.1	Generalidades	3
2.1.1	La Fermentación	3
2.1.2	Fermentación aerobia	3
2.1.3	Fermentación anaerobia	4
2.1.4	Primera fase ajuste inicial	4
2.1.5	Fase de transición	4
2.1.6	Fase ácida	5
2.1.7	Fase de fermentación del metano	6
2.1.8	Fase de maduración	6
2.2	**TIPOS DE FERMENTACIÓN**	7
2.2.1	Fermentación Láctica	7
2.2.2	Fermentación butírica	7
2.2.3	Fermentación Alcohólica	8
2.2.4	Fermentación Acética	9
2.2.5	Usos de la fermentación	9
2.2.6	**CICLO DE KREBS**	10
2.3.1	Digestión Anaerobia	11
2.3.2	Hidrólisis de polímeros	11
2.3.3	Acidogénesis	12
2.3.4	Acetogénesis	12

2.3.5	Bacterias fermentativas	13
2.3.6	Bacterias productoras de hidrógeno	13
2.3.7	Bacterias homoacetogénicas	13
2.3.8	Metanogénesis	14
2.4	**CINÉTICA DE REACCIONES**	13
2.4.1	Cinética química	13
2.4.2	Teoría de las colisiones	14
2.4.3	Factores que influyen en la velocidad de reacción	14
2.4.4	De la naturaleza de los reactivos	14
2.4.5	Grado de división de los reactivos	15
2.4.6	Concentración	15
2.4.7	Presión	15
2.4.8	Temperatura	16
2.4.9	Catalizadores	16
2.4.10	Resumen	17
2.5	**TIPOS DE CATALIZADORES**	17
2.5.1	Catalizadores portadores	17
2.5.2	Catalizadores de contacto	18
2.5.3	Enzimas	18
2.6	**LA MANZANA**	19
2.6.1	Taxonomía y morfología	19
2.6.2	Porte	19
2.6.3	Sistema radicular	19

2.6.4	Hojas	19
2.6.5	Flores	20
2.6.6	Floración	20
2.6.7	Fruto	20
2.6.8	Origen	20
2.6.9	Producción mundial	21
2.6.10	Principales países importadores de manzanas	21
2.6.11	Principales países exportadores de manzanas	23
2.6.12	Mercado de la manzana	23
2.6.13	Propiedades nutritivas	24
2.6.14	Variedades	24
2.6.14.1	Early Red One	24
2.6.14.2	Top Red	24
2.6.14.3	Red Delicious	24
2.6.14.4	Starking	25
2.6.14.5	Royal Gala	25
2.6.14.6	Granny Smith	25
2.6.14.7	Golden Supreme	25
2.6.14.8	Golden Delicious	25
2.6.14.9	Reineta gris del Canadá	25
2.6.14.10	Mcintosh	25
2.6.15	**VARIEDADES EN ESTUDIO**	26
2.6.15.1	Golden delicious	26
2.6.15.2	Emilia (Malus communis – Reineta amarilla de Blenheim)	26

2.7	Cultivo de manzana	26
2.7.1	Suelo	26
2.7.2	Clima	27
2.7.3	Siembra	27
2.7.4	Poda	27
2.7.5	Fitosanidad	27
2.7.5.1	La roña del manzano	27
2.7.5.2	El agrobacterium tumefasciens	27
2.7.5.3	Sarna de la manzana	28
2.7.5.4	Oídios	28
2.8	**LA PIÑA**	28
2.8.1	Generalidades	28
2.8.1.1	Morfología y taxonomía	28
2.8.1.2	Planta	28
2.8.1.3	Tallo	29
2.8.1.4	Hojas	29
2.8.1.5	Flores	29
2.8.1.6	Fruto	29
2.8.2	Origen	29
2.8.2.1	Producción Nacional de Piña	29
2.8.2.2	Zonas de Cultivo en Ecuador	30
2.8.3	Variedades botánicas	30
2.8.3.1	Sativus	30
2.8.3.2	Comosus	30
2.8.3.3	Lucidus	30

2.8.4	**INDUSTRIALIZACIÓN**	30
2.8.4.1	Piña en almíbar	31
2.8.4.2	Extracción de Bromelina	31
2.8.4.3	Vino de piña	31
2.8.4.4	Vinagre de piña	31
2.8.4.5	Composición química y valor nutricional	31
2.9	**BEBIDAS FERMENTADAS**	32
2.9.1	Origen	32
2.9.2	Producción de bebidas	32
2.9.3	**CLASIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS**	33
2.9.3.1	Bebidas alcohólicas fermentadas	33
2.9.3.2	Bebidas alcohólicas destiladas	33
2.9.3.3	Bebidas alcohólicas fermentadas mezcladas con destilados	33
III	**MATERIALES Y MÉTODOS**	34
3.1	**UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**	34
3.1.1	Ubicación del experimento	34
3.1.2	Localización del experimento	34
3.1.3	Situación Geográfica y Climática	34
3.2	**MATERIALES**	35
3.2.1	Material experimental	35
3.2.2	De campo	35
3.2.3	Equipos	35

3.2.4	Aditivos	35
3.2.5	De oficina	35
3.3	**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**	36
3.3.1	Factor en estudio	36
3.3.2	Descripción del diseño experimental	36
3.3.3	Modelo matemático del Diseño Experimental	37
3.3.4	Características del experimento	38
3.3.5	Análisis estadístico y funcional	39
3.4	**MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A EVALUARSE**	39
3.4.1	Materia prima	39
3.4.2	En el producto terminado	39
3.5	**MANEJO DEL EXPERIMENTO**	40
3.5.1	Diagrama de flujo	40
3.5.2	Descripción del Experimento	41
3.5.2.1	Recepción	41
3.5.2.2	Pesado	41
3.5.2.3	Selección	41
3.5.2.4	Lavado	41
3.5.2.5	Pelado	41
3.5.2.6	Troceado	41
3.5.2.7	Despulpado	42
3.5.2.8	Filtrado	42
3.5.2.9	Dosificación	42

3.5.2.10	Pasteurización I	42
3.5.2.11	Enfriado	42
3.5.2.12	Adición de levadura	42
3.5.2.13	Fermentación	43
3.5.2.14	Trasiego	43
3.5.2.15	Envasado	43
3.5.2.16	Sellado	43
3.5.2.17	Pasteurización II	43
3.5.2.18	Almacenado	43
IV	**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**	44
4.1	Análisis en la materia prima	44
4.1.1	Análisis físico químico	44
4.1.1.1	Análisis físico Ph	44
4.1.1.2	Análisis de acidez titulable	45
4.1.1.3	Análisis físico de solidos solubles (°Brix),	46
4.1.1.4	Análisis de índice de madurez	47
4.2.2	Análisis físico - químico del producto terminado	48
4.2.2.1	Análisis físico - químico °Brix	48
4.2.2.2	Concentración de ión hidrógeno (pH)	51
4.2.2.3	Contenido de grado alcohólico	53
4.2.2.4	Análisis de metanol alcoholes superiores	56
4.2.	Análisis sensorial del mejor tratamiento T4 (a_1 b_2 c_2)	57
4.2.1	Análisis sensorial	57
4.3	Análisis económico en la relación costo – beneficio	65

4.3.2	Comprobación de la hipótesis	65
V	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	66
5.1	Conclusiones	66
5.2	Recomendaciones	68
VI	**RESUMEN Y SUMMARY**	69
6.1	Resumen	69
6.2	Summary	71
VII	**BIBLIOGRAFÍA**	72
	ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

N°	CONTENIDO	Pág.
1	Localización del experimento	34
2	Situación geográfica y climática	34
3	Factor de estudio	36
4	Descripción del diseño experimental.	37
5	Análisis de varianza.	38
6	Análisis de pH	44
7	Análisis de acidez	45
8	Análisis de °Brix	46
9	Análisis de índice de madurez	47
10	Análisis de varianza °Brix	48
11	Comparación de medias según Tukey para °Brix	49
12	Análisis de varianza para Ph	51
13	Comparación de medias según Tukey para Ph	52
14	Análisis de varianza para contenido de grado alcohólico	53
15	Comparación de medias según Tukey para grado alcohólico	54
16	Atributo color	57
17	Atributo aroma	58
18	Atributo dulzor	60
19	Atributo acidez	61
20	Atributo aceptabilidad	63
21	Análisis de relación costo –beneficio	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	CONTENIDO	Pág.
1	Ciclo de Krebs	11
2	Análisis de pH materia prima	44
3	Análisis de acidez titulable	45
4	Análisis de grado brix	46
5	Análisis de índice de madurez	47
6	Perfil de Tukey para grado brix de la bebida fermentada	50
7	Perfil de Tukey para pH de la bebida fermentada	52
8	Perfil de Tukey para grado alcohólico de la bebida fermentada	55
9	Representación gráfica del atributo color	58
10	Representación gráfica del atributo aroma	59
11	Representación gráfica del atributo dulzor	61
12	Representación gráfica del atributo acidez	62
13	Representación gráfica del atributo aceptabilidad	64

ÍNDICE DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Pág.
1	Curva de temperatura de la fermentación aerobia	4
2	Fases generales de la fermentación anaerobia	5
3	Tipos de fermentaciones de varios microorganismos	9

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	CONTENIDO
1	Mapa de ubicación del experimento
2	Base de datos para análisis físico-químicos
3	Hoja de cataciones
4	Hoja de cataciones aplicada
5	Resultados de laboratorio
6	Glosario de términos
7	Fotografías de la fase experimental

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La fermentación desde épocas antañas ha sido aplicada en la utilización de diversos productos, ya sean estos medicinales, farmacéuticos, alimenticios. Sin la fermentación, no existiría ninguna bebida alcohólica ni fermentada pues todo radica en la degradación del azúcar por parte de microorganismos en un medio líquido y convertirlo en alcohol lo que hace que este proceso sea tan especial. Si únicamente se agrega alcohol a una bebida, todavía tendría azúcar la misma, lo que la hace propensa a que crezcan bacterias y cause un efecto tóxico al consumirla (Rodríguez, 2011).

La fermentación sigue los mismos pasos todo el tiempo, en donde una molécula de azúcar se convierte en alcohol y CO_2. Pero este proceso no es perfecto, hay componentes intermediarios que se crean durante la fermentación y que tienen reacciones químicas con otros componentes en el líquido que se está fermentando, estos procesos crean aromas secundarios, así como ésteres y otros químicos que dan sabor y aroma a un vino, cerveza, bebida fermentada o alcohol.

Esta reacción es probablemente la más interesante pues es la que da los diferentes sabores a las diferentes bebidas. Las reacciones químicas que crean los componentes dependen mucho de lo que se encuentra en el mosto que se está fermentando o el tipo de levadura que se está usando. La cantidad de alcohol que se crea en la bebida depende de la cantidad de azúcar que se encuentra en el líquido, así como cuánto tiempo se deja fermentando. (García, 2005).

Las cepas de levadura más empleadas en la fabricación del vino, cerveza y pan, son las correspondientes a la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura sigue un metabolismo fermentativo cuando está en condiciones anaerobias, pero cuando hay oxígeno hace una respiración aerobia y no produce alcohol. Este fenómeno se conoce como efecto Pasteur, y es determinante en la industria de bebidas alcohólicas, pues para que la producción de etanol sea correcta, las levaduras deben desarrollarse en ausencia de oxígeno (Ward, 2008).

En el continente americano la elaboración de bebidas fermentadas tiene mucho realce debido a una amplia gama de productos elaborados industrialmente entre los más destacados esta la cerveza, vino, sidra. Estas bebidas son muy apetecidas puesto que poseen un grado alcohólico relativamente moderado que fluctúa de 4°GL a 15°GL, siendo muy consumidas en diferentes ocasiones ya sean reuniones sociales, eventos, fiestas; la industria dedicada a la fabricación de este tipo de bebidas ha tenido un desarrollo importante pues cada día el consumidor aprecia más estos productos, elevándolos a un sitial destacado dentro del consumo, las bebidas son elaboradas empleando una tecnología y proceso similar porque la aplicación de la fermentación se encuentra como proceso importante para la obtención de las mismas.

La realización de estudios científicos y obtención de nuevos productos elaborados en torno al proceso de fermentación a nivel de Ecuador han tenido mucha apertura, porque se está innovando y mejorando. En el campo agroindustrial se busca aprovechar al máximo la materia prima procedente del agro, la fruta es parte importante porque se la puede explotar en su totalidad, desde su parte comestible elaborando, bebidas, pulpas, dulces, vinagre etc. Y de los residuos se puede obtener biofertilizantes totalmente ecológicos que van en beneficio de una agricultura orgánica (Rodríguez, 2011).

- En el presente trabajo de investigación se planteó los siguientes objetivos.

- Determinar la mejor variedad de manzana para la elaboración de una bebida fermentada.

- Establecer el mejor porcentaje de piña como el mejorador del proceso.

- Conocer el efecto de la levadura en el proceso de fermentación.

- Realizar el análisis económico en la relación costo – beneficio al mejor o los mejores tratamientos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 La Fermentación

Es un proceso catabólico de oxidación incompleto, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones.

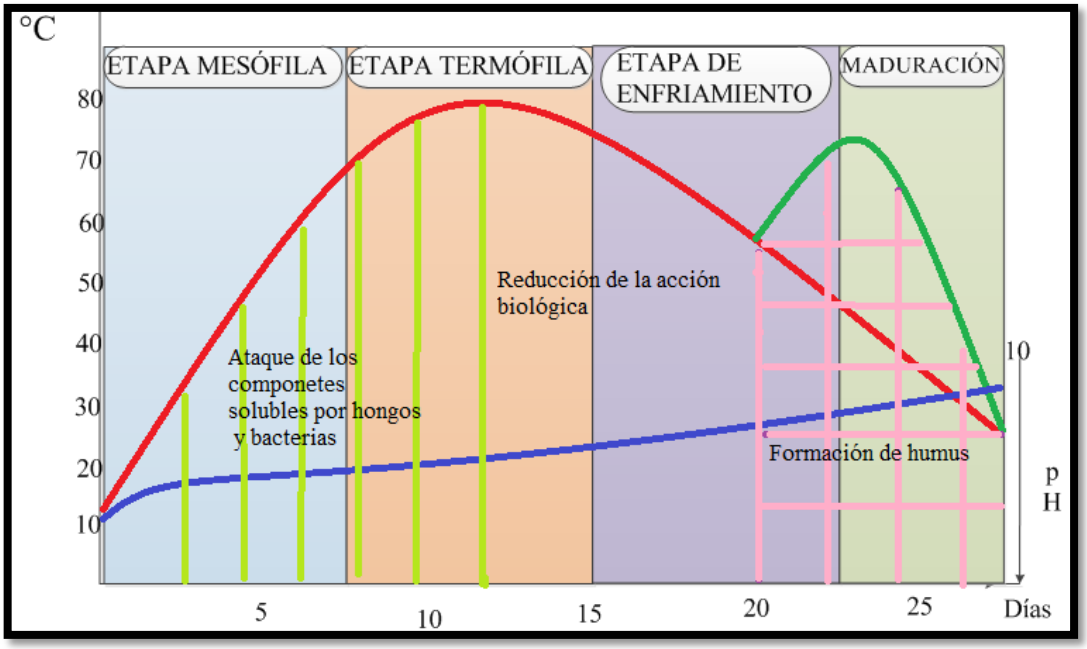
La fermentación es un proceso de catabolismo (ruptura) incompleto que es totalmente anabólico (se da en un ambiente sin oxígeno). La sustancia que se va a romper (catabolismo) es el nutrimento. El nutrimento es roto por la actividad enzimática (complejo enzima sustrato), el fin de la fermentación es proporcionar energía al organismo que la está realizando (Southgate, 2008).

En el proceso de fermentación participan numerosas enzimas que van catalizando los enlaces del nutrimento con el fin de obtener energía. La fermentación la realizan las levaduras, bacterias, hongos.

2.1.2 Fermentación aerobia

Consiste en la asimilación de la materia orgánica por parte de microorganismos en presencia de oxígeno y nutrientes.

Cuadro N° 1. Curva de temperatura de la fermentación aerobia



Fuente: Southgate, 2008

2.1.3 Fermentación anaerobia

Es un proceso natural que ocurre de forma espontánea en la naturaleza y forma parte del ciclo biológico. El proceso de fermentación anaerobia de la materia orgánica se produce en cinco fases secuenciales desde las primeras descomposiciones microbianas de la materia orgánica hasta la estabilización del producto con la producción del denominado biogás (Southgate, 2008).

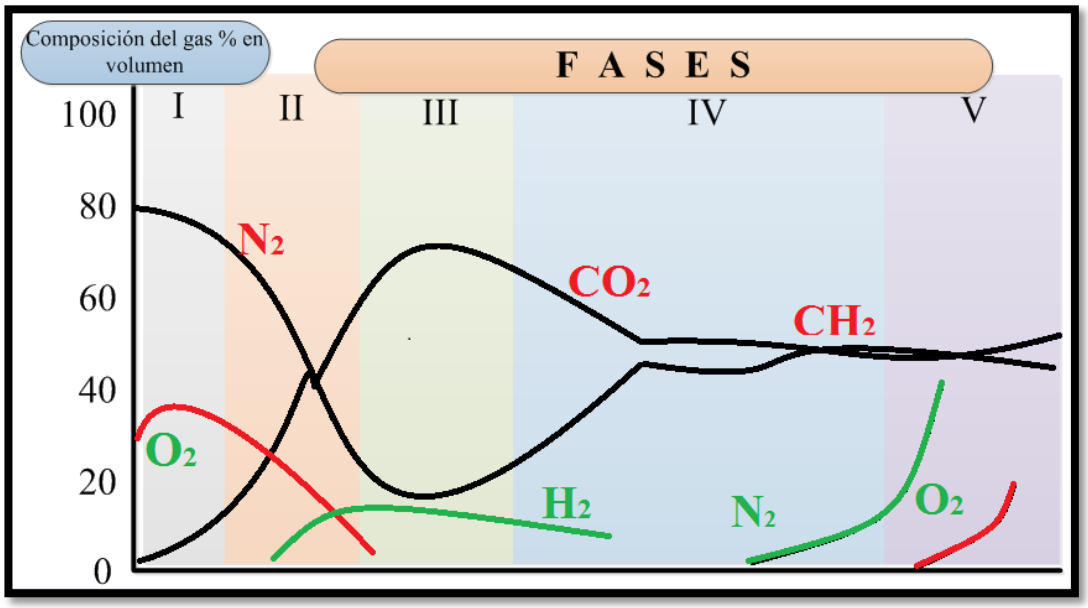
2.1.4 Primera fase ajuste inicial

Esta primera fase de descomposición microbiana de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos se realiza bajo condiciones aerobias, mientras se ejecutan las operaciones necesarias para introducir la materia orgánica en un medio que posea condiciones anaerobias: túneles de fermentación, digestor, vertedero.

2.1.5 Fase de transición

Se caracteriza esta fase por el paulatino descenso de las condiciones aerobias, presencia de oxígeno, hasta su completa desaparición, comenzando la etapa anaerobia.

Cuadro N° 2: Fases generales de la fermentación anaerobia



Fuente: Southgate, D. 2008

El oxígeno desaparece del metabolismo respiratorio, siendo sustituido por compuestos inorgánicos oxidados, como el nitrito y el sulfito, los cuales, sometidos a un potencial de oxidación-reducción del medio en torno a -50 a -100 milivoltios, se reducen a gas nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. En estas condiciones, el potencial reductor del medio irá incrementándose, y cuando llegue a valores en torno a -150 a -300 milivoltios, comenzará la generación de metano.

Mientras sigue bajando el potencial de oxidación/reducción, los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica comienzan un proceso que se resume en la conversión del material orgánico complejo en ácidos orgánicos y otros productos intermedios. El pH de la fase líquida, si es que existe, comienza a caer debido a la presencia de ácidos orgánicos y al efecto de las elevadas concentraciones de $C0_2$ dentro del medio (Southgate, 2008).

2.1.6 Fase ácida

En esta fase se acelera la actividad microbiana iniciada en la fase anterior con la producción de cantidades significativas de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas de hidrógeno.

Esta fase, predominada por las bacterias denominadas no metanogénicas o acidogénicas, pueden resumirse en: transformación enzimática o hidrólisis, de compuestos con alto peso molecular como los lípidos, polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos, etc., en otros compuestos aptos para ser utilizados por los microorganismos como fuentes de energía y como transformación a carbono celular.

Conversión microbiana o acidogénesis de los compuestos resultantes del primer paso de este proceso, en compuestos intermedios de bajo peso molecular, como son el ácido acético, (CH_3COOH), y las pequeñas concentraciones de ácido fúlvico y otros ácidos más complejos (Southgate, 2008).

2.1.7 Fase de fermentación del metano

Esta fase es dominada por microorganismos que comienzan a desarrollarse hacia el final de la fase ácida, estrictamente anaerobios y denominados metanogénicos, se caracteriza por la conversión del ácido acético y el gas de hidrógeno, producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida, en metanol (CH_4) y dióxido de carbono ($C0_2$).

Debido a la transformación de los ácidos y el gas de hidrógeno en metanol (CH_4) y dióxido de carbono ($C0_2$), el pH de la fase líquida subirá a valores más neutros, en el rango de 6,8 a 8, reduciendo las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno (DOB_5) y demanda química de oxígeno (DQO), así como el valor de conductividad del líquido. Con este incremento de pH, disminuye la concentración de constituyentes inorgánicos en la disolución y, como resultado, la concentración de metales pesados presentes en el líquido también se reducirá (Southgate, 2008).

2.1.8 Fase de maduración

Esta fase es menos activa en cuanto a la generación de gases se refiere, viene caracterizada por una disminución de la humedad y la conversión del material biodegradable.

2.2. TIPOS DE FERMENTACIÓN

2.2.1 Fermentación Láctica

En este tipo de fermentación el microorganismo oxida el nutrimento hasta convertirlo en un compuesto llamado ácido láctico y adenocin tri-fosfato ATP. Este proceso lo realizan muchas bacterias (llamadas bacterias lácticas), hongos, algunos protozoos y muchos tejidos animales; en efecto, la fermentación láctica también se verifica en el tejido muscular cuando, a causa de una intensa actividad motora, no se produce una aportación adecuada de oxígeno que permita el desarrollo de la respiración aeróbica.

Cuando el ácido láctico se acumula en las células musculares produce síntomas asociados con la fatiga muscular. Algunas células, como los glóbulos rojos, carecen de mitocondrias de manera que se ven obligadas a obtener energía por medio de la fermentación láctica (Bouallagui, 2009).

2.2.2 Fermentación butírica

Es la conversión de los glúcidos en ácido butírico por acción de bacterias de especies *Clostridium Butyricum* en ausencia de oxígeno. El ácido butírico se puede formar, en la formación de los hidratos de carbono: almidón, azúcar de caña, glucosa, galactosa, levulosa y también del ácido láctico. La produce el *clostridium batyricum* la forma en la que hay desprendimiento de gas, se produce según la siguiente fórmula:

$$C_6H_{12}0_6\ CH_3\text{-}(CH_2)_2\text{-}\ COOH + 2CO_2{+}2H_2$$

El ácido butírico se lleva a cabo en condiciones anaerobias absolutas. La bacteria *clostridium*, es un género de bacterias anaerobias, bacilos Gram positivas, parásitas en algunas de ellas, se caracterizan porque son organismos que se observan solos, en parejas o a lo máximo en cadenas cortas, dichas bacterias crecen a una temperatura de 37 °C y aun pH entre 7 y 7.4, de modo que son fácilmente inactivas a pH ácido o básico.

Esto contribuye a la aparición de olores pútridos y desagradables, esto se lleva a cabo durante el proceso de ensilado, el ensilado es un proceso de conservación del forraje basado en una fermentación láctica del pasto que produce ácido láctico y una disminución del pH 5 si la cantidad de azúcares en el pasto no es lo suficiente grande como para producir una cantidad de ácido láctico que garantice un pH a 5 (Bouallagui, 2009).

Las bacterias butíricas trabajan a temperaturas ligeramente superiores a las de las lácticas, unos 40ºC, de modo que estas bacterias no deben constituir ninguna dificultad en la fermentación de la masa. Sin embargo, si una masa o esponja se deja demasiado tiempo, con el resultado de que la temperatura suba de 32 ºC, puede producirse algo de fermentación butírica y esto estropea el sabor del producto.

2.2.3 Fermentación Alcohólica

Es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno O_2), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es: CH_3-CH_2-OH), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y unas moléculas de adenocin tri-fosfato (ATP) que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico (Bouallagui, 2009).

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO_2 como desechos consecuencia de la fermentación.

Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados. Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno

(O_2), máximo durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico (Bouallagui, 2009).

2.2.4 Fermentación Acética

Es un tipo de fermentación aeróbica usada por las bacterias del género acetobacter. Estas bacterias usan compuestos de alcohol para romper sus enlaces y obtener energía (ATP) el producto de desecho es el ácido acético. La formación de ácido acético (CH_3COOH) resulta de la oxidación de un alcohol por la bacteria del vinagre en presencia del oxígeno del aire. Estas bacterias, a diferencia de las levaduras productoras de alcohol, requieren un suministro generoso de oxígeno para su crecimiento y actividad. El cambio que ocurre es descrito generalmente por la ecuación:

$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow$ Acetobacter aceti $\rightarrow CH_3COOH + H_2O$

Cuadro N° 3. Tipos de fermentaciones de varios microorganismos

Tipo de fermentación	Productos	Organismos
Alcohólica	Etanol + CO_2	Levadura (*Saccharomyces*)
Ácido láctico	Ácido láctico	Bacterias del ácido láctico (*Streptococcus, lactobacillus*, etc)
Ácido mixto	Ácido láctico, ácido acético, etanol, CO_2, H_2	Bacterias entéricas (Escherichia, Salmonella)
Butanediol	Butanediol, ácido láctico, ácido acético, etanol, CO_2, H_2	Bacterias entéricas (Aerobacter, Serratia)
Ácido barítico	Ácido burítico, ácido acético, CO_2, H_2	Algunos clostridios (*Clostridium butyricum*)
Acetona – butanol	Acetona, butanol, etanol	Algunos clostridios (*Clostridium acetobutylicum*)
Ácido propiónico	Ácido propiónico	Propionibacterium

Fuente: Bouallagui, 2009

2.2.5 Usos de la fermentación

Los usos de la fermentación se deben a que los productos de desechos son de interés industrial. Aquí nadie sale perjudicado, los microorganismos usan los nutrientes, especialmente los carbohidratos, y los descomponen formando ácido

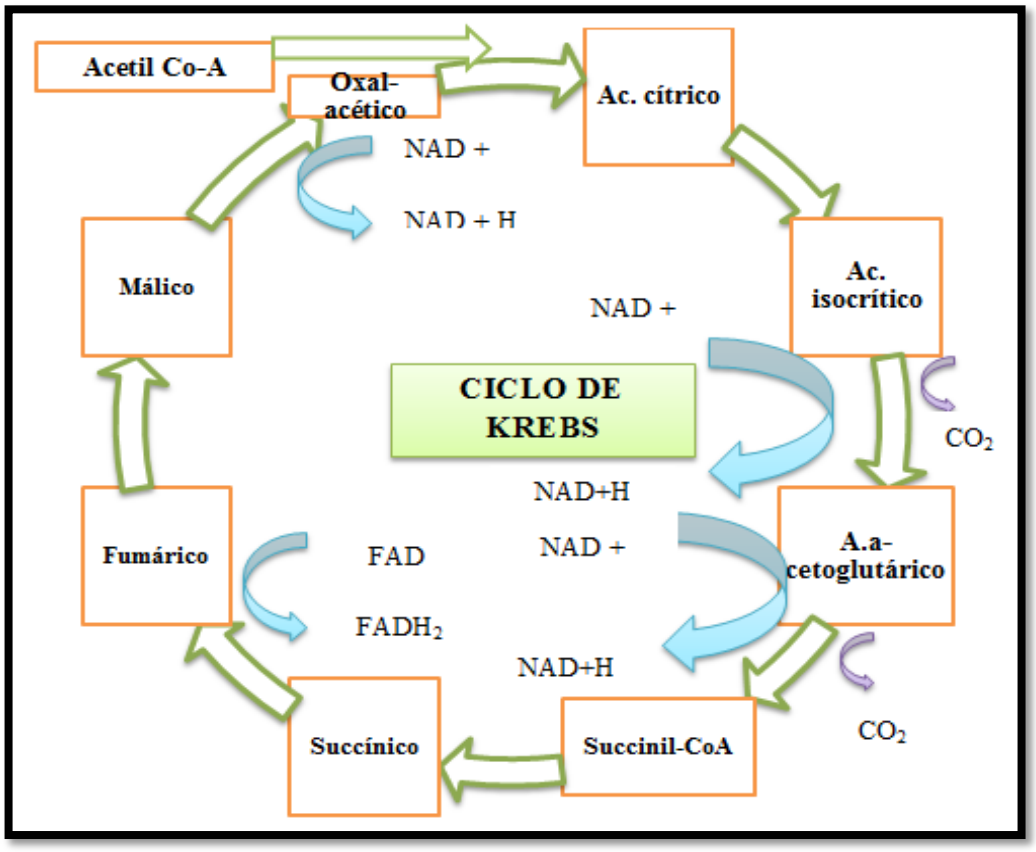
láctico, ácido acético o alcohol. Los seres humanos usamos esos productos de la descomposición de nutrientes y los empleamos para usos industriales, por ejemplo el más conocido es la producción de cerveza.

La fermentación tiene algunos usos exclusivos para los alimentos. Puede producir nutrientes importantes o eliminar anti nutrientes. Los alimentos pueden preservarse por fermentación, la cual hace uso de energía de los alimentos y puede crear condiciones inadecuadas para organismos indeseables. Por ejemplo, avinagrando el ácido producido por la bacteria dominante, inhibe el crecimiento de todos los otros microorganismos. De acuerdo al tipo de fermentación, algunos productos (ejm. alcohol) pueden ser dañinos para la salud. En alquimia, la fermentación es a menudo lo mismo que putrefacción, significando permitir el pudrimiento o la descomposición natural de la sustancia (Bouallagui, H. 2009).

2.3. CICLO DE KREBS

En las células aerobias distintas vías catabólicas convergen en el ciclo de Krebs, el ciclo de Krebs (de los ácidos tricarboxílicos o del ácido cítrico) es una vía metabólica presente en todas las células aerobias, es decir, las que utilizan oxígeno como aceptor final de electrones en la respiración celular. En los organismos aerobios las rutas metabólicas responsables de la degradación de los glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos convergen en el ciclo de Krebs, que a su vez aporta poder reductor a la cadena respiratoria y libera CO2 (Monsa, 2010).

GRÁFICO N° 1: Ciclo de Krebs



Fuente: (Monsa, 2010)

2.3.1 Digestión Anaerobia

El tratamiento anaerobio es un método utilizado para reducir la contaminación de las operaciones agrícolas e industriales, también ha sido usado como una tecnología de tratamientos de residuos, incluyendo desechos de frutas y vegetales, y desechos de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales sus aplicaciones no solo se encuentran limitadas a este tipo de residuos, sino también a tratamiento de residuos industriales (Cheng, 2008).

2.3.2 Hidrólisis de polímeros

La hidrólisis de polímeros orgánicos complejos (polisacáridos, lignina, ácidos nucleicos, proteínas y lípidos) son hidrolizados en unidades más pequeñas tales como azúcares y aminoácidos. Estos sustratos pueden presentarse en forma sólida, estado en el cual sería difícil que los microorganismos tomaran los nutrientes necesarios. El proceso de hidrólisis es efectuado por medio de las enzimas extracelulares, como son la celulasa, amilasa o proteasa. Los microorganismos

que producen estas enzimas pueden ser aerobios obligados o facultativos (Mata, A. 2005).

2.3.3 Acidogénesis

La siguiente etapa de la fermentación anaerobia es conocida como acidogénesis, en la cual los azúcares y aminoácidos resultantes de la hidrólisis son utilizados como sustratos por bacterias fermentativas. La acidogénesis a menudo es la etapa más rápida en la conversión anaeróbica de materia orgánica compleja en fase liquida. Los ácidos grasos, aminoácidos y los azúcares son convertidos por las bacterias acidogénicas en alcoholes, dióxido de carbono, hidrógeno y ácidos grasos volátiles (AGV) como el ácido acético valérico, propiónico, butírico. Esta ruta de degradación también da un alto rendimiento energético para los microorganismos. La flora acidogénica es muy diversa y está constituida de bacterias anaerobias facultativas (*entero-bacterias, streptococos, bacillus, micrococcus, etc*) y anaerobias estrictas en mayor proporción, ente las cuales se pueden mencionar a *Rumicola clostridium* y *Bifido bacterium*. Los azúcares son degradados siguiendo la vía clásica de la glucólisis (Bouallagui, 2005).

2.3.4 Acetogénesis

La acumulación de restos de electrones tales como ácido láctico, propiónico, butírico, etanol y otros ácidos grasos volátiles es la respuesta de las bacterias al incremento de la producción de hidrógeno en el sustrato. Estos productos pueden o no ser utilizados directamente por los microorganismos metanogénicos y deben ser degradados por las bacterias productoras de hidrógeno en el proceso denominado acetogénesis (Bouallagui, 2009).

Las bacterias acetogénicas son responsables de la conversión de los compuestos receptores de electrones producidos en la etapa acidogénica. La conversión de estos compuestos intermedios es crucial para la exitosa producción de metano, debido a que los microorganismos metanogénicos no los pueden usar directamente. Entre las diferentes poblaciones microbianas que se presentan durante esta etapa se distinguen tres (Robles, 2005).

2.3.5 Bacterias fermentativas

En un cultivo puro, estas bacterias producen alcoholes, acetato e hidrógeno y se caracterizan también por orientar su metabolismo hacia la producción privilegiada de acetato cuando la presión parcial de hidrógeno es baja. Estas poblaciones participan también en la etapa de hidrólisis.

2.3.6 Bacterias productoras de hidrógeno

Si la presión parcial de hidrógeno es baja, estas bacterias degradan los AGV y los alcoholes de acetato. Los principales géneros son *Syntrophobacter,* los cuales degradan primeramente el butirato y valerato y posteriormente degradan el propinato, el desarrollo de estas bacterias es lento.

2.3.7 Bacterias homoacetogénicas

Estas bacterias producen acetato como único metabolíto, esto puede ser a partir de azúcares o a partir de la mezcla H_2 /CO_2. Termodinámicamente, la degradación los AGV en acetato, es posible solamente a presiones parciales de hidrógeno muy bajas. Por tanto, es necesaria una sincronización muy estrecha entre las bacterias acetogénicas y las bacterias capases de consumir el hidrógeno generado (Robles, 2005)

2.3.8 Metanogénesis

Es la producción de metano y dióxido de carbono a partir un limitado número de compuestos (acético, H_2 /CO_2, metanol y ácido fórmico) que actúan como sustrato para los microorganismos metanogénicos (*Archeas*). Alrededor de 70% del metano es obtenido vía reacción de acético y el restante es a partir de la reacción de H_2 /CO_2. Los microorganismos metanogénicos son consumidores de hidrógeno (Bouallagui, 2009).

2.4 CINÉTICA DE REACCIONES

2.4.1 Cinética química

Tiene por objeto el estudio de la velocidad con que transcurren los procesos químicos así como la influencia que sobre ella ejercen diversos factores tales como temperatura, catalizadores, concentración, etc. La velocidad de reacción es

la variación de las concentraciones de las sustancias que intervienen en una reacción en la unidad de tiempo.

La Cinética Química se ocupa de la velocidad con que sucede una reacción y de las variables que la afectan (concentración, temperatura, presión, etc.). Por lo tanto, la Cinética informa del tiempo necesario para que se alcance el equilibrio. A partir de este estudio se puede conocer el camino por el que transcurre la reacción, el mecanismo de la reacción. Tan importante como la posición del equilibrio, es la velocidad a la que ocurren las reacciones, por ejemplo desde un punto de vista termodinámico, el nitrógeno y el oxígeno podrían reaccionar con el agua de los océanos (la reacción podría producirse espontáneamente). Sin embargo, la velocidad de la reacción es tan pequeña que no se puede medir (Scragg, 2007).

2.4.2 Teoría de las colisiones

Cuando una reacción química tiene lugar espontáneamente nos indica que los productos de la reacción tienen un contenido en energía menor que los reactivos y un mayor desorden (para que el proceso sea espontáneo ÄG < 0 y que ÄG = ÄH - TÄS). Cualquier reacción química supone la "destrucción" de unos reactivos y la "aparición de unos productos de reacción, lo cual exige una redistribución de los átomos que intervienen en el proceso (Scragg, 2007).

2.4.3 Factores que influyen en la velocidad de reacción

Para que dos o más moléculas diferentes reaccionen intercambiando sus átomos o grupos atómicos es necesario que previamente rompan sus enlaces; por consiguiente, todo aquello que favorezca la eficacia de las colisiones acarreará un aumento en la velocidad de reacción, ésta en general, depende:

2.4.4 De la naturaleza de los reactivos

Así vemos que hay sustancias que reaccionan mutuamente con mucha facilidad y con velocidades que son prácticamente instantáneas; mientras que otras o no reaccionan o lo hacen muy lentamente.

Un trozo de hierro, por ejemplo, tarda meses en recubrirse de una capa de óxido y años en oxidarse completamente; un trozo de sodio se oxida rápidamente en pocos minutos.

En general, suelen producir reacciones lentas aquellas sustancias que exigen la ruptura de enlaces intermoleculares fuertes, como suelen ser los enlaces covalentes; mientras que originan reacciones rápidas aquellas sustancias en las que la ruptura del enlace requiere poca energía. Se adopta como criterio general, válido en muchas ocasiones (Scragg, 2007).

a) Las sustancias covalentes dan lugar a reacciones relativamente lentas a temperatura ordinaria.

b) Las sustancias iónicas disueltas (los enlaces ya están «rotos» como consecuencia de la disolución) suelen reaccionar rápidamente a temperatura ordinaria.

2.4.5 Grado de división de los reactivos

Para que la reacción transcurra con eficacia es preciso que la (superficie de contacto) de los reactivos sea máxima y así, se faciliten las posibilidades de colisión entre sus moléculas. Esto se consigue cuanto más libres estén dichas moléculas, por lo que los gases y líquidos reaccionan más rápidamente que los sólidos, y éstos, cuanto más finamente estén divididos, reaccionan también más rápidamente (Scragg, 2007).

2.4.6 Concentración

Cuanto mayor sea ésta, mayor será el número de moléculas reaccionantes por unidad de volumen y, en consecuencia, aumentará el número de choques eficaces entre ellas y la velocidad de reacción será mayor.

2.4.7 Presión

Cuando se trata de reacciones entre sustancias gaseosas, un aumento de la presión parcial de cada una de ellas provoca un aumento en la concentración pues

disminuye el volumen y, en consecuencia, la velocidad de reacción se verá favorecida.

2.4.8 Temperatura

Un aumento de temperatura supone una mayor energía de las moléculas reaccionantes pues aumenta su energía cinética por lo que se moverán a mayor de velocidad, lo que trae, como consecuencia, un aumento en el número de colisiones intermoleculares y, por tanto, una mayor velocidad de reacción. En general, se admite que, hasta cierto límite, la velocidad de reacción se duplica por cada 10ºC de aumento de temperatura. Una vez alcanzado ese límite todo exceso de temperatura suele ser perjudicial porque normalmente se produce la descomposición de los productos de reacción (Scragg, 2007).

2.4.9 Catalizadores

Existen sustancias cuya presencia en una reacción, incluso cuando actúan en cantidades muy pequeñas, modifican sensiblemente la velocidad de la misma. Gracias a ellas, por ejemplo, se consiguió la rentabilidad, desde una óptica industrial, de muchos procesos que debido a su lentitud y bajo rendimiento no eran rentables. Tales sustancias se denominan catalizadores (nombre dado por Berzelius), y la acción que ejercen, catálisis (palabra que deriva del griego con el significado de descomponer o soltar). Catalizadores son aquellas sustancias ajenas a una reacción cuya presencia modifica la velocidad de la misma sin que ellas experimenten alteración permanente alguna. La catálisis es positiva si aumenta la velocidad de reacción, y negativa en caso contrario. Los catalizadores presentan las siguientes características:

a) Su composición química no se altera en las reacciones en las que intervienen.
b) Pequeñas cantidades de catalizador son suficientes para producir la transformación de grandes cantidades de reactivos.

Los catalizadores no son capaces de provocar reacciones que sin ellos no hubieran tenido lugar. Su papel se reduce a modificar la velocidad de la reacción. Antiguamente se sospechaba que la acción de un catalizador se limitaba a que con su sola presencia se rebajaba la energía de activación precisa para la formación del

complejo activado. Actualmente el fenómeno se interpreta suponiendo que el catalizador toma parte activa en la reacción, originándose un complejo activado distinto, más lábil y menos energético, que el que se formaría si no existiera el catalizador. La variación de entalpía (ÄH) experimentada en la reacción es la misma tanto si ésta está catalizada o no, al igual que le sucede a ÄG, o función de Gibbs, puesto que el catalizador, al permanecer inalterado antes y después del proceso, no puede comunicar o sustraer energía al sistema ya que tanto la entalpía como la energía libre de Gibbs son funciones de estado, sus variaciones dependen solamente de los estados inicial (reactivos) y final (productos), no del camino recorrido:

ÄG reacción = Ä G productos - ÄG reactivos ÄH reacción = Ä H productos - ÄH reactivos.

Por tanto: Si la reacción es espontánea (ÄG < 0), lo será con catalizador o sin él. Si el proceso no es espontáneo (ÄG > 0), el catalizador no puede convertirlo en espontáneo. Y si el sistema estuviera en equilibrio (ÄG = 0) la presencia del catalizador no modifica el equilibrio del proceso (Fondevila, 2007).

2.4.10 Resumen

El mecanismo de la reacción, la energía de activación y la constitución del complejo activado son distintos según que el proceso se efectúe con catalizador o sin él; pero las sustancias iniciales (reactivos) y finales (productos) son siempre los mismos, tanto si la reacción está catalizada como si no lo está.

2.5. TIPOS DE CATALIZADORES

2.5.1 Catalizadores portadores

Se denominan así aquellos catalizadores que modifican la velocidad de reacción porque durante la misma actúan como portadores de átomos o grupos atómicos que intervienen en la formación de algún compuesto intermedio, aunque, finalmente, el catalizador «recupere» los átomos cedidos y mantenga inalterada su composición química. Por ejemplo, la reacción de oxidación del dióxido de azufre a trióxido de azufre es muy lenta. Si el proceso se efectúa en presencia de óxido

nitroso, la velocidad aumenta de forma muy considerable, siendo éste el mecanismo de reacción (Fondevila, 2007).

Cuando los reactivos, catalizadores y productos se encuentran en el mismo estado de agregación y la reacción tiene lugar en una sola fase, la catálisis se denomina homogénea.

2.5.2 Catalizadores de contacto.

Existen diversas sustancias, como metales de transición (V, Pt, Pd, Ni, Fe.) u óxidos de dichos metales, que cuando se encuentran finamente divididos absorben en determinadas zonas de su superficie las moléculas de los reactivos, consiguiendo así un aumento de la concentración de tales sustancias reaccionantes, a la vez una mayor superficie de contacto entre ellas. Una vez que se forman los productos, éstos abandonan el catalizador y su «puesto» es ocupado por nuevas moléculas de reactivos, cuando termina la reacción el catalizador, libre de reactivos, queda en disposición de ser utilizado de nuevo.

Generalmente los catalizadores de contacto se encuentran en distinto estado de agregación que los reactivos y los productos. En este caso se dice que la catálisis es heterogénea (Fondevila, 2007).

2.5.3 Enzimas

Se designan con este nombre y también con el de biocatalizadores, aquellas sustancias orgánicas que aceleran los procesos químicos que tienen lugar en el organismo de los seres vivos; procesos que en general son muy lentos en ausencia de catalizadores. Las enzimas, por tanto son fundamentales para mantener la vida, son de naturaleza proteínica, de gran actividad y además muy específica; circunstancia que sirve para clasificarlas. Normalmente se designan con el nombre de la sustancia sobre la que actúan (sustrato), terminándolo en (asa). Por ejemplo:

- Las **carbohidrasas,** hidrolizan los hidratos de carbono.

- Las **esterasas,** hidrolizan los ésteres en el ácido y alcohol correspondientes.

- Las **nucleasas,** hidrolizan los ácidos nucléicos.

- Las **proteasas,** hidrolizan las proteínas en proteasas, peptonas y finalmente, en polipéptidos.

- Las **carboxilasas,** transforman los ácidos alfa-cetónicos en aldehídos y CO_2.

2.6. LA MANZANA

2.6.1 Taxonomía y morfología

- Familia: Rosaceae.

- Especie: Pyrus malus L.

2.6.2 Porte

Alcanza como máximo 10 m. de altura y tiene una copa globosa. Tronco derecho que normalmente alcanza de 2 a 2,5 m. de altura, con corteza cubierta de lenticelas, lisa, adherida, de color ceniciento verdoso sobre los ramos y escamosa y gris parda sobre las partes viejas del árbol. Tiene una vida de unos 60-80 años. Las ramas se insertan en ángulo abierto sobre el tallo, de color verde oscuro, a veces tendiendo a negruzco o violáceo. Los brotes jóvenes terminan con frecuencia en una espina (Southgate, 2008).

2.6.3 Sistema radicular

Raíz superficial, menos ramificada que el peral.

2.6.4 Hojas

Ovales cortamente acuminadas, aserradas, con dientes obtusos, blandas, con el haz verde claro y de doble longitud que el pecíolo, con 4-8 nervios alternados y bien desarrollados.

2.6.5 Flores

Grandes casi sentadas o cortamente pedunculadas, que se abren unos días antes que las hojas. Son hermafroditas, de color rosa pálido, a veces blanco y en número de 3-6 unidas en corimbo.

2.6.6 Floración

Tiene lugar en primavera, generalmente por abril o mayo, las manzanas más precoces maduran en junio, aunque existen razas que mantienen el fruto durante la mayor parte del invierno e incluso se llegan a recoger en marzo o abril.

2.6.7 Fruto

Globoso con pedúnculo corto y numerosas semillas de color pardo brillante.

2.6.8 Origen

La manzana ha sido un fruto simbólico a lo largo de la historia, se cita en la Biblia como el fruto prohibido que provocó la expulsión del ser humano del paraíso. Incluso sin conocer su composición química y sus propiedades nutricionales, la sabiduría popular siempre le ha atribuido virtudes saludables. Hace miles de años que se recolectan estas frutas, se cree que ya existían en la prehistoria tal y como lo demuestran restos arqueológicos que se han encontrado en excavaciones neolíticas. En el siglo XII A.C. el manzano era cultivado en los fértiles valles del Nilo en tiempos del faraón Ramsés III. En la mitología griega, la manzana de oro que París entrega a la diosa Venus y que provoca la enemistad entre Atenea y Hero, pasó a la historia como la conocida "manzana de la discordia". En el siglo XVI, los conquistadores españoles extendieron el cultivo de la manzana al nuevo mundo y, cien años después, desde Iberoamérica, el manzano emigró a América del Norte y posteriormente a África septentrional y Australia (Andrade, 2009).

Se desconoce el origen exacto del manzano, unos autores señalan que procede de las montañas del Cáucaso, mientras que otros indican que el Malus sieversii (Ledeb.) Roem. Es una especie silvestre que crece en las regiones montañosas de Asia media y podría ser el manzano del que se habrían originado hace 15.000 ó 20.000 años las primeras especies cultivadas de este árbol. La manzana fue

introducida en la península por los romanos y los árabes y hoy en día, España es uno de los principales países productores (Alviar, 2004).

2.6.9 Producción mundial

Según cifras de la Food Agricultural Organization (FAO), la superficie mundial plantada con manzanos en el año 2009 alcanzó a 4,92 millones de hectáreas, registrando una caída de 8,2% entre los años 2000 y 2009. Según esa fuente, China es el país que en 2009 muestra la mayor superficie plantada con manzanos a nivel mundial, cubriendo el 41% de ella. La siguen la Federación Rusa, con 7,1%; India (5,7%), Irán (3,6%) y Polonia (3,5%). Chile sólo representa el 0,7% de la superficie mundial plantada con manzanos, ocupando el lugar 26 entre los productores mundiales. (FAO, 2010).

La producción mundial de manzanas, según cifras de la FAO, alcanzó a 71,2 millones de toneladas en el año 2009, con un crecimiento de 21% entre los años 2000 y 2009, permaneciendo bastante estancada en la primera parte de la década e incrementándose en forma creciente en el segundo quinquenio.

China encabeza también la producción mundial de manzanas, con 44,4% de ella, seguida por Estados Unidos (6,3%), Turquía (3,9%), Polonia (3,7%), Irán (3,4%) e Italia (3,2%). Chile, a pesar de tener sólo 0,7% de la superficie mundial, participa con 1,5% de la producción mundial, ocupando el lugar 11 entre los principales productores. Sólo alrededor de 10,8% de la producción mundial de manzanas se transa en los mercados internacionales, ya que los mayores productores, en particular China, India e Irán, concentran su producción para abastecer la demanda interna de sus países. Dos tercios de las exportaciones mundiales de manzanas son controlados por seis países exportadores: China, Chile, Italia, Estados Unidos, Polonia y Francia (FAO, 2010).

2.6.10 Principales países importadores de manzanas

El volumen de las importaciones mundiales de manzanas ha registrado un importante crecimiento durante el período 2001-2010, según cifras del Centro de Comercio Internacional (CCI), incrementándose en 54,7% entre esos años, al aumentar desde 5,1 millones de toneladas a 7,9 millones de toneladas. Por su

parte, el valor de las importaciones ha registrado un incremento aún mayor, de 120%, desde US$ 2.803 millones a US$ 6.159 millones, lo que revela también un importante aumento de los precios medios de importación, desde US$ 0,55 por kilo en 2001 a US$ 0,78 en 2010.

Los mercados que captaron el mayor volumen de las importaciones mundiales de manzanas en el período 2001-2010 están concentrados en los países de más alto desarrollo económico, los cuales presentan un estancamiento relativo de sus importaciones. Por otra parte, los mercados que muestran un mayor dinamismo en su crecimiento son los asiáticos emergentes, en particular India, Vietnam, Tailandia e Indonesia. Asimismo, aparecen mercados de interesante desarrollo, como Ucrania, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y Egipto. La Federación Rusa ha pasado a ser el mayor importador mundial de manzanas frescas, casi triplicando sus importaciones entre los años 2001 y 2010. El mercado ruso captó el 15,2% de las importaciones mundiales durante el año 2010 (Andrade, 2009).

A pesar de la importancia del mercado ruso, las exportaciones chilenas sólo participan con 3% de este amplio mercado. Por su parte, los mercados más tradicionales ubicados entre los mayores importadores, como Alemania, Reino Unido y Bélgica, presentan caídas en sus volúmenes importados en el período en análisis, con baja participación de Chile en esos mercados (niveles de 3%, 8% y 1%, respectivamente). Por otro lado, Chile mantiene su liderazgo como el principal abastecedor de manzanas frescas en el mercado de Estados Unidos.
China e India, los mercados de mayor población y alto crecimiento económico, sobre los cuales se concentra la atención de la mayor parte de los abastecedores en todos los rubros, no aparecen como mercados importadores relevantes de manzanas frescas. Esto se debe fundamentalmente a su alta producción interna, la potencial orientación hacia mercados externos de su producción y el poco desarrollo del mercado de fruta importada. India, a pesar de haber experimentado un aumento porcentual importante de sus importaciones de manzanas, sólo participa con 1,6% del volumen de las importaciones mundiales. A su vez, China realiza sólo el 0,85% de las importaciones mundiales de manzanas (Andrade, 2009).

2.6.11 Principales países exportadores de manzanas

El volumen de las exportaciones mundiales de manzanas aumentó en 50,4% en el período 2001-2010, desde 5,2 millones de toneladas en el año 2001 a 7,9 millones de toneladas en 2010, según las cifras del Centro de Comercio Internacional (CCI). En tanto, el valor de las exportaciones mundiales de manzanas aumentó en 140% en ese período, desde US$ 2.446 millones en el año 2001 a US$ 5.882 millones en el año 2010.

Los diez mayores exportadores mundiales de manzanas concentran casi 80% de las exportaciones en el año 2010, con China liderando el grupo, con una participación de 14,2%, seguida de Chile, con 11,4%; Italia (10,9%), Estados Unidos (10%) y Polonia (9,2%), representando estos cinco países más de 50% de las exportaciones mundiales de manzanas, según cifras del Centro de Comercio Internacional (CCI) para el año 2010. Chile fue el segundo mayor exportador mundial de manzanas, repitiendo la alta ubicación lograda en el año 2006, que disputa constantemente con Italia y Estados Unidos (FAO, 2010).

2.6.12 Mercado de la manzana

El volumen de las exportaciones de manzanas de Chile ha registrado un crecimiento de 92,7% entre los años 2001-2010, muy por sobre el crecimiento de 50,4% de las exportaciones mundiales en el período. Este porcentaje sólo es superado por Moldavia (1.189%), China (270%) y Polonia (210%). Por otra parte, Bélgica (-24,7%), Nueva Zelanda (-12,1%) y Francia (-10%), son países que han experimentado una caída en los volúmenes de sus exportaciones de manzanas.

De lo señalado anteriormente se desprende que, de los competidores indirectos que Chile enfrenta en el mercado mundial de las exportaciones de manzanas, los principales desarrollos y avances se observan en los países del hemisferio norte, en particular en países de Europa del Este y en el mayor productor mundial, China. Entre los competidores directos de Chile en el mercado de contrastación, Brasil es el país que presenta un mayor grado de avance en el volumen de sus exportaciones, con un incremento de 154% entre los años 2001 y 2010, pero mostrando sus exportaciones una curva muy errática en el período, manteniéndose alrededor de 100.000 toneladas anuales.

Sudáfrica registró un aumento de 28%, pero presentando una baja relevante en los últimos tres años. Los otros países del hemisferio sur involucrados en la producción de manzanas, como Nueva Zelanda y Argentina, han experimentado bajas en sus exportaciones. Por lo tanto, la ventaja de contrastación que presenta la industria chilena de la manzana no se ve amagada, por ahora, por los otros competidores del hemisferio sur (FAO, 2010).

2.6.13 Propiedades nutritivas

Desde el punto de vista nutritivo la manzana es una de las frutas más completas y enriquecedoras en la dieta y su consumo habitual, en fresco reporta grandes beneficios para la salud. Un 84% de su composición es agua, por lo que resulta muy refrescante e hidratante. El 14% está constituido por glúcidos, siendo la mayor parte fructosa (azúcar de la fruta) y en menor proporción, glucosa y sacarosa, de rápida asimilación en el organismo. Estos son los nutrientes más abundantes después del agua. Es fuente discreta de vitamina E o tocoferol, que posee acción antioxidante e interviene en la estabilidad de las células sanguíneas, y aporta una escasa cantidad de vitaminas A y C. Es rica en fibra y entre su contenido mineral sobresale el potasio, necesario para la transmisión, generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, e interviene en el equilibrio de agua fuera y dentro de la célula (Ardá, 2011).

2.6.14 Variedades

2.6.14.1 Early Red One: tiene muy buen aspecto y una piel brillante de un rojo intenso. Su carne es jugosa, poco aromática pero muy dulce. Se encuentra en el mercado desde el mes de septiembre hasta junio.

2.6.14.2 Top Red: es de color rojo con estrías y tiene una piel brillante. La carne es consistente aunque se puede volver harinosa con el tiempo. Su sabor es dulce y está en la frutería desde septiembre hasta junio.

2.6.14.3 Red Delicious: es una variedad estadounidense que proporciona frutos grandes y alargados, de piel color rojo brillante. Su pulpa es jugosa, muy blanda, de sabor dulce, nada ácido y muy aromático.

2.6.14.4 Starking: es una de las más conocidas, procede de Estados Unidos, siendo una mutación de la Red Delicious. Su piel es brillante con estrías rojas y verdosas. Su carne es blanca amarillenta y crujiente, de sabor dulce. Como las anteriores se encuentra de septiembre a junio en el mercado.

2.6.14.5 Royal Gala: de origen neozelandés tiene la piel con estrías rojas y naranjas sobre un fondo amarillo verdoso. Su forma es muy redondeada y su carne es blanca, crujiente y consistente.

2.6.14.6 Granny Smith: procede de Australia y es fácil de reconocer porque tiene la piel de un color verde intenso con algunos puntitos blancos. Es muy redonda y de carne blanca, muy crujiente y jugosa con sabor ligeramente ácido.

2.6.14.7 Golden Supreme: es la que se recolecta primero, se encuentra en el mercado desde agosto hasta noviembre. Es de color verde con tonalidades rosadas y de forma globosa. Su carne crujiente y jugosa es algo ácida y poco aromática.

2.6.14.8 Golden Delicious: variedad de origen americano, una de las más cultivadas en todo el mundo. Su piel es amarilla verdosa con pequeños puntos oscuros que se llaman lenticelas y que son los órganos respiratorios de la fruta. Su forma es redonda y regular. La carne es jugosa, crujiente, dulce y aromática. Se encuentra en las fruterías a partir del mes de septiembre y durante todo el año hasta finales de agosto siguiente.

2.6.14.9 Reineta gris del Canadá: variedad francesa de gran tamaño y forma achatada. Su piel es gruesa y rugosa, de color amarillo oxidado o grisáceo y su pulpa tiene aspecto viscoso, es jugosa y con sabor azucarado, con un agradable punto ácido. En España, la manzana reineta del Bierzo goza desde hace años de Denominación de Origen.

2.6.14.10 Mcintosh: es una fruta de tamaño mediano y forma redonda. El color de su piel está formado por la combinación de dos tonos de rojo, o un rojo y un verde. Su crujiente y jugosa pulpa (Andrade, 2009).

2.6.15 VARIEDADES EN ESTUDIO

2.6.15.1 Golden delicious

Es una manzana que tiene su origen en Estados Unidos. Se trata de un tipo de manzana de piel suave y amarillo brillante - *golden* significa *dorada* en inglés- con motas en la piel de color gris. La pulpa, de color blanco amarillo, es muy sabrosa por su riqueza en azúcar. Se conserva con mucha facilidad. Es la especie más consumida de todas y una de las más apreciadas por su resistencia (Ardá, 2011).

2.6.15.2 Emilia (Malus communis – Reineta amarilla de Blenheim)

La variedad *"Emilia"* se puede describir de la siguiente forma: árbol vigoroso, ancho, de buenos rendimientos, susceptible al viento, cosecha tardía, fruto grande a muy grande, redondeado por la forma es irregular, la corteza es de color amarillo – verdosa y la cara expuesta al sol es amarilla – oro con un lado rosado o rojo. El pedúnculo es corto y grueso. La pulpa es de color blanco – amarillento, dulce, jugosa, cuando se cosecha tarde es harinosa. Buena para el transporte y manejo, no se conserva bien en el frigorífico (Ardá, 2011).

2.7 Cultivo de manzana

2.7.1 Suelo

Es el lugar donde se fijan las plantas y mediante sus raíces extraen de este el agua y las sustancias minerales para su desarrollo. El suelo está constituido por partículas minerales (arena, limo y arcilla), materia orgánica en descomposición y microorganismos; todo lo cual hace que el suelo sea un ente dinámico. Algunos suelos son productivos de un modo natural y otros tales como los álcali, los áridos, los muy ácidos o los muy arenosos, no producen planta alguna de valor económico en su estado natural.- Para su desarrollo el manzanero requiere suelos profundos, arcillosos, francos y muy bien drenados, como pH entre 4,5 y 8,0 (Neuman, 2001)

2.7.2 Clima

Crece bien en climas frescos entre los 13°C y 22°C, aunque necesita de un periodo de frio durante su letargo no tolera las heladas en época de floración.

2.7.3 Siembra

Se hacen hoyos de 60 cm de lado y 60cm de profundidad y se llenan con compost y tierra negra.

2.7.4 Poda

La de formación pretende obtener un tronco de 40 cm a 60 cm con tres (3) a cinco (5) brazos equidistantes, de los que partirán ramas secundarias, terciarias y cuaternarias. La poda de fructificación busca que las frutas se formen en más sitios que las puntas de las ramas. Pueden intercalarse con leguminosas, como alfalfa y tréboles o pastizales. (Alviar, 2004).

Los manzanos producen frutos en el extremo de los espolones. Sin embargo, no todos los espolones producen frutos cada año; por lo tanto para que haya una productividad adecuada debe haber un gran número de espolones. A medida que crece la manzana se produce una yema axial formando un brote que puede terminar en una yema vegetativa o una yema floral. Si se realiza una poda y un aclareo adecuados durante el año se podrá obtener una cosecha anual. Se deben remover los chupones en el tallo y las raíces (Alviar, 2004).

2.7.5 Fitosanidad

2.7.5.1 La roña del manzano: (venturia inaequalis K), que ataca hojas, tallos y frutos; el control se hace eliminado el material afectado y residuos de cosecha, con la aplicación de caldo bordelés y superior.

2.7.5.2 El agrobacterium tumefasciens: provoca la deformación de las raíces, para su control se debe desinfectar las herramientas empleadas durante la injertación y hacer una buena preparación del suelo especialmente en cuanto a drenaje (Alviar, 2004).

2.7.5.3 Sarna de la manzana: el principal método de control es el uso de fungicidas aplicados antes de la lluvia. Estos fungicidas protectores impiden la germinación de las esporas o la penetración del micelio. Algunos antimicóticos pueden erradicar una infección desde temprano y se denominan erradicantes. Se afirma que los erradicantes tienen un efecto "retroactivo" y pueden ser efectivos aun aplicados algunas horas o días posteriores a la presentación de la infección. Si no se realiza un trabajo completo para controlar la infección primaria, luego hay que luchar continuamente para controlar las infecciones secundarias (Alviar, 2004).

2.7.5.4 Oídios: son formas imperfectas de Erysifaceas. El nombre de su forma conídica más frecuente deriva del francés (en inglés: powdely mildsws). Su micelio por lo general, es incoloro o apenas coloreado. Su forma perfecta corresponde a las peritecas, pequeños cuerpos globulosos y negros que contienen una o varias ascas rodeadas de unos apéndices denominados fulcros. El oídio (*Podosphaera leucotricha*) se presenta como manchas blancas en hojas flores y frutos. El control se basa en la aplicación preventiva de caldo sulfocálcico (Maroto, 2005).

2.8 LA PIÑA

2.8.1Generalidades

2.8.1.1 Morfología y taxonomía

- **Familia:** Bromeliaceae.

- **Nc:** Ananas sativus (Lindl) Schult.

- **Origen:** Zonas tropicales de Brasil.

2.8.1.2 Planta: vivaz con una base formada por la unión compacta de varias hojas formando una roseta. De las axilas de las hojas pueden surgir retoños con pequeñas rosetas basales, que facilitan la reproducción vegetativa de la planta.

2.8.1.3 Tallo: después de 1-2 años crece longitudinalmente el tallo y forma en el extremo una inflorescencia.

2.8.1.4 Hojas: espinosas que miden 30-100 cm de largo.

2.8.1.5 Flores: de color rosa y tres pétalos que crecen en las axilas de unas brácteas apuntadas, de ovario hipógino. Son numerosas y se agrupan en inflorescencias en espiga de unos 30 cm de longitud y de tallo engrosado.

2.8.1.6 Fruto: las flores dan fruto sin necesidad de fecundación y del ovario hipógino se desarrollan unos frutos en forma de baya, que conjuntamente con el eje de la inflorescencia y las brácteas, dan lugar a una infrutescencia carnosa (sincárpico). En la superficie de la infrutescencia se ven únicamente las cubiertas cuadradas y aplanadas de los frutos individuales (Bravo, 2007).

2.8.2 Origen

La piña es originaria de la América Tropical especialmente de Brasil y Paraguay, fue encontrada por Colón (1493) en la isla de Guadalupe, ya domesticada y ampliamente cultivada por los aborigenes. Su extraordinaria belleza y exquisito sabor impresionaron a los exploradores, quienes la llamaron piña por su semblanza con la fruta del pino, aunque su verdadero nombre de origen guaraní es Ananá, de donde proviene su nombre científico (Bravo, 2007).

La dispersión de la piña a la mayoría de las regiones tropicales del mundo ocurrió rápidamente desde los viajes de Colón. Los portugueses se llevaron a la India, China, Formosa y Japón. Los españoles la llevaron a través del Océano Pacifico desde la parte occidental de Sur América. Un factor fundamental para la temprana y rápida distribución de este cultivo radica en la resistencia de las partes vegetativas de la planta a la desecación, lo cual la capacita para resistir viajes de muchos meses (Bravo, 2007).

2.8.2.1 Producción Nacional de Piña

La producción de piña en el Ecuador ha evolucionado favorablemente en la última década gracias a las excelentes condiciones para el cultivo de esta fruta, en el

período de 2005 a 2010 se registró un incremento del 6.40% en la superficie cosechada, mientras que la producción de la fruta fresca medida en toneladas métricas ha tenido un crecimiento del 4.09%. Según datos oficiales de la Asociación de Productores de Piña del Ecuador (Asopiña) que agrupa a exportadores y productores de la Costa y la Sierra del país, donde se encuentran empresas como DOLE, TERRASOL, AGROEDEN, entre otras; ha indicado que actualmente se exportan 100 contenedores semanales a los diferentes mercados de destino de la fruta, con una producción cercana a las 2,500 has. (PROECUADOR, 2011).

2.8.2.2 Zonas de Cultivo en Ecuador

Las principales zonas de cultivo de piña se desarrolla en las provincias de la Costa por ser una fruta tropical, en primer lugar resalta Guayas, seguido de los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro, Esmeraldas y Manabí, las tres primeras provincias indicadas son las que poseen mejores condiciones para la producción de piña.

2.8.3 Variedades botánicas

2.8.3.1 Sativus: (sin semillas).

2.8.3.2 Comosus: (forma semillas capaces de germinar).

2.8.3.3 Lucidus: (permite una recolección más fácil porque sus hojas no poseen espinas). Las variedades de piña (Ananás) producidas en Ecuador para la exportación son las siguientes: **La Cayena Lisa**, más conocida como Champaca o Hawaiana, utilizada mayormente en la agroindustria. **La Golden Sweet:** o también conocida como MD2, la cual se caracteriza por su sabor dulce, tamaño y aroma, esta variedad es la más exportada en Ecuador. (PROECUADOR, 2011).

2.8.4 INDUSTRIALIZACIÓN

La piña es una fruta muy empleada en la agroindustria ente las principales esta la elaboración de:

2.8.4.1 Piña en almíbar: las técnicas industriales de preparación de rodajas y trozos para enlatado son conocidas internacionalmente. Líneas totalmente automatizadas se encuentran en varias fábricas dispersas por el mundo.

2.8.4.2 Extracción de Bromelina: la obtención de bromelina generalmente se realiza mediante la adición de agentes precipitantes como la acetona, etanol, metanol, propanol y sulfato de amonio, al jugo del tallo de la planta. Entre los usos de la enzima bromelina su empleo como ablandador de carnes (Bravo, 2007).

2.8.4.3 Vino de piña: es la bebida con gradación alcohólica de 10° a 13° GL a 20°C, obtenida por la fermentación alcohólica del mosto de piña.

2.8.4.4 Vinagre de piña: todo jugo de fruta que contenga azúcares fermentables constituye materia prima para la obtención de vinagre. Se puede obtener a partir de la cáscara y del material de descarte de la industrialización de la piña (PROECUADOR, 2011).

2.8.4.5 Composición química y valor nutricional: la piña presenta una variación muy grande en su composición química de acuerdo con la época en la que se produce, de manera general su producción ocurre en verano, en épocas de temperatura alta; estas frutas presentan mayor cantidad de azúcares y menor acidez que aquellas producidas fuera de temporada, cuando las temperaturas son inferiores. La fruta está constituida por 100 – 200 pequeñas bayas o frutillos, fundidos entre sí por un eje centrado o corazón, por ello la composición química no es homogénea a lo largo de sus diferentes partes.

En cuanto a los azúcares, representan una fracción muy importante de la parte comestible de la fruta. Entre los azúcares predomina la sacarosa (66%) y 34% azúcares reductores, glucosa y fructosa. El valor nutricional de la fruta depende principalmente de sus azúcares solubles de las vitaminas y de los minerales que contiene, toda vez que los tenores de proteínas y de lípidos son relativamente bajos (Bravo, 2007).

2.9 BEBIDAS FERMENTADAS

2.9.1 Origen

Las bebidas fermentadas existen desde los albores de la civilización egipcia, y existe evidencia de una bebida alcohólica primitiva en China alrededor del año 7000 A.C. En la India, una bebida alcohólica llamada sura, destilada del arroz, fue utilizada entre los años 3000 y 2000 A.C. Los babilónicos adoraban a una diosa del vino tan antigua que data aproximadamente del año 2700 A.C. En Grecia, una de las primeras bebidas alcohólicas que ganó popularidad fue el aguamiel, una bebida fermentada hecha de miel y agua. La literatura griega está llena de advertencias contra los excesos de la bebida (Del Pozo, 2004).

Diferentes civilizaciones nativas americanas desarrollaron bebidas alcohólicas durante la época precolombina. Una variedad de bebidas fermentadas de la región de los Andes, en Sudamérica, se hacían a base de maíz, uvas o manzanas y se le dio el nombre de "chicha". En el siglo XVI, las bebidas alcohólicas (conocidas como "espíritus") se utilizaban ampliamente con propósitos curativos. A principios del siglo XVIII, el parlamento inglés aprobó una ley que fomentaba el uso de cereales para la destilación de "espíritus". Estas bebidas alcohólicas, sumamente baratas, inundaron el mercado y llegaron a su punto más alto a mediados del siglo XVIII. En el Reino Unido, el consumo de ginebra alcanzó los 68 millones de litros y el alcoholismo se generalizó.

2.9.2 Producción de bebidas: la producción de la Industria de Alimentación y Bebidas creció un 4,8% respecto al año 2004 en términos nominales (a precios corrientes). En términos reales (es decir, descontando la inflación) el crecimiento fue del 1,6% frente al 3,0% del año anterior. La producción del sector en el año 2004 ascendió a 65.075 millones de euros, lo que supone el 8,15% del PIB español. El sector alimentario y de bebidas genera el 13,89% del empleo industrial y el 2,51% del empleo total de la economía española. Las exportaciones experimentaron un crecimiento del 5,41% en 2004 (situándose en 13.108 millones de euros), mientras que las importaciones crecieron a un 5,75% (hasta alcanzar los 14.900 millones de euros) (Del Pozo, 2004).

La tasa de cobertura del sector registró un ligero descenso, situándose en el 87,98%, siendo superior en 17,28 puntos porcentuales a la tasa de cobertura de la economía española, lo que da una idea del dinamismo del sector. La inversión extranjera directa en la industria de alimentación y bebidas ascendió en el año 2004 a 813 millones de euros, lo que supone el 8,27% del total recibido por la economía española y el 33,58% de la inversión extranjera en la industria española. Por su parte, la inversión exterior de la industria de la alimentación y bebidas alcanzó los 572 millones de euros, lo que supone el 2,63% del total de la inversión exterior de la economía española y el 8,67% de la inversión exterior de la industria, concentrándose esta inversión básicamente en los países de la Unión Europea (Del Pozo, 2004).

2.9.3 CLASIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS

2.9.3.1 Bebidas alcohólicas fermentadas: las bebidas alcohólicas fermentadas son aquellas bebidas que se obtienen tras transformar en alcohol etílico los azúcares que contienen determinadas frutas, raíces o granos de plantas. Mediante este proceso la concentración de alcohol nunca es superior a 17 gr por cada 100 gr de alcohol y habitualmente las bebidas elaboradas mediante este proceso tienen un grado alcohólico que oscila entre los 5 y 15 grados. Las bebidas alcohólicas fermentadas más conocidas (y más antiguas) son por ejemplo el vino, la cerveza o la sidra (Kolb, 2002).

2.9.3.2 Bebidas alcohólicas destiladas: las bebidas alcohólicas son aquellas que se obtienen a través de un proceso artificial llamado *destilación*, por el cual se le aumenta a una bebida fermentada la concentración de alcohol etílico. Estas bebidas suelen tener un grado alcohólico de entre 17 y 45 grados y las más conocidas son por ejemplo la ginebra o el vodka.

2.9.3.3 Bebidas alcohólicas fermentadas mezcladas con destilados: las bebidas alcohólicas fermentadas mezcladas con destilados son aquellos vinos (zumo alcohólicamente fermentado) mezclados con un destilado alcohólico. Para que estas mezclas puedan llamarse vinos su grado alcohólico no debe ser mayor de 20 °GL (Kolb, 2002).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

3.1.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en la Planta de Frutas y Hortalizas de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.1.2. Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la siguiente ubicación geográfica.

TABLA N° 1. Localización del experimento

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Guanujo
Sector	Alpachaca

Experimental: Datos de campo 2013

3.1.3. Situación Geográfica y Climática

TABLA N° 2. Situación geográfica y climática

PARAMETRO	VALOR
Altitud	2.800 m.s.n.m.
Latitud	01º34’15’’ sur
Longitud	78º 0’02’.
T ° Media Anual	14.5 °C
T ° Máxima	21 °C
T ° Mínima	7 °C
Humedad relativa	70%

Fuente: (Estación Meteorológico Facultad de Ciencias Agropecuarias 2013).

3.2 MATERIALES

3.2.1 Material experimental

- Manzana (*Malus doméstica*) variedad Emilia (*Reineta amarilla de Blenheím*)
- Manzana (*Malus doméstica*) variedad (*Golden Delicius*)
- Piña (*Ananás Comosus L.*)
- Levadura *Saccharomices cerevisiae* (polvo)

3.2.2 De campo

- Matraz
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Balones
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Cajas Petri

3.2.3 Equipos

- Olla de cocción
- Balanza analítica
- Licuadora
- Cocina industrial
- Refrigerador

3.2.4 Aditivos

- Saborizante (esencia de vainilla, marca levapan, concentración 12%)
- Panela (atado de dulce, a granel, 75 °Brix)

3.2.5 De oficina

- Computadora con sus respectivos accesorios
- Calculadora
- Papel de impresión
- Libretas
- Cuadernos

- Carpetas
- Esferos

3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Factor en estudio

En la presente investigación se tomó en cuenta tres factores para su estudio: Factor A variedad de manzana, Factor B porcentajes de piña, Factor C porcentaje de levadura, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla N° 3. Factores de estudio

FACTOR	CÓDIGO	NIVELES
Variedad de manzana	A	a_1 Variedad Emilia a_2 Variedad Golden Delicia
Porcentajes de Piña	B	b_1 10 % b_2 15 % b_3 20 %
Porcentaje de levadura	C	c_1 0% c_2 0.5%

Fuente: (Elaborado por Suárez Rubén, 2013**).**

3.3.2 Descripción del diseño experimental

Para la realización del estudio se toma en cuenta los siguientes criterios para el diseño experimental.

Tabla N° 4. Descripción del diseño experimental

Trat.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	$a_1\ b_1\ c_1$	Variedad Emilia + 10% piña + 0% levadura
2	$a_1\ b_1\ c_2$	Variedad Emilia + 10% piña + 0.5% levadura
3	$a_1\ b_2\ c_1$	Variedad Emilia + 15% piña + 0% levadura
4	$a_1\ b_2\ c_2$	Variedad Emilia + 15% piña + 0.5% levadura
5	$a_1\ b_3\ c_1$	Variedad Emilia + 20% piña + 0% levadura
6	$a_1\ b_3\ c_2$	Variedad Emilia + 20% piña + 0.5% levadura
7	$a_2\ b_1\ c_1$	Variedad Golden + 10% piña + 0% levadura
8	$a_2\ b_1\ c_2$	Variedad Golden + 10% piña + 0.5% levadura
9	$a_2\ b_2\ c_1$	Variedad Golden + 15% piña + 0% levadura
10	$a_2\ b_2\ c_2$	Variedad Golden + 15% piña + 0.5% levadura
11	$a_2\ b_3\ c_1$	Variedad Golden + 20% piña + 0% levadura
12	$a_2\ b_3\ c_2$	Variedad Golden + 20% piña + 0.5% levadura

Fuente: (Elaborado por Suárez Rubén, 2013).

3.3.3 Modelo matemático del Diseño Experimental (DCA)

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Observación del enésimo tratamiento.

μ = Media general.

A_i = Es el efecto el i-ésimo nivel del factor A.

B_j=Es el efecto del j-ésimo nivel del factor B.

C_k = Es el efecto el l-ésimo nivel del factor C.

AB_{ij} = Es el efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B.

AC_{ik} = Es el efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el k-ésimo nivel del factor C.

BC_{jk} = Es el efecto de la interacción del j-ésimo nivel del factor B y el k-ésimo nivel del factor C.

ABC_{ijk} = Es el efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A, por el j-ésimo nivel del factor B y por k-ésimo nivel del factor C.

ε_{ijk}= Es el error experimental en la repetición k del nivel i-ésimo de A, el nivel j-ésimo de B y el nivel k-esimo de C.

3.3.4 Características del experimento

Factor de estudio (Fe) = 3

Repeticiones (r) = 3

Tratamientos (t) = 12

Número de unidades experimentales (U. Exp) = 36

Tamaño de la unidad experimental (TM) = 2 litros

Se realizó un Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial (D.C.A) 2x3x2.

Tabla N° 5. Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN		GRADOS DE LIBERTAD
A	**(a – 1)**	**1**
B	**(b – 1)**	**2**
C	**(c – 1)**	**1**
AB	**(a – 1) (b-1)**	**2**
AC	**(a – 1) (c-1)**	**1**
BC	**(b-1) (c – 1)**	**2**
ABC	**(a – 1) (b – 1) (c – 1)**	**2**
r	**(r-1)**	**2**
ERROR	**(axbxc-1)(r-1)**	**11**
TOTAL	**(axbxcxr-1)**	**24**

Fuente: (Elaborado por Suárez Rubén, 2013)

3.3.5 Análisis estadístico y funcional

- Prueba de tukey al 5% para factores en estudio.
- Evaluación sensorial para determinar las características organolépticas del producto final.
- Análisis económico en la relación costo – beneficio.

3.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A EVALUARSE

3.4.1 Materia prima

Manzana

- ✓ ph, según Norma INEN 389
- ✓ °Brix, según Norma INEN 380
- ✓ acidez, según Norma INEN 381
- ✓ índice de madurez, según Norma 2845

Piña

- ✓ ph, según Norma INEN 389
- ✓ °Brix, según Norma INEN 380
- ✓ acidez, según Norma INEN 381
- ✓ índice de madurez. según Norma INEN 1 836

3.4.2 En el producto terminado

- ✓ **pH:** se utilizó un potenciómetro, según Norma INEN 389
- ✓ **°Brix:** se realizó este análisis mediante el empleo de un refractómetro, según Norma INEN 380
- ✓ **Análisis sensoriales:** al mejor tratamiento se realizó un análisis organoléptico evaluando ciertos parámetros como: color, aroma, dulzor, acidez y aceptabilidad.
- ✓ **Grado alcohólico:** según norma INEN 341
- ✓ **Metanol:** según norma INEN 345
- ✓ **Alcoholes superiores:** según norma INEN 347
- ✓ **Análisis económico en la relación costo - beneficio**

3.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.5.1. Diagrama de flujo: elaboración de una bebida fermentada a partir de dos variedades de manzana incorporando dosificaciones de piña.



Elaborado por Rubén Suárez (2013).

3.5.2 Descripción del Experimento

3.5.2.1 Recepción

Se receptó la manzana proveniente del Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua en un estado de madurez fisiológico 5 (madura), debidamente empacada en cajas de madera, además se receptó la piña comprada en el Mercado Mayorista de la misma Provincia.

3.5.2.2 Pesado

Con la utilización de una balanza gramera cuya unidad de medida fue en gr. y se procedió a pesar la fruta, para obtener su peso al inicio del proceso y durante el mismo continuar registrando el de los desechos, cortezas, semillas.

3.5.2.3 Selección

Se procedió a seleccionar la fruta de mejor calidad, la cual debía estar exenta de golpes, magulladuras, materiales extraños tales como hojas, insectos, restos de maderas, provenientes de la cosecha.

3.5.2.4 Lavado

La fruta fue lavada en agua potabilizada con el propósito de remover impurezas presentes (arena, partículas de tierra, restos de ceniza volcánica, etc.), teniendo sumo cuidado en no provocar golpes durante este procedimiento.

3.5.2.5 Pelado

Se utilizó un cuchillo higiénicamente limpio de acero inoxidable, haciendo un pelado muy fino, es decir tratando de retirar solo la corteza y no retirar con restos de pulpa; teniendo en cuenta que en la corteza de la fruta se encuentran presentes la mayoría de minerales y vitaminas motivo por el cual se retirara solo la misma y el pedúnculo en el caso de la manzana.

3.5.2.6 Troceado

La manzana fue troceada con la utilización de un cuchillo y sobre una tabla de picar, se realizó un primer troceado vertical separando las dos mitades la fruta con el propósito de retirar las semillas, para este paso se utilizó la punta de cuchillo

con esto se facilitó la extracción, seguidamente las mitades de la fruta fueron troceadas en cuadritos de aproximadamente dos centímetros cuadrados. La piña también fue troceada separándola en mitades y sobre una tabla de picar se procedió a dividirla en cuadritos de dos centímetros cuadrados aproximadamente.

3.5.2.7 Despulpado

Para extraer la pulpa de manzana y de piña se utilizó una licuadora industrial, el tiempo de licuado fue 2 minutos aproximadamente.

3.5.2.8 Filtrado

Empleando un colador grande de aluminio se filtró la pulpa con el fin de retirar los restos sólidos (restos de fruta, semillas).

3.5.2.9 Dosificación

En este proceso se incorporó los ingredientes que se emplearon para obtener la bebida fermentada, en las cantidades establecidas de acuerdo a la formulación (manzana, piña, panela y agua). Los porcentajes de piña fueron (10%, 15%, 20%), de levadura (0% y 0,5%), las dos variedades de manzana (Emilia y Golden).

3.5.2.10 Pasteurización I

Seguidamente se realizó una pasteurización a 65 °C por diez minutos, con el fin de eliminar microorganismos que puedan alterar el proceso de fermentación.

3.5.2.11 Enfriado

Transcurrido el proceso de pasteurización se aplicó un enfriamiento rápido hasta llegar a una temperatura de 40 °C aproximadamente.

3.5.2.12 Adición de levadura

Se adicionó 0,5% de levadura en los tratamientos en los cuales se debía aplicar, la levadura fue previamente activada en agua con azúcar a 35°C.

3.5.2.13 Fermentación

Para iniciar este proceso industrial muy conocido y aplicado desde la antigüedad, el mosto fue depositado en recipientes de plástico con una capacidad de 5 litros, tapados herméticamente, con el propósito que no ingrese oxígeno al interior, porque se aplicó una fermentación anaerobia, luego los recipientes fueron ubicados en una cámara de fermentación improvisada la cual reunió condiciones básicas como temperatura ambiente y en ausencia de luz es decir oscura para iniciar el proceso fermentativo, por un tiempo de once días.

3.5.2.14 Trasiego

Este proceso se aplicó para separar la fase liquida del producto fermentado de la fase que se deposita en el fondo es decir el sedimento. Se utilizó una manguera de 40 centímetros de longitud y 1 centímetro de diámetro para facilitar el trasiego y extraer solamente la fase no sedimentada.

3.5.2.15 Envasado

En botellas de vidrio con una capacidad de 750 cc, previamente esterilizadas se envaso la bebida fermentada. Los envases fueron llenados con la ayuda de una jarra plástica, dejando un espacio de cabeza con la finalidad que se forme un vacío e impedir el desarrollo de microorganismos.

3.5.2.16 Sellado

Los envases fueron sellados herméticamente con corchos.

3.5.2.17 Pasteurización II

Luego se realizó una pasteurización lenta a 60 °C por 30 minutos, con el fin de parar por completo el proceso de fermentación y prolongar la vida útil del producto final.

3.5.2.18 Almacenado

El producto terminado fue almacenado en condiciones higiénicamente pulcras a una temperatura de refrigeración, así también aportar a que la vida útil del producto se prolongue.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis en la materia prima

4.1.1. Análisis físico - químico

Los análisis fueron realizados en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, y en el Laboratorio de Investigación y Análisis de los Alimentos.

4.1.1.1. Análisis físico pH

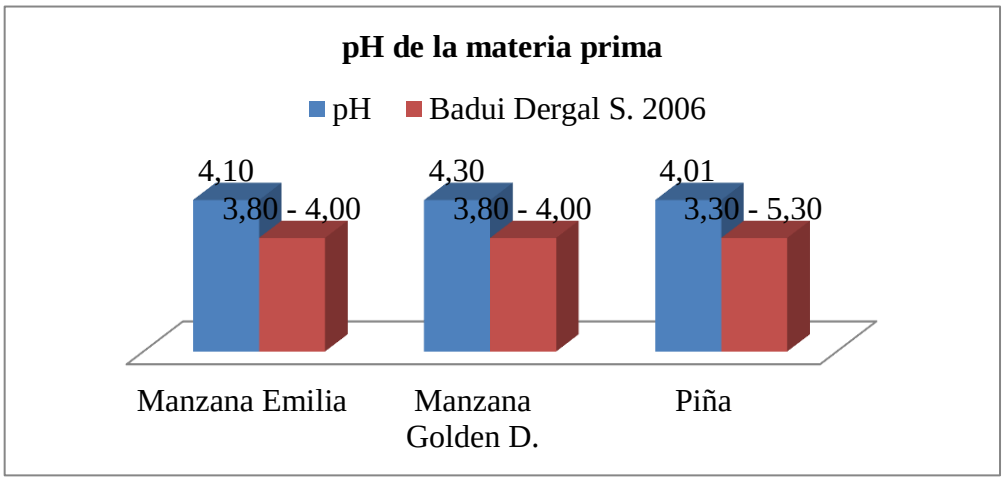
La determinación de concentración del ión hidrógeno (pH) se realizó según lo estipulado en la norma INEN 389, mediante la utilización de un pH-metro.

TABLA N° 6. Análisis de pH de manzana y piña

Descripción	X pH	Badui Dergal S. 2006
Manzana Emilia	4.10	3.80 – 4.00
Manzana Golden D.	4.30	3.80 – 4.00
Piña	4.01	3.30 – 5.30

Experimental: Datos de campo 2013

Gráfico N° 2. Análisis de pH materia prima



Experimental: Datos de campo 2013

De acuerdo a los resultados presentados, el nivel de acidez se ajusta a lo manifestado por Badui Dergal S. 2006, los niveles de acidez de las dos variedades de manzanas (Emilia 4.10 y Golden 4.30) utilizadas, sobrepasan los parámetros indicados, esto se debe a que la fruta utilizada para el proceso estaba madura, lo que facilita la fermentación debido a que los niveles de acidez del mosto son los óptimos; en el caso de la piña el pH de la fruta (4.01) está dentro de lo esperado.

4.1.1.2. Análisis de acidez titulable para manzana y piña

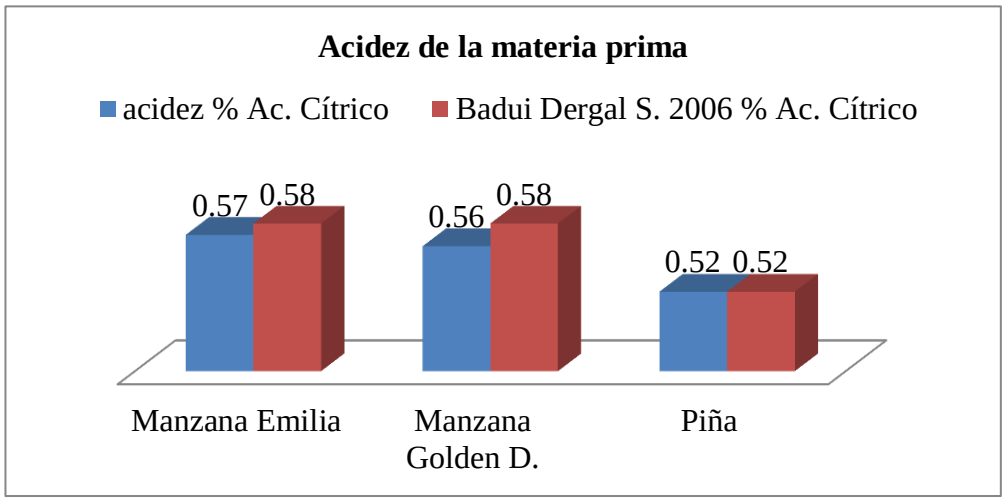
Se realizó este análisis según la metodología expresada en la norma INEN 381.

TABLA N° 7. Análisis de acidez

Descripción	X % Ac. Cítrico	Badui Dergal S. 2006 % Ac. Cítrico
Manzana Emilia	0.57	0.58
Manzana Golden D.	0.56	0.58
Piña	0.52	0.52

Experimental: Datos de campo 2013

GRÁFICO N° 3. Análisis de acidez titulable



Experimental: Datos de campo 2013

Los datos que refleja la tabla 7 corresponden al valor de acidez titulable de la materia prima, para la variedad de manzana Emilia 0.57% de ácido cítrico, en la variedad Golden se registró 0.56% de ácido cítrico y en la piña 0.52% de ácido cítrico, estos valores comparados con Badui Dergal S. 2006 son muy aceptables

porque son similares. La materia prima presenta una acidez levemente baja, debido a su estado de madurez y en el gráfico 3 se observa a la variedad Emilia con una mayor acidez, seguido de la variedad Golden y finalmente a la piña con una acidez que coincide con los datos obtenidos en la bibliografía.

Los análisis de acidez así como el pH, son similares esto significa que las dos variedades de manzana están por debajo del nivel de acidez, debido a que la fruta estaba madura, lo que quiere decir que los ácidos presentes en la fruta se encuentran en menor porcentaje, la piña están dentro de los parámetros esperados, debido a que el estado de madurez fisiológico fue optimo, por lo tanto el porcentaje de acidez, es aceptable.

4.1.1.3. Análisis físico de sólidos solubles (°Brix)

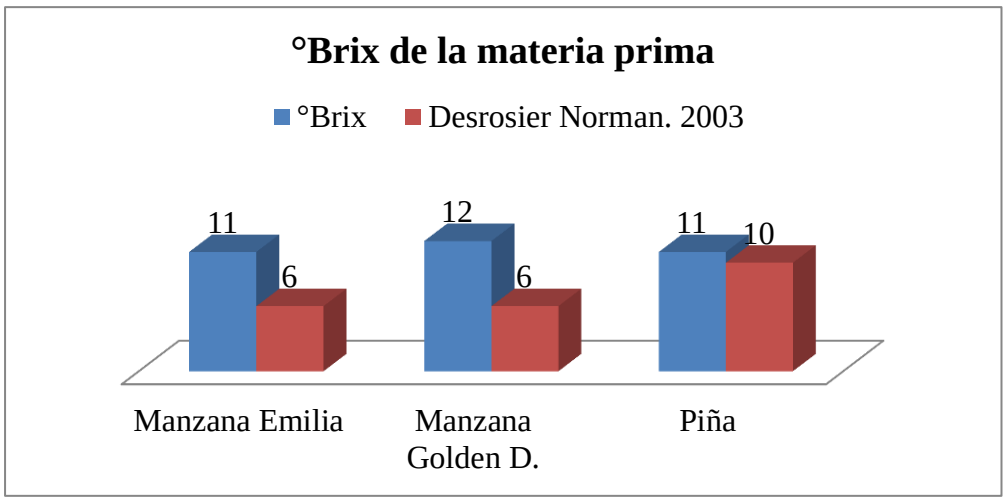
Este análisis se efectuó aplicando el método de refractometría.

TABLA N° 8. Análisis de °Brix

Descripción	X °Brix	Desrosier Norman. 2003
Manzana Emilia	11	6
Manzana Golden D.	12	6
Piña	11	10

Experimental: Datos de campo 2013

GRÁFICO N° 4. Análisis de °Brix



Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 8 se observa los valores correspondientes a sólidos solubles, en las dos variedades de manzana siendo 11°Brix y 12°Brix respectivamente, según Desrosier Norman (2003), indica que la manzana debe tener un mínimo de 6°Brix, por tanto los resultados obtenidos, están por encima de lo estipulado en bibliografía lo cual es aceptable, para la piña el valor es 11°Brix y el valor que emite la norma es un mínimo de 10°Brix; por consiguiente también se encuentra dentro de los parámetros normales, por lo tanto la fruta alcanzó un nivel óptimo de madurez donde todos los almidones presentes fueron transformados en azúcares logrando que la concentración de sólidos solubles presentes en la fruta estén acorde con los requerimientos.

4.1.1.4 Análisis de índice de madurez

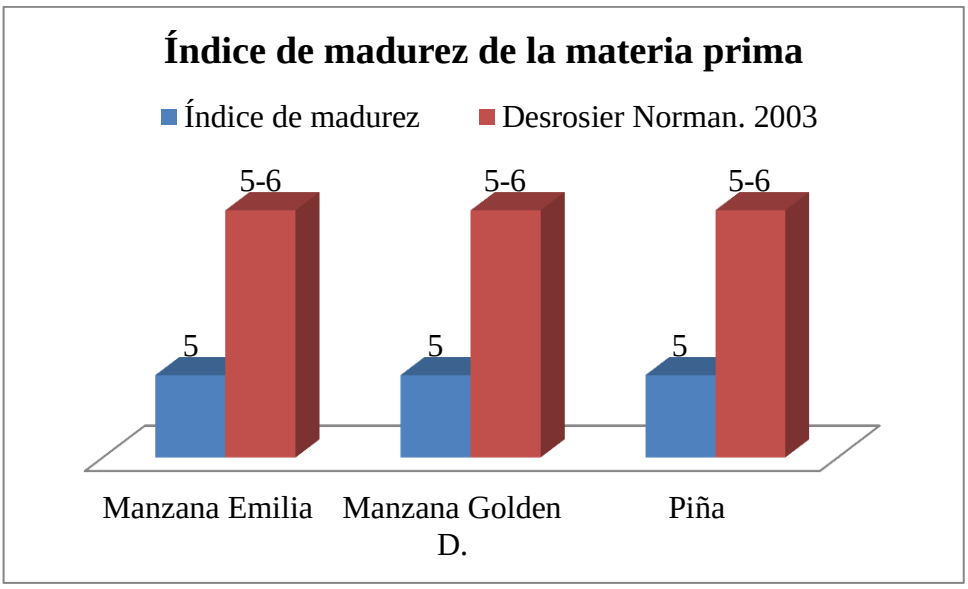
Este análisis se realizó en base a la norma INEN 1 836 y 2845

TABLA N° 9. Análisis de índice de madurez para manzana y piña

Descripción	Índice de madurez	Desrosier Norman. 2003
Manzana Emilia	5	5 - 6
Manzana Golden D.	5	5 - 6
Piña	5	5 - 6

Experimental: Datos de campo 2013

GRÁFICO N° 5. Análisis de índice de madurez.



Experimental: Datos de campo 2013

La tabla 9 refleja los datos obtenidos en cuanto al índice de madurez, según Desrosier Norman (2003), expresa tres estados de madurez en cuanto al color de la fruta, el primero que va de 0 a 1 correspondiente a verde, el segundo va de 2 a 4 correspondiente a pintón y el tercero va de 5 a 6 correspondiente a maduro, la fruta presento en esta escala un valor aproximado de 5 lo cual representa que las dos variedades de manzana y piña estaban en estado maduro siendo el óptimo para el inicio de trabajo de campo.

Este análisis estuvo basado en la percepción del color de la corteza de la fruta, sin embargo no con un criterio objetivo sino más bien subjetivo y puede existir cierta ambigüedad de resultados al compararlo con parámetros como pH, acidez y °Brix pero si analizamos todo el conjunto se concluye que se utilizó fruta en un grado aceptable de madurez; Desrosier Norman (2003), manifiesta que la cosecha de las frutas en el estado de madurez apropiado es un factor de primera importancia debido a que de él depende la duración en almacenamiento del fruto, así como la calidad del producto final y la aceptación por parte del consumidor.

4.2.2. Análisis físico - químico del producto terminado

4.2.2.1. Análisis físico - químico °Brix

TABLA N° 10. Análisis de varianza °Brix

F.v.	gl	Sc	Cm	F-Valor	Probabilidad
Factor A	1	0,11	0,11	0,05	0,8281 NS
Factor B	2	4,39	2,19	0,95	0,4001 NS
Factor C	1	266,7	266,7	115,71	0,0001 **
Factor A*Factor B	2	7,72	3,86	1,67	0,2085 NS
Factor A*Factor C	1	2,78	2,78	1,20	0,2833 NS
Factor B*Factor C	2	28,39	14,19	6,16	0,0069 **
Factor A*Factor B*Factor C	2	4,39	2,19	0,95	0,4001 NS
Error	24	55,33	2,31		
Total	35	369,8			
CV%		16,98			

Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 10 se aprecia el análisis de varianza para sólidos solubles, el factor C (porcentajes de levadura) existe diferencia altamente significativa; esto se debe a que el porcentaje de levadura afecta significativamente en el descenso de °Brix, en la interacción del factor BxC, existe una diferencia altamente significativa, esto indica que el porcentaje de piña ha interactuado con el porcentaje de levadura, lo cual incide en la concentración de sólidos solubles de la bebida fermentada; esto acorde a lo manifestado por Pascal Roger (2003) donde expresa que las levaduras degradan los azúcares fermentables presentes en el mosto, ya que la glucosa y la fructosa son fermentables.

El factor A (variedades de manzana), el factor B (porcentajes de piña), las interacciones de los factores AxB, AxC y AxBxC, no presentan diferencia significativa.

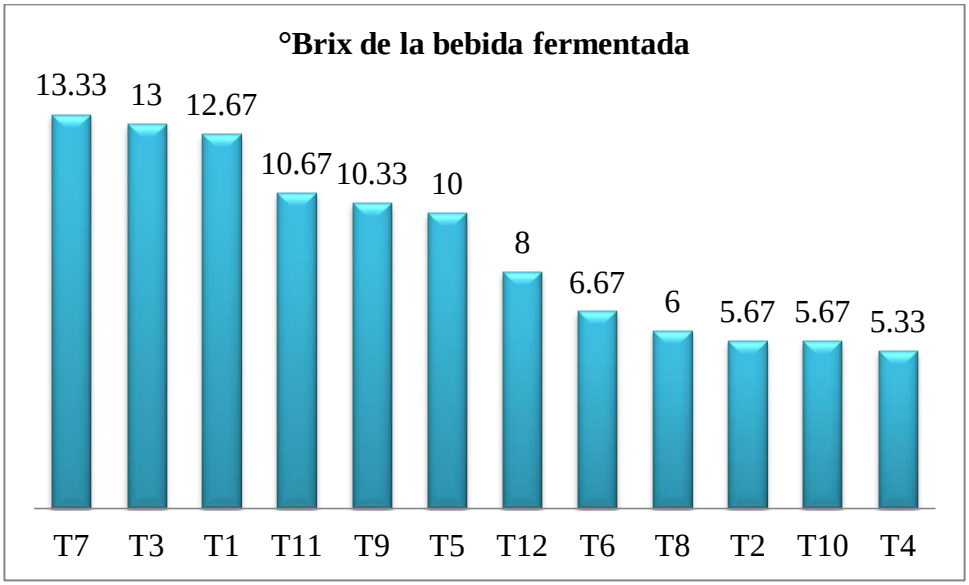
TABLA N° 11. Comparación de medias según Tukey para °Brix

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,47005

Factor A	Factor B	Factor C	X	n	Rangos
1	2	2	5,33	3	A
2	2	2	5,67	3	A
1	1	2	5,67	3	A
2	1	2	6,00	3	A B
1	3	2	6,67	3	A B C
2	3	2	8,00	3	A B C D
1	3	1	10,00	3	B C D E
2	2	1	10,33	3	B C D E
2	3	1	10,67	3	C D E
1	1	1	13,33	3	D E
1	2	1	13,00	3	D E
2	1	1	13,33	3	E

Experimental: Datos de campo 2013

GRÁFICO N° 6. Perfil de Tukey para °Brix de la bebida fermentada



Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 11 de comparación de medias se observa que existen cinco clases diferentes es decir que estadísticamente hay una variación entre los tratamientos, al observar la clase A se determina que los tratamientos T4, T10 y T2 estadísticamente son iguales, tiene un °Brix de 5,33, y 5,67 es decir que el descenso de °Brix en estas muestras ha sido más pronunciado lo que indica que el proceso de fermentación fue más efectiva, la clase E es la más alta con una concentración de sólidos solubles de 13,33; Pascal Roger (2003), manifiesta que si los azúcares son fermentados en su gran mayoría, el °Brix del producto final, será inferior a 6, lo cual indica que el proceso de fermentación se realizó de manera eficaz.

El gráfico estadístico 6, se muestra los doce tratamientos en orden descendente donde el tratamiento siete es el que posee el valor más elevado de °Bix seguido por el tratamiento tres cabe indicar que si el °Brix es alto no se llevó acabo un buen proceso de fermentación porque las levaduras no degradaron completamente los azúcares presentes en el mosto.

En los tres últimos tratamientos T2, T10 y T4 se aprecia un °Brix bajo, 5,67, 5,67 y 5,33 respectivamente. Realizado el análisis físico-químico se puede determinar

que el T4 ocurrió un excelente proceso fermentativo porque los microorganismos encargados de la fermentación degradaron la mayor parte de azúcares presentes en el mosto.

4.2.2.2. Concentración de ión hidrógeno (pH)

TABLA N° 12. Análisis de varianza para pH

F.v.	gl	Sc	Cm	F-Valor	Probabilidad
Factor A	1	0,32	0,32	7,97	0,0094 **
Factor B	2	0,48	0,24	5,91	0,0082 **
Factor C	1	2,33	2,33	57,82	0.0001 **
Factor A*Factor B	2	0,21	0,11	2,61	0,0945 NS
Factor A*Factor C	1	0,17	0,17	4,17	0,0523 NS
Factor B*Factor C	2	0,17	0,09	2,15	0,1383 NS
Factor A*Factor B*Factor C	2	0,20	0,10	2,45	0,1075 NS
Error	24	0,97	0,04		
Total	35	4,84			
CV%		5,12			

Experimental: Datos de campo 2013

Según el análisis de varianza para el atributo pH, el factor A (variedades de manzana) es altamente significativo, lo que implica que la variedad de manzana afecta significativamente sobre la variación el pH de la muestra.

Para el factor B (porcentajes de piña) existe diferencia altamente significativa, esto se da porque ha mayor concentración de piña la acidez promedio de la muestra tiende a subir, para el factor C (porcentajes de levadura) son altamente significativos esto se debe que en el proceso de fermentación se produce gran cantidad de ácidos por ejemplo ácido málico; esto esta afín según Boulton Frederik (2002), donde expresa que el valor de pH del mosto depende de muchos factores, incluyendo el grado de madurez de la fruta, la época de cosecha, la humedad del suelo.

En ninguna interacción se aprecia significancia lo que quiere decir que no hay incidencia entre los distintos factores en lo referente al pH.

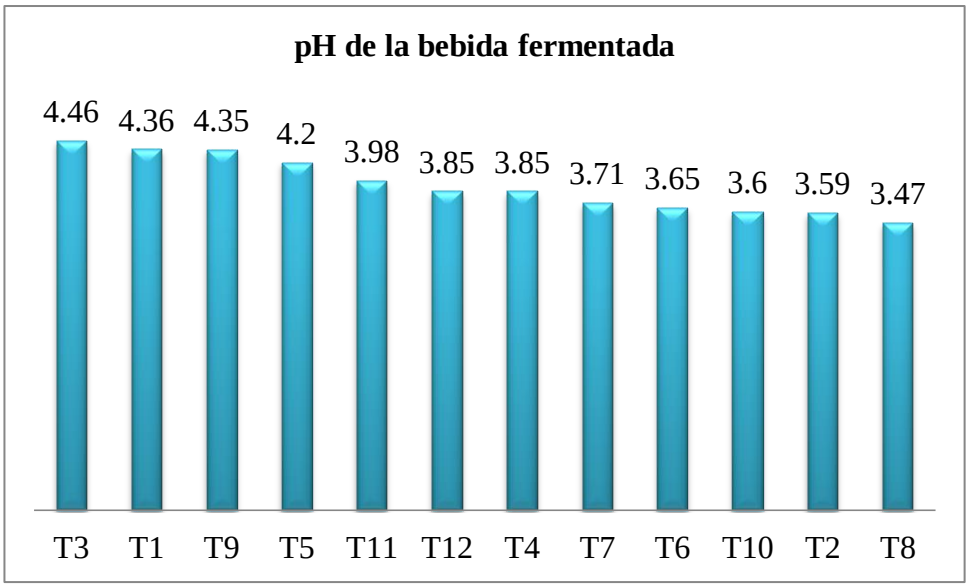
TABLA N° 13. Comparación de medias según Tukey para pH

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59107

Factor A	Factor B	Factor C	X	n	Rangos
1	2	1	4,46	3	A
1	1	1	4,36	3	A B
2	2	1	4,35	3	A B
1	3	1	4,20	3	A B C
2	3	1	3,98	3	A B C D
2	3	2	3,85	3	B C D
1	2	2	3,85	3	B C D
2	1	1	3,71	3	C D
1	3	2	3,65	3	C D
2	2	2	3,60	3	D
1	1	2	3,59	3	D
2	1	2	3,47	3	D

Experimental: Datos de campo 2013

GRÁFICO N° 7. Perfil de Tukey para pH de la bebida fermentada



Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 13 de comparación de medias según Tukey, se observa que existen cuatro clases estadísticas las cuales son diferentes, lo cual significa que el pH de los tratamientos varía uno de otro.

En el gráfico estadístico 7, se observa los valores concernientes al pH de la bebida fermentada, el tratamiento tres posee el valor más alto de pH, seguido del tratamiento uno, y sucesivamente van descendiendo hasta el tratamiento ocho que tiene un menor pH. El tratamiento siete tiene un valor de 3,71 el cual es un poco ácido pero es aceptable, Pascal Roger (2003), expresa que si los valores de pH en la bebidas fermentadas son bajos confieren una mejor estabilidad microbiológica y físico- química por otra parte si el pH es alto el producto está expuesto a ser atacado por microorganismos.

4.2.2.3. Contenido de grado alcohólico

TABLA N° 14. Análisis de varianza para contenido de grado alcohólico

F.v.	gl	Sc	Cm	F-Valor	Probabilidad
Factor A	1	2,25	2,25	1,49	0,2336 NS
Factor B	2	36,17	18,08	12,00	0,0002 **
Factor C	1	30,25	30,25	20,07	0.0002 **
Factor A*Factor B	2	24,67	12,33	8,18	0,0019 **
Factor A*Factor C	1	4,69	4,69	3,12	0,0903 NS
Factor B*Factor C	2	6,50	3,25	2,16	0,1376 NS
Factor A*Factor B*Factor C	2	21,56	10,78	7,15	0,0037 **
Error	24	36,17	1,51		
Total	35	162,2			
CV%		32,74			

Experimental: Datos de campo 2013

En el análisis de varianza para el contenido de grado alcohólico de la bebida se distingue que, el factor B (porcentajes de piña) incide significativamente en el contenido de grado alcohólico; debido a que la piña es una fruta que posee enzimas propias como la papaína lo cual influye directamente en el proceso de fermentación y por ende en la formación de alcohol, el factor C (porcentajes de levadura) también es altamente significativo, lo cual es justificable porque las levaduras son microorganismos que favorecen el proceso fermentativo anaerobio.

La interacción AxB presenta diferencia altamente significativa, por ende la variedad de manzana interactúa con el porcentaje de piña, lo cual incidirá en la formación de alcohol, porque la piña es una fruta con un valor de acidez apropiado para iniciar la fermentación y por lo tanto actuara degradando la fructuosa de la manzana, en la interacción AxBxC existe diferencia altamente significativa, lo que indica que entre los tres factores en estudio ejercen influencia en lo referente al grado alcohólico final de la bebida, al combinarse la variedad de manzana más el porcentaje de piña y levadura el proceso fermentativo será muy eficiente debido a que estos factores presentan características importantes como acidez, pH y °Brix óptimos para iniciar una fermentación exitosa; esto está acorde según Pascal Roger (2003), donde señala que el etanol presente en las bebidas fermentadas proviene esencialmente de la fermentación alcohólica del azúcar del mosto, el alcohol etílico es, después del agua, el constituyente cuantitativamente más importante.

En cuanto al factor A (variedades de manzana), y las interacciones AxC y BxC no son significativos.

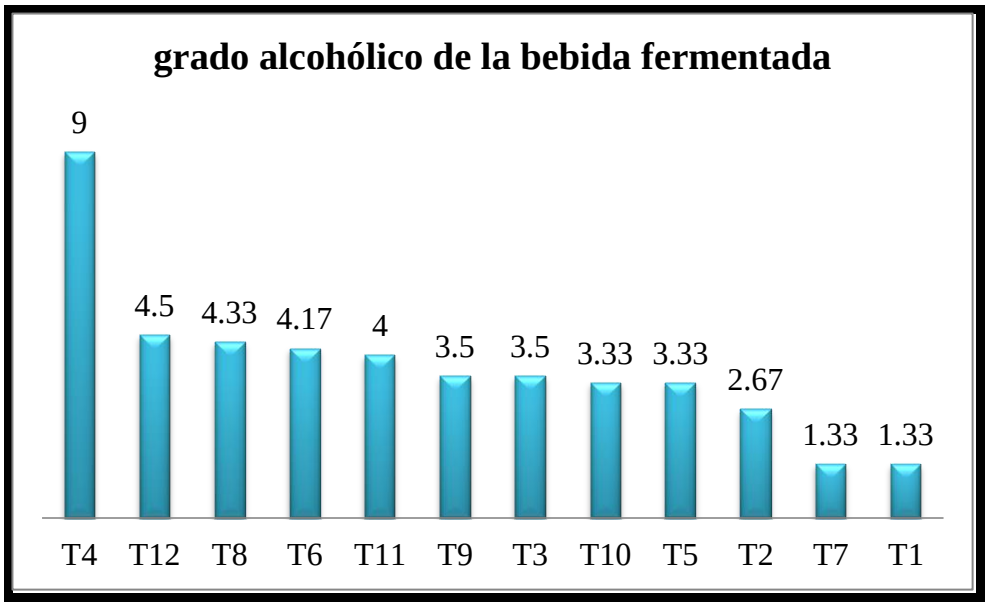
TABLA N° 15. Comparación de medias según Tukey para grado alcohólico.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,61387

Factor A	Factor B	Factor C	$\bar{x}$	n	Rangos
1	2	2	9,00	3	A
2	3	2	4,50	3	B
2	1	2	4,33	3	B
1	3	2	4,17	3	B
2	3	1	4,00	3	B
2	2	1	3,50	3	B
1	2	1	3,50	3	B
2	2	2	3,33	3	B
1	3	1	3,33	3	B
1	1	2	2,67	3	B
2	1	1	1,33	3	B
1	1	1	1,33	3	B

Experimental: Datos de campo 2013

GRÁFICO N° 8. Perfil de Tukey para grado alcohólico de la bebida fermentada.



Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 15, de comparación de medias, se observa dos clases en lo referente a grado alcohólico que tiene cada tratamiento, se puede apreciar dos clases estadísticas que indican que solo un tratamiento es diferente a los demás, y, que los demás son estadísticamente iguales es decir no hay una gran diferencia entre los mismos.

En el gráfico estadístico 8, se identifica al tratamiento cuatro con un grado alcohólico de 9, siendo el más alto entre los demás, determinándolo como el mejor, debido a que en este tratamiento se obtuvo una fermentación exitosa resultado de la acción de los microorganismos (levaduras) encargados de fermentar el mosto; lo cual contrasta con lo manifestado por Claude Flanzy (2000), donde señala que el etanol representa el producto principal de la fermentación alcohólica y puede alcanzar concentraciones extracelulares de 12 °GL 14°GL.

4.2.2.4 Análisis de metanol y alcoholes superiores

El resultado del análisis de metanol y alcoholes superiores, que se realizó al mejor tratamiento dio como resultado que la bebida fermentada, cumple con los estándares establecidos para bebidas fermentadas debido a que no se registro la presencia de metanol ni alcoholes superiores, lo cual significa que la bebida es apta para el consumo humano, Cinta María (2006), manifiesta que el metanol es un líquido incoloro, ligero, inflamable a temperatura ambiente que contiene menos carbono y más hidrógeno, se denomina también alcohol de cocina o alcohol de "reverbero". Este se obtiene del destilado de la madera, es un ingrediente común en muchos solventes, removedores de pinturas, soluciones de limpieza, colorantes, resinas, adhesivos, productos de impermeabilización, productos fotográficos y otros materiales, el metanol se absorbe por vía oral, piel, mucosas intactas y por vía pulmonar; se disemina rápidamente por todos los órganos, especialmente aquellos ricos en agua como cerebro, humor acuoso del ojo y riñón.

La dosis tóxica del metanol es variable, se piensa que en un hombre de 70 kg, la dosis mortal iría de 30 a 250 ml, sin embargo, se ha comprobado que pequeñas cantidades de alcohol metílico producen graves alteraciones en el organismo, y sobre todo, la complicación de ceguera irreversible. La dosis letal en niños es mucho menor 0,4 ml/kg de peso.

Badui Dergal (2006), expresa que el etanol es el alcohol que se encuentra presente en las cervezas y en otras bebidas, lamentablemente, si las condiciones de fermentación no son óptimas (altas temperaturas, mostos pobres en nutrientes) las levaduras pueden generar otro tipo de alcoholes como el propanol y el butanol, estos alcoholes son los responsables de generar tremendos dolores de cabeza después de tomar, aunque, generalmente se detectan como aromas a solventes (como por ejemplo acetona), estos alcoholes se producen cuando las temperaturas de fermentación son demasiado altas para la cepa de levadura que se esté usando.

4.2. Análisis sensorial del mejor tratamiento T4 (a_1 b_2 c_2)

4.2.1. Análisis sensorial

Luego de realizados los análisis físico-químicos a los doce tratamientos se determinó que el tratamiento 4 $a_1b_2c_2$ (variedad de manzana Emilia + 15% de piña + 0,5% de levadura) es el mejor tratamiento. La evaluación sensorial se realizó al mejor tratamiento de acuerdo a las variables físico – químicas.

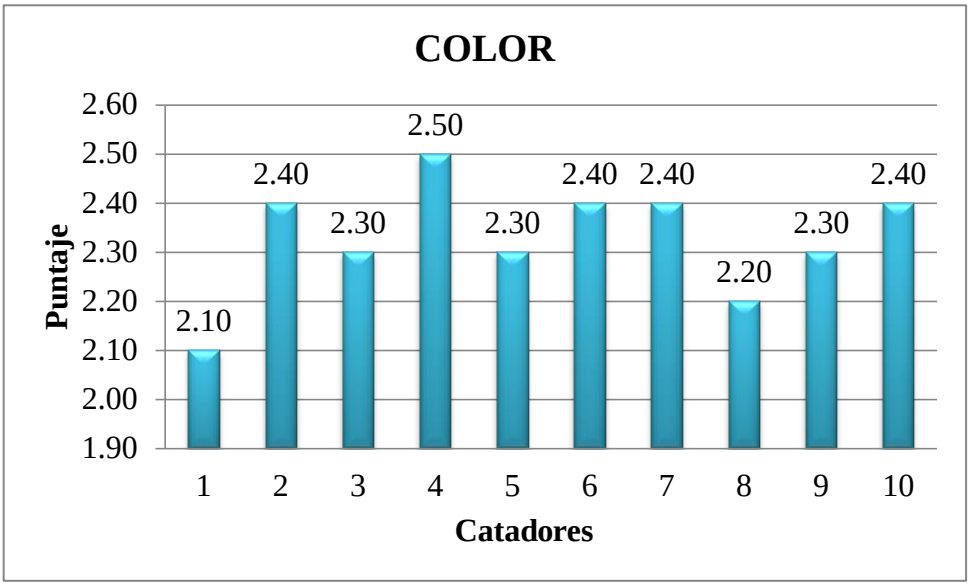
4.2.1.1. TABLA N°. 16. Atributo color

CATADORES	ATRIBUTO COLOR
1	2,10
2	2,40
3	2,30
4	2,50
5	2,30
6	2,40
7	2,40
8	2,20
9	2,30
10	2,40
X	**2,33**
DESVSTAND	**0,12**
CV	**0,05**
CV%	**4,98**

Experimental: Datos de campo 2013.

Según los datos estadísticos al evaluar el atributo color tenemos una respuesta experimental de 2,33 en promedio, lo que quiere decir que el color de la bebida fermentada a base de manzana y piña no agrado mucho al panel de catadores, debido a que esperaban un color brillante y se obtuvo un color opaco de tonalidad oscura debido a que se utilizó miel de panela como edulcorante; Boulton Frederik (2000), expresa que el color de una bebida fermentada es muy importante, en la evaluación sensorial, varía de acuerdo a varios factores entre los principales están: la fruta con la que se esté trabajando, color de la pulpa, edulcorante utilizado, tiempo de fermentación entre otros. En lo referente al coeficiente de variación se puede apreciar que los datos fueron homogéneos y por lo tanto fidedignos.

4.2.1.2. GRÁFICO N° 9. Representación gráfica del atributo color



Experimental: Datos de campo 2013

En el gráfico estadístico 9, puntaje versus catadores para el atributo color, se puede apreciar un valor de 2,10 ubicándose como el más bajo en la escala de puntuación y 2,50 es el valor más alto, esto indica que el producto final obtenido fue de un color opaco

4.2.1.3. TABLA N° 17. Atributo aroma

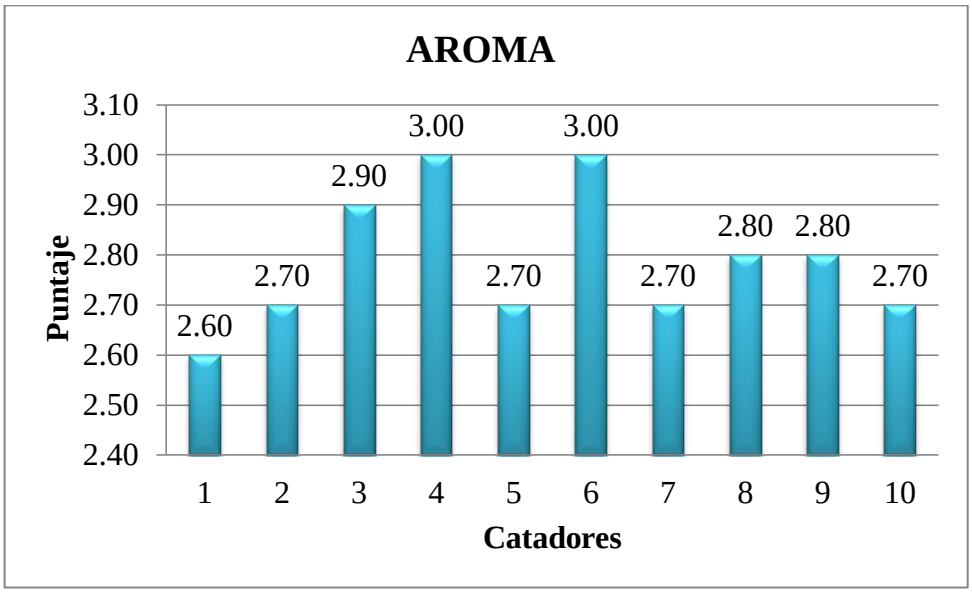
CATADORES	AROMA
1	2,60
2	2,70
3	2,90
4	3,00
5	2,70
6	3,00
7	2,70
8	2,80
9	2,80
10	2,70
X	**2,79**
DESVSTAND	**0,14**
CV	**0,05**
CV%	**4,91**

Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 17 se observa los datos estadísticos de la evaluación al atributo aroma teniendo una media de los valores de 2,79 que corresponde en la escala hedónica de puntuación a que la bebida fermentada presento un aroma a fruta fresca lo cual está dentro de los parámetros deseados y tiene mucha concordancia ya que se trabajó con fruta fresca, en un estado óptimo de madures y donde no hubo influencia del aroma característico de la levadura porque en este tratamiento se trabajó con el 0,5%; Heredia Francisco (2012), expresa que el aroma es una propiedad organoléptica vinculada con el sentido del olfato, dada por diferentes sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera original o durante su proceso.

En el cuadro se aprecia la desviación estándar de 0,14 y en lo referente al coeficiente de variación se obtuvo un valor de 4,91% el cual es bajo dando como resultado que los datos son confiables dentro de la investigación.

4.2.1.4. GRÁFICO N° 10. Representación gráfica del atributo aroma



Experimental: Datos de campo 2013

En el gráfico 10, se identifica que el catador 1 es quien emite un valor de 2,60 siendo el más bajo, los catadores 4 y 6 dan un valor de 3 siendo el más alto, el resto de panelistas emiten sus valoraciones dentro de este rango, obteniendo una media de 2,79 correspondiente a que la bebida tubo un aroma a fruta fresca

4.2.1.5. TABLA N° 18. Atributo dulzor

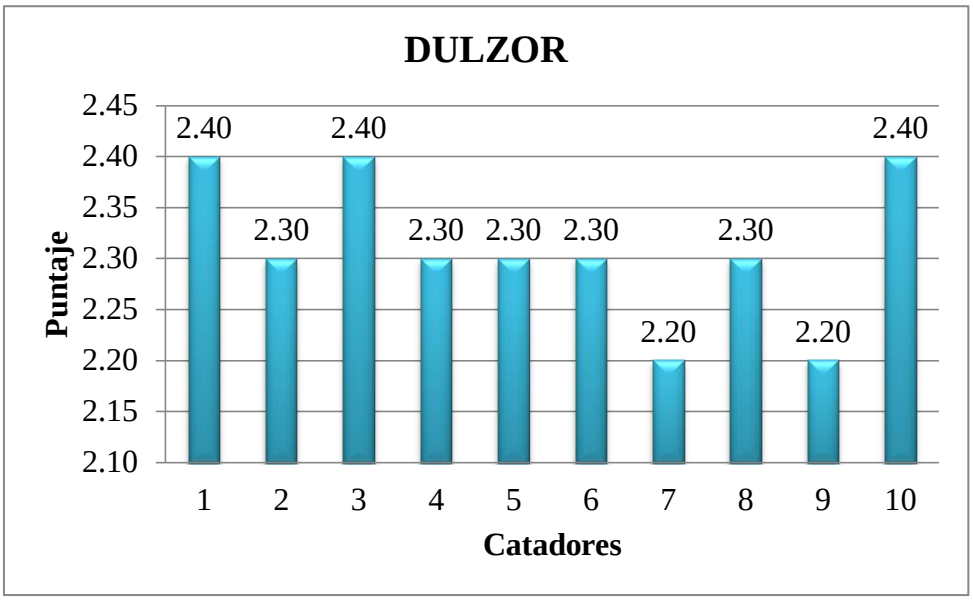
CATADORES	DULZOR
1	2,40
2	2,30
3	2,40
4	2,30
5	2,30
6	2,30
7	2,20
8	2,30
9	2,20
10	2,40
X	**2,31**
DESVSTAND	**0,07**
CV	**0,03**
CV%	**3,19**

Experimental: Datos de campo 2013

Los datos que se observa en la tabla 12, corresponden a la valoración sensorial del atributo dulzor del tratamiento cuatro (variedad Emilia + 15% de piña + 0,5% de levadura), donde se observa una media experimental de 2,31 lo cual representa en la escala hedónica de puntuación que la bebida fermentada fue ligeramente dulce, lo que significa que el proceso de fermentación fue exitoso porque las levaduras tanto de la manzana, piña y *Saccharomyces cerevisiae* consumieron los azúcares presentes en el mosto, eliminando anhídrido carbónico y generando alcohol; esto está acorde según Pascal Roger donde señala que el dulzor de una bebida fermentada depende de la relación glucosa – fructosa, del tiempo de fermentación debido que en este proceso las levaduras se alimentan de azúcares, el poder edulcorante de la glucosa es 1 y de la fructosa 1,73.

El coeficiente de variación de los datos arroja un valor de 3,19% lo cual indica la confiabilidad de los resultados y la homogeneidad de los mismos.

4.2.1.4. GRÁFICO N° 11. Representación gráfica del atributo dulzor



Experimental: Datos de campo 2013

En el gráfico 11 se, observa los puntajes que cada panelista emitió, el rango va de 2,20 a 2,40 lo cual nos indica que hubo mucha similitud entre los resultados, ya que el producto final en cuanto al dulzor no agrado a los panelistas, esto se debe a la mayor parte de azúcares fueron degradados por los microorganismos (levaduras).

4.2.1.7. TABLA N° 19. Atributo acidez

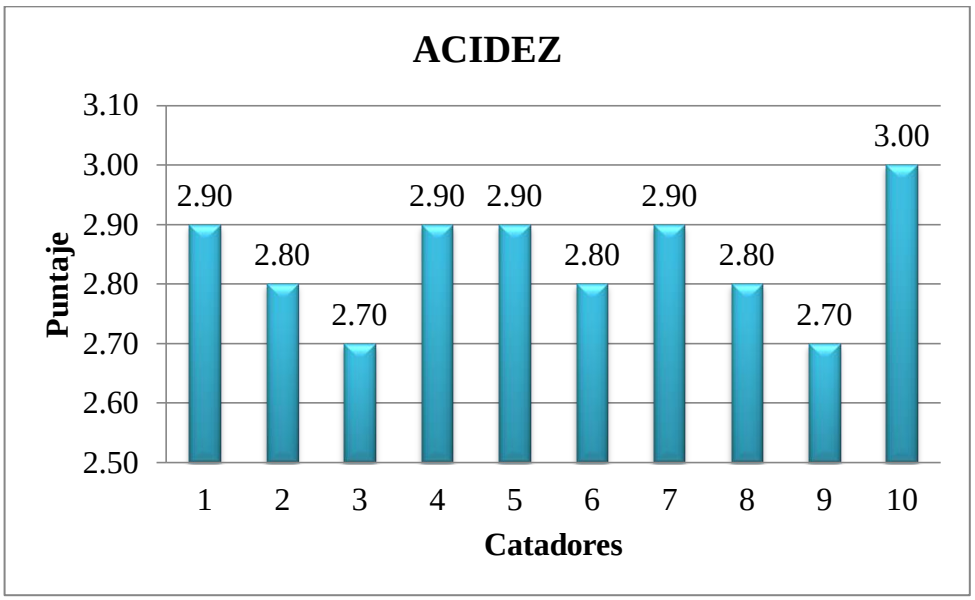
CATADORES	ACIDEZ
1	2,90
2	2,80
3	2,70
4	2,90
5	2,90
6	2,80
7	2,90
8	2,80
9	2,70
10	3,00
X	**2,84**
DESVSTAND	**0,10**
CV	**0,03**
CV%	**3,40**

Experimental: Datos de campo 2013

En la tabla 19 se aprecia los valores en cuanto al atributo acidez de la bebida fermentada donde la media experimental es 2,31 lo cual representa en la escala de puntuación que el producto fue moderadamente ácido es decir que el tiempo de fermentación fue controlado ya que si se lo prolonga genera que se acidifique el producto o que se obtenga un vinagre; Boulton Frederik (2000), señala que la acidez desempeña un cometido importante en la elaboración de bebidas fermentadas y es importante en la evaluación sensorial de los vinos.

El coeficiente de variación es 3,19 lo cual indica que los valores son fidedignos.

4.2.1.8. GRÁFICO N° 12. Representación gráfica del atributo acidez



Experimental: Datos de campo 2013

En el gráfico estadístico 12, se identifica un valor de 2,70 siendo el más bajo, y 3,00 el valor más alto, en cuanto al atributo acidez, estos valores se mantienen en la mitad de la escala hedónica de puntuación ratificando que la bebida fermentada fue moderadamente ácida.

4.2.1.9. TABLA N° 20. Atributo aceptabilidad

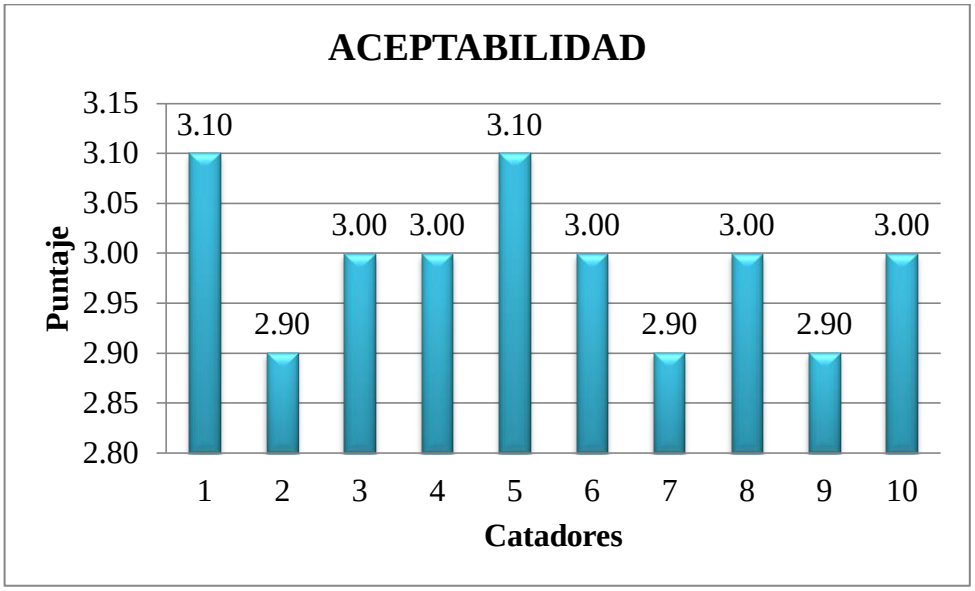
CATADORES	ACEPTABILIDAD
1	3,10
2	2,90
3	3,00
4	3,00
5	3,10
6	3,00
7	2,90
8	3,00
9	2,90
10	3,00
X	**2,99**
DESVSTAND	**0,07**
CV	**0,02**
CV%	**2,47**

Experimental: Datos de campo 2013

Los datos que se aprecia en la tabla 20 corresponden a la valoración que cada panelista, asigno al atributo aceptabilidad, teniendo una media experimental de 2,99 correspondiente a que la bebida fermentada es buena, esto indica que reúne características sensoriales aceptables, y fácilmente puede ser introducida al mercado para su comercialización, obviamente cumpliendo con los requisitos pertinentes para expender un producto alimenticio; Heredia Francisco (2012), expresa que la aceptabilidad de un alimento es el conjunto de características o condiciones que hace el producto sea aceptable o provechoso, que garantice la sensación del placer en el paladar, a través del gusto. La norma INEN 338 para bebidas alcohólicas, define que una bebida alcohólica fermentada, es obtenida a partir de mostos fermentados, sin destilación.

El coeficiente de variación que se observa en el cuadro, es 2,47% el cual representa la homogeneidad y confiabilidad de los datos que cada catador emitió.

4.2.1.20. GRÁFICO N° 13. Representación gráfica del atributo aceptabilidad



Experimental: Datos de campo 2013

En el gráfico 13, se observa la representación del atributo aceptabilidad, donde el panel de diez catadores evalúa en un rango de puntuación, que va de 2,90 a 3,10 ubicándose en la mitad de la escala hedónica de puntuación, esto quiere decir que la bebida fermentada a base de manzana y piña tiene una buena aceptabilidad.

4.3 Análisis económico en relación costo -beneficio

4.3.1 TABLA N° 21. Análisis de relación costo-beneficio, al mejor tratamiento.

CONCEPTO	CANT.	VALOR UNIT. USD	TOTAL USD
Manzana Emilia	425 gr	0,001	0,425
Piña	75 gr	0,001	0,0075
Levadura	2 gr	0,03	0,06
Panela	300 gr	0,001	0,30
Agua	2 lt	0,20	0,40
Envases	2	0,20	0,40
Corcho	2	0,15	0,30
Etiquetas	2	0,05	0,10
Gas lp.	2 kg	0,13	0,27
SUB TOTAL 1			2,19
Imprevistos (10%"sub total")			0,21
Mano de obra (10%"sub total")			0,21
SUB TOTAL 2 (costo de producción)			2,61
30 % de rentabilidad			0,78
Precio de venta			3,39

Beneficio costo= $\frac{IB}{CD+CI}$

Beneficio costo= $\frac{3,39}{2,61}$ Beneficio costo= 1,29 USD

IB= Precio de venta

CD= Costo directo

CI= Costo indirecto

Para obtener dos litros de bebida fermentada a partir de manzana es necesario 2,61 USD, el precio de venta con el 30% de rentabilidad corresponde a 3,39 USD, lo que permite tener una relación costo-beneficio de 1,29 USD, esto significa que por cada dólar invertido se obtendrá una utilidad de 0,29 ctvs.

4.3.2 Comprobación de la hipótesis.

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos, se acepta la hipótesis alterna donde se menciona que la incorporación de tres dosificaciones de piña (10%, 15%, 20%) mejora el proceso de fermentación de una bebida a partir de dos variedades de manzana.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. 1. CONCLUSIONES

Del trabajo investigativo realizado expreso las siguientes conclusiones.

- La mejor variedad de manzana fue la Emilia para obtener la bebida fermentada, además en cuanto al mejor tratamiento mediante los análisis físico-químicos fue el T4 a1b2c2 (variedad Emilia + 15% piña + 0,5% de levadura), en el cual el proceso de fermentación se llevó a cabo de manera exitosa alcanzando un grado alcohólico de 9,10 °GL.

- Se estableció el 15% de piña como el mejor porcentaje para mejorar el proceso de fermentación el mismo que también está ubicado en el tratamiento cuatro, cabe señalar que el 15% es un valor intermedio ya que el mínimo fue 10% y el máximo 20%.

- El efecto que género la adición de levadura en el proceso de fermentación fue notorio, debido a que en los tratamientos que se trabajó con *Saccharomices cerevisiae* el grado alcohólico fue un valor promedio de 3,8, excepto en el tratamiento cuatro en el cual se registró un valor de 9,10, lo que indica que el proceso fermentativo fue exitoso porque al combinarse con el 15% de piña y el 0,5% de levadura, degradaron los azúcares presentes en el mosto de manzana Emilia eliminando anhídrido carbónico y produciendo alcohol etílico.

- Los análisis físicos que se realizó en la materia prima comparados con los datos bibliográficos estaban dentro de los parámetros establecidos, lo cual indico que la fruta estaba en óptimas condiciones para la realización del estudio.

- El tratamiento T4, presento una relación costo beneficio de 1,29 dólares, lo cual indica una rentabilidad del 30% en relación a los costos directos e indirectos, esto significa que por cada dólar invertido se obtendrá una utilidad de 0,29 ctvs.

5. 2. RECOMENDACIONES

- La realización del presente trabajo investigativo, tiene un valor social porque al industrializar la bebida fermentada a partir de manzana, se generaría nuevas fuentes de trabajo, dando así un aporte socio-económico a la Provincia y mejorando la calidad de vida de muchas familias.

- Se recomienda a la Universidad Estatal de Bolívar, realizar proyectos de investigación en estas temáticas que son necesarias, y, se encajan dentro de los objetivos planteados en el Plan del Buen Vivir, y en las zonas de planificación.

- Se recomienda a la Escuela de Ingeniería en Agroindustrial, que motive la creación de nuevos proyectos, vinculados con el presente trabajo de investigación, ya que con las cortezas de la fruta que se utilizó se puede elaborar diversos productos.

- Se recomienda difundir el presente trabajo investigativo a la colectividad, en especial a los fruticultores que se dedican al cultivo de manzana, ya que este proyecto nació con la necesidad de industrializar la fruta proveniente del Cantón Cevallos y por consiguiente dar un valor agregado a la misma.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN Y SUMMARY

6.1 RESUMEN

La fermentación desde épocas antiguas ha sido aplicada en la utilización de diversos productos, ya sean estos medicinales, farmacéuticos, alimenticios. Sin la fermentación, no existiría ninguna bebida alcohólica ni fermentada pues todo radica en la degradación del azúcar por parte de microorganismos en un medio líquido y convertirlo en alcohol lo que hace que este proceso sea tan especial.

El presente trabajo investigativo tuvo como objetivo elaborar una bebida fermentada a partir de manzana incorporando diferentes dosificaciones de piña para mejorar el proceso de fermentación, los factores en estudio fueron tres, factor A (variedades de manzana), factor B (porcentajes de piña) y factor C (porcentajes de levadura); se trabajó con fruta en un estado de madurez optimo, aplicando una fermentación anaerobia es decir en ausencia de oxígeno, dentro del proceso se trabajó empleando todas las normas relacionadas con buenas practica de manufactura con el propósito de garantizar la inocuidad y calidad del producto final.

Luego de realizar la fase experimental se determinó el mejor tratamiento, mediante la aplicación de análisis físico-químicos siendo el tratamiento cuatro (variedad Emilia + 15% de piña + 0,5% de levadura) el mejor ya que en el mismo el proceso fermentativo fue exitoso alcanzando un grado alcohólico de 9,10, °Brix de 5,33 y un pH de 3,85.

Se realizó una valoración sensorial de los atributos de la bebida a un panel de 10 catadores semi entrenados es importante destacar en lo concerniente a productos fermentados la valoración sensorial no es muy confiable ya que el sentido humano no puede determinar con exactitud si hubo o no un proceso de fermentación en el producto por lo tanto es primordial hacer análisis físico-químicos.

Se estableció que para elaborar una bebida fermentada a partir de manzana la mejor variedad es Emilia combinada con el 15% de piña el cual es un valor intermedio y 0,5% de levadura; observando que el efecto que tiene la levadura en el proceso de fermentación es significativo porque interactúa con las enzimas de la piña y el proceso es eficiente porque los azúcares presentes en el mosto son degradados con eficacia generando anhídrido carbónico y produciendo alcohol, que es el objetivo principal que se busca con la aplicación de procesos fermentativos.

6. 2 SUMMARY

The fermentation from ancient epoches has been applied in the utilization of various products, right now be these medicinal, pharmaceutical, nutritious. Without fermentation, no alcoholic neither fermented drink because everything consists in microorganisms' degradation of the sugar for part in a half a liquid and turning it what you do that this process be into alcohol would not exist so especial.

The present investigating work aimed at the process of fermentation elaborating an alcoholic beverage as from apple incorporating different dosifications of pineapple for the better, the factors under consideration were three, factor To (varieties of apple), factor B (percentages of pineapple) and factor C (percentages of yeast); It was worked up with fruit in a status of optimal maturity, applying an anaerobic fermentation you are to say in the absence of oxygen, within the process it was worked up using all of the standards related to hello practice of manufacture in order to guarantee the innocuousness and quality of the final product.

The best treatment, by means of the application of physical analysis chemical being the treatment determined four itself (variety Emilia + 15 % of pineapple + 0.5 % of yeast) the best right after accomplishing the experimental phase right now than in the same the fermentative process was successful attaining an alcoholic grade of 9.10, a grade 5.33 and a pH's brix of 3.85.

A sensorial assessment of the attributes of drinking to a panel of 10 tasters half-way trained came true you are important to highlight with regard to fermented products the sensorial assessment you are not very reliable since the human sense can not determine accurately if there was or not a process of fermentation in the product therefore is a must to do physical analysis chemicals.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, MARIA. 2009. (Disponible en: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/851/AL441%20Ref.%203287.pdfsequence=1)

ALVIAR, J. 2004. Manual Agropecuario, Editorial Quebecor. Colombia. pp. 23-24-25.

ARDA R, 2011. El Gran Libro de las Manzanas. Editorial Packs, México. pp. 8.

ATKINSON, B. 2008. Reactores bioquímicos. Editorial Reverté. Barcelona. pp. 26-30.

BADUI DERGAL S, 2006. Química de los Alimentos, Editorial Alambra Mexicana. México DF. pp. 278-305.

BOULTON FREDERIK. 2002. Teoría y práctica de la elaboración del vino, Editorial Acribia , Zaragoza España. pp. 547.

BOUALLAGUI, H. 2009. Improvemend of fruit and vegetable waste anaerobic digestión performance and stability with co-substrates addition, Manag, (disponible en: http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/tesis/mcmdelacruz.pdf)

BRAVO, I. 2007. Cultivo de la Piña en Venezuela. Venezuela. pp. 78-79.

CINTA MARIA, 2006. Química Industrial Orgánica, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España. pp. 56, 57.

CLAUDE FLANZY, 2000. Fundamentos Científicos y Tecnológicos, Editorial Mundi – Prensa, Madrid – España. pp. 219, 220.

CHENG, J. 2008. Inhibition of anaerobic digestión porcess. Areview. Bioresour. Techonol. pp. 99, (disponible en: http://www.biotecnologia.upibi.ipn.mx/recursos/posgrado/tesis/mcmdelacruz.pdf)

DEL POZO, F. 2004. Establecer una tecnología para la obtención de una bebida alcohólica a partir de Maíz (Zea *mays* variedad morochon). Tesis 321 – FCIAL – UTA. pp. 36

DESROSIER NORMAN W, 2003. Conservación de Alimentos, Editorial Continental, México. pp. 368-369.

DESROSIER, N.W. 1998. Elementos de tecnología de alimentos. Editorial CECSA. México. pp. 639-641.

ERLEND, A., TOWNSEND, J.P., ADAMS, R.I., NIELSEN, K.M., TAYLOR, J.W. 2006. Population structure and gene evolution in Saccharomyces cerevisiae. FEMS. pp. 702–715.

FONDEVILA, M. Y PÉREZ, E.B. 2007. In vitro study of effect of the liquid phase flow and pH on microbial fermentation in concentrated diets. J. ITEA. pp 135-137.

FAO 2009. Documento elaborado por la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación. España. pp. 4-5.

GARCÍA, C.V. 2005. Introducción a la microbiología. Segunda edición. Editorial EUNED. Chile. pp. 113-117.

HEREDIA, F. 2012. Los sensores para lo alimenticio, UAM. Edit- Dolorosa, México. pp. 5.

HERRERO ALFONSO, 1992. Conservación de frutos, Editorial Mundi-Prensa, Madrid. pp. 45-46.

KOLB, ERICH. 2002. Vinos de Frutas: Elaboración Artesanal e Industrial. Editorial Acribia. Zaragoza-España. pp. 67.

MATA, A. 2005. Digestión anaerobia, primera edición, Acribia, Barcelona - España. pp. 85-86-87.

MAROTO V, 2005. Enfermedades de las Hortalizas, Editorial Mundi-Prensa, Madrid-España. pp. 34-35.

MONSA, J. 2010. Biotecnología. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, España. pp. 23-67-80.

MONTGOMERY, C.D. 2006. Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición. Editorial Limusa. México. pp. 65-102.

NEUMANN K, 2001. Cultivo de Hortalizas, Editorial Iberoamérica S.A de C.V, México. pp. 34-45.

PASCAL, R. 2003. Química del vino estabilización y tratamientos, Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires – Argentina. pp. 11, 12. 13.

POTTER N. 1999. La Ciencia de loa Alimentos, Editorial Acribada. México. pp. 123-124.

PROCHILE 2011, Documento elaborado por la oficina comercial de ProChile en Guayaquil. pp. 6.

PROECUADOR, 2011. Perfil de Piña Ecuatoriana, Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, Ecuador. pp. 3.

PROECUADOR 2011. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, Ministerio de Relaciones Exteriores Comercio e Integración, Quito. pp. 3-4.

ROBLES, F. 2005. Generación de biogás y lixiviados en los rellenos sanitarios, primera edición, Instituto Politécnico Nacional, España. pp. 202-203-204.

RODRÍGUEZ, S. 2011. Tecnología de frutas. Ministerio de Agricultura. Zaragoza, España. pp. 78-90.

SCRAGG, A. 2007, Biotecnología para ingenieros. Sistemas biológicos en procesos tenológicos, Limusa Noriega editores, España. pp. 303-307-310.

SANZ ESTEBAN, M. 2003. Serrano Barrero, S.Torralba Redondo, B. Biología. Oxford University Press. Madrid. pp. 68-90.

SOUTHGATE DAVID.2008. Conservación de Frutas y Hortalizas, Editorial Acribia, S.A, Zaragoza - España. pp. 67-98.

TIRILLY, Y. 2002. Tecnología de Legumbres. Editorial Acribia, S.A, Zaragoza - España. pp. 213-220.

WARD, O.P. 1991. Biotecnología de la fermentación. Acribia, S.A. Zaragoza. pp. 34-40.

WITTING E. 2001. Evaluación Sensorial una metodología actual para alimentos, Gráficas USACH. Alemania. pp. 56-80.

ANEXOS

- **ANEXO N° 1. Mapa de ubicación del experimento**



- **ANEXO N° 2. Base de datos para análisis físico-químicos**

REPLICAS	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C	°BRIX	pH	GRADO ALCOHÓLICO
1	1	1	1	12	4,35	2
1	1	1	2	6	3,63	2
1	1	2	1	12	4,32	4
1	1	2	2	5	3,72	16
1	1	3	1	9	4,04	3
1	1	3	2	7	3,66	4
1	2	1	1	14	3,84	1
1	2	1	2	7	3,57	5
1	2	2	1	10	4,03	4
1	2	2	2	6	3,81	0,5
1	2	3	1	13	3,98	3
1	2	3	2	6	3,71	6
2	1	1	1	13	4,36	1
2	1	1	2	6	3,65	4
2	1	2	1	13	4,44	3,5
2	1	2	2	5	3,81	14
2	1	3	1	10	4,22	4
2	1	3	2	7	3,55	4,5
2	2	1	1	13	3,63	2
2	2	1	2	5	3,22	4
2	2	2	1	11	4,24	3,5
2	2	2	2	5	3,25	4,5
2	2	3	1	12	4,11	3
2	2	3	2	6	3,68	5,5
3	1	1	1	13	4,38	1
3	1	1	2	5	3,48	2
3	1	2	1	14	4,61	3
3	1	2	2	6	4,01	15
3	1	3	1	11	4,34	3
3	1	3	2	6	3,74	4
3	2	1	1	13	3,66	1
3	2	1	2	6	3,63	4
3	2	2	1	10	4,79	3
3	2	2	2	6	3,75	5
3	2	3	2	12	4,16	2
3	2	3	1	7	3,85	6

Experimental: Datos de campo 2013

- **ANEXO N° 3. Hoja de cataciones**

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA: ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE MANZANA INCORPORANDO DIFERENTES DOSIFICACIONES DE PIÑA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE FERMENTACIÓN.

Fecha:…….

ATRIBUTO	ESCALA ALTERNATIVA		TRATAMIENTOS											
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
			R											
COLOR	Muy opaco	**1**												
	Opaco	**2**												
	Claro	**3**												
	Brillante	**4**												
	Muy claro	**5**												
AROMA	Rancio	1												
	Levadura	2												
	Fruta fresca	3												
	Fruta madura	4												
	Afrutado	5												
DULZOR	Nada dulce	**1**												
	Ligeramente dulce	**2**												
	Moderadamente dulce	**3**												
	Muy dulce	**4**												
	Sumamente dulce	**5**												
ACIDEZ	Nada ácido	1												
	Ligeramente ácido	2												
	Moderadamente ácido	3												
	Muy ácido	4												
	Sumamente ácido	5												
ACEPTABILIDAD	Malo	**1**												
	Regular	**2**												
	Bueno	**3**												
	Muy bueno	**4**												
	Excelente	**5**												

Observaciones:……

……

➢ ANEXO N° 4. Hoja de cataciones aplicada

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

HOJA DE CATACION

TEMA: ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE MANZANA CON LA INCORPORACION DE DIFERENTES DOSIFICACIONES DE PIÑA, PARA MEJORAR EL PROCESO DE FERMENTACION.

Fecha:.....11-09-2013.....

ATRIBUTO	ESCALA ALTERNATIVA		TRATAMIENTOS											
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
			R1											
COLOR	Muy opaco	1												
	Opaco	2	✓	✓		✓								
	Claro	3			✓		✓		✓	✓		✓		✓
	Brillante	4						✓			✓		✓	
	Muy claro	5												
AROMA	Rancio	1												
	Levadura	2		✓	✓	✓	✓			✓		✓		
	Fruta fresca	3	✓						✓		✓		✓	✓
	Fruta madura	4						✓						
	Afrutado	5												
DULZOR	Nada dulce	1		✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓
	Ligeramente dulce	2												
	Moderadamente dulce	3	✓		✓		✓		✓		✓			
	Muy dulce	4												
	Sumamente dulce	5												
ACIDEZ	Nada ácido	1		✓	✓				✓					
	Ligeramente ácido	2	✓				✓					✓		✓
	Moderadamente ácido	3				✓		✓			✓		✓	
	Muy ácido	4								✓				
	Sumamente ácido	5												
ACEPTABILIDAD	Malo	1												
	Regular	2		✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓
	Bueno	3			✓		✓				✓			
	Muy bueno	4	✓											
	Excelente	5							✓					

Observaciones:.....
.....
.....
.....

➢ ANEXO N° 5. Resultados de laboratorio

LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	**LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN** **Panamericana Sur Km. 1 ½** **Telefax: (03) 2998232** **ESPOCH** **FACULTAD DE CIENCIAS** **RIOBAMBA - ECUADOR**	**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE** **ACREDITACIÓN N° OAE LE 2C 06-008**

INFORME DE ENSAYO No: 432
ST: 14 – 016 ANÁLISIS DE ALIMENTOS
Nombre Peticionario: NA

Atn. Ruben Suarez
Dirección: Guaranda, Cdla. Defensa del Pueblo
FECHA: 27 de Marzo del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014 / 03 / 17 – 16:00
FECHA DE MUESTREO: 2014 / 09/ 04 – 10:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2014/ 03/ 17 – 2014 /03 / 27
TIPO DE MUESTRA: Fermentado
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 038-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: T4
PUNTO DE MUESTREO: Fermentado
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Remigio Villafuerte
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE NTE INEN 0362 BEBIDAS ALCOHOLICAS AGUARDIANTE DE CAÑA RECTIFICADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Metanol	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	< 2	MAX 10	± 14%
1-Propanol	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	16,18	-	± 15%
2-Metil propanol	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	146,44	-	± 18%
*Grado Alcohólico (20° C)	PEE/LABCESTTA/141 INEN 340	%	9,10	-	-
2+3 Metilbutanol	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	581,86	-	± 16%
*Etil Acetato	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	35,31	-	-
*Acetaldehido	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	10,06	MAX 20	-
*Furfural	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100mL de alcohol absoluto	< 2	MAX 1,5	-
*Congéneres	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100ml de alcohol absoluto	789,85	250	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

*Alcoholes Superiores	PEE/LABCESTTA/142 AOAC 968.09/INEN 2014	mg/100ml de alcohol absoluto	728,30	150	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Resultados comparados con límites permisibles

RESPONSABLES DEL INFORME:

Ing. Verónica Bravo
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB - CESTTA ESPOCH

Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

- **ANEXO N° 6. Glosario de términos**

Bacteria: microorganismo unicelular, sin núcleo. Interviene en procesos como la fermentación, y puede ser la causa de enfermedades tales como el tifus, el cólera, enfermedades venéreas, etc.

Drenaje: procedimiento empleado para desecar el terreno por medio de conductos subterráneos.

Fermentación: proceso químico por el que se forman los alcoholes y ácidos orgánicos a partir de los azúcares por medio de los fermentos.

Fisicoquímica: es la rama de la química que estudia las interacciones moleculares en la materia debido a efectos físicos, como por ejemplo cambios de temperatura, presión, volumen, calor y trabajo. Como también el estudio de las propiedades ópticas, eléctricas, magnéticas y mecánicas a nivel atómico y molecular, entre otros.

Genética: ciencia que estudia las características que se heredan en las personas, animales o plantas.

Operaciones Unitarias: cada una de las acciones necesarias en el proceso de las materias primas, ya sean procesos de transformación y/o de adecuación de ellas (procesos químicos y físicos), como también las acciones necesarias para llevar a cabo su transporte.

Enzima: proteína que producen las células vivas y que actúa como catalizador y regulador en los procesos químicos del organismo: las enzimas son esenciales para el metabolismo.

Piña: fruto del pino y otros árboles, de forma ovalada y compuesto por numerosas piezas leñosas, triangulares, colocadas en forma de escama a lo largo de un eje común, cada una con dos piñones: cuando la piña comienza a abrirse, caen los piñones. Ananás, planta y fruto: de postre, tomamos piña en almíbar.

Plaga: abundancia de algo perjudicial, ej., de animales y organismos que afectan gravemente a la agricultura: una plaga de langostas.

Lenticular: de forma parecida a la semilla de la lenteja: adorno lenticular.

Manzana: fruto redondo, de piel fina, de carne blanca y con unas semillas pequeñas en el centro, que produce el manzano.

Morfología: parte de la biología, que estudia la forma de los seres orgánicos y de las modificaciones o transformaciones que experimenta.

Pulpa: masa carnosa y tierna de las frutas o legumbres, parte interior comestible de estas: la pulpa de la sandía.

Roña: suciedad pegada fuertemente.

Taxonomía: ciencia que se ocupa de los principios, métodos y fines de la clasificación. Clasificación que se realiza según esta ciencia, en especial la que ordena, jerarquiza y nombra, dentro de la biología, los seres vivos.

➢ ANEXO N° 7. FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL.



RECEPCIÓN



PESADO



SELECCIÓN



LAVADO



PELADO



TROCEADO



DESPULPADO



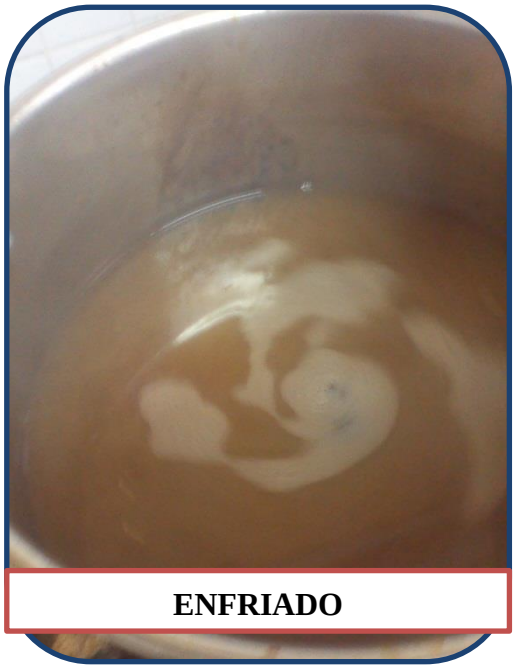
FILTRADO



DOSIFICACIÓN



PASTEURIZACIÓN I



ENFRIADO



ADICIÓN DE LEVADURA



FERMENTACIÓN



TRASIEGO



ENVASADO



SELLADO



PASTEURIZACIÓN II



PRODUCTO FINAL



DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO



DETERMINACIÓN DE pH