UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA



CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"Utilización de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en Puyo, Provincia de Pastaza."

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

AUTOR

Raúl García

DIRECTOR:

Ing. Tatiana Piñeiro

PUYO – ECUADOR

Año: 2012

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"Utilización de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en Puyo, Provincia de Pastaza."

Tribunal de graduación

Director de tesis ……..
Ing.Tatiana Piñeiro

Presidente del tribunal ……
Ing. Juan Elías Gonzales

Miembro del tribunal ……
M.Sc. Paulina Echeverria

Miembro del tribunal ……
Dr. David Sancho

PUYO – ECUADOR

Año: 2012

DEDICATORIA

A Dios por su bendición divina por haberme demostrado amor todos los días de mi vida.

A mis padres Gerardo y Teresa que con su paciencia, constancia, ejemplo y entero sacrificio me permitieron culminar con éxito mi formación profesional.

A mi familia por ser el aliciente incondicional durante todo el transcurso de mi vida.

A todos los hermanos de la iglesia, quienes estuvieron a mi lado siempre en las buenas y malas, por su apoyo moral espiritual y personal.

Raúl García.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad estatal Amazónica y a todas sus autoridades, personal docente y administrativo.

A los profesores que facilitaron el proceso de Investigación, en especial a la Ing. Tatiana Piñeiro como directora de tesis, quien estuvo desde el inicio hasta el final del trabajo.

A los profesores y amigos: Dr. David Sancho, Dr. Ana Lucia Chafla, Ing. Juan Elías Gonzales y al Ing. Leo Rodríguez. Y demás docentes que facilitaron la conclusión de este trabajo.

A mis compañeros de aula y profesores cubanos que con paciencia nos impartieron sus conocimientos.

Y a mi familia que siempre estuvo motivándome para la conclusión de mi trabajo de tesis.

DERECHO DE AUTOR

Yo, FRANKLIN RAUL GARCIA VILEMA, **con C.I Nº: 160045559-4**, **declaro ser el autor principal del trabajo de investigación con el tema:** "Utilización de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum_L.*) en Puyo, Provincia de Pastaza." Mismo que se ha elaborado con asesoramiento de la Ing. TATIANA PIÑEIRO.

Y autorizo a la Universidad Estatal Amazónica hacer uso, con fines docentes e investigativos de los resultados obtenidos de la misma.

……..

Franklin Raúl García Vilema

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....I
HOJA DE APROBACION.....II
DEDICATORIA.....III
AGRADECIMIENTO.....IV
DERECHO DE AUTOR.....V
INDICE.....VI

I.INTRODUCCION**.....13**
1.1. OBJETIVOS.....15
1.1.1. Objetivo General:.....15
1.1.2. Objetivos Específicos:.....15
1.2. HIPOTESIS.....15
1.2.1. Hipótesis General:.....15
1.2.2. Hipótesis Específicas:.....15

II.REVISION DE LITERATURA.....16
2.1. GENERALIDADES DE LA CAÑA:.....16
2.1.1 Definición.....16
2.1.2 Origen.....16
2.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos.....16
2.1.4 Taxonomía.....17
2.1.5. Morfología de la caña de azúcar.....18
2.1.5.1. Sistema radical.....18
2.1.5.2. El tallo.....18
2.1.5.3. Hoja.....19
2.1.5.4. La flor.....20
2.1.6 Composición química de la caña.....20
2.1.7. Sólidos solubles de la caña:.....22

2.1.8. Perdida de sacarosa.....22
2.1.9. Usos y derivados de la caña.....22
2.2. DETERIORO DE LOS ALIMENTOS.....22
2.2.1. Factores que inciden en el deterioro de los alimentos.....23
2.3. DETERIORO MICROBIOLÓGICO:.....24
2.4. DETERIORO ENZIMATICO:.....24
2.4.1. Pardeamiento enzimático.....24
2.4.2. Factores del pardeamiento.....24
2.4.3. POLIFENOLOXIDASA.....25
2.5. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS:.....26
2.5.1. Historia de la conservación.....26
2.5.2. Métodos de conservación:.....29
2.5.2.1. Tratamiento químico:.....29
2.5.2.1.1 Aditivos:.....29
2.5.2.2 Tratamiento físico:.....31
2.5.2.2.1. Refrigeración.....31
2.5.2.2.1 Posibles mecanismos del daño por frio.....32
2.5.3. Conservantes.....32
2.5.3.1 Mecanismos de acción de los conservantes.....32
2.5.3.2. Espectro de acción de los conservantes.....33
2.5.3.3. Metabisulfito de Na (E223).....34
2.5.3.4. Benzoato de sodio (E211).....35
2.5.3.4. Sorbato de potasio (E202).....36
2.6. DESINFECCIÓN DE LOS ALIMENTOS.....37
2.6.1. Cloro.....37
2.7. ANÁLISIS SENSORIAL.....38
2.8. ANÁLISIS ECONÓMICO.....38
2.8.1. Relación Costo – Beneficio.....38

III.MATERIALES Y METODOS.....40
3.1. MATERIALES.....40
3.1.1. Material experimental.....40
3.1.2 Equipos.....40
3.1.3..... Materiales de proceso.
.....40
3.1.4..... Reactivos
.....41
3.2. MÉTODOS.....41
3.2.1. Localización y duración del experimento.....41
3.2.2. Factores de estudio.....41
3.2.3. Tratamientos.....42
3.2.4. Diseño experimental.....43
3.2.5. Mediciones experimentales.....44
3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....45
3.4. TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES.....46
3.4.1. Análisis físico cuantitativo.....46
3.4.1.1. Grados Brix.....46
3.4.2. Análisis sensorial.....46
3.4.3. Análisis económico.....47
3.5. FLUJOGRAMA DE PROCESO.....48

IV.RESULTADOS Y DISCUSION.....49
4.1. SÓLIDOS SOLUBLES.....49
4.1.1. Resultados del Análisis de la varianza día 1.....49
4.1.1.1. Discusión.....49
4.1.2. Resultados del Análisis de la varianza día 15.....50
4.1.2.1. Discusión.....50
4.1.3. Resultados del Análisis de la varianza del tiempo y conservante.....51
4.1.3.1. Discusión.....52
4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL.....52

4.2.1. Resultados de la variable color.....52
4.2.1.1. Discusión.....53
4.2.2 Resultados de la variable olor.....53
4.2.2.1. Discusión.....54
4.2.3. Resultados de la variable sabor.....54
4.2.3.1. Discusión.....55
4.2.4. Resultados de la variable textura.....55
4.2.4.1. Discusión.....56
4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....56
4.3.1. Resultados.....56
4.3.2. Discusión.....57
V. CONCLUSIONES.....58
VI. RECOMENDACIONES.....59
VII. RESUMEN.....60
VIII. SUMARY.....61
IX. BIBLIOGRAFIA.....62
X. ANEXOS.....65

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº1: Principales agentes y procesos responsables del deterioro de los alimentos 23
Cuadro Nº 2: Reacción de la Polifenol Oxidasa:.....25
Cuadro Nº3: Aditivos con actividad conservante.....37
Cuadro Nº4: Resultados ADEVA (Brix) 1 Día.....49
Cuadro Nº5: Resultados ADEVA (Brix) 15 Días.....50
Cuadro Nº6: Resultados ADEVA (tiempo – conservante):.....51
Cuadro Nº7: Resultados de la prueba de Tukey (tiempo – conservante)..... 51
Cuadro Nº8: Resultados de la variable color.....52
Cuadro Nº9: Resultados de la variable olor.....54
Cuadro Nº10: Resultados de la variable sabor.....55
Cuadro Nº11: Resultados de la variable textura.....56

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº1: Composición química de la caña.....21
Tabla Nº2: Actividad de conservadores frente a microorganismos.....33
Tabla Nº3: Condiciones meteorológicas.....41
Tabla Nº4: Descripciones de los Factores de Estudio para la conservación de caña de azúcar.....42
Tabla Nº5: Tratamiento para la conservación de caña de azúcar.....42
Tabla Nº6: Esquema del Experimento.....43
Tabla Nº7: Relación beneficio / costo.....56
Tabla Nº8: Datos experimentales para sólidos solubles en el día 1.....65
Tabla Nº9: Datos experimentales para sólidos solubles en el día 15.....66

Tabla Nº10: Datos experimentales para sólidos solubles con relación (tiempo -conservante).....67
Tabla Nº11: Datos experimentales para evaluación sensorial.....68
Tabla Nº12. Resultados que fueron rechazados a los 30 días.....71
Tabla Nº13: Análisis sensorial.....73
Tabla Nº14: Análisis económico.....74

INDICE DE GRAFICOS

Grafico Nº1: Tipos de entrenudos.....19
Grafico Nº2: Análisis de la varianza para sólidos solubles en el día 1.....65
Grafico Nº3: Análisis de la varianza para sólidos solubles en el día 15.....66
Grafico Nº4: Análisis de la varianza para sólidos solubles con relación tiempo - conservante:.....67
Grafico Nº5: ADEVA no paramétrico de la variable color.....68
Grafico Nº6: ADEVA no paramétrico de la variable olor.....69
Grafico Nº7: ADEVA no paramétrico de la variable sabor.....69
Grafico Nº8: ADEVA no paramétrico de la variable Textura.....70

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Corte de la caña.....75
Fotografía 2: Lavado de la caña.....75
Fotografía 3: Desinfección.....76
Fotografía 4: Pelado.....77
Fotografía 5: Cortado.....77
Fotografía 6: Formulación y Pesado.....78
Fotografía 7: Inmersión.....78
Fotografía 8: Escurrido.....79
Fotografía 9: Empacado.....79
Fotografía 10: Almacenado:.....80
Fotografía 11: Medición de sólidos solubles:.....81
Fotografía 12: Pruebas hedónicas.....81

I. INTRODUCCION**.**

La caña de azúcar, (Saccharum officinarum L), a nivel mundial es uno de los principales productos comestibles e industriales especialmente en la obtención de azúcar, debido a su alta demanda la producción de caña ha aumentado significativamente teniendo como principales países exportadores a Brasil e India con un 60% de la producción mundial (Netafim, 2000).

En América del sur, Ecuador se encuentra entre los 5 países con mayor producción de caña, según estudios de FENAZUCAR en el año 2006 existía una producción de 78.000 ha. En la actualidad la mayor parte de esta explotación agrícola está orientada a la producción azucarera y en provincias como Pastaza con 4.500 ha, cultivadas de caña, de las cuales 3.500 ha, son de la variedad (limeña) estás son destinadas a la elaboración de panela y a la venta como fruta de consumo directo hacia el cantón Baños, llegando a ser el principal comercializador de caña de azúcar en la región, en presentaciones como trozos de caña con cascara que oscilan entre 30 y 40 cm, jugo de caña y finalmente caña pelada en trozos pequeños que es la presentación más vendida.

En cuanto a la comercialización de la caña de azúcar como fruta pelada, los comerciantes del cantón Baños han sabido aprovechar las bondades de esta fruta, dándole un valor agregado, logrando mayores ganancias con menor esfuerzo que los mismos productores de la caña de Puyo. Esto ha motivado que sean ellos mismos los que comercialicen vendiendo la caña como fruta fresca en trocitos logrando darle un valor agregado e incrementar sus ganancias ya que es un producto muy apetecible por los turistas (tvecuador, 2011).

La demanda de este producto es fuerte y al ser un producto comestible, es perecedero y está expuesto a sufrir cambios internos y externos que afectan las características organolépticas del producto.

Estadísticamente hasta un 23 por ciento de las frutas y las hortalizas más perecederos se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las

inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 40-50 por ciento en las regiones tropicales y subtropicales (Angel, 2010).

La mayor parte de estos cambios que provocan su rápido deterioro y que ocurre en la caña, son debido a la acción enzimática y no enzimática propias de la misma que al ser expuestas al ambiente estas interactúan con el oxígeno logrando cambios bioquímicos (oxidación) que son visibles cambiando su sabor, color textura etc. (Vidales *et al.*, 1998).

Conociendo la problemática a la que se enfrentan los comercializadores de este producto este trabajo de investigación busca dar solución al rápido deterioro de la caña. En la cual se utiliza tres métodos químicos de conservación, que a su vez cumpla con las normas establecidas que permitan mantener las características propias de un producto fresco.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General:

- Evaluar la utilización de tres métodos químicos de conservación en la caña de fruta (*Saccharum officinarum L.)*.

1.1.2. Objetivos Específicos:

- Determinar el tiempo de conservación de los tres métodos químicos (Metabisulfito de Na, Sorbato de K y Benzoato de Na).
- Evaluar las características físicas, químicas y organolépticas del mejor tratamiento.
- Establecer la rentabilidad del mejor tratamiento mediante el indicador costo - beneficio.

1.2. HIPOTESIS

1.2.1. Hipótesis General:

- La utilización de métodos químicos de conservación logrará la durabilidad del producto manteniendo sus características, físicas, químicas y organolépticas.

1.2.2. Hipótesis Específicas:

- La utilización de los métodos químicos no afectará las características físicas, químicas y organolépticas de la caña.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DE LA CAÑA

2.1.1 Definición

La Caña de azúcar: La caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las gramíneas, originaria de Nueva Guinea, traída por Cristóbal Colón a tierras americanas (Puropanela, 2000).

2.1.2 Origen

El origen exacto de la caña de azúcar es todavía materia de investigación. Sin embargo, se considera que éste puede haber sido el archipiélago de Melanesia en Nueva Guinea 8.000 a 15.000 años antes de Cristo, de donde se difundió a las islas vecinas, la China y la India.

La dispersión posterior ocurrió hacia Hawai, África Oriental, Madagascar, el Medio Oriente y el Mediterráneo, y hacia las islas del Atlántico, entre ellas las Islas Canarias. En 1943 Cristóbal Colón en su segundo viaje a América la trajo a las Islas del Caribe, particularmente a la isla La Española, la cual corresponde hoy a República Dominicana y Haití, de donde se difundió posteriormente a Cuba, Puerto Rico, México, Colombia y Perú (Corpica-Sena, 1998).

2.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos

La temperatura, la humedad y la luminosidad, son los principales factores del clima que controlan el desarrollo de la caña. La caña de azúcar es una planta tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados. Cuando prevalecen temperaturas altas la caña de azúcar alcanza un gran crecimiento vegetativo y bajo estas condiciones la fotosíntesis se desplaza, hacia la producción de carbohidratos de alto peso molecular, como la celulosa y otras materias que constituyen el follaje y el soporte fibroso del tallo. Se tienen reportes que a bajas temperaturas todas las variedades de caña tienen una menor eficiencia y más baja proporción de desarrollo. La caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, estos deben contener materia orgánica y presentar buen drenaje tanto externo como interno, y que su pH oscile entre 5.5 a 7.8 para su óptimo desarrollo.

2.1.4 Taxonomía

La caña de azúcar se ubica en la siguiente clasificación botánica:

Reino: Vegetal

Tipo: Fanerógamas

Subtipo: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumales

Familia: Gramíneas

Tribu: Andropogoneas

Género: *Saccharum*

Especies: *Spontaneum* y *robustum* (silvestres), *edule, barberi, sinense* y *officinarum* (domesticadas)

La *S. officinarum* corresponde a las cañas cultivadas hoy en día y se considera que fue domesticada a partir de *S. robustum.* Cada una de las especies mencionadas tiene sus propias características que la identifican de manera específica. El número de cromosomas es variable dentro de cada especie, lo cual

ha incidido en una variación genética amplia en sus progenies, cuando ellas han sido utilizadas en cruces entre las especies.

Los clones comerciales de caña de azúcar son derivados de las combinaciones entre las especies principales (Guillermo, 2007).

2.1.5. Morfología de la caña de azúcar

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las gramíneas.

El conocimiento de la morfología de la planta permite diferenciar y reconocer las especies y variedades existentes.

Las partes básicas de la estructura de una planta, que determinan su forma, son: la raíz, el tallo, las hojas y la flor (Guillermo, 2007).

2.1.5.1. Sistema radical

Constituye la parte subterránea del eje de la planta; es el órgano sostén y el medio para la absorción de nutrientes y agua del suelo. En la planta de caña se distinguen dos tipos de raíces:

Raíces primordiales: corresponden a las raíces de la estaca original de siembra; son delgadas, muy ramificadas y su período de vida llega hasta los tres meses de edad.

Raíces permanentes: brotan de los anillos de crecimiento de los nuevos brotes, son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. Su cantidad, longitud y edad dependen de la variedad y de las condiciones de suelo y humedad. La raíz de la caña es fasciculada.

2.1.5.2. El tallo

Es el órgano más importante de la planta de la caña, puesto que allí se almacenan los azúcares; el número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento dependen de la variedad. La longitud de los tallos, en gran parte depende de las condiciones ambientales de la zona y del manejo que se le dé a la variedad. Los tallos pueden ser primarios, secundarios o terciarios.

El nudo

Es la porción dura y más fibrosa del tallo que separa dos entrenudos vecinos. El nudo, a su vez, se encuentra conformado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La forma de la yema y su pubescencia son diferentes en cada variedad y, por tanto, muy usados para su identificación.

El entrenudo

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud cambian con la variedad. El color es regulado por factores genéticos, cuya expresión puede ser influenciada por condiciones del medio ambiente. Sus formas más comunes son cilíndrico, abarrilado, constreñido, coneiforme y curvado.

Grafico Nº1: Tipos de entrenudos.



Fuente: manual de BPM y BPA en la produccion de caña y panela. Medellin, 2007.

2.1.5.3. Hoja

Se origina en los nudos y se distribuye en posiciones alternas a lo largo del tallo.

Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina y la yagua. La unión entre estas dos partes se conoce con el nombre de lígula, en cuyo extremo existe una aurícula con pubescencia variable.

2.1.5.4. La flor

Es una inflorescencia en panícula sedosa en forma de espiga.

La floración ocurre cuando las condiciones ambientales de fotoperíodo, temperatura y disponibilidad de agua y niveles de nutrientes en el suelo son favorables.

El ciclo vegetativo de la caña, dependiendo de la variedad y el clima, pasa por las siguientes etapas: a los 30 días de la siembra, en promedio, se presenta la germinación, quince días después se incrementa el número de brotes o tallos por cepa, lo que se conoce como macollamiento. La floración ocurre a partir de los 6 meses y la maduración de la caña (concentración de sólidos solubles) ocurre entre 10 y 13 meses y su medición se expresa en grados brix (Guillermo, 2007).

2.1.6 Composición química de la caña

La composición química de la caña cambia de acuerdo a la variedad y manejo de cultivo; no obstante los componentes de la caña son los siguientes:

Tabla Nº1: Composición química de la caña.

Componentes	Cantidad (%)
Agua	74.50
Fibra:	
Celulosa	5.50
Pentosanas	2.00
Arában	0.50
Lignina, Leñoso, etc.	2.00
Total Fibra	10.0
Azúcares:	
Sacarosa	12.50
Glucosa	0.90
Fructuosa	0.60
Total de Azúcares	14.00
Cenizas:	
Sílice	0.25
Potasa	0.12
Soda	0.01
Cal	0.02
Magnesio	0.01
Ácido Fosfórico	0.07
Ácido Sulfúrico	0.02
Hierro	Trazas
Cloro	Trazas
Total Cenizas	0.50
Compuestos Nitrogenados :	
Albúminas	0.12
Amidas (Asparragina)	0.07
Aminoácidos (Aspártico)	0.20
Ácido Nítrico	0.01
Total Compuestos Nitrogenados	0.40
Acidos y Grasas:	
Grasa y Cera	0.20

Pectina y Gomas	0.20
Acidos Libres	0.08
Acidos Combinados	0.112
Total Acidos y Grasas	0.60

Fuente: http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/311802/311802_mp.htm

2.1.7. Sólidos solubles de la caña

El contenido porcentual de sólidos (sacarosa, azucares reductores y otros constituyentes) solubles en agua se denominan comúnmente brix, expresado en porcentaje (Larrahondo, 1995).

2.1.8. Perdida de sacarosa

Los agentes microbiológicos en especial las bacterias como *Lleuconostoc mesenteroides y L.dextranicum,* también afectan la calidad después del corte.

Estas bacterias dan origen a polisacáridos como las dextranas utilizando la sacarosa como materia prima, y constituye así, a la perdida de esta última. Las dextranas son polisacáridos constituidos por unidades de glucosa en forma de cadena recta mediante enlaces alfa.

La síntesis de la dextranas ocurre partir de la sacarosa mediante la acción de la enzima dextransucrasa (Larrahondo, 1995).

2.1.9. Usos y derivados de la caña

- ✓ Mieles
- ✓ Azúcares
- ✓ **Panela**
- ✓ Energía
- ✓ Ácido cítrico
- ✓ Vinagre
- ✓ Etanol
- ✓ etc.

2.2. DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

Alimento deteriorado es aquel dañado por agentes microbianos, químicos o físicos de forma que es inaceptable para el consumo humano (Unavarra, 2007).

2.2.1. Factores que inciden en el deterioro de los alimentos

Un agente alterante de los alimentos es aquel que los inhabilita total o parcialmente para el consumo humano, bien sea por una perdida sustancial en su valor nutritivo, por conferirle un aspecto repulsivo que lleva al consumidor a rechazarlo o bien por qué el agente sea tóxico o patógeno (Jose Bello Gutierrez, 2000).

Cuadro Nº1: Principales agentes y procesos responsables del deterioro de los alimentos:

AGENTES FISICOS	Mecánicas	
	Temperatura	
	Humedad	
	Aire	
	Luz	
	Etc.	
AGENTES QUIMICOS	Pardeamiento	
	Enranciamiento	
	Etc.	
AGENTES BIOLOGICOS	Enzimas	
	Parásitos	
	Microbiológicos	Bacterias
		Hongos
		Levaduras

Fuente: *Jose Bello Guitierres, e. D. (2000). Ciencia Bromatológica. España*

2.3. DETERIORO MICROBIOLÓGICO

Los microorganismos no sólo decoloran, pudren los alimentos y dan a los mismos un olor y sabor repugnantes; también suponen un grave peligro para la salud pública.

Los microorganismos presentes en un producto alimenticio se originan a partir de las materias primas e ingredientes o de la contaminación. Los medios por los que tales microorganismos provocan el deterioro son variados y dependen de los organismos presentes y del producto alimenticio en el que se desarrollan. La capacidad de desarrollo y deterioro del producto de estos organismos depende de las propiedades intrínsecas del alimento y de los factores extrínsecos que inciden en el alimento. Entre los microbios figuran, a modo de ejemplo, las especies de Pseudomonas y las especies de Acinetobacter/Moraxella que provocan malos olores y sabores; las especies de Lactobacillus y las especies de Streptococcus que provocan agriado; y Escherichia coli que provoca generación de gases. El deterioro visual de origen microbiano puede adoptar diversas formas, entre ellas decoloración, pigmentación, desarrollo superficial, turbidez y putrefacción (Carburos,Metalicos, 1996).

2.4. DETERIORO ENZIMATICO

2.4.1 Pardeamiento enzimático.

Se conoce con el nombre de pardeamiento enzimático a una alteración química, aunque enzimática en sus primeras etapas, que tiene como sustratos a los compuestos fenólicos que transforman en estructuras poliméricas poco aclaradas, por lo general con coloraciones pardas (Jose Bello Gutierrez, 2000).

2.4.2 Factores del pardeamiento

Para que el pardeamiento tenga lugar se necesita de tres factores:

- Presencia de sustratos fenólicos adecuados:

  Monofenoles,ortodifenoles y polifenoles.
- Sistema enzimático activo:

Enzima O-Difenol oxigeno oxidorreductasa, con átomos de cobre como grupo prostético.

- Presencia de oxigeno (Jose Bello Gutierrez, 2000).

2.4.3. POLIFENOLOXIDASA

Las polifenol oxidasas (PPOs) son enzimas (encontradas principalmente en plantas y hongos) que catalizan una reacción que transforma o-difenoles en o-quinonas. Las o-quinonas son muy reactivas y atacan a una gran variedad de componentes celulares, favoreciendo la formación de polímeros negro-marrón. Estos polímeros son los responsables del oscurecimiento de tejidos vegetales cuando se dañan físicamente. Esto se observa fácilmente en plátanos o papas, que tienen altos niveles de PPOs. Cuando la célula se encuentra sana e intacta, las PPOs y sus sustratos, los fenoles, se encuentran en compartimientos separados (cloroplastos y vacuolas, respectivamente). Sin embargo, cuando la célula se desorganiza al envejecer, o como resultado de daño físico o infeccioso, las enzimas y sustratos se juntan y sucede la reacción descrita. El oscurecimiento producido por estas enzimas causa grandes pérdidas a la industria agropecuaria. Por esto, el contenido de polifenol oxidasas, y su nivel de actividad son muy importantes para determinar la calidad de frutos y vegetales (Wikipedia, 2008).

Cuadro Nº 2: Reacción de la Polifenol Oxidasa



Fuente:www.alimentariaonline.com/control del Pardeamiento enzimático.

2.5. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

2.5.1. Historia de la conservación

La historia de la conservación de los alimentos está estrechamente relacionada a la evolución humana. Desde que tenemos conocimientos la conservación de los alimentos ha sido fundamental para la supervivencia, las reservas de alimentos eran necesarias para sobrevivir durante los largos y gélidos inviernos o las prolongadas sequías. En un principio los alimentos se tomaban de la naturaleza la recolección, la caza y la pesca, se conseguían en las proximidades con rudimentarias herramientas y se consumían in situ (Juvasa, 2010).

Cuando los asentamientos humanos se hicieron estables y apareció la agricultura y la ganadería, surgió la necesidad de guardar parte de las cosechas y provisiones, para prevenir la escasez en caso de necesidad, pérdidas de cosechas, guerras, epidemia, los seres humanos pasaron de ser recolectores a productores de alimentos (Holzapfed, 1995).

Se conocen técnicas muy rudimentarias desarrolladas a veces por fruto de la casualidad que tenían como principios el aire, el sol, la sal, el fuego y el hielo y que conseguían conservar por espacios más o menos prolongados la vida de los alimentos.

Las estancias y recipientes utilizados a lo largo de la historia para conservar alimentos son fruto de la inventiva y la adaptación al medio de sus moradores. Los graneros que protegían el grano de los roedores se construyeron durante el neolítico. Los fondos de las cuevas, se utilizaban para conservar porque eran los lugares más frescos. Las fosas excavadas en el suelo y tapadas protegían los alimentos de los animales. La carne, pescados y plantas se secaban al aire y al sol (Juvasa, 2010).

Las primeras técnicas de la salazón y el ahumado, la aportaron los egipcios, luego los griegos descubrieron que recubriendo las frutas y alguna verduras con cera virgen se conservaban mejor y más frescas y que añadiendo miel a frutas frescas y cociéndolas y depositándolas en odres impermeabilizados con resina, se conservaban durante semanas (Jose Bello Gutierrez, 2000).

Los romanos, conservaban vino durante décadas en ánforas herméticamente cerradas. Los pueblos afincados a orillas del mediterráneo secaban al sol pescados y verduras y fabricaban conservas con las vísceras de pescados (el famoso garum) que se conservaba en ánforas selladas (Cowel, 1999).

De la época de los visigodos hemos rescatado confituras como la melimela a base de miel y manzanas conservadas en odres.

El conservante que revolucionó las técnicas de conservación fue el azúcar de caña originaria de la india, donde fue descubierta por los Persas que la cultivaron en las cálidas zonas del mediterráneo, cuando los árabes invaden Persia descubren su cultivo y la van diseminando por todos los países que ocupan (PringleH., 1998).

Los árabes la introdujeron en España hasta entonces se utilizaba para endulzar y conservar miel, meloja y arrope.

Con el descubrimiento de América, España cultivó la caña de azúcar que se aclimató a aquellas latitudes y de donde se importaban grandes cargamentos para vender a Europa. De esta época se han rescatado recetas de confituras elaboradas con azúcar de caña. Como el calabacinate o la Burnía una combinación de brevas maduras y “azúcar colorá” (Lück P. E., 1989).

Por estas fechas en las regiones del Norte de Europa, se conservaban depósitos de nieve en estancias excavadas en piedra llamadas heleras, se acumulaban bloques de hielo en las épocas frías y se utilizaban como reserva durante las estaciones calurosas para conservar alimentos.

En los siglos XVI y XVII se registran recetas de carnes conservadas en manteca de cerdo, verduras en salmuera y salazones, técnicas que aun hoy se siguen utilizando La extracción del azúcar de remolacha a mediados del siglo XVIII populariza un método de conservación que había estado reservada a las clases pudientes; las confituras (Jose Bello Gutierrez, 2000).

Pero la gran revolución en la conservación de los alimentos se produce a principios del IXX en Francia de la mano de un cocinero llamado Nicolás Appert que descubre de forma empírica que hirviendo los alimentos en el interior de un recipiente cerrado estos se mantenían sin alterar por largos periodos de tiempo,

conservando todas sus características de olor y sabor. Este sistema que se sigue utilizando más perfeccionado en la actualidad se conoce como método Appert en honor de su descubridor (Juvasa, 2010).

En 1880, Pasteur explica científicamente el fundamento de este método de conservación dando a conocer la existencia de los microorganismos causantes de la alteración de los alimentos. Este método también se conoce como pasteurización (Juvasa, 2010).

En el siglo XX debido a los avances tecnológicos se produce un avance significativo en la conservación de todo tipo de alimentos. La industria desarrolla máquinas cada vez más sofisticadas en la lucha contra los microorganismos. Nuevas técnica como la congelación permiten el desarrollo de nuevas formas de consumo, nuevos envases como la hojalata galvanizada más económicos y fáciles de transportar compiten con los envases de cristal (Juvasa, 2010).

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolla una nueva industria que fabrica nuevas sustancias que añadidas a los métodos tradicionales pueden conservar los alimentos durante décadas (PringleH., 1998).

El códice alimentario registra en la actualidad más de 5.000 sustancias, que conservan o alteran las características organolépticas de los alimentos.

A finales del siglo XX se descubren envases como el tetra-brik y los polímeros plásticos entran de lleno en el panorama mundial de la conservación, conviviendo con los envases tradicionales y las modernas técnicas de irradiación de los alimentos o la manipulación biotecnológica utilizadas a finales del siglo XX y principios del XXI abren las posibilidades de conservación hasta límites insospechados (Juvasa, 2010).

Paralelamente la elaboración de conservas caseras y artesanales está volviendo a tomar fuerza en todos los países desarrollados como alternativa a la degradación y contaminación de los alimentos por parte de una industria que salvo contadas excepciones busca la máxima rentabilidad en detrimento de la calidad (Cowel, 1999).

El concepto general de la preservación de los alimentos es prevenir o evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), para que el

alimento no se deteriore durante el almacenaje. Al mismo tiempo, se deben controlar los cambios químicos y bioquímicos que provocan deterioro. De esta manera, se logra obtener un alimento sin alteraciones en sus características organolépticas típicas; color, sabor y aroma, y puede ser consumido sin riesgo durante un cierto período, no inferior a un año (Cheftel, 1992).

2.5.2. Métodos de conservación

2.5.2.1. Tratamiento químico

2.5.2.1.1 Aditivos

Un **aditivo alimentario** es toda sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agrega intencionadamente a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con objetivo de modificar sus caracteres organolépticos o facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación (wikipedia, 2001).

Los aditivos utilizados en la industria alimentaría son productos que evitan, retardan o enmascaran alteraciones producidas en los alimentos. Actúan sobre la actividad del agua, disminuyéndola o interfiriendo las acciones enzimáticas incrementando con esto la vida de anaquel. Entre los aditivos más utilizados se encuentran los antisépticos, antioxidantes, acidulantes, azucares, sal común, antibióticos (Cheftel, 1992).

Seguridad de los aditivos

Para regular la incorporación de una sustancia a los alimentos son necesarias unas pruebas que aseguren su inocuidad a las dosis idóneas para su uso. Se puede definir la toxicidad de una sustancia como su capacidad para producir efectos nocivos en un organismo vivo. Esta toxicidad depende de factores como: dosis (cantidad de sustancia absorbida), frecuencia de administración (única o repetida), grado de toxicidad de la sustancia y tiempo para que se manifiesten los efectos.

Dadas las exigencias de seguridad obligada para los aditivos, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios estableció que los aditivos deben someterse a estudios de *toxicidad aguda* (ensayos a intervalos de 24horas), *de corta duración* (ensayos durante un período de hasta 90 días) y *crónica* (ensayos durante toda la vida o a varias generaciones de animales de vida corta), así como de teratogénesis9, de carcinogénesis10 y mutagénesis.

Para establecer la cantidad máxima de un compuesto que puede consumirse diariamente durante toda la vida, sin que se pueda acusar un riesgo apreciable para la salud humana, se ha definido la *Ingesta Diaria Aceptable* (IDA), expresada en *mg* de aditivo por *Kg* de peso corporal. Para su cálculo se toma la dosis que no haya causado ningún efecto toxicológico en la especie animal más sensible y se reduce mediante un factor de seguridad para aplicarlo al uso humano. Normalmente se admite un factor de seguridad de 100, aunque en algunos casos también puede usarse un factor de 1000 (Francisco, 2005).

Aditivos y desinformación

A partir de la 2ª Guerra Mundial, se despertó una preocupación por todo lo referente a los alimentos, especialmente en lo que se relaciona con el cáncer.

Algunos aditivos han sido acusados de cancerígenos o como precursores de cancerígenos. Los más cuestionados han sido las sales de nitratos y nitritos, el ciclamato y la sacarina y los carragenanos. Sin embargo, y a nivel popular, el fenómeno más sorprendente en torno a los aditivos ha sido el conocido como la "lista de Villejuif". Esta consiste en un listado de aditivos, siguiendo la numeración de la normativa comunitaria, acompañados de sus supuestos efectos sobre la salud, en tono catastrofista. Dicha lista apareció en 1973 en esta ciudad francesa, situada cerca de París, coincidiendo con un conflicto laboral de una fábrica de bebidas refrescantes situada en la localidad. En la lista figuraba como origen de la información el "Hospital de Villejuif", un conjunto de centros sanitarios de enseñanza e investigación (*Institut Gustave Roussy* y *Hôpital Paul Brousse*),

vinculados a la Facultad de Medicina París-Sur. La mencionada lista considera al E-330 (ácido cítrico) como el aditivo más peligroso y cancerígeno, y clasifica como inofensivos a otros de uso restringido. Los desmentidos reiterados en los medios de difusión por parte de los centros de Villejuif no han tenido un efecto (Francisco, 2005).

2.5.2.2 Tratamiento físico

2.5.2.2.1. Refrigeración

Mantiene los alimentos entre 0 y 5-6ºC, inhibiendo durante algunos días el crecimiento microbiano. Somete al alimento a bajas temperaturas sin llegar a la congelación. La temperatura debe mantenerse uniforme durante el periodo de conservación, dentro de los límites de tolerancia admitidos, en su caso, y ser la apropiada para cada tipo de producto (Finol, 2002).

Su objetivo es restringir las velocidades de deterioro de los alimentos sin acarrear cambios perjudiciales manteniéndolos por periodos largos en condiciones aceptables para el consumo (Cheftel, 1992).

2.5.2.2.1 Posibles mecanismos del daño por frio

Con la disposición del fruto a temperaturas bajas ocurre una disminución progresiva de fosforilación oxidante. Esto puede conducir a una escasez de alta energía de manera típica de ATP, requerida para el mantenimiento de la organización celular en presencia de procesos enzimáticos, que de manera continua tienden a desorganizar el sistema. A esto sigue una descomposición neta de complementos celulares complejos, debida a la escasez de energía resultante. La desorganización coexistente de los tejidos, como resultado del enfriamiento, explicaría el incremento observado en la permeabilidad de la membrana celular, susceptibilidad a la pudrición, acumulación de metabolitos y aumento en la absorción de oxígeno.

Asociado con la escasez de ATP, la formación de cavidades en la corteza (el síntoma más común de daño por frío) puede resultar de una acumulación de volátiles tóxico debajo de la cutícula, que fueron liberados a travez de membranas

permeables. Estos volátiles incluyendo el acetaldehído pueden originarse de la suboxidación de sustratos consecuencia de la baja provisión de energía (Desorier, 1964).

2.5.3. Conservantes

Sustancias que protegen al alimento de los procesos fermentativos y de putrefacción provocado por los microorganismos. De este modo aseguran la inocuidad del alimento y prolongan su vida útil. Son de naturaleza muy variada unos orgánicos y otros inorgánicos (Jose Bello Gutierrez, 2000).

2.5.3.1 Mecanismos de acción de los conservantes

Los conservantes químicos solo pueden ejercer su actividad antimicrobiana cuando toman contacto con la célula microbiana a una concentración adecuada. En estos casos la muerte del microorganismo viene a ser una consecuencia de los efectos de una serie de factores concomitantes, no siempre relacionados, pero que resulta muy selectivo. Así junto a mecanismos de tipo físico y químico, también intervienen reacciones puramente bioquímicas, sobre todo en lo que hace referencia a la inactivación de enzimas. De este modo la muerte resultante puede ser ocasionada por la suma de diferentes factores individuales o bien puede ser la consecuencia del bloqueo de algún paso en el conjunto de una reacción celular (Jose Bello Gutierrez, 2000).

Aunque sean muy variados los mecanismos que pueden intervenir, se puede reducir a dos modos de acción importantes:

- La influencia sobre la pared o membrana celular.
- La influencia sobre el material genético o la actividad enzimática del citoplasma celular.

2.5.3.2. Espectro de acción de los conservantes

Todos los conservadores no actúan con la misma intensidad frente a mohos, levaduras y bacterias. Por lo tanto no poseen un espectro de actividad complejo frente a todos los microorganismos capaces de alterar los alimentos. La mayoría

de los conservadores empleados en la práctica actúan principalmente contra levaduras y mohos. Muchos conservadores son poco activos contra bacterias debido a que carecen de actividad al pH óptimo de las bacterias que a menudo está en la zona neutra (Luck, 1981, pág. 47).

Tabla Nº2: Actividad de conservadores frente a microorganismos

	Bacterias	***Levaduras***	***mohos***	***Lim. Max***
Sulfito	++	+	+	0.05%
Acid. Sorbico	+	+++	+++	0.1%
Acid. Benzoico.	++	+++	+++	0.1%
+poco activo	++ actividad media		+++ buena actividad	

Fuente: Conservación Química de los Alimentos. Barcelona 1989

2.5.3.3. Metabisulfito de Na (E223)

Origen

Sal sódica del ácido sulfúrico.

Función y características

Es un polvo blanco inestable, que al reaccionar con el oxígeno forma el sulfato de sodio. Bajo condiciones ácidas forma ácido sulfúrico, que actúa como un conservante. Además de cumplir esta función en algunos productos, también puede ser utilizado como un agente blanqueador (Food-info, 1999).

Espectro de acción

Más activos frente a bacterias (lácticas y acéticas) que frente a mohos y levaduras. Es más activa la forma disociada del ácido. Aplicaciones muy diversas: Vinificación: saneamiento de equipos, inhibición del crecimiento de microorganismos, clarificación. Productos cárnicos: mejora de color/aroma, control bacterias superficiales. Además de ser el único fungicida permitido para manzanas. Ayuda a evitar los cambios de color en frutas y verduras secas, zumos de frutas, bebidas no carbonatadas, etc. A dosis elevadas produce olores y sabores desagradables que limitan su uso. Además su efecto blanqueante puede conducir a error o fraude hacia el consumidor. Los sulfitos han sido asociados a algunas reacciones alérgicas, principalmente asmáticas (Alimentatec, 2008).

Su efecto inhibidor es mucho más pronunciado cuando el ácido no se encuentra disociado, situación que se da a PH inferiores a 4.0. En general, las levaduras y los mohos son más sensibles a la acción de los sulfitos que las bacterias; por eso aparece la acción fungicida, aunque se encuentre a concentraciones muy bajas, mientras que a las bacterias solo ejerce una acción bacteriostática (Jose Bello Gutierrez, 2000).

Comportamiento bioquímico

El grado de oxidación del azufre es el más estable, por ello el azufre tetravalente con carga positiva del anidrido sulfuroso y los sulfitos tiene tendencia a oxidarse a sulfato. Las investigaciones en ratas han confirmado que también en el organismo tiene lugar esta oxidación y que el metabisulfito de Na administrado oralmente se transforma en sulfato en cuya forma es rápidamente eliminado por la orina. Por esta causa el sulfito no se acumula en el organismo.

La oxidación de sulfito a sulfato esta catalizada por la sulfitoxidasa, enzima que existe sobre todo en el corazón, hígado y riñones (Luck, 1981, pág. 102).

2.5.3.4. Benzoato de sodio (E211)

Origen

El ácido benzoico, los benzoatos y los esteres del ácido benzoico son compuestos comúnmente encontrados en la mayoría de las frutas, especialmente en las bayas; siendo los arándanos una fuente abundante del mismo. Adicionalmente, los benzoatos se encuentran de manera natural en las setas o champiñones, la canela, el clavo de olor y en algunos productos lácteos (debido a la fermentación bacteriana). Con fines comerciales, estos compuestos son preparados químicamente a partir del tolueno (Food-info, 1999).

Función y características

Es uno de los conservantes más empleados del mundo. Tiene una mayor actividad a Ph entre 2.5 y 4.5 (Park et al., 2001).

Son más utilizados para mohos y levaduras, porque a los Ph ácidos a los que son activos apenas crecen las bacterias.

Sus efectos antimicrobianos se debe a una alteración de la permeabilidad de las membranas celulares, pero sobre todo a un efecto competitivo con los coenzimas que intervienen en la actividad de los sistemas enzimáticos de las células microbianas (Jose Bello Gutierrez, 2000).

Comportamiento bioquímico

El benzoato se absorbe con facilidad en el intestino. No se liga a las proteínas, ni se oxida. En su mayor parte se activa uniéndose al coenzima A, formando benzoil-COA. Bajo la influencia de la glicin-N-acilasa forma con la glicina Acido hipúrico, que se elimina por la orina (Luck, 1981, pág. 159).

2.5.3.4. Sorbato de potasio (E202)

Origen

La sal potasio del ácido sórbico (E200) se halla naturalmente presente en los frutos de Serbal de los cazadores (*Sorbus acuparia)* de donde proviene su nombre. Comercialmente es producido a través de diferentes métodos químicos (Food-info, 1999).

Función y características

El sorbato de potasio es considerado como conservador, tiene la propiedad de unirse a la superficie de las células microbianas, modificando la permeabilidad de la membrana y el metabolismo, pero también se ha sugerido que su estructura de dieno interfiere con el sistema enzimático de la deshidrogenasa de los microorganismos. (Lück P. E., 1989)

Está regulado por la FDA como un aditivo GRAS, con limitaciones de 0.3% en peso para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras en alimentos con un pH hasta de 6.5; su efectividad aumenta al reducir el pH, es decir, la forma disociada es la activa. Se emplea en quesos (0.05 – 1%); encurtidos, tortillas de maíz, vino, frutas (0.05%), refrescos, pasteles, donas, mermeladas, etc. También se ha empleado en soluciones al 5% para rociar o sumergir distintos tipos de carne (Lück P. E., 1989).

A pH 3,5 el 40% del Sorbato administrado penetra en la célula, mientras que en el punto neutro el 99% permanece en el sustrato. Este hecho aclara la fuerte relación entre el Sorbato y el pH (Luck, 1981).

Comportamiento bioquímico

Por estudios in vitro realizados hace tiempo se dedujo que el Sorbato se metaboliza como cualquier otro acido graso.

Cuando se administra en dosis muy elevadas sufre también una B-oxidación, igual que les ocurre a los ácidos grasos habituales en la alimentación (Luck, 1981, pág. 142).

Cuadro Nº3: Aditivos con actividad conservante

Nombre	*Caracteristica*	*Aplicación*	*Efectos y limites*
Ácido sórbico	Acido graso insaturado muy poco soluble en agua y presente en algunos vegetales.	Pan envasado. y bolleria. Concentrados de zumos. Postres a base de leche. Quesos fundido, en lonchas, etc. Aperitivos a base de cereales.	Metabólicamente se comporta como los demás ácidos grasos, es decir, se absorbe y se utiliza como una fuente de energia. IDA: 25 mg/Kg peso
Ácido benzoico	Actividad antimicrobiana descubierta en 1875. Presente de forma natural en canela o ciruelas	Bebidas aromatizadas. Cerveza sin alcohol. Mermeladas y confituras. Salsas de tomate o pimiento.	Se absorbe rápidamente en el intestino, eliminándose también con rapidez en la orina. No tiene efectos acumulativos. IDA: 5 mg/Kg peso
Anhidrido sulfuroso	Uno de los más antiguos conservantes. Eficaz en medio ácido, contra bacterias, mohos levaduras.	Zumos de uva, mostos, vinos, sidra y vinagre. Cefalópodos y crustáceos frescos y congelados.	Destruye la tiamina (vitamina B_1). El 3-8% de los enfermos de asma son sensibles a los sulfitos. IDA: 0,7 mg/Kg peso.

Fuente: *www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/.../aditivos.pdf*

2.6. DESINFECCIÓN DE LOS ALIMENTOS

2.6.1. Cloro

Es un desinfectante que mata rápidamente a los microorganismos, siempre que se le empleen en la concentración apropiada. El efecto antimicrobiano del cloro se basa en su fuerte acción oxidante y en su rápida combinación con las proteínas. Ambas reacciones provocan numerosas alteraciones en el metabolismo de los microorganismos. Actúa sobre todo contra bacterias, incluida las esporas, levaduras y hongos, pero también contra algas, protozoos y muchos virus. La presencia de materia orgánica disminuye sensiblemente la acción del cloro al combinarse en parte con él. El cloro tiene su mayor actividad a pH neutros o ligeramente ácidos (Perez, 1977).

2.7. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial es una tecnología que tiene por objetivo la determinación de las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos, es decir, la repercusión producida sobre los diversos receptores sensoriales estimulados durante y después de la ingestión de alimentos, y la búsqueda de preferencias o aversiones provocadas por esas propiedades sensoriales (Romero, 1984).

Las pruebas afectivas permiten conocer la reacción del consumidor hacia los productos. Dentro de estas se usan pruebas preferencia y hedónicas, estas últimas miden el nivel de grado del producto (Sensor, 1984).

2.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

2.8.1. Relación Costo – Beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria (Negocios, 1995).

Mientras que la relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto (Negocios, 1995).

$$B/C = VAI / VAC$$

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

B/C > 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.

B/C = 1 implica que los ingresos son iguales que los egresos, en este caso el proyecto es indiferente.

B/C < 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable. (Trabajodegradoaleida.blogdiario.com, 2007)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

Los materiales utilizados para la investigación ***"Utilización de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Puyo, Provincia de Pastaza,"*** son los siguientes**:**

3.1.1. Material experimental:

- ✓ **Caña**

La materia prima principal en esta investigación fue la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.)* Variedad limeña, cultivada en la finca del señor Luis Núñez ubicado en el barrio, las Américas km 4 vía a tena.

3.1.2 Equipos

- ✓ Phmetro
- ✓ Refractómetro
- ✓ Balanza Digital
- ✓ Refrigeradora

3.1.5. Materiales de proceso

- ✓ Cepillo
- ✓ Machete
- ✓ Cuchillos
- ✓ Jarras de pastico
- ✓ Fundas
- ✓ Recipientes.

3.1.6. Reactivos

- ✓ Meta bisulfito de Na
- ✓ Benzoato de Na
- ✓ Sorbato de k

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Localización y duración del experimento

El desarrollo de la presente investigación se llevo a cabo en la Universidad Estatal Amazónica situada en el Km 2 ½ de la vía Puyo – Napo.

La duración de esta investigación fue de 2 meses.

Tabla Nº3: Condiciones meteorológicas

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	HELIOFANIA (Horas décimas)	ALTITUD (s.n.m)	LATITUD
Min	18	86	144.7mm	45.6dc	950m	0° 59´-1¨S
Max	24	90	738.7mm	129.6dc		

Fuente: *Estación meteorológica (I.N.A.M.H.I) de la provincia de Pastaza 2005.*

3.2.2. Factores de estudio

Los factores de estudio que intervinieron en la investigación son los siguientes:

Tabla Nº 4: Descripcion de los Factores de Estudio para la conservación de caña de azúcar.

FACTOR	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
Tiempo	a1 a2	15 días 30 días
Temperatura	b1 b2	6 ºC Temperatura ambiente.
Adición de conservantes.	c1 c2 c3	Meta bisulfito Na (0.5%) Benzoato de Na (0.1%) Sorbato de K (0.1%)

Elaborado por: García R, 2012.

3.2.3. Tratamientos

Tabla Nº 5: Tratamiento para la conservación de caña de azúcar.

Nº	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
1	A1B1C1	15 días + 6 ºC + Meta bisulfito
2	A1B1C2	15 días + 6 ºC + Benzoato de Na
3	A1B1C3	15 días + 6 ºC + Sorbato de K
4	A1B2C1	15 días + Ta ºC + Meta bisulfito
5	A1B2C2	15 días + Ta ºC + Benzoato de Na
6	A1B2C3	15 días + Ta ºC + Sorbato de K
7	A2B1C1	30 días + 6 ºC + Meta bisulfito
8	A2B1C2	30 días + 6 ºC + Benzoato de Na
9	A2B1C3	30 días + 6 ºC + Sorbato de K.
10	A2B2C1	30 días + Ta ºC + Meta bisulfito
11	A2B2C2	30 días + Ta ºC + Benzoato de Na
12	A2B2C3	30 días + Ta ºC + Sorbato de K

Elaborado por: García R, 2012.

3.2.4. Diseño experimental

Se aplico un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 2x2x3 donde los factores fueron:

A = Tiempo

B = Temperatura

C = Tipo de conservante:

(Metabisulfito de Na, Sorbato de K y Benzoato de Na).

El diseño se realizo con **3** repeticiones cada uno.

Unidades experimentales

Se emplearon 36 muestras de caña de azúcar para la evaluación de los análisis.

Tabla Nº6: Esquema del Experimento.

Tratamientos	Unidades Exp.	Peso	Repeticiones	Total
T1	1	500g	3	3
T2	1	500g	3	3
T3	1	500g	3	3
T4	1	500g	3	3
T5	1	500g	3	3
T6	1	500g	3	3
T7	1	500g	3	3
T8	1	500g	3	3
T9	1	500g	3	3
T10	1	500g	3	3
T11	1	500g	3	3
T12	1	500g	3	3
Total				**36**

Elaborado por: García R, 2012.

3.2.5. Mediciones experimentales

Las variables que fueron evaluadas dentro del proceso investigativo en el tiempo son las siguientes:

CUALITATIVAS

- **Características Organolépticas**
  - ✓ Olor
  - ✓ Color(aspecto),
  - ✓ Sabor(gusto)
  - ✓ textura

Para los resultados de la variable “características organolépticas” se sometieron a un análisis de la varianza no paramétrica por el método de Kruskal-Wallis al 5%.

CUANTITATIVAS

- **Concentración de sacarosa**
  - ✓ °Brix

Los resultados experimentales que se obtuvieron de la variable “concentración de sacarosa” fueron sometidos a los análisis de varianza y la separación de medias que se realizó mediante la prueba de: Tukey. Al punto 0.05 de significancia.

PRODUCTIVAS

- **Relación Beneficio / Costo.**

La relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtuvo al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto mediante la siguiente fórmula:

B/C = VAI / VAC

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Recepción de la materia prima

Las cañas fueron recepcionadas en el lugar de la experimentación. Teniendo en cuenta que fueron seleccionadas por sus condiciones de madurez en el momento de su corte en la propia finca.

Pesado

Toda la materia prima se peso con la finalidad de conocer cuál es su rendimiento final dando como peso inicial 69kg.

Lavado y cepillado

Se elimino la contaminación de materiales físicos (tierra, lodo, etc.) para luego por inmersión eliminar la carga microbiana de la caña, utilizando hipoclorito de Na al 100ppm.

Pelado

Se procedió a desprender la cáscara de la fruta, procedimiento que se lo realizó de manera manual con machetes que facilitaron esta labor.

Cortado

Utilizando cuchillos de acero inoxidable, previamente desinfectados para evitar la contaminación cruzada, se cortaron los entrenudos (tucos) de la caña en 8 partes, en el orden que se iba a llevar acabo la inmersión.

Tratamiento Químico

La caña fue sumergida en tres soluciones diferentes (Metabisulfito de Na, Benzoato de Na, Sorbato de K) por un tiempo de 15 min cada uno, este proceso se llevo acabo en el orden del cortado.

De acuerdo a la cantidad de caña que fue de 6kg para cada tratamiento en 20 litros de agua se calculo la concentración necesaria en gramos de cada conservante, dando como resultado las siguientes concentraciones:

Metabisulfito de Na	Benzoato de Na	Sorbato de K
10g	20g	20g

Envasado

Con el fin de minimizar la contaminación del ambiente hacia el producto y los efectos de la refrigeración, los tratamientos se empacaron en fundas de plástico transparentes y herméticas de doble cierre (Ziploc) cada funda contenía 500g de las muestras en total 36 muestras.

Almacenado

De los 36 tratamientos 18 se almacenaron al ambiente y 18 en refrigeración 6ºC.

3.4. TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES

Los datos fueron tomados en el lugar de la experimentación, laboratorio de Agroindustrias de la UEA.

3.4.1. Análisis físico cuantitativo

3.4.1.1. Grados Brix

Todos los tratamientos fueron analizados en un refractómetro manual con escala de 0 a 100 ºBrix de la marca ATAGO U.S.A., Inc, este fue previamente encerado. Para realizar esta medición solo se necesito de dos gotas de cada tratamiento, las cuales se colocaron en la placa del refractómetro.

La medición se realizó en el día 1 para todas las muestras VER ANEXO 1.

En el día 15 se midió si hubo descenso de Brix en las mejores muestras que fueron los tratamientos T1, T2 y T3 que estuvieron en refrigeración VER ANEXO 3.

En el día 30 no se midió debido a que las muestras fueron descartadas por sus condiciones de deterioro. VER ANEXO 12.

3.4.2. Análisis sensorial

Para la realización de este análisis primero se procedió a seleccionar las mejores muestras a travez de una selección visual y Físico-Químico (brix), dando como los mejores los tratamientos, aquellos que fueron almacenados en refrigeración (6 ºC) y a los 15 días, descartando los tratamientos que fueron almacenados al ambiente por sus condiciones de deterioro y no aptos para la evaluación.

Una vez seleccionada las muestras se procedió a la evaluación organoléptica, estas pruebas se realizaron como una medida para evaluar las características de calidad de los mejores tratamientos determinando la aceptación de los parámetros: Color, Olor, Sabor y Textura.

Se aplico una prueba hedónica de 5 puntos para calificar cada característica con el panel de 10 jueces no entrenados VER ANEXO 13.

Excelente 5 puntos

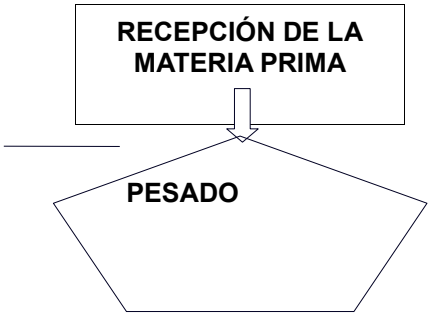
Muy bueno	4 puntos
Bueno	3 puntos
Regular	2 puntos
Malo	1 punto

Los resultados obtenidos se realizaron bajo la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis VER ANEXO 7.

3.4.3. Análisis económico

En primer lugar se calculo los costos de producción, después los beneficios o egresos del producto, con estos resultados se procedió a calcular la relación beneficio costo dividiendo los egresos por los costos, dándonos un valor resultante. VER ANEXO 14.

3.5. Flujograma de proceso

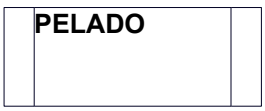


Materia prima. 69 Kg.de caña.



Agua
Cloro 100ppm.

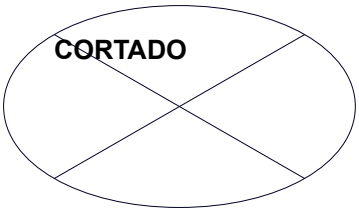
Residuos.
(agua,lodo,tierra)



Caña 69kg.

39 kg. Bagazo.

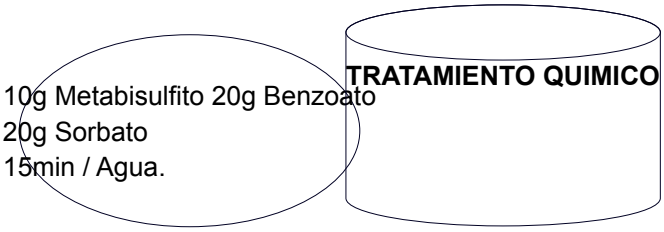
30kg Caña pelada.



Caña pelada 30kg.

18 kg. Caña cortada.

12 kg Desperdicio.



Agua residual.60lt.



36 Tratamientos:
12 con Metabisulfito
12 con Benzoato.
12 con Sorbato

Fundas ziploc.



Temperatura Ambiente.
Refrigeración 6ºC.

Elaborado por: García R, 2012.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. SÓLIDOS SOLUBLES

4.1.1. Resultados del Análisis de la varianza día 1

En los resultados de sólidos solubles en todos los tratamientos en el día 1, no se observaron diferencias altamente significativas.

Cuadro Nº4: Resultados ADEVA (Brix)

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
BRIX dia 1	36	0,34	0,04	5,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,32	11	1,03	1,13	0,3834
TRATAMIENTO	11,32	11	1,03	1,13	0,3834
Error	21,89	24	0,91		
Total	33,20	35			

Elaborado por: García R, 2012.

4.1.1.1. Discusión

La no existencia de diferencia significativa en los datos iníciales de Brix del día 1, se debe a que la materia prima, en este caso la caña, provenía de un mismo cultivo, y una misma variedad (limeña).

4.1.2. Resultados del Análisis de la varianza día 15

En los resultados de sólidos solubles en los mejores tratamientos **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC) T2 (benzoato de Na – 15 dias –6 ºC) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6ºC)** del día 15, no se observaron diferencias altamente significativas.

Cuadro Nº5: Resultados ADEVA (brix).

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Brix	9	0,07	0,00	4,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,26	2	0,13	0,23	0,8017
Tratamiento	0,26	2	0,13	0,23	0,8017
Error	3,40	6	0,57		
Total	3,66	8			

Elaborado por: García R, 2012.

4.1.2.1. Discusión

La no existencia de diferencia significativa en los resultados de los datos de brix tomados en el día 15, puede deberse a que los tres tratamientos fueron sometidos a una misma temperatura de refrigeración 6ºC , un mismo tiempo de conservación 15 días y a la acción de cada conservante.

4.1.3. Resultados del Análisis de la varianza del tiempo y conservante

En los resultados de sólidos solubles de la concentración de sacarosa de los mejores tratamientos del día 15 en comparación con los del día 1, no se observaron diferencias altamente significativas, encontrándose un solo rango(A) en la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro Nº6: Resultados ADEVA (tiempo – conservante)

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Brix	18	0,48	0,26	5,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,23	5	1,45	2,18	0,1250
Tiempo	6,72	1	6,72	10,13	0,0079
Conservante	0,24	2	0,12	0,18	0,8362
Tiempo*Conservante	0,27	2	0,13	0,20	0,8201
Error	7,97	12	0,66		
Total	15,20	17			

Elaborado por: García R, 2012.

Cuadro Nº7: Resultados de la prueba de Tukey (tiempo – conservante)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23497

Error: 0,6639 gl: 12

Tiempo	Conservante	Medias	n	E.E.	
1,00	2,00	16,50	3	0,47	A
1,00	3,00	16,37	3	0,47	A
1,00	1,00	16,10	3	0,47	A
15,00	3,00	15,33	3	0,47	A
15,00	1,00	15,03	3	0,47	A
15,00	2,00	14,93	3	0,47	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

Elaborado por: García R, 2012.

4.1.3.1. Discusión

La no existencia de diferencia significativa de brix en los datos iníciales del día 1 y los tomados en el día 15, se debe a la acción conservadora del frio, que esta hace que disminuya la actividad microbiana como también enzimática no dando lugar a una caída extrema de brix, como también a la acción de los conservantes.

4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

4.2.1. Resultados de la variable color:

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable Color se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y dos rangos de significación (A, B). En el rango con mayores valores de mediana se encuentran los tratamientos **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC)** y **T3 (Sorbato de k – 15 días –6 ºC**) con

4.0 y 4.0. En el rango con menor valor de mediana, se encuentra el tratamiento **T2 (Benzoato de Na – 15 días –6 ºC).**

Cuadro Nº8: Resultados de la variable color.

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	p
Color	T1	10	3.90	4.00	8.26	0.0109
Color	T2	10	2.40	2.00		
Color	T3	10	3.50	4.00		

Tratamiento	Medianas	Rangos	
T2	2.00	9.20	**A**
T3	4.00	17.15	**B**
T1	4.00	20.15	**B**
Letras distintas indican diferencia significativa p<= 0.05			

Elaborado por: García R, 2012.

4.2.1.1. Discusión

La preferencia de los degustadores por las muestras T1 y T3 con respecto a la variable color se debe a:

En el caso del T1 el Metabisulfito evito el pardeamiento debido a que tiene una doble función que es antimicrobiano y antioxidante como lo dice(Alimentatec, 2008), siendo el segundo lo que determina a este tratamiento como el mejor según los datos de los resultados obtenidos.

Todo lo contrario con el tratamiento T2 ya que este solo actúa como antimicrobiano y no como antioxidante.

El color opalescente de los tratamientos se debe a la temperatura de refrigeración, este influye directamente en su color debido a la quemadura por frio que se da por fluctuaciones de temperatura también corroborado por (Cheftel, 1992, págs. 191-192).

4.2.2. Resultados de la variable olor

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable Olor no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC), T2 (benzoato de Na – 15 días –6 ºC) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 ºC).**

En los datos obtenidos de las medias de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos, tenemos que el mejor tratamiento es el T2 con un valor de 3, seguido del T1 con 2.5 y por último el T3 con 2.3, como lo muestra el (**Cuadro Nº9)** de la varianza, dejándonos como resultado al T2 como el mejor tratamiento con un valor de 3 que significa que tiene una aceptabilidad de bueno.

Cuadro Nº9: Resultados de la variable olor.

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	p
Olor	T1	10	2.50	2.50	4.20	0.0995
Olor	T2	10	3.00	3.00		
Olor	T3	10	2.30	2.00		

Elaborado por: García R, 2012.

4.2.2.1. Discusión

Con respecto a los resultados donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable olor puede deberse a:

Que los tres tratamientos T1, T2 y T3 fueron sometidos a un mismo tiempo de almacenamiento, una misma temperatura y un conservante diferente, pero los tres tienen la misma función contra bacterias, mohos y levaduras como lo dice(Luck, 1981, pág. 47)

Y en el caso de la diferencia de medias en donde el mejor resultado lo obtuvo el T2 (Benzoato de Na) con un valor de 3, puede deberse a que el benzoato actúa mejor contra las bacterias que el sorbato de K y mejor contra los mohos y levaduras en comparación con el metabisulfito de Na.

4.2.3. Resultados de la variable sabor

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable Sabor no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC), T2 (benzoato de Na – 15 dias –6 ºC) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 ºC).**

En los datos obtenidos de las medias de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos, el mejor tratamiento con una mínima diferencia fue el T2 con un valor de 2.9, seguido del T1 con 2.2 y por último el T3 con 1.7 como lo muestra el cuadro (Cuadro Nº10), dejando como resultado que el tratamiento T2 con valor de 2.9 tiene una aceptabilidad de bueno.

Cuadro Nº10: Resultados de la variable sabor

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	p
Sabor	T1	10	2.20	2.00	5.53	0.0506
Sabor	T2	10	2.90	3.00		
Sabor	T3	10	1.70	1.50		

Elaborado por: García R, 2012.

4.2.3.1. Discusión

Con respecto a los resultados donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable Sabor puede deberse a:

Primero que la concentración de sacarosa (brix) tuvo un descenso casi similar en los tres tratamientos esto debido a que fueron sometidos a las mismas condiciones de temperatura en el mismo tiempo.

Y en el caso de la diferencia de medias en donde el mejor resultado lo obtuvo el T2 (benzoato de Na) con un valor de 2.9, puede deberse a que el benzoato actúa mejor contra las bacterias que el sorbato de k y mejor contra los mohos y levaduras en comparación con el metabisulfito de Na dejando como resultado un descenso menor que los demás tratamientos.

4.2.4. Resultados de la variable textura

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable textura (cuadro 11) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC) T2 (benzoato de Na – 15 dias –6 ºC) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 ºC).**

Con respecto a los valores de las medias, el tratamiento T1 con un valor de 3.30 fue el mejor, seguido por el T2 con 3.20 y por último el T3 con 3.00. Dejándonos como resultado que el mejor fue el T1 con una aceptabilidad de Bueno a Muy Bueno.

Cuadro Nº11: Resultados de la variable textura

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	p
Textura	T1	10	3.30	3.00	0.15	0.9223
Textura	T2	10	3.20	3.00		
Textura	T3	10	3.00	3.00		

Elaborado por: García R, 2012.

4.2.4.1. Discusión

Con respecto a los resultados donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable textura puede deberse a:

Que los tratamientos fueron sometidos a las mismas condiciones de temperatura y tiempo de conservación.

Y con relación a las medias donde el mejor resultado lo obtuvo el T1 (metabisulfiti de Na) con un valor de 3.20, puede deberse a que el metabisulfito por su doble función es más eficaz contra la descomposición.

4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.3.1. Resultados

Tabla Nº7: Relación beneficio / costo

Tratamiento	Costos	Beneficio	*Relación B/C*
T1	5,76	9	1,56
T2	5,96	9	1,51
T3	5,96	9	1,51

Elaborado por: García R, 2012.

4.3.2. Discusión

Después de haber calculado los tres tratamientos principales (T1, T2, T3) podemos observar que en dos tratamientos T2y T3 (Benzoato de Na, Sorbato de k) su costo de producción fue igual en relación con el T1 (Metabisulfito de Na) que vario por una pequeña diferencia.

Esta diferencia no significativa se debe a las cantidades utilizadas de los reactivos ya que en el tratamiento T1 se utilizo 10g de Metabisulfito de Na y en los otros tratamientos se utilizo 20g cada uno, esto debido a los porcentajes permitidos por la normativa vigente de los aditivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos los cuales son mayores que uno, es recomendable realizar este producto por la factibilidad demostrada de su relación beneficio – costo.

V. CONCLUSIONES

- Los tratamientos en los cuales no sufrieron cambios extremos tanto físicos como químicos fueron los de 15 días en refrigeración. Sin embargo no se extendió mas el tiempo, porque en los otros tratamientos ya hubo un cambio de sus características físicas, por lo cual el producto tuvo que ser rechazado.

- En los resultados del análisis físico de Brix, en los tratamientos con Metabisulfito de Na, Benzoato de Na y Sorbato de k, del día 1 hasta el día 15, no hubo una diferencia significativa de descenso de brix en las muestras, quedando demostrado la influencia de los conservantes por su acción efectiva.

- En los resultados de la evaluación sensorial con relación al análisis de la variable Color, se pudo evidenciar que en el **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC)** existió una diferencia significativa con relación a los otros tratamientos **T2 y T3**, dejando evidenciado que el Metabisulfito por su acción antioxidante fue mayormente eficaz que los demás.
  Todo lo contrario con los resultados de los análisis de las variables Olor, Sabor y Textura, donde no existió diferencia significativa entre los tres tratamientos **T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC) T2 (benzoato de Na – 15 dias –6 ºC) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6ºC)** al día 15, comprobándose que los tres conservantes tienen la misma efectividad de mantener las características organolépticas del producto.

- En el análisis económico de los tres tratamientos se determinó que el de mayor rentabilidad fue el tratamiento T1 **(Metabisulfito de Na – 15 días –6 ºC)** con una ganancia de 0.56$ por cada dólar invertido.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar cualquiera de estos tres conservantes (Metabisulfito de Na al 0.05%, Benzoato de Na al 0.1% y Sorbato de k al 0.1%) para mantener las características físicas de la caña en un tiempo óptimo de 7 días y un máximo de 15 días.
- Ajustar el pH del medio acuoso de acuerdo a las condiciones óptimas de cada conservante ya que cada uno cumple una función específica según su rango de pH especificado.
- Utilizar la unión de 2 o más conservantes, para obtener un mayor espectro de acción.
- Utilizar ácido cítrico como antioxidante ya que ayuda a evitar el pardeamiento enzimático y ajusta el Ph, este unido a un conservante alargará el tiempo de conservación.

VII. RESUMEN

El propósito de este trabajo fue conocer la eficacia de los conservantes químicos en la caña (*Saccharum officinarum L.)*, con relación al tiempo de conservación, para lo cual se planteó en el estudio tres factores que fueron: Factor A tiempo (15 y 30 días), Factor B temperatura (6 ºC y ambiente) y Factor C conservantes (metabisulfito de Na, benzoato de Na y sorbato de k), cada uno de los

conservantes con los que se trabajó, no excedió los límites permitidos, dejándonos como resultado que el tiempo máximo de conservación de los tratamientos, fue del día 15 a 6ºC, estos sufrieron un descenso mínimo de Brix , que según el análisis de la varianza y la prueba de Tukey al 0.05 % no es una diferencia significativa. De igual manera en la evaluación sensorial realizada a cada una de las variables (color, olor, sabor y textura) por panelistas, solo hubo diferencia significativa en los resultados de la variable color, que fueron sometidos a un análisis de la varianza no paramétrico por el método de Kruskal-Wallis al 5%. Y con respecto al análisis económico los tratamientos fueron analizados utilizando el método relación Beneficio / Costo permitiéndonos conocer que el tratamiento **T1 (15 días + 6 ºC + Meta bisulfito de Na)** supera económicamente a los otros dos con un margen de ganancia de 0.56 centavos por cada dólar invertido.

VIII. SUMARY

The purpose of this investigation was to evaluate the efficiency of chemical preservatives in sugar cane (*Saccharum officinarum L.)*, and its relation with preservation time. Thus, three factors were determined, Factor A “time” (15 and 30 days), Factor B “temperature” (6°C and environment temperature) and Factor C “preservatives” (sodium metabisulfite, sodium benzoate and potassium sorbate) which were added not exceeding recommended concentrations. As result it was

determined that maximum preservation-time was 15 days with a 6°C temperature, these had a lower sugars-Brix concentration which was considered not significant due to an Analysis Of Variance and a Tukey test at 0.05%. About sensory evaluation of the studied variables (color, odor, flavor and texture) it was obtained a single significant difference regarding to color which was analyzed with a Kruskal-Wallis test at 5%. Finally, according to cost-benefit analysis, it was determined that T1 treatment (15 days + 6°C + Sodium Metabisulfite) was superior to other treatments with a profit-margin of 0.56 dollars from every invested dollar.

IX. BIBLIOGRAFIA

Alimentatec. (22 de octubre de 2008). *alimentatec*. Recuperado el 10 de septiembre de 2011,de alimentatec: http://alimentatec.com/muestrapaginas.asp

Ángel.J, 2010, "Estudio de la vida útil de fresas (*fragaria vesca)* mediante tratamiento con luz ultravioleta de onda corta uv-c ", Universidad Tecnica de Ambato, tesis, Ecuador.

Carburos,Metalicos. (2 de febrero de 1996). *www.carburos.com*. Recuperado el 11 de junio de 2012, de www.carburos.com: http://www.carburos.com/productos

Cava. (30 de septiembre de 2008). *cavaargentina*. Recuperado el 26 de octubre de 15, de cavaargentina:http://www.cavaargentina.com/component/option,com

Cheftel, H. y. (1992). *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos.* zaragoza: acribia.

Corpica-Sena. (1998). *Manual de caña de azucar para la produccion de panela.* Bucaramanga.
Cowel, N. (1999). *historia de la microbilogia de alimentos.* oxford: U.K.
Desorier, N. (1964). *conservacion de alimentos.* Mexico: Compania Editorial;S.A de C.V.
Finol, H. (28 de junio de 2002). *mailxmail.com.* Recuperado el martes de octubre de 26, de mailxmail.com: http://www.mailxmail.com/b-conservacion-de-alimentos
Food-info. (3 de mayo de 1999). *www.food-info.net*. Recuperado el 11 de junio de 2012, de www.food-info.net: http://www.food-info.net/es/qa/qa-saf11.htm
Francisco, C. (agosto de 3 de 2005). *www.Nutricion.org*. Recuperado el 2012 de junio de 2, de www.Nutricion.org: www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto
Guillermo, O. (2007). *manual de BPM y BPA en la produccion de caña y panela.* Medellin: CTP print Ltda.
Holzapfed, G. (1995). *Preservacion biologica de los alimentos.* Alemania: acribia.
Jose Bello Gutierrez, e. D. (2000). *ciencia bromatológica.* españa: Diaz de santos.
Juvasa. (23 de noviembre de 2010). *www.juvasa.com*. Recuperado el 5 de 0ctubre de 2011, de www.juvasa.com: http://www.juvasa.com/conservas/2010/11/historia-de-la-conservacion
Larrahondo, J. (1995). *Calidad de la caña de Azucar.* Cali: CENICAÑA.
Luck, E. (1981). *Conservacion Quimica de los Alimentos.* zaragoza: Acribia.
Negocios, C. (22 de mayo de 1995). *www.crece negocios.com*. Recuperado el 6 de junio de 2012, de www.crece negocios.com: http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/
Netafim. (15 de 02 de 2000). *www.netafim-latinamerica.com*. Recuperado el 16 de 07 de 2012, de netafim-latinamerica:http://www.netafimlatinamerica.com
P,Besacon, c. h. (1992). *Introduccion a la bioquimica y tecnologia de alimentos.* zaragoza (españa): acribia.
Perez, A. (1977). Conservacion Quimica de los Alimentos. En A. Perez, *Perez,A.T.* (págs. 108-110). zaragoza: Acribia.
Pringle,H. (1998). *Agricultura Neolitica.* Barcelona.
Puropanela. (12 de junio de 2000). *puropanela.com*. Recuperado el 12 de 0ctubre de 2011, de puropanela.com: http://www.puropanela.com
Romero, M. (12 de enero de 1984). *Analisis Sensorial de Alimentos*. Recuperado el 22 de mayo de 2012, de Analisis Sensorial de Alimentos: http://www.etsea.udl.es/cat/estudis/plans/asig/tas.pdf
Sensor. (10 de marzo de 1984). *Boletin sensor de evaluacion sensorial*. Recuperado el 22 de mayo de 2012, de Boletin sensor de evaluacion sensorial: http://www.sensormx.com/boletinherramientas.asp
Sispro. (34 de agosto de 1988). *siap.gob*. Recuperado el 11 de 0ctubre de 2011, de siap.gob: http://w4.siap.gob.mx/sispro/Integra/Caracteristicas/CanaAzu.html
Trabajodegradoaleida.blogdiario.com. (23 de enero de 2007). Recuperado el 6 de junio de 2012, de: http://www.trabajodegradoaleida.blogdiario.com/1195222980/
TVecuador. (16 de enero de 2011). Recuperado el 23 de junio del 2012 de:http://www.tvecuador.com/index.php?id=1589&option=com_reportajes&view=showcanal
Unavarra. (22 de mayo de 2007). *www.unavarra.es*. Recuperado el 11 de junio de 2012, de:http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general

Wikipedia. (26 de junio de 2000). Recuperado el 15 de septiembre de 2011, de Wikipedia: http://www.wikipedia.com
Wikipedia. (26 de junio de 2000). Recuperado el 28 de junio de 2011, de wikipedia: http//www.wikipedia.com
wikipedia. (11 de julio de 2001). Recuperado el 22 de octobre de 2011, de wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Aditivo_alimentario
Wikipedia. (24 de mayo de 2005). *wikipedia*. Recuperado el 25 de septiembre de 2011, de wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Aditivo_alimentario
Wikipedia. (23 de agosto de 2008). *wikipedia*. Recuperado el 25 de septiembre de 2011, de wikipedia: Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Polifenol_oxidasa

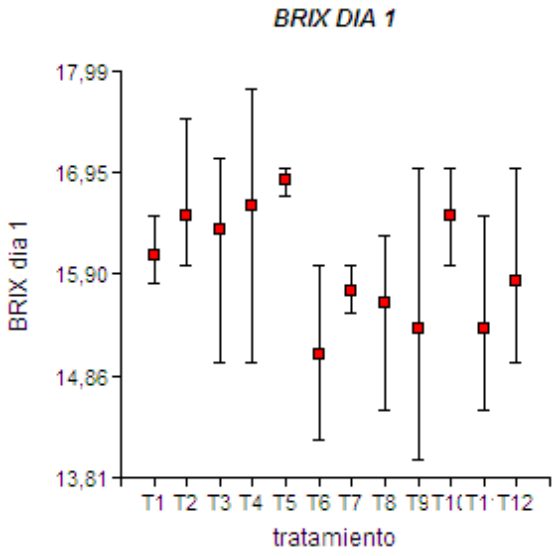
X. ANEXOS

Anexo 1

Tabla 8: Datos experimentales para sólidos solubles en el día 1

Caso	tratamiento	BRIX dia 1
1	T1	16,50
2	T1	16,00
3	T1	15,80
4	T2	17,50
5	T2	16,00
6	T2	16,00
7	T3	17,10
8	T3	17,00
9	T3	15,00
10	T4	17,00
11	T4	15,00
12	T4	17,80
13	T5	17,00
14	T5	16,90
15	T5	16,70

Anexo 2
Grafico 2: Análisis de la varianza para sólidos solubles en el día 1



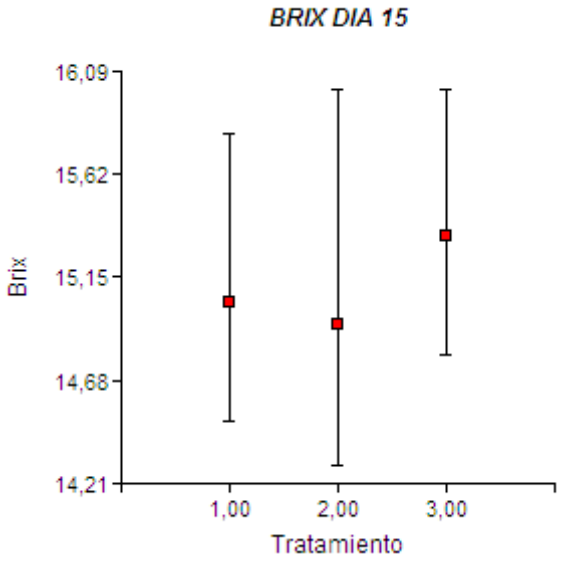
Anexo 3
Tabla 9: Datos experimentales para sólidos solubles en el día 15

Caso	Tratamiento	Brix
1	1	14,8
2	1	15,8
3	1	14,5
4	2	16
5	2	14,5
6	2	14,3
7	3	14,8
8	3	16
9	3	15,2
10		

Categórica | registros: 19*2

Anexo 4

Grafico 3: Análisis de la varianza para sólidos solubles en el día 15



Anexo 5

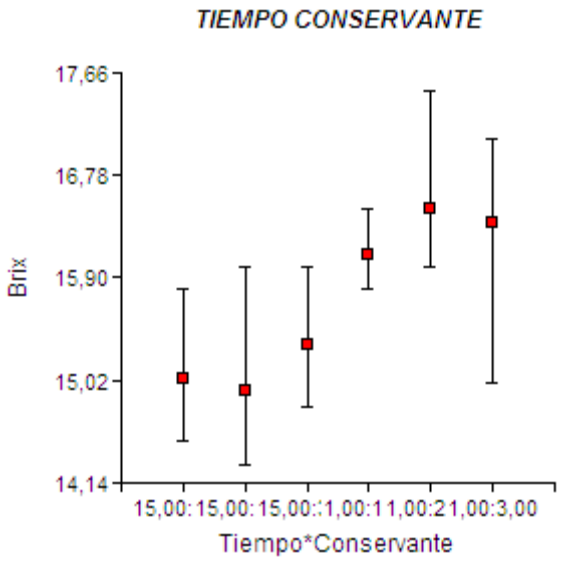
Tabla 10: Datos experimentales para sólidos solubles con relación (tiempo conservante)

Caso	Tratamiento	Tiempo	Conservante	Brix
1	1,00	15,00	1,00	14,80
2	1,00	15,00	1,00	15,80
3	1,00	15,00	1,00	14,60
4	2,00	15,00	2,00	16,00
5	2,00	15,00	2,00	14,60
6	2,00	15,00	2,00	14,30
7	3,00	15,00	3,00	14,80
8	3,00	15,00	3,00	16,00
9	3,00	15,00	3,00	15,20
10	4,00	1,00	1,00	16,50
11	4,00	1,00	1,00	16,00
12	4,00	1,00	1,00	15,80
13	5,00	1,00	2,00	17,50
14	5,00	1,00	2,00	16,00

Real registros: 18*4

Anexo 6

Grafico 4: Análisis de la varianza para sólidos solubles con relación tiempo conservante

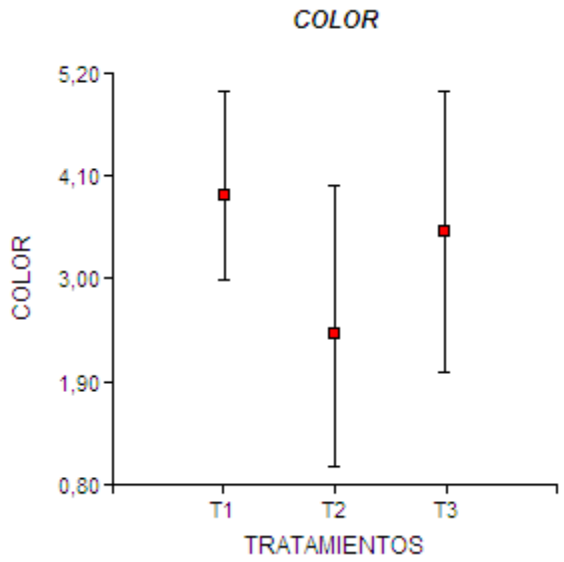


Anexo 7

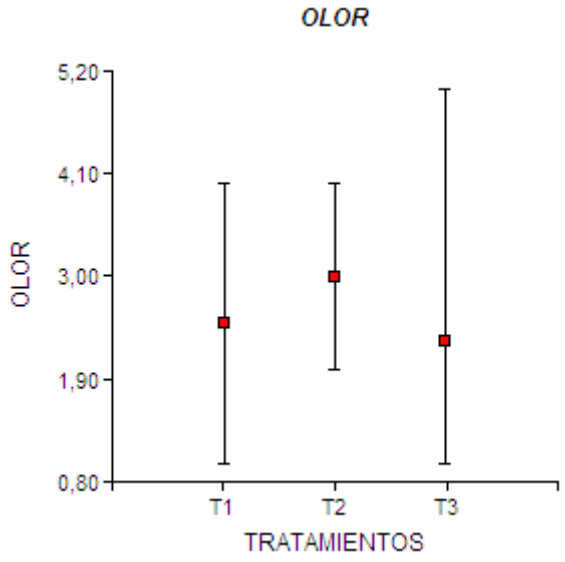
Tabla 11: Datos experimentales para evaluación sensorial

Caso	TRATAMIENTOS	Degustadores	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	T1	1,00	3,00	3,00	4,00	4,00
2	T1	2,00	4,00	2,00	1,00	3,00
3	T1	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00
4	T1	4,00	4,00	2,00	2,00	5,00
5	T1	5,00	4,00	3,00	3,00	4,00
6	T1	6,00	5,00	3,00	4,00	2,00
7	T1	7,00	3,00	1,00	1,00	3,00
8	T1	8,00	4,00	3,00	1,00	3,00
9	T1	9,00	5,00	2,00	2,00	3,00
10	T1	10,00	3,00	2,00	1,00	2,00
11	T2	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
12	T2	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00
13	T2	3,00	2,00	3,00	5,00	3,00
14	T2	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00
15	T2	5,00	1,00	2,00	2,00	4,00

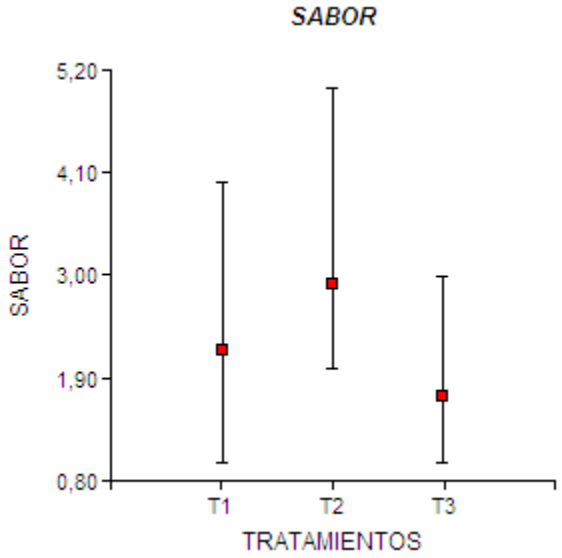
Anexo 8
Grafico 5: ADEVA no paramétrico de la variable color



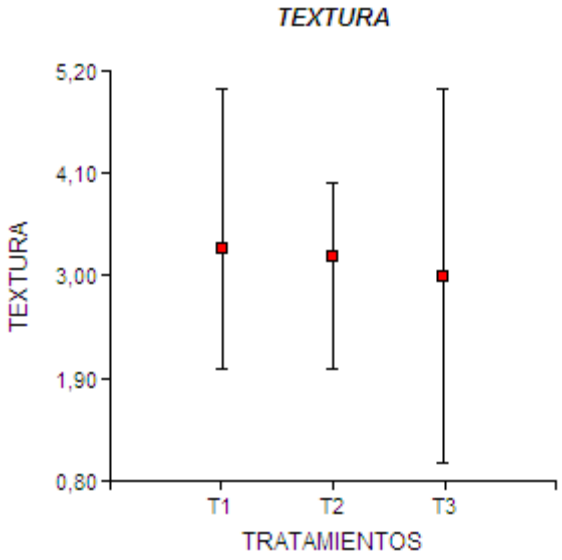
Anexo 9
Grafico 6: ADEVA no paramétrico de la variable olor



Anexo 10
Grafico 7: ADEVA no paramétrico de la variable sabor



Anexo 11
Grafico 8: ADEVA no paramétrico de la variable Textura



Anexo 12

Tabla 12: Resultados que fueron rechazados a los 30 días

TABLA DE ANÁLISIS
Resultados: 30 días Los tratamientos que fueron sometidos a soluciones con diferentes conservantes (Metabisulfito de sodio, Sorbato de potasio y Benzoato de sodio) y temperaturas de 6ºC y al ambiente, después de un tiempo de 30 días, fueron rechazados debido a las siguientes observaciones.

Tratamiento 7 **A2B1C1** (30dias – 6ºC - Metabisulfito de Na) **En las repeticiones (R1, R2, R3) se produjo:** **Olor**: Fermentación ligera. **Sabor**: Agrio. **Color**: Marrón y rojizo en sus bordes **Textura**: Deshidratación externa.	
Tratamiento 8 **A2B1C2** (30dias – 6ºC - Benzoato de Na) **En las repeticiones (R1, R2, R3) se produjo:** **Olor**: Fermentación ligera. **Sabor**: Agrio (menos intenso que el tratamiento 7). **Color**: Marrón y rojizo en sus bordes. **Textura**: Deshidratación externa.	
Tratamiento 9 **A2B1C3** (30dias – 6ºC - Sorbato de k) **En las repeticiones (R1, R2, R3) se produjo:** **Olor**: Fermentación (más intensa que los tratamientos 7y 8). **Sabor**: Agrio (más intensa que los tratamientos 7y 8). **Color**: Marrón y rojizo en sus bordes. **Textura**: Deshidratación externa.	

Tratamiento 10 **A2B2C1** (30dias – Ambi de Na) **En las repeticiones (R produjo:** **Olor**: Fermentación inte **Sabor**: Agrio intenso. **Color**: Amarillo suave y **Textura**: Blando en la pa	
Tratamiento 11 **A2B2C2** (30dias – Ambiente - Na) **En las repeticiones (R1, R2, R produjo:** **Olor**: Fermentación intensa. **Sabor**: Agrio intenso. **Color**: Amarillo suave y en sus b **Textura**: Blando en la parte exte	
Tratamiento 12 **A2B2C3** (30dias – Ambiente - Sorbato de k) **En las repeticiones (R1, R2, R3) se produjo:** **Olor**: Fermentación muy intensa. **Sabor**: Agrio intenso **Color**: Amarillo suave y en sus bordes rojo. **Textura**: Blando en la parte externa.	

Elaborado por: García R, 2012.

Anexo 13
Tabla 13: Análisis sensorial

ANALISIS SENSORIAL DE LA CAÑA

NOMBRE:

_____FECHA:_____.

INSTRUCCIONES:

*Observe y pruebe cada una de las muestras. Indique el grado de aceptación en cada característica de la muestra, marque con una (**x**) de acuerdo a la descripción que considere apropiada, según su criterio de aceptación.*

RECUERDE TOMAR AGUA ENTRE MUESTRAS.

COLOR

ALTERNATIVAS	T1	T2	T3
Excelente			
Muy Bueno			
Bueno			
Regular			
Malo			
TOTAL			

OLOR

ALTERNATIVAS	T1	T2	T3
Excelente			
Muy Bueno			
Bueno			
Regular			
Malo			
TOTAL			

SABOR

ALTERNATIVAS	T1	T2	T3
Excelente			
Muy Bueno			
Bueno			
Regular			
Malo			
TOTAL			

TEXTURA

ALTERNATIVAS	T1	T2	T3
Excelente			
Muy Bueno			
Bueno			
Regular			
Malo			
TOTAL			

Anexo 14

Tabla 14: Análisis económico

Costos de producción

			TRATAMIENTO		
		VALOR	T1	T2	T3
COSTOS VARIABLES	Caña	0.14 $/kg	6	6	6
	Envases	0,13 $/unid.	12	12	12
COSTOS FIJOS	M.de obra	1.58 $/hora	2	2	2
	Metabisulf.Na	0,02 $/g	10		
	Sorbato K	0,02 $/g		20	
	Benzoato Na	0,02 $/g			20
	Total		5,76	5,96	5,96
	TOTAL bruto				**17,68**

Beneficio

Tratamiento	Produc./ kg	Valor unitar.	**Beneficio**
T1	6	1,5	9
T2	6	1,5	9
T3	6	1,5	9

Relación beneficio - costo

Tratamiento	**Costos**	**Beneficio**	***Relación B/C***
T1	5,76	9	1,56
T2	5,96	9	1,51
T3	5,96	9	1,51

Anexo 15

Fotografía 1: Corte de la caña



Fotografía 2: Lavado de la caña



Fotografía 3: Desinfección





Fotografía 4: Pelado



Fotografía 5: Cortado



Fotografía 6: Formulación y Pesado



Fotografía 7: Inmersión



Fotografía 8: Escurrido



Fotografía 9: Empacado



Fotografía 10: Almacenado Ambiente



Refrigeración



Fotografía 11: Medición de sólidos solubles



Fotografía 12: Pruebas hedónicas

