



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*), PARA
LA ELABORACIÓN DE JUGO”**

Tesis previa a la obtención del Título de:

Ingeniero Agroindustrial

AUTOR: Wilson Kleber Quiguango Yaselga

DIRECTOR: Ec. Armando Estrada

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

“UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*), PARA LA ELABORACIÓN DE JUGO”

Autor:

Wilson Kleber Quiguango Yaselga

TESIS

Presentada al comité asesor, requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

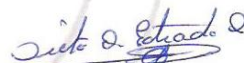
APROBADA

Ec. Armando Estrada
Director de Tesis


Ing. Raúl Arévalo
Asesor

Ing. Jheny Quiroz
Asesor

Dr. Cesar Ponce
Asesor









IBARRA – ECUADOR

2011

PRESENTACION

El proyecto realizado con toda la información, cuadros y figuras en las cuales se presentan cede con fines académicos y de investigación a la sociedad en general, en caso de requerir alguna información en base a este trabajo contactarse con el autor.

Wilson Kleber Quiguango Yacelga

CI. 100251146-5

escape2246@hotmail.com

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios padre todopoderoso quien me ilumina en mis éxitos académicos.

A mis padres quienes con su esfuerzo admirable supieron ayudarme en el desarrollo del proyecto.

A la ciudad de Ibarra, quien a través de la universidad técnica del norte, me brindo la oportunidad de estudiar la carrera de ingeniería agroindustrial.

A los siguientes profesionales quienes confiaron en el desarrollo del proyecto:

Ec. Armando estrada, Director de tesis, quien con su profesionalismo supo dirigir el proyecto de tesis.

Al Ing. Raúl Arévalo, Ing. Jheny Quiroz y el Dr. Cesar Ponce como los asesores de tesis, que con sus conocimientos y dedicación se hizo posible el desarrollo del presente documento.

Al Dr. José Luis Moreno quien por medio del laboratorio de uso múltiple brindo valiosas sugerencias para el desarrollo del documento

Al Ing. Raúl Barragán e Ing. Marco Cahueñas quienes contribuyeron al desarrollo de la fase experimental.

Al Ing. Pablo Pólit profesional de la Universidad Politécnica Nacional quien supo contribuir con valiosos conocimientos para el proyecto de tesis.

A la comunidad de Chalguyacu quienes confiaron y contribuyeron en el desarrollo del proyecto de tesis.

A la Ing. Karina Albuja por la ayuda con información académica y contactos telefónicos.

A la Lic. Rocío Arcos jefa del centro de computación por la paciencia en brindar el uso del equipo de computación.

A todos los docentes y amigos de la universidad y de otros centros de estudio que de una u otra forma ayudaron con el desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres:

Nelson Quiguango

Carmen Yaselga

A mi hermana:

Elizabeth Quiguango

A todos los amigos, profesionales quienes se preocuparon, confiaron en mí y pusieron dedicación a este trabajo



INDICE GENERAL

PORTADA	i
PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
PRESENTACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 El nopal (opuntia ficus indica).....	5
2.1.1 Antecedentes.....	5
2.1.2 Características botánicas.....	6
2.1.2.1 Tallo.....	6
2.1.2.2 Hojas.....	7
2.1.2.3 Flores.....	7
2.1.2.4 Frutos.....	8
2.1.2.5 Espinas.....	8
2.1.2.6 Ahuates o gloquidios.....	9
2.1.3 Taxonomía.....	10
2.1.4 Condiciones edáficas.....	10

2.1.5 Propiedad nutricional.....	11
2.1.6 Composición química del nopal.....	11
2.1.7 Propiedades medicinal-terapéutico.....	13
2.1.8 Usos y tradición del nopal.....	13
2.2 Manejo del proceso cosecha y pos cosecha.....	14
2.2.1 Cosecha.....	14
2.2.2 Pos cosecha.....	15
2.2.3 Almacenamiento.....	16
2.3 Industria de los jugos.....	18
2.3.1 Descripción general del proceso.....	18
2.3.1.1 Clasificación y lavado.....	18
2.3.1.2 Extracción del jugo.....	19
2.3.1.3 Rendimientos.....	19
2.3.1.4 Mezclas y dosificaciones (estandarización).....	19
2.3.1.5 Envasado.....	19
2.3.1.6 Tratamientos térmicos.....	20
2.3.1.7 Enfriamiento.....	20
2.3.1.8 Transporte y almacenamiento de materia prima.....	20
2.3.1.9 Calidad e inocuidad.....	22
2.3.2 Descripción de maquinarias.....	23
2.3.2.1 equipo de lavado y selección.....	23
2.3.2.2 Equipo triturador-pre calentador.....	23
2.3.2.3 Equipo de colado.....	23
2.3.2.4 Equipo de molienda.....	24
2.3.2.5 Tanques de mezclado.....	24
2.3.2.6 Tanque de esterilización.....	24
2.3.3 Impacto ambiental de las industrias alimentarias.....	25
2.3.3.1 Consumo de materias primas.....	26
2.3.3.2 El consumo energético.....	26
2.3.3.3 El consumo de agua.....	27
2.3.3.4 Las emisiones a la atmosfera.....	27

2.3.3.5 La generación de aguas residuales.....	28
2.3.3.6 La generación de residuos.....	29

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales y equipos.....	30
3.1.1 Materiales.....	30
3.1.2 Equipos.....	30
3.1.3 Insumos.....	31
3.1.4 Materia prima.....	31
3.2 Metodología.....	32
3.2.1 Caracterización del área de estudio.....	32
3.2.2 Procedimientos para la obtención de resultados.....	32
3.2.2.1 Factores de estudio del jugo de nopal.....	33
3.2.2.2 Tratamientos.....	34
3.2.2.3 Diseño experimental.....	34
3.2.2.4 Características del experimento.....	34
3.2.2.5 Tamaño de unidad experimental.....	35
3.2.2.6 Análisis estadístico.....	35
3.2.2.7 Análisis funcional.....	35
3.2.3 Variables a evaluarse.....	36
3.2.3.1 Variables cuantitativas.....	36
3.2.3.2 Variables cualitativas.....	38
3.3 Manejo específico del experimento para el jugo de nopal.....	39
3.3.1 Diagrama de bloques para la elaboración del jugo de nopal.....	39
3.3.2 Diagrama de flujo para la elaboración del jugo de nopal.....	40
3.3.3 Descripción del proceso para el jugo de nopal.....	41
3.3.3.1 Recepción.....	41
3.3.3.2 Selección.....	41
3.3.3.3 Desespinado.....	41

3.3.3.4 Lavado.....	41
3.3.3.5 Trozado.....	42
3.3.3.6 Extracción del jugo.....	42
3.3.3.7 Estandarización.....	42
3.3.3.8 Homogenización.....	42
3.3.3.9 Filtración.....	43
3.3.3.10 Pasteurización.....	43
3.3.3.11 Envasado.....	43
3.3.3.12 Sellado.....	43
3.3.3.13 Enfriamiento.....	43
3.3.3.14 Etiquetado y almacenamiento.....	44

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Evaluación estadística del jugo de nopal.....	45
4.1.1 Análisis de la densidad relativa.....	45
4.1.2 Análisis de sólidos totales.....	49
4.1.3 Análisis de azúcares totales.....	55
4.1.4 Análisis de la turbidez.....	61
4.2 Análisis sensorial del jugo de nopal.....	67
4.2.1 Evaluación estadística del análisis sensorial.....	67
4.2.1.1 Rangos para el color del jugo de nopal.....	67
4.2.1.2 Rangos para el olor del jugo de nopal.....	69
4.2.1.3 Rangos para el sabor del jugo de nopal.....	70
4.2.1.4 Rangos para la aceptabilidad general del jugo de nopal.....	72
4.3 Balance general para el jugo de nopal.....	74

CAPITULO V: CONCLUSIONES.....	76
--------------------------------------	-----------

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES.....	78
--	-----------

CAPITULO VII: RESUMEN.....	80
-----------------------------------	-----------

CAPITULO VIII: SUMMARY	82
CAPITULO IX: BIBLIOGRAFIA	84
CAPITULO X: ANEXOS	88

INDICE DE CUADROS

Nº	Título	
1	Taxonomía del nopal.....	10
2	Valor nutricional del nopal.....	11
3	Composición química del nopal.....	12
4	Tratamientos estadísticos.....	34
5	Características del experimento.....	34
6	Análisis estadístico.....	35
7	VARIABLES A EVALUARSE.....	36
8	Costo de producción.....	37
9	Costos microbiológicos.....	38
10	Evaluación estadística de la densidad relativa.....	45
11	Análisis de varianza.....	46
12	Prueba de tukey.....	47
13	Prueba dms.....	47
14	Evaluación estadística de sólidos totales.....	49
15	Análisis de varianza.....	49
16	Prueba de tukey.....	50
17	Prueba dms para el factor a.....	51
18	Prueba dms para el factor b.....	51
19	Prueba dms para el factor c.....	51
20	Evaluación estadística de azúcares totales.....	55
21	Análisis de varianza.....	55
22	Prueba de tukey.....	56
23	Prueba dms para el factor a.....	56
24	Prueba dms para el factor b.....	57
25	Prueba dms para el factor c.....	57

26	Evaluación estadística de la turbidez.....	61
27	Análisis de varianza.....	62
28	Prueba de tukey.....	62
29	Prueba dms para el factor a.....	63
30	Prueba dms para el factor b.....	63
31	Prueba dms para el factor c.....	63
32	Rangos para el color del jugo.....	67
33	Prueba de friedman para el color del jugo.....	67
34	Rangos para el olor del jugo.....	69
35	Prueba de friedman para el olor del jugo.....	69
36	Rangos para el sabor del jugo.....	70
37	Prueba de friedman para el sabor del jugo.....	71
38	Rangos para la aceptabilidad general del jugo.....	72
39	Prueba de friedman para la aceptabilidad general.....	72

INDICE DE GRÁFICOS

Nº	Título	
1	Interacción entre el factor b y el factor c en la variable densidad relativa.....	48
2	Evaluación estadística de la densidad relativa.....	48
3	Interacción entre el factor a y el factor b en la variable sólidos totales...	52
4	Interacción entre el factor a y el factor c en la variable sólidos totales...	53
5	Interacción entre el factor b y el factor c en la variable sólidos totales...	53
6	Evaluación estadística de sólidos totales.....	54
7	Interacción entre el factor a y el factor b en la variable azúcares totales.	58
8	Interacción entre el factor a y el factor c en la variable azúcares totales.	59
9	Interacción entre el factor b y el factor c en la variable azúcares totales.	60
10	Evaluación estadística de azúcares totales.....	60
11	Interacción entre el factor a y el factor b en la variable turbidez.....	64
12	Interacción entre el factor a y el factor c en la variable turbidez.....	65
13	Interacción entre el factor b y el factor c en la variable turbidez.....	65

14	Evaluación estadística de la turbidez.....	66
15	Rangos para el color del jugo de nopal.....	68
16	Rangos para el olor del jugo de nopal.....	70
17	Rangos para el sabor del jugo de nopal.....	71
18	Rangos para la aceptabilidad general del jugo de nopal.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	
1	Tallo del nopal.....	6
2	Cladodio de nopal.....	7
3	Flor de nopal.....	8
4	Fruto de nopal.....	8
5	Espina del nopal.....	9
6	Gloquidio del nopal.....	9
7	Detalle botánico del nopal.....	9
8	Esquema de una línea simple de fabricación de jugos.....	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Título	
1	Análisis de laboratorio de los tratamientos.....	89
2	Resultados del análisis microbiológico.....	91
3	Norma del codex para el nopal.....	92
4	Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria de jugos....	96
5	Formato de evaluación sensorial para el jugo de nopal.....	103
6	Plantaciones de nopal de la comunidad Chalguayacu.....	105
7	Cosecha del nopal.....	105
8	Sistema de transporte del nopal.....	106
9	Desespinado del nopal.....	106
10	Extracción del jugo de nopal.....	107
11	Filtración del jugo de nopal.....	107
12	Producto jugo de nopal.....	108

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción

En la actualidad los pobladores rurales del país en general y de las zonas áridas y semiáridas en particular, están padeciendo graves problemas en su calidad de vida a causa del deterioro del ambiente en que habitan; poseen menos tierra fértil para sus cultivos, sus agostaderos se vuelven desiertos; en consecuencia la disminución de la productividad del suelo ha ocasionado la emigración de los campesinos y una marcada dependencia de las regiones más desarrolladas.

El nopal ofrece la peculiaridad de estar adaptada a condiciones de sequía estival debido al tipo de metabolismo especial que posee y a sus estructuras anatómicas, siendo por este motivo capaz de producir una abundante cantidad de materia orgánica con una gran eficiencia en la utilización del agua. Así, por ejemplo, mientras que por término medio, un cultivo de cereal consume del orden de 600 litros de agua para formar 1 kilo de materia orgánica, en el nopal se forma la misma cantidad utilizando valores hasta diez veces inferiores de agua (Úbeda, 1997).

La distribución de las zonas áridas y semiáridas son coincidentes con una alta marginación social, que tiene como causas principales las condiciones agroecológicas y climatológicas adversas, además de la explotación irracional de los recursos como agua, suelo y vegetación; transformando el medio ambiente en frágil y poco estable, por la aplicación inmoderada de pesticidas y prácticas agrícolas indebidas. Cabe destacar que los productores de estas zonas, practican el uso múltiple de los recursos, como respuesta necesaria al bajo potencial productivo de éstos ecosistemas, y la recolección como parte del sistema agrícola

proporciona cantidades considerables de alimentos que complementan a aquellos que se obtienen de la agricultura.

Hoy en día, ante el reto de lograr un desarrollo sustentable, es de gran importancia fomentar estrategias de producción de los recursos naturales, así como su conservación. El sistema nopal-tuna ha destacado como uno de los recursos naturales más importantes de diversas regiones del sur de México, en lo que corresponde a las zonas áridas y semiáridas, ya que esta especie está presente en la mayoría de las condiciones ecológicas y abarca cerca de 30 millones de hectáreas.

El nopal es un recurso que tanto en forma natural como en cultivo, reúne un alto potencial, que puede ser canalizado para dar sustento a importantes segmentos de la población rural, como fuente de alimentación e ingresos para los productores. Actualmente ha adquirido gran importancia desde el punto de vista socio económico y agroecológico debido al uso integral que se puede hacer de él y por el potencial que ofrece en los diversos ámbitos en que se puede aprovechar, como es la industria alimenticia (humana y animal), la medicina, la cosmetología, manejo biotecnológico, conservación de suelos, etc.

El proyecto tendrá como **misión**: establecer nuevas formas de producción que mejoren la productividad y la calidad de vida de los habitantes de la comunidad Chalguayacu.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Utilizar la penca de nopal (*opuntia ficus indica*), para la elaboración de jugo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar las variables: densidad relativa, sólidos totales, azúcares totales y turbidez en el jugo de nopal.
- Evaluar las características organolépticas para determinar el mejor tratamiento a través de los test sensoriales o catas pertinentes.
- Realizar el análisis microbiológico (recuento total, mohos, levaduras).
- Determinar el rendimiento de proceso del jugo de nopal.
- Determinar el costo de producción del jugo de nopal.

HIPÓTESIS

Ha: La madurez del nopal influye en la alteración de las variables evaluadas del jugo de nopal.

Ho: La madurez del nopal no influye en la alteración de las variables evaluadas del jugo de nopal.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 EL NOPAL (*Opuntia ficus indica*)

2.1.1 ANTECEDENTES

El nopal ha sido motivo de atención desde tiempos remotos. La importancia que tuvo entre las tribus prehispánicas quedó registrada en sus tradiciones, códices y monumentos. En México los mexicas ya utilizaban el nopal en su alimentación, como medicina, en la industria y las artes. Su uso fue adoptado por los conquistadores, colonos y la población mestiza y criolla, siendo uno de sus usos principales como hospedero de la grana o "cochinilla" para cultivarla.

El nopal es el género de mayor distribución de la familia de las cactáceas y fueron nombrados por Linneo en 1753 como *Cactus opuntia* con el ejemplar ilustrado como referencia. Posteriormente, Miller corrigió y *Opuntia ficus-indica* fue designada como especie tipo del género, del cual hoy se reconocen cerca de 220 especies y en México existen entre 60 y 90. La complejidad en su nomenclatura es reflejo de su diversidad morfológica.

El género *Opuntia* se encuentra distribuido desde la provincia de Alberta, en Canadá, hasta la Patagonia en Argentina; se le encuentra principalmente en las zonas desérticas del sur de Estados Unidos, de México y de América del Sur. El nopal tunero fue llevado por los colonizadores españoles a Europa y de ahí fue introducido a diferentes partes del mundo; ahora se le encuentra en condición cultivada y silvestre en España, Portugal, Italia, Chile, Estados Unidos, Brasil, Argentina, Israel, Sudáfrica, Argelia, Jordania, etc.

Actualmente el nopal ha adquirido gran importancia debido al uso integral que se puede hacer de él y por el potencial que ofrece en los diversos ámbitos en que se puede aprovechar, como es la industria alimenticia (humana y animal), la medicina, la cosmetología, manejo biotecnológico, conservación de suelo, etc.

De la planta del nopal, por las características morfológicas que presenta, lo que comúnmente se utiliza es su fruto (tuna), sus brotes tiernos (nopalitos) y sus pencas o cladodios (forraje).

2.1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.1.2.1 TALLO

El tallo y las ramas están constituidos por pencas o cladodios con apariencia de cojines ovoides y aplanados, unidos unos a otros, pudiendo en conjunto alcanzar hasta 5 m de altura y 4 m de diámetro. Las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos.

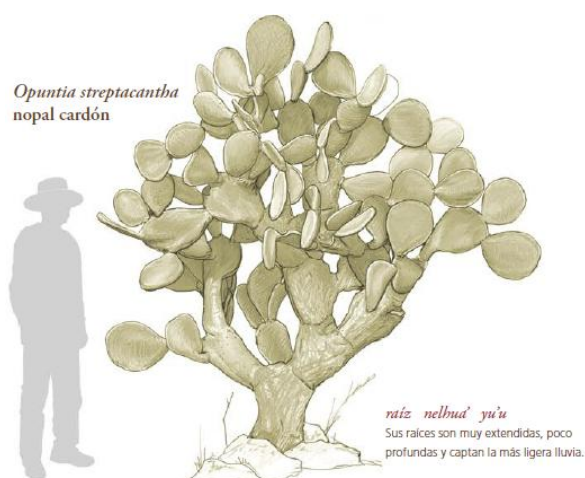


Figura 1. Tallo del nopal

Fuente: [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM\(25-06-2009\)](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM(25-06-2009))

2.1.2.2 HOJAS

También conocidos como cladodios, las pencas son tallos fotosintéticos de cutícula gruesa y cerosa que evita la evapotranspiración. Las hojas caducas sólo se observan sobre tallos tiernos, cuando se produce la renovación de pencas, en cuyas axilas se hayan las aérolas de las cuales brotan las espinas, de aproximadamente de 4 a 5 mm de longitud. Las hojas desaparecen cuando las pencas han alcanzado un grado de desarrollo y en cuyo lugar quedan las espinas.

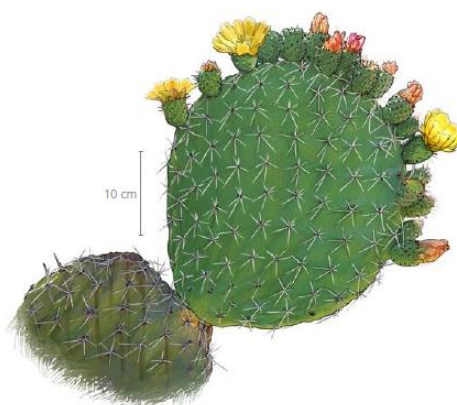


Figura 2. Cladodio de nopal

Fuente: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM>(25-06-2009)

2.1.2.3 FLORES

Las flores son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada aérola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero. Las flores se abren a los 35 a 45 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa. Sépalos numerosos de color amarillo claro a rojizo o blanco.

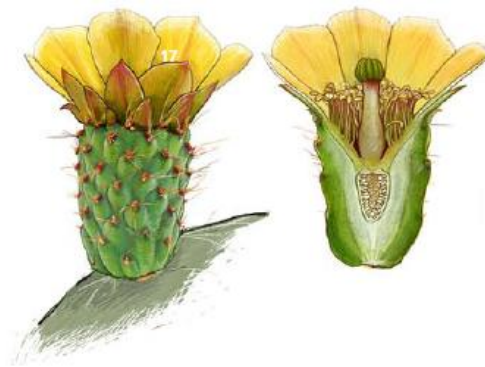


Figura 3. Flor de nopal

Fuente: [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM\(25-06-2009\)](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM(25-06-2009))

2.1.2.4 FRUTOS

El fruto es una baya polisperma, carnosa, de forma ovoide esférica, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud. Son comestibles, agradables y dulces. El fruto es de forma cilíndrica de color verde y toma diferentes colores cuando madura; la pulpa es gelatinosa conteniendo numerosas semillas.



Figura 4. Fruto de nopal

Fuente: [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM\(25-06-2009\)](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM(25-06-2009))

2.1.2.5 ESPINAS

Es el órgano axilar o apendicular lignificado, puntiagudo y que posee tejidos vasculares a diferencia de las excrecencias, emergencias y tricomas que se

presentan en otras plantas. Las espinas del género *Opuntia* son hojas modificadas con haces vasculares en las bases y se forman desde el dermatógeno (protodermis) y perisclero (desmógeno), al igual que las hojas.



Figura 5. Espina del nopal

Fuente: [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM\(25-06-2009\)](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM(25-06-2009))

2.1.2.6 AHUATES O GLOQUIDIOS

Son pequeñas espinas formadas por celulosa cristalina pura (Pritchard y Hall, 1976; citados por Corrales, 1997). Algunas funciones atribuidas a espinas y gloquidios de *Opuntia* son el de proporcionar defensas contra los herbívoros; diseminar tallos y frutos, proteger al cladodio de la irradiación solar, absorbiendo radiaciones de onda corta.



Figura 6. Gloquidio del nopal

Fuente: [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM\(25-06-2009\)](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM(25-06-2009))



Figura 7. Detalle botánico del nopal

Fuente: [http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM\(25-06-2009\)](http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM(25-06-2009))

2.1.3 TAXONOMÍA

La taxonomía del nopal es la siguiente según Sánchez (1980).

Cuadro N° 1

REINO	Vegetal
DIVISIÓN	Angiospermae
CLASE	Dicotyledonae
ORDEN	Opuntiales
FAMILIA	Cactaceae
SUBFAMILIA	Opuntioideae
TRIBU	Opuntiae
GÉNERO	Opuntia
SUBGÉNERO	Platyopuntia
ESPECIE	Varios nombres

Fuente: Britton y Rose, 1963 citados por Bravo-Hollis, 1978

2.1.4 CONDICIONES EDÁFICAS

El nopal se desarrolla en suelos volcánicos, pero prosperan bien en los calcáreos de textura franca, franco-arenosos, franco-arcillo-arenoso y en algunos casos, arenas francas. Por lo general son suelos someros o profundos con buen drenaje y rápida permeabilidad. La textura arcillosa del suelo es desfavorable pero no limitante para cultivar nopal. Se ha observado que en éstos, el desarrollo es lento y la emisión del sistema radicular es escasa. El rango de pH, para el buen desarrollo de la planta oscila entre 6,0 a 8,5. A diferencia de la mayoría de las plantas es en la noche cuando los nopales absorben el dióxido de carbono necesario para su metabolismo, evitando así la pérdida de agua; esto les ha permitido colonizar ambientes áridos. Sin embargo, su amplia distribución se debe sobre todo a la facilidad con la que se propagan, que puede ser por fragmentación al caer una penca al suelo, sus areolas producen raíces y originan una nueva planta, o bien por

semilla menos frecuente pero da lugar a plantas más vigorosas y genéticamente distintas.

2.1.5 PROPIEDAD NUTRICIONAL

El nopal es una fuente rica de fibra insoluble y soluble inclusive lignina, celulosa, semicelulosa, pectina, mucílago y gomas naturales. Estas fibras son responsables de muchos de los beneficios del Nopal para la salud. El nopal es también una fuente buena de vitaminas A, de B1, de B2, de B3, y de C, y potasio, minerales, calcio, magnesio y hierro además de contener 18 aminoácidos.

Cuadro N° 2

CONCEPTO	CONTENIDO
Porción Comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (gr.)	1.70
Grasas (gr.)	0.30
Carbohidratos (gr.)	5.60
Calcio (mg.)	93.00
Hierro (mg.)	1.60
Tiamina (mg.)	0.03
Riboflavina (mg.)	0.06
Niacina (mg.)	0.03
Ascórbico (mg.)	8.00

Fuente: [http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s0c.htm#TopOfPage\(28-06-2009\)](http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s0c.htm#TopOfPage(28-06-2009))

Corresponde a 100 g de peso Neto de Nopal Fresco

2.1.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL NOPAL

Se menciona que su composición química, y en general de las cactáceas, varía en las distintas especies y también dentro de una misma especie; así reporta un contenido de cenizas en base húmeda entre 2,1% a 4,3%.

Cuadro N° 3

COMPUESTO QUÍMICO	CANTIDAD
Agua	85-90 %
Sólidos solubles totales	12-17 %
Azúcares totales	10-17 %
Azúcares reductores	4-14 %
Proteína	1,4-1,6 %
Ph	5,3-7,1
Grasa	0,5 %
Fibra	232,4/100g
Acidez titulable (% Ac. Cítrico)	0,01-0,12
Ácido ascórbico (vitamina C)	12,70 mg/100g
Viscosidad (30°C)	1,37 cps
Triptófano	8,0 mg/100g proteína
Calcio	49 ppm
Magnesio	13-15 mg/100 g
Fósforo	38 ppm
Hierro	2,6 ppm
Vitamina A	0,002 ppm
Tiamina	0,0002 ppm
Riboflavina	0,02 ppm
Niacina	0,20 ppm
Ácido nicotínico	0,40-0,60 mg/ 100g
Vitamina B6	0,06 mg
Beta caroteno	12,90 mg/100g
Vitamina B2	0,04 mg
Vitamina B1	0,03 mg

Fuente: <http://www.chapingo.mx/ciestaam/directorio/nopal.htm>(25-06-2009)

2.1.7 PROPIEDADES MEDICINAL-TERAPÉUTICO

Las principales razones de las cuales se promueve su consumo estriban en sus cualidades nutricionales y medicinales. Sin embargo, la ciencia y la investigación, tienen poco tiempo de sumarse a un interés real de conocer las propiedades e investigar los alcances de esta planta que es conocida incluso, como una planta medicinal. El nopal ha sido recomendado para una gran variedad de desordenes de tipo circulatorio, cardiaco y digestivo, entre los que se encuentran:

- Regulación del azúcar en la sangre para pacientes de Diabetes Mellitus
- Prevención de la diabetes
- Nutrición
- En el Sistema digestivo ayuda en la prevención de la absorción del exceso de grasa y carbohidratos.
- Ayuda al Sistema inmunológico
- Refuerza el sistema circulatorio
- Prevención de daños en el Sistema nervioso
- Fotoquímicos
- Apoyo para bajar de peso
- Regulación del colesterol
- Propiedad como antibiótico

2.1.8 USOS Y TRADICIÓN DEL NOPAL

En la medicina prehispánica, la baba de las pencas o mucílago se aplicaba en forma de cataplasma para aliviar dolores e inflamaciones; la raíz molida servía para tratar fracturas de hueso, y la penca machacada en agua se daba a beber a las mujeres que tenían parto difícil. En algunas regiones del país aún se mantienen estos usos.

El nopal es una planta de múltiples utilidades. Es utilizada como verdura junto con otras hortalizas, los nopalitas son un alimento central con el que las comunidades han alcanzado un gran refinamiento culinario; se sirven preparados con carne de res, pollo, ajolote o guajolote. Las flores son guisadas en regias salsas y los xoconostles se comen crudos o cocinados. Con las tunas se elaboran jugos y dulces varios, además de una bebida fermentada llamada colonche o vino de tuna.

El uso que antiguamente se daba a las pencas como alimento para guajolotes se hizo extensivo al ganado traído por los españoles, generando la aparición de potreros en donde se fomenta el crecimiento de nopales a los que, cuando el alimento escasea, se les queman las espinas para emplearlos como forraje. Algunas especies de nopales se plantan para cultivar la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*), insecto que produce una sustancia color carmín muy apreciada para teñir telas, que en la Colonia constituyó una próspera industria.

Actualmente algunos productos tradicionales cuentan con una amplia comercialización y se desarrollan innovaciones para responder a mercados en expansión.

2.2 MANEJO DEL PROCESO COSECHA Y POSCOSECHA

2.2.1 COSECHA

La cosecha se realiza en forma completamente manual o auxiliada con cuchillo, se realiza únicamente con las manos, las que de preferencia se deben proteger de las espinas con guantes de cuero o de tela gruesa. La operación en general resulta muy sencilla: el cosechador, en una de sus manos sostiene y junta los nopalitas que va cortando con la otra y luego los deposita en un canasto, lo que generalmente ocurre después de haber recorrido una hilera. Para efectuar el corte, el cosechador toma al nopalito de su parte inferior y le da un giro de más de 90

grados hasta desprenderlo de la penca madre. Sí esta operación no se realiza con el debido cuidado, los tejidos se pueden desgarrar y quedar porciones de cladodio en la penca madre, lo cual representa un peligro de infección potencial de algunos patógenos.

El cosechador sostiene al nopal con una mano y con la otra realiza el corte con el cuchillo a nivel de la base, logrando así una separación más uniforme y limpia, ya que ni el nopal ni la penca madre se rasgan ni lesionan. En este caso los nopalitos también se van acomodando en canastos. En general es aconsejable que los nopalitos ya cortados se protejan inmediatamente del sol, colocándolos bajo cualquier sombra, con lo que se evita su calentamiento y se aumenta su potencial de vida de anaquel y de comercialización.

En cuanto a la hora del corte, se debe tener presente que el nopal presenta el metabolismo ácido de las crasuláceas, por lo que su acidez varía durante el día y la noche. Rodríguez y Cantwell (1988) encontraron que la acidez del nopalito (*Ficus-indica*) fluctuó desde 0.52% a las 9 hr hasta 0.1% a las 15 hr. Habrá que continuar estudiando éste y otros factores de manejo que afectan la calidad, el sabor y el grado de perecibilidad del nopalito.

El índice de cosecha más empleado para el nopalito es el tamaño de la penca o cladodio, el cual se corta por 10 regular cuando presenta una longitud de 14 a 20 cm; se debe tener en cuenta que entre más tiempo se dejen crecer, los nopalitos se toman fibrosos y correosos, debido a la producción de lignina en los tejidos, causando que el producto pierda uno de sus principales atributos de calidad, que es su terneza (condición de frescura).

2.2.2 POSCOSECHA

Los brotes tiernos del nopal (nopalitos) no son hojas verdaderas sino más bien tallos aplanados o *cladodios* de alta actividad metabólica y de rápido crecimiento;

al cosecharlos se vuelven productos altamente perecederos y presentan un proceso de deterioro acelerado e irreversible que merma su calidad y culmina con la muerte de los mismos. En este deterioro intervienen tanto factores biológicos (respiración, etileno, cambios composicionales de acidez y formación de lignina, lesiones y enfermedades patológicas y fisiológicas) como ambientales (temperatura, humedad relativa, composición atmosférica circundante al producto, etileno exógeno, otros compuestos químicos y la luz); factores que interactúan entre sí provocando efectos que algunas veces resultan desastrosos porque acaban con la calidad del producto en un lapso de tiempo muy corto. Los nopalitos a temperatura ambiente mantienen una calidad aceptable por no más de tres días (Corrales, 1992a).

De la producción se perdería cerca del 50 % debido al obscurecimiento enzimático y la pudrición microbiana. Para alargar la vida de anaquel recomiendan la inmersión de la pencas durante 5 minutos en una solución de ácido cítrico al 6% y de sulfito de sodio al 0.02% con el propósito de inactivar la enzima polifenoloxidasas. Después las pencas son lavadas y empacadas en bolsas de polietileno.

Con este tratamiento se logra una vida de anaquel de 14 días a temperatura ambiente (26° C) y de hasta 32 días a temperatura de refrigeración (4°C).

2.2.3 ALMACENAMIENTO

Según la norma CODEX STAN 185-1993, EMD. 1-2005 del nopal, deberá de cumplir las siguientes especificaciones:

- Estar enteros;
- Estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;

- Estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- Estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- Estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- Estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- Ser de consistencia firme;
- Estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;
- Estar exentos de espinas;
- Estar exentos de manchas pronunciadas;
- Estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.

Los nopales deberán presentar la forma, color, sabor y olor característicos de la especie, el desarrollo y condición de los nopales deberán ser tales que les permitan:

- Soportar el transporte y la manipulación.
- Llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

Después de la inspección el nopal pasa a la sección dispuesta para su almacenamiento.

El nopal fresco puede tener una vida de almacenamiento de 28 días bajo condiciones controladas de 10 °C con una humedad relativa de 80 a 85%. Es recomendable usar el producto químico (Benlate500 ppm) que proteja al nopal de los daños que le pueden causar los microorganismos.

2.3 INDUSTRIA DE LOS JUGOS

La producción de jugos de frutas y hortalizas se ha incrementado rápidamente en muchos países en los últimos años. Algunos factores que contribuyen al desarrollo de esta industria, son: (1) Mejoras en el método de manufactura y desarrollo de mejores equipos de procesamiento. (2) Un mejor conocimiento en la utilización de los ingredientes. (3) Programas amplios de publicidad y mercadeo. (4) Mantenimiento de la composición, nutrición y calidad bacteriológica del producto, así como productos saludables y agradables. (5) Mejoras del empaque y del método de distribución con un mejor almacenamiento en casa.

Se considera dentro de las alternativas para la conservación de alimentos, los jugos son el producto de la extracción de frutas u hortalizas sin concentrar ni diluir, con o sin adición de azúcares que son tratados por procesos industriales mediante la cual se asegura su conservación en envases herméticos. Su ámbito en la industria es muy importante por su industrialización de frutas u hortalizas que son descartadas fuera de otros procesos agroindustriales, dando oportunidad al aprovechamiento adecuado a esta clase de materias primas.

2.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

2.3.1.1 CLASIFICACIÓN Y LAVADO

Es el proceso que permite clasificar a la materia prima según su calidad, peso, forma, daños o deterioro; en el caso del peso se lo realiza de forma manual por medio de balanzas y en el caso del deterioro y la forma se lo hace por equipo tecnológico o de forma manual.

El lavado, proceso que permite la separación de impurezas ajeno a lo que se requiere para el proceso, se lo hace según el grado de delicadeza de la materia

prima pero en general las frutas no contienen tantas impurezas como las hortalizas. Fuente: DURÁN RAMÍREZ, FELIPE, Bogotá/grupo latino Ltda. /2003, Procesos de Industrialización de Frutas y Hortalizas, 69 p. ilus. (28-06-2009)

2.3.1.2 EXTRACCIÓN DEL JUGO

En este proceso se debe considerar el tipo de fruta u hortaliza para su procesamiento, se lo realiza por medio de despulpadoras.

2.3.1.3 RENDIMIENTO

Es la operación en la cual se hace la medición de la cantidad que rindió la unidad de peso por medio del balance de materiales.

2.3.1.4 MEZCLAS Y DOSIFICACIONES (ESTANDARIZACIÓN)

Operación que se realiza según el tipo de jugo a obtener, se estandariza el jugo con agua y se realiza la corrección de acidez.

Se procede a incorporar los componentes como edulcorantes y conservantes para su conservación se lo realiza antes del tratamiento térmico.

2.3.1.5 ENVASADO

El jugo es envasado en envases permitidos por las normas que lo exigen, estos envases deberán ser desinfectados sin que exista rastros que contaminen el producto.

2.3.1.6 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Se utiliza equipo como autoclaves u ollas de presión a 110 °C por un tiempo de 10 a 12 minutos en el caso de envases de lata se pasteurizan con vapor a temperaturas de 96-100 °C en tiempos de 7 a 10 minutos.

2.3.1.7 ENFRIAMIENTO

El enfriamiento se lo realiza con agua fresca, después del enfriamiento se procede a secarlo para después proceder al etiquetado correspondiente para su comercialización.

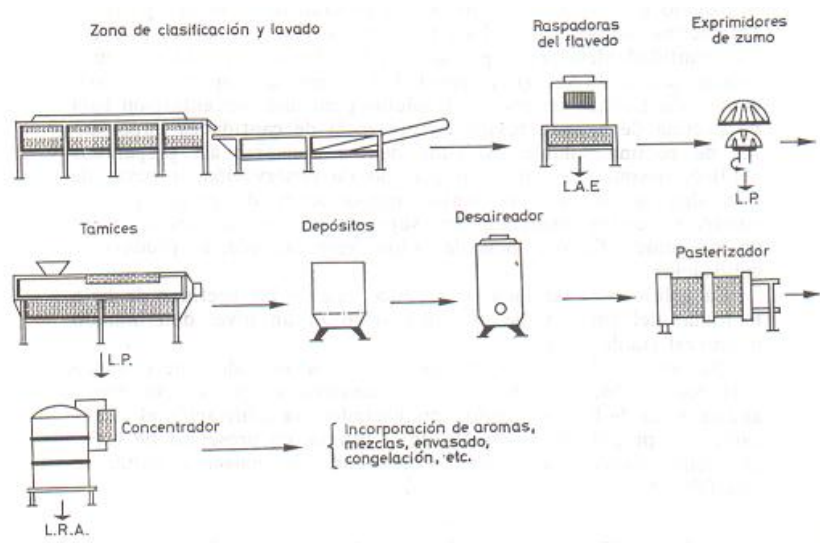


Figura 8. Esquema de una línea simple de fabricación de jugos
LRA. línea de recuperación de aromas, LP: línea de piensos, LAE: línea de aceites esenciales
Fuente: <http://www.Codexalimentarius.net/web/standardlist.do?lang=es> (28-06-2009)

2.3.1.8 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

Diariamente se transportan toneladas de materias primas en las grandes industrias. El método de transporte está determinado por la distancia y por las propias

características de la mercancía (más o menos perecedera). En cualquier caso durante el transporte han de aplicarse las siguientes pautas:

- Cargar y descargar de forma cuidadosa.
- Hacer que la duración del viaje sea lo más corta posible.
- Proteger bien la mercancía (medios de transporte cerrados).
- Evitar que los productos se recalienten y pierdan agua.
- Mantener las condiciones de temperatura, humedad relativa y circulación de aire constantes para los productos que lo requieran.
- Es importante que las cajas utilizadas para el transporte de los vegetales sean de un solo uso o bien de materiales fáciles de lavar y desinfectar, debiendo descartar la madera en el caso de ser reutilizables.

Una vez que la materia prima llega a su destino, los principales peligros son: la contaminación aportada por la tierra o arena con elevada carga microbiana y vegetales o porciones con enmohecimientos o podredumbres. En este sentido, los proveedores han de cumplir las especificaciones fijadas previamente.

Las condiciones de almacenamiento dependerán del tipo de producto. En general se actuará del siguiente modo:

- Evitar que el producto esté en contacto directo con el suelo.
- Vigilar las condiciones de temperatura y humedad.
- Permitir una circulación correcta de aire.
- Realizar una rotación periódica de los lotes, para asegurar que lo primero que entra es lo primero que sale.
- No almacenar las frutas y verduras con carnes u otros alimentos que puedan contaminarlas o transmitirles olores. Tampoco deben almacenarse junto con detergentes, insecticidas u otros productos tóxicos.
- No almacenar de forma conjunta determinados tipos de frutas y hortalizas, ya que pueden transferirse olores por parte de algunos compuestos, como el etileno, y dañar a otros alimentos.
- Utilizar refrigeración en los casos que así lo requieran.

2.3.1.9 CALIDAD E INOCUIDAD

El sector industrial, en general, está cada día más consciente de que la calidad de sus productos es esencial para su supervivencia, esto se aplica con más razón al sector agroindustrial productor de bienes alimenticios. Los consumidores son cada día más exigentes en cuanto a la importancia, no sólo de la calidad de los alimentos, sino también de su inocuidad, por lo que el concepto de control de calidad ha dejado paso al concepto de aseguramiento de la calidad, de significado mucho más amplio, que ha hecho pasar del mero control a la prevención.

Este sistema implica muchas veces un cambio de mentalidad en las personas, ya que se trata, no solo de efectuar un trabajo en la agroindustria, sea esta pequeña, mediana o grande, sino de efectuarlo de la mejor manera, teniendo en cuenta que ello redunda en beneficios importantes para el consumidor final y, por lo tanto, para la propia empresa.

Cada uno de los actores que trabajan o se relacionan con ella (proveedores, distribuidores), debe hacerse responsable de cómo y cuando se hacen las cosas, único modo de prevenir errores a tiempo, de modo que si se producen, sea en lo posible una sola vez. Sin embargo, para que se aplique correctamente un sistema de aseguramiento de calidad, todos deben estar capacitados y motivados.

El impacto que han causado las enfermedades transmisibles por alimentos ha llevado a darle la importancia que se merece, en primer término, a la higiene con que se procesan los alimentos; esta abarca los operarios, el agua, los utensilios, los equipos, los envases, la infraestructura, los sistemas de distribución y prácticamente todos los elementos de la cadena.

Fuente:[http://www.Codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es\(28-06-2009\)](http://www.Codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es(28-06-2009))

2.3.2 DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIAS

2.3.2.1 EQUIPO DE LAVADO Y SELECCIÓN

Sirve para hacer el último enjuague de la fruta y realizar una última selección manual, tiene una faja transportadora que lleva la materia prima haciéndola pasar debajo de unas duchas de agua, el movimiento se realiza mecánicamente y es controlado por un solo operador.

2.3.2.2 EQUIPO TRITURADOR – PRECALENTADOR

El equipo sirve para la pre cocción continua de los frutos hortalizas, antes de extraer su jugo, para la trituración de las mismas y para la inactivación de enzimas (en general para facilitar la extracción del jugo). La fase de precalentamiento tiene la función de abrir las células, disminuir la contaminación microbiológica. El producto mantiene en movimiento por una mezcladora de aletas giratorias sometido a una corriente de vapor saturado y expulsa la materia prima a la tolva de salida. Debe considerarse que un exceso de calentamiento puede deteriorar el color del producto.

2.3.2.3 EQUIPO DE COLADO

La coladora de frutas (refinado) sirve para colar jugos y pulpas sacando a la misma vez las semillas y las cascara. El equipo posee una paleta giratoria intercambiable de 3 etapas que se va inserto en el nombre de quita semillas y puede ser forrado o no, con unas mangueras sanitarias, de 3 cubiertas con 1” de diámetro, su aplicación depende del tipo de fruto. Posee además una coladora cilíndrica y que se inserte dentro del equipo entre las giratorias y la pared interna del mismo, al ser intercambiable permite optar por el tamiz que sea más adecuado.

2.3.2.4 EQUIPO DE MOLIENDA

Recibe el nombre de molino coloidal y consta de dos discos de un material denominado corindón, tienen una hélice de cuatro aspas que gracias a su motor succiona la pulpa que desciende a través de su tolva cónica, y que sometida a grandes esfuerzos de cizalla, tritura la pulpa o pasta proporcionando homogeneidad de tamaño. Consta de un graduador micrométrico que permite ajustar la separación de los discos según sea el requerimiento de la finura de la pulpa.

2.3.2.5 TANQUES DE MEZCLADO

Se conoce con el nombre de xiroperas, es un reactor enchaquetado, con agitador incorporado en la parte superior del equipo, aquí se hace la dilución y preparación del jugo, posee tapa para minimizar la evaporación. Cuenta con fundas para termómetro y manómetro.

2.3.2.6 TANQUE DE ESTERILIZACIÓN

Empleado para la esterilización de botellas y tapas, posee en la parte inferior un distribuidor de perforaciones de 0.2mm por donde sale el vapor saturado que baña totalmente las canastillas donde se depositan los materiales a tratar, el tiempo que se emplee es de 3 minutos por tratamiento. **Fuente:** DURÁN RAMÍREZ, FELIPE, Bogotá/grupo latino Ltda. /2003, Procesos de Industrialización de Frutas y Hortalizas, 69 p. ilus. (28-06-2009).

2.3.3 IMPACTO AMBIENTAL DE LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

El impacto ambiental generado en el sector industrial alimenticio se concreta, básicamente, en la producción de grandes cantidades de residuos sólidos fácilmente biodegradables y la generación de un abundante caudal de aguas residuales con elevadas concentraciones de materia orgánica y sólidos en suspensión.

El sector agroalimentario es uno de los más importantes dentro del sector industrial. El sector agroalimentario agrupa a una gran variedad de subsectores que realizan diferentes tareas de acondicionamiento, conservación y elaboración de todo tipo de alimentos (fabricación de aceites comestibles, mataderos, salas de despiece, preparación de carnes y embutidos, fabricación de leche y productos derivados, conservas y manipulados de pescados, frutas y hortalizas, elaboración de vinos, etc.).

A pesar de la variedad de los procesos productivos englobados en el sector, la estructura de los mismos sigue un mismo esquema. La primera fase del proceso es la recepción y acondicionamiento de las materias primas (separación, lavado, pelado, troceado, etc.). La siguiente fase es la transformación propiamente dicha de la materia prima en producto elaborado. Aunque las técnicas de transformación son diversas, suelen basarse en procesos de aplicación de calor, frío o fermentación. Una vez transformados, los productos son envasados, para lo cual se utilizan una variedad de materiales que van desde el vidrio, metal o plástico a otros materiales más complejos, finalizando de este modo (a excepción de algunos procesos singulares) el proceso.

2.3.3.1 CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas que se introducen en el proceso industrial de alimentos no presentan una problemática especial ya que la incorporación de productos químicos a los productos finales es muy reducida.

Las materias primas que se incorporan al proceso industrial se pueden clasificar en 3 grupos:

- *Materias primas*: son las necesarias para fabricar el producto, siendo una parte fundamental del mismo (vegetales, frutas, carnes, etc.).
- *Materias secundarias*: se utilizan para la elaboración del producto y pueden formar parte del mismo o no (envases metálicos, vidrio, plásticos, cartón, sal, acidulantes, etc.).
- *Materias auxiliares*: se utilizan para la elaboración del producto o en las actividades auxiliares, aunque con un propósito claramente auxiliar. No forman parte del producto final (sosa, ácidos, detergentes, desinfectantes, hipoclorito, etc.).

2.3.3.2 EL CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo de energía es uno de los principales aspectos medio ambientales en la industria de zumos y conservas vegetales. Se consume energía de dos tipos: energía térmica y energía eléctrica.

La energía térmica se utiliza fundamentalmente en forma de vapor de agua o agua sobrecalentada generadas en las correspondientes calderas alimentadas con combustibles fósiles tipo fuel, gas natural, propano o gas oil. Las etapas donde el consumo es máximo son aquellas en las que se precisa calentar el producto

(escaldado, esterilización, pelado), y en las limpiezas, que a menudo utilizan agua caliente o vapor.

Por su parte, la energía eléctrica se consume fundamentalmente en las operaciones de congelación, refrigeración o enfriamiento de materiales y en el funcionamiento de otros equipos eléctricos (bombas, motores, cintas transportadoras, etc.).

2.3.3.3 EL CONSUMO DE AGUA

Las industrias conserveras y de zumos consumen gran cantidad de agua, fundamentalmente en las operaciones de lavado de la materia prima, las operaciones de calentamiento-enfriamiento (escaldado, esterilización), el enjuague de envases y las limpiezas de equipos e instalaciones. En menor medida se situaría el consumo de agua para la preparación de los líquidos de gobierno.

El consumo de agua puede ser muy variable en función de: el tipo de material vegetal procesado, la antigüedad y el tipo de las instalaciones, sistema de refrigeración, implantación de buenas prácticas, etc.

2.3.3.4 LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Las emisiones atmosféricas que se generan en este tipo de industrias se deben principalmente a los procesos de combustión de combustibles fósiles en las calderas utilizadas para la obtención de agua caliente o vapor de agua. Además se pueden producir emisiones de vapor y los olores durante el almacenamiento y procesado de la materia vegetal o de sus productos intermedios.

En general, se puede decir que la importancia de este aspecto medio ambiental es secundaria si la comparamos con otros aspectos medio ambientales, aunque en

algunos casos concretos se pueden producir problemas de olores cuando los núcleos de población estén muy cercanos.

Otro aspecto ambiental a considerar en lo que se refiere a las emisiones atmosféricas es el escape o fuga de gas refrigerante de los sistemas de refrigeración (CFC's, amoníaco, otros).

2.3.3.5 LA GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son, sin duda, el principal aspecto medio ambiental en el proceso de transformación de materia prima vegetal. Sus principales características son: elevado caudal, carga orgánica elevada (DQO, DBO5), concentración elevada de sólidos en suspensión y pH variable.

En función de su origen podemos distinguir tres tipos de aguas residuales:

- Aguas de proceso, que pueden definirse como aguas que intervienen en el proceso de fabricación y suelen estar en contacto con la materia prima, el producto o los productos intermedios (lavado, transporte, escaldado, enfriamiento, etc.). Generalmente son vertidos de elevado caudal y con carga orgánica elevada procedentes de la materia procesada. En algunos casos, se pueden producir vertidos con elevada conductividad (salmueras) o pH extremos debido al pelado químico.
- Aguas de limpieza de equipos e instalaciones: arrastran restos de materia prima y productos intermedios por lo que pueden presentar cargas orgánicas y de sólidos elevadas.
- Aguas de servicio (aguas de refrigeración, purgas de calderas, regeneración de intercambiadores, aguas de equipos de vacío etc.). Son aguas residuales cuyo principal problema suele ser su elevada temperatura, la salinidad y la presencia de

trazas de aditivos químicos. En muchos casos presentan una calidad adecuada para su reutilización en otras etapas del proceso.

2.3.3.6 LA GENERACIÓN DE RESIDUOS

Los residuos sólidos constituyen el segundo problema ambiental, en cuanto a importancia, dentro de las industrias alimentarias. Su principal origen está constituido por parte de la materia prima desechada en el proceso de fabricación que puede llegar a representar, en algunos casos, el 50% del peso del material de origen.

Estos restos de materia vegetal (pieles, vainas, cáscaras, tallos, raspones, etc.) se pueden utilizar en muchos casos como alimento para el ganado, como fertilizante o tratar como subproducto para obtener productos comercializables de alto valor añadido. Fuente: http://www.fao.org/wssd/docs/WSSD02_es(28-06-2009)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1 MATERIALES

- Vasos de precipitación
- Embudo
- Cucharas
- Jarras
- Guantes (términos, caucho, industriales)
- Gafas
- Mesas
- Envases para muestras
- Cuchillos
- Ollas
- Agitador
- Envases de plástico para el producto
- Cocina
- Termómetro
- Colador

3.1.2 EQUIPOS

- Balanza digital
- Balanza infrarroja
- Potenciómetro
- Extractor
- Licuadora

3.1.3 INSUMOS

- Cloro
- Ácido cítrico
- Conservante (sorbato de K)
- CMC (carboximetil celulosa)

3.1.4 MATERIA PRIMA

- Nopal
- Azúcar
- Agua

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

CANTÓN: Ibarra

PROVINCIA: Imbabura

PARROQUIA: El sagrario

SITIO: Residencia particular

ALTITUD: 2250 m.s.n.m.

LATITUD: 0° 20' Norte

HR. PROMEDIO: 73%

PLUVIOSIDAD: 50,3mm. Año

LONGITUD: 78° 08' oeste

TEMPERATURA: 18°C

3.2.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

- Para la evaluación de las variables se procedió mediante el análisis con instrumentos y material de laboratorio para la obtención de valores, procedimientos que se detallarán más adelante.
- El análisis organoléptico se procedió mediante la prueba de friedman las pruebas de degustación donde se evaluó la aceptación del producto.
- Para el análisis microbiológico se realizó mediante el análisis de laboratorio según las normas de calidad donde se evaluó si el producto estaba libre de contaminación.
- El rendimiento se obtuvo mediante cálculo matemático de entradas y salidas en el proceso de elaboración del jugo.

- El costo de producción del jugo de nopal se obtuvo mediante cálculo matemático

3.2.2.1 FACTORES DE ESTUDIO DEL JUGO DE NOPAL

FACTOR A (Madurez del nopal)

A1: 6 meses

A2: 12 meses

Se procedió seleccionando el nopal que tenga la madurez correspondiente establecida en el factor A.

FACTOR B (Dosis de conservante sorbato)

B1: 0,30 g/l

B2: 0,40 g/l

Para la obtención de la dosis correspondiente y establecida en el factor B de conservante sorbato se procedió con fórmula matemática:

Peso Conservante = (%conservante x Peso neto del jugo)/100%

FACTOR C (Dosis de estabilizador CMC)

C1: 1 g/l

C2: 0,5g/l

Para la obtención de la dosis correspondiente y establecida en el factor C de estabilizador CMC se procedió con fórmula matemática:

Peso Estabilizador = (%conservante x Peso neto del jugo)/100%

3.2.2.2 TRATAMIENTOS

Cuadro N° 4

Los tratamientos estadísticos fueron los siguientes:

TRATAMIENTOS	FACTORES		
T1	A1	B1	C1
T2	A1	B1	C2
T3	A1	B2	C1
T4	A1	B2	C2
T5	A2	B1	C1
T6	A2	B1	C2
T7	A2	B2	C1
T8	A2	B2	C2

3.2.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño completamente al azar, 8 tratamientos y 3 repeticiones con arreglo factorial $A \times B \times C$ en el que **A** corresponde a la madurez del nopal, **B** a la dosis de conservante y **C** a la dosis de estabilizador.

3.2.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Cuadro N° 5

REPETICIONES	3
TRATAMIENTOS	8
UNIDADES EXPERIMENTALES	24

3.2.2.5 TAMAÑO DE UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental constó de 1000 cm³ del jugo de nopal.

3.2.2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cuadro N° 6

F de V	GL
TOTAL	23
TRATAMIENTOS	7
A	1
B	1
C	1
A x B	1
A x C	1
B x C	1
A x B x C	1
ERROR EXPERIMENTAL	16

3.2.2.7 ANÁLISIS FUNCIONAL

Tratamientos: Prueba de Tukey

Variables cualitativas: Prueba de Friedman

Factores: DMS

3.2.3 VARIABLES A EVALUARSE

Cuadro N° 7

VARIABLES	PROCESO	MÉTODO
CUANTITATIVAS	DENSIDAD RELATIVA	NORMA NTE INEN 0391
	SÓLIDOS TOTALES	NORMA NTE INEN 0382
	AZÚCARES TOTALES	NORMA NTE INEN 0398
	TURBIDEZ	ANÁLISIS DE LABORATORIO
	COSTO DE PRODUCCIÓN	CÁLCULO MATEMÁTICO
CUALITATIVAS	ACEPTABILIDAD	ANÁLISIS SENSORIAL
	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	ANÁLISIS DE LABORATORIO

3.2.3.1 VARIABLES CUANTITATIVAS

1. Determinación de la densidad relativa.- Establece el método para determinar la densidad en el jugo, esta medida es la relación entre la densidad de un producto y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada, se procedió con material de laboratorio en el producto final.

2. Determinación de los sólidos totales.- Establece el método para determinar el contenido de extracto seco en el jugo, esta medida es la cantidad de sólidos totales presentes en una muestra determinada, entendiéndose por sólidos totales las sustancias que no volatilizan bajo condiciones de secado, se procedió con material de laboratorio en el producto final.

3. Determinación de los azúcares totales.- Establece el método para determinar el contenido de azúcares totales mediante la norma NTE INEN 0398, se procedió con material de laboratorio en el producto final.

4. Determinación de la turbidez.- El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través del jugo, se la realiza esta medición porque proporciona una estimación de la concentración de sólidos totales en suspensión, se procedió en el producto final.

5. Determinación del costo de producción.- Se procedió mediante cálculo matemático determinando lo que se utilizó para la obtención de todos los tratamientos de la investigación, se realizó en el producto terminado utilizando los precios de cada insumo y materia prima.

Cuadro N° 8

DETALLE	CANTIDAD	TOTAL USD
Nopal	13,40 kg	11,92
Azúcar	3,40 kg	2,30
CMC	18,00g	0,11
Ac. Cítrico	400,00g	1,10
Sorbato de K	8,40g	0,02
Envases de plástico de 500 ml	48 unidades	12,00
Etiquetas	48 unidades	2,40
Agua	0,024 m ³	0,02
TOTAL		29,87

Significa que para elaborar 48 unidades experimentales de 500 ml costó 29,87 USD.

3.2.3.2 VARIABLES CUALITATIVAS

1. Aceptabilidad del producto.- Consistió en el análisis sensorial en donde el éxito de un producto o un proceso agroalimentario reside en su capacidad de alcanzar el nivel de calidad que demandan los consumidores. Se la realizó para evaluar el aspecto, el color, el sabor y la textura, entre otros, elementos determinantes en la elección de los productos alimentarios de manera cotidiana. El Análisis Sensorial evalúa estas propiedades a través de la información que aportan los propios consumidores y jurados, se evaluó en el producto terminado utilizando el método friedman.

2. Análisis microbiológico.- Se realizó mediante el análisis instrumental con el fin de evaluar si el producto está libre de contaminación, se realizaron recuento total, mohos, levaduras según procedimientos descritos por las normas de calidad. Se realizó en el producto terminado con varios instrumentos de laboratorio.

Cuadro N° 9

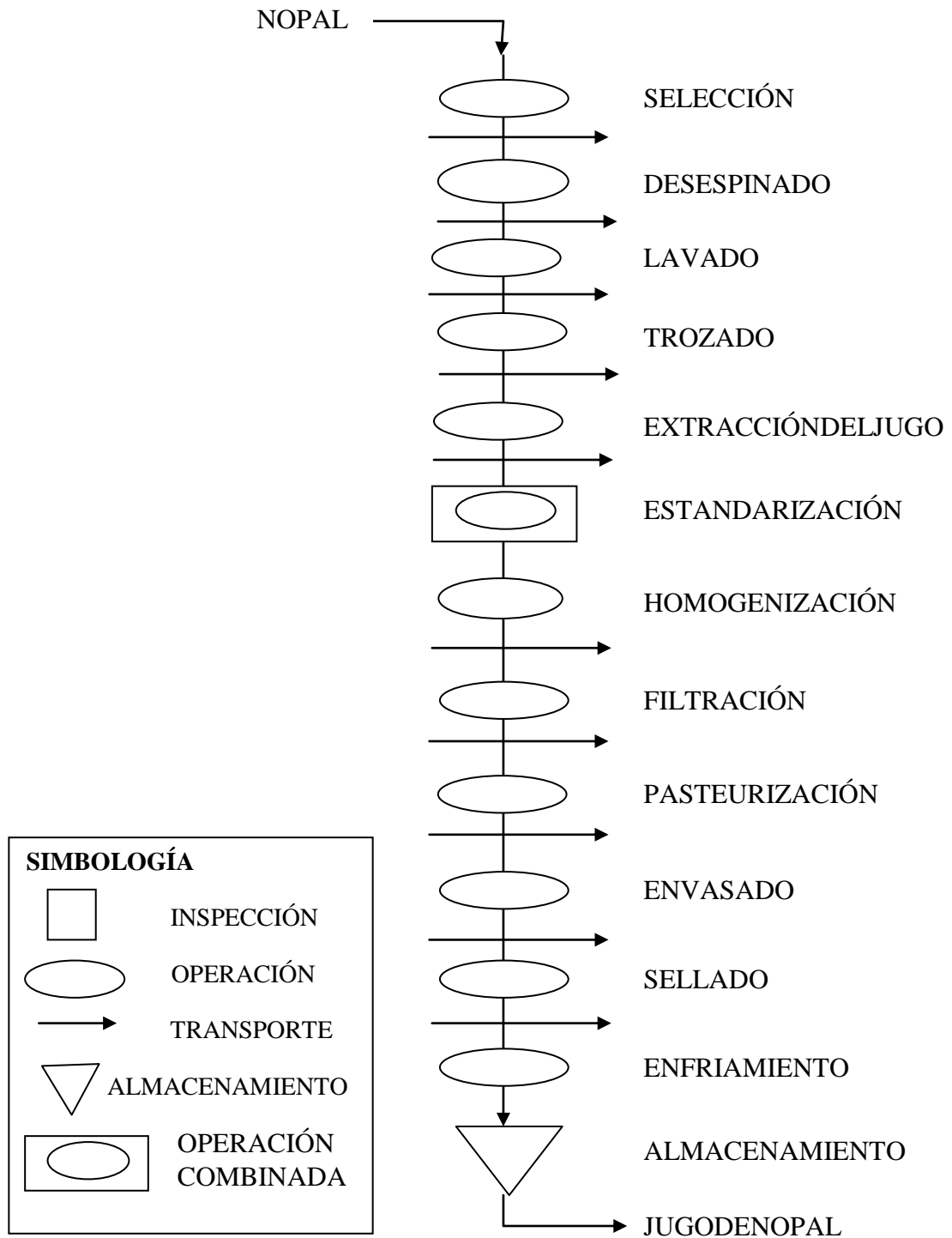
COSTOS MICROBIOLÓGICOS				
CANTIDAD	ANÁLISIS	METODOLOGIA APLICADA	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR TOTAL USD
1	RECuento AEROBIOS TOTALES	AOAC 990.12	UFC / 100 ml	4,50
1	RECuento DE MOHOS	AOAC 997.02	UPM / 100 ml	4,50
1	RECuento DE LEVADURAS	AOAC 997.02	UPL / 100 ml	4,50
TOTAL USD				13,50

3.3 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO PARA EL JUGO DE NOPAL

3.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DEL JUGO DE NOPAL



3.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DEL JUGO DE NOPAL



3.3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA EL JUGO DE NOPAL

3.3.3.1 RECEPCIÓN

Como todo producto agrícola el nopal tiene variaciones en su composición y, por lo tanto, en su aptitud industrial. Esto depende de la especie, la calidad, del huerto de procedencia (clima, suelo) y de las prácticas agrícolas, entre otros aspectos. Estas variaciones fueron tomadas en cuenta para satisfacer a los consumidores, se recibió el nopal en canastillos.

3.3.3.2 SELECCIÓN

Una buena selección garantiza obtener un buen producto consistió en separar materias primas con defectos físicos, químicos y de patógenos que podrían obstaculizar en cualquier etapa del proceso. Fueron seleccionados los nopales de acuerdo al factor establecido de madurez.

3.3.3.3 DESESPINADO

La remoción de las espinas forma parte de la limpieza. Ésta se llevó a cabo en forma manual con cuchillos afilados. Luego del desespinado y conforme al proceso al que se destinó el nopal, se quitaron los bordes con un cuchillo.

3.3.3.4 LAVADO

Se lavaron en agua clorada, lo que tiene un doble propósito; el agua protege los tejidos de la oxidación, evitando que se oscurezcan y además elimina la suciedad,

dejando el producto listo para entrar a proceso, **se reciben en un tanque con agua clorada (30-50 ppm).**

3.3.3.5 TROZADO

Se cortó el nopal en forma de tiras con el fin de facilitar la manipulación para el siguiente proceso.

3.3.3.6 EXTRACCIÓN DEL JUGO

El jugo se obtuvo desintegrando el nopal utilizando el extractor de jugo.

3.3.3.7 ESTANDARIZACIÓN

Operación donde se agregó los aditivos de acuerdo a la formulación que fue seleccionado como el sorbato de potasio y el estabilizante CMC; se realizó la mezcla homogénea de ingredientes regulando la acidez con ácido cítrico hasta pH 3,5 y la adición de conservante sorbato de potasio y el estabilizador CMC de acuerdo a las combinaciones de los factores establecidos, los grados Brix del jugo fue de 13 y la dilución fue una relación de jugo=agua 1=2,33 que en porcentaje corresponde el 30% pulpa y 70% agua.

3.3.3.8 HOMOGENIZACIÓN

Tiene por finalidad uniformizar el jugo, consistió en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes con una licuadora.

3.3.3.9 FILTRACIÓN

Operación que consistió en clarificar el jugo, separando partículas que son ajenas al jugo con un lienzo para café evitando así la precipitación de estas partículas.

3.3.3.10 PASTEURIZACIÓN

Esta operación se realizó con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto, se calentó el jugo hasta su punto de ebullición a 85 grados centígrados, manteniéndolo a esta temperatura por un espacio de 1 a 3 minutos.

3.3.3.11 ENVASADO

El jugo se llenó en caliente a una temperatura de 85 grados centígrados en los envases de plástico, los cuales deben haber sido lavados, purificados con agua clorada. Al llenarlos se deja un espacio vacío, llamado espacio de cabeza, que equivale al 10% de la altura del envase.

3.3.3.12 SELLADO

La colocación de la tapa se hizo manualmente después de haber sido descontaminadas las tapas con solución de cloro.

3.3.3.13 ENFRIAMIENTO

Los envases de plástico fueron enfriados colocándolos bajo un chorro de agua en las industrias lo hacen pasando en una correa transportadora a través de duchas de

agua fría. Se enfrían suficientemente sin requerir de una operación especial, hasta llegar a 30 - 40 °C y se dejan secar al aire.

3.3.3.14 ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO

Cuando los envases de plástico fueron secos, se etiquetaron y fueron almacenados en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de la investigación muestran evidencias de que se presentó diferencia altamente significativa en las variables de sólidos totales, turbidez y azúcares totales; por lo tanto quiere decir que todos los tratamientos son diferentes en la medición de estas 3 variables. En lo que respecta con la medición de la densidad relativa que demuestra casi una igualdad entre todos los tratamientos con una significación en el factor A (Madurez del nopal), concluyendo que el jugo presenta diferente composición.

4.1 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DELJUGO DE NOPAL

4.1.1 ANÁLISIS DE LA DENSIDAD RELATIVA

Cuadro N°10: Evaluación estadística de la densidad relativa

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	1,0395	1,0395	1,0390	3,12	1,039
A1B1C2	1,0406	1,0364	1,0339	3,11	1,037
A1B2C1	1,0392	1,0339	1,0432	3,12	1,039
A1B2C2	1,0395	1,0432	1,0419	3,12	1,042
A2B1C1	1,0419	1,0406	1,0460	3,13	1,043
A2B1C2	1,0395	1,0419	1,0395	3,12	1,040
A2B2C1	1,0432	1,0432	1,0419	3,13	1,043
A2B2C2	1,0432	1,0419	1,0432	3,13	1,043
SUMA	8,3266	8,3206	8,3286	24,9758	1,041

Cuadro N°11: Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,000196078				
Tratamientos	7	0,000100432	0,000014347	3,318835229*	4,03	2,66
FA (Madurez del Nopal)	1	0,000054602	0,000054602	12,630453984**	8,53	4,49
FB (Dosis de Sorbato)	1	0,000015360	0,000015360	3,553074201 NS	8,53	4,49
FC (Dosis de CMC)	1	0,000001707	0,000001707	0,394786022 NS	8,53	4,49
I (Ex)	1	0,000000960	0,000000960	0,222067138 NS	8,53	4,49
I (AxC)	1	0,000003227	0,000003227	0,746392324 NS	8,53	4,49
I (BxC)	1	0,000022042	0,000022042	5,098676902*	8,53	4,49
I (AxBxC)	1	0,000002535	0,000002535	0,586396034 NS	8,53	4,49
ERROR EXP.	16	0,000069168	0,000004323			

CV = 0.1998%; NS: No significativo, *: Significativo y **: Altamente significativo

En el cuadro de la ADEVA se expresa alta significación estadística para el factor A (Madurez del nopal) y significación estadística para tratamientos y en la interacción B(dosis de conservante)xC(dosis de estabilizador). Esto representa que la densidad relativa en el jugo, está determinado por la madurez del nopal.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A(madurez del nopal).

Cuadro N°12: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
A2B1C1	1,043	a
A2B2C1	1,043	a
A2B2C2	1,043	a
A1B2C2	1,042	b
A2B1C2	1,040	c
A1B1C1	1,039	d
A1B2C1	1,039	e
A1B1C2	1,037	f

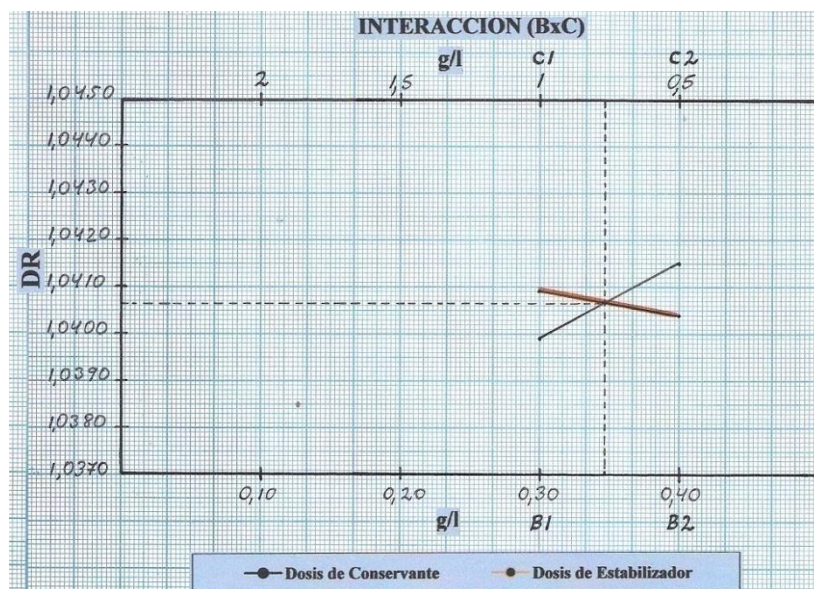
La prueba de Tukey al 5% muestra igualdad de rangos a los tratamientos **A2(madurez del nopal)B1(dosis de conservante)C1(dosis de estabilizador)**, **A2(madurez del nopal)B2(dosis de conservante)C1(dosis de estabilizador)** y **A2(madurez del nopal)B2(dosis de conservante)C2(dosis de estabilizador)**.

Cuadro N°13: Prueba DMS para el factor A (Madurez del nopal)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	1,042	a
A1	1,039	b

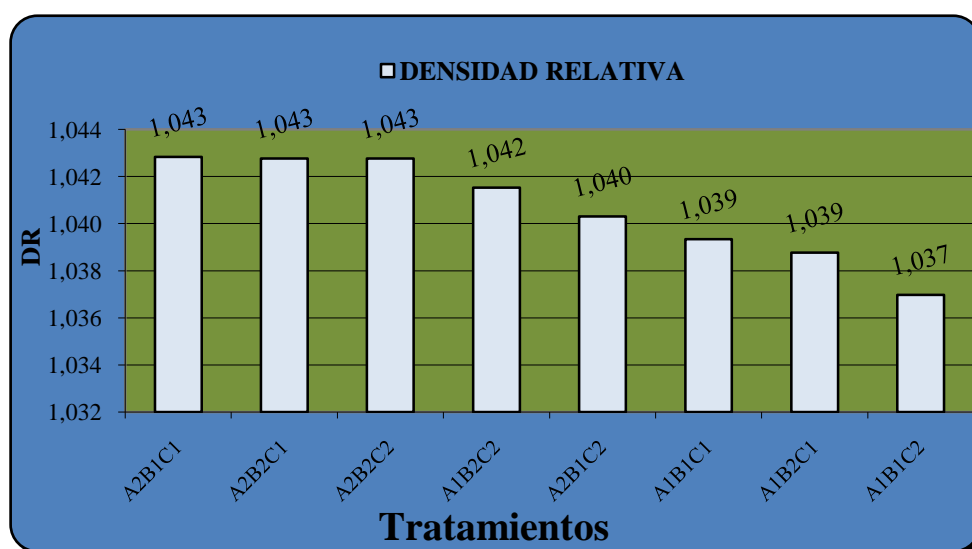
La prueba de DMS para el factor A(madurez del nopal) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La madurez del nopal que induce a una mayor densidad relativa es **A2(madurez del nopal)** que corresponde a 12 meses.

Gráfico 1: Interacción entre el factor B (Dosis de Sorbato) y el factor C (Dosis de CMC) en la variable densidad relativa



Al observar el gráfico muestra que la interacción entre los factores B (dosis de conservante) y C(dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes condiciones: dosis de conservante (0,36g/l), dosis de estabilizador (0,77g/l) y una densidad relativa en el jugo (1,0485 DR).

Gráfico 2: Evaluación estadística de la densidad relativa



Por lo tanto se concluye que los mejores tratamientos con densidad relativa son los siguientes: A2B1C1 (1,043), A2B2C1 (1,043), A2B2C2 (1,043), A1B2C2 (1,042) y A2B1C2 (1,040); los valores fueron comparados con rangos de valores de densidad relativa 1,040 - 1,045 establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

4.1.2 ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES

Cuadro N°14: Evaluación estadística de sólidos totales

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	14,8400	14,4600	14,4900	43,79	14,60
A1B1C2	14,8400	14,5200	14,5300	43,89	14,63
A1B2C1	14,0500	14,4800	15,0600	43,59	14,53
A1B2C2	14,8100	15,1300	15,1300	45,07	15,02
A2B1C1	15,1000	14,4000	15,0000	44,50	14,83
A2B1C2	14,7000	14,9000	14,5000	44,10	14,70
A2B2C1	14,2000	14,8000	14,8400	43,84	14,61
A2B2C2	15,0000	14,8700	14,9100	44,78	14,93
SUMA	117,5400	117,5600	118,4600	353,5600	14,73

Cuadro N°15: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	2,02310				
Tratamientos	7	0,65300	0,0933000	21578,8454**	4,03	2,66
FA (Madurez del Nopal)	1	0,03227	0,0323000	7463,9232**	8,53	4,49
FB (Dosis de Sorbato)	1	0,04170	0,0417000	9638,3306**	8,53	4,49
FC (Dosis de CMC)	1	0,18730	0,1873000	43318,5132**	8,53	4,49
I (AxB)	1	0,03840	0,0384000	8882,6855**	8,53	4,49
I (AxC)	1	0,04510	0,0451000	10424,8184**	8,53	4,49
I (BxC)	1	0,30830	0,3083000	71308,2253**	8,53	4,49
I (AxBxC)	1	0,00007	0,0001000	15,4213**	8,53	4,49
ERROR EXP.	16	0,00010	0,0000043			

CV = 0,0141 %

En el análisis del cuadro ADEVA se muestra alta significación estadística para tratamientos, factor A (Madurez del nopal), factor B (Dosis de sorbato), factor C (Dosis de CMC), interacción A(Madurez del nopal)xB(Dosis de sorbato), interacción A(Madurez del nopal)xC(Dosis de CMC), interacción B(Dosis de sorbato)xC(Dosis de CMC), interacción A(Madurez del nopal)xB(Dosis de sorbato)xC(Dosis de CMC). Por lo que influye en el porcentaje de sólidos totales la madurez del nopal, las dosis de sorbato y CMC.

Al existir alta significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A(Madurez del nopal), B(Dosis de sorbato) y C(Dosis de CMC).

Cuadro N°16: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
A1B2C2	15,02	a
A2B2C2	14,93	b
A2B1C1	14,83	c
A2B1C2	14,70	d
A1B1C2	14,63	e
A2B2C1	14,61	f
A1B1C1	14,60	g
A1B2C1	14,53	h

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Lo que significó que el tratamiento que ocupa el primer lugar es el **A1(madurez del nopal)B2(dosis de conservante)C2(dosis de estabilizador)** el que mayor contenido de sólidos totales presenta.

Cuadro N°17: Prueba DMS para el factor A (Madurez del nopal)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A1	14,77	a
A2	14,70	b

La prueba de DMS para el factor A(madurez del nopal) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La madurez del nopal que ha dejado un mayor residuo de sólidos totales en el jugo es A1(madurez del nopal) que corresponde a 6 meses.

Cuadro N°18: Prueba DMS para el factor B (Dosis de conservante)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B2	14,77	a
B1	14,69	b

La prueba de DMS para el factor B(Dosis de conservante) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La dosis de conservante que induce a dejar un mayor remanente de sólidos totales en el jugo es B2(Dosis de conservante) que corresponde a 0,40 g/l.

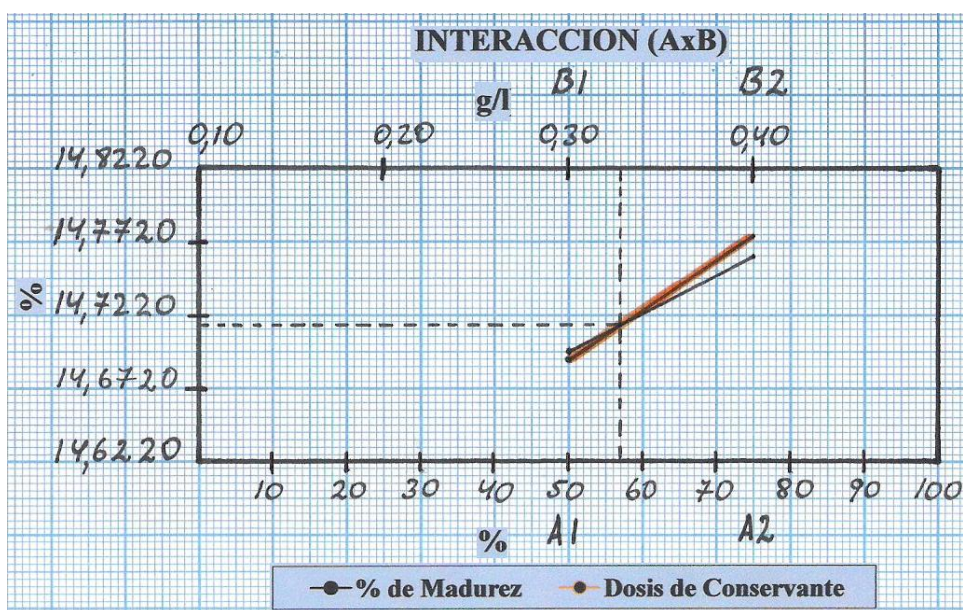
Cuadro N°19: Prueba de DMS para el factor C (Dosis de estabilizador)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C2	14,82	a
C1	14,64	b

La prueba de DMS para el factor C(Dosis de estabilizador) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La dosis de conservante que induce a dejar un mayor

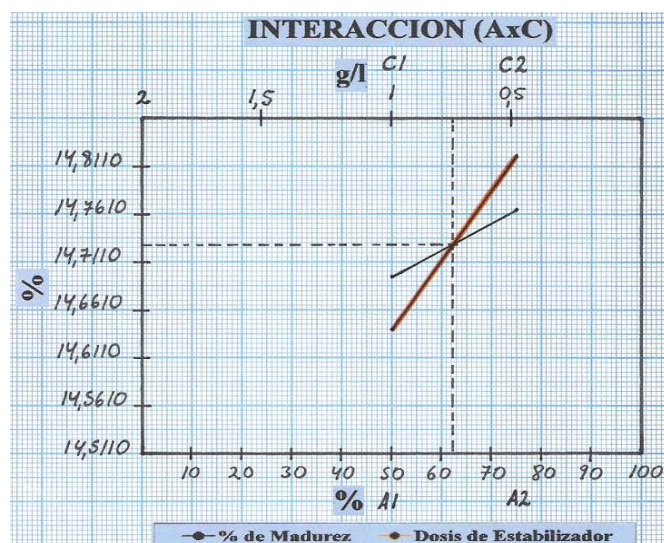
remanente de sólidos totales en el jugo es C2(Dosis de estabilizador) que corresponde a 0,5g/l.

Gráfico 3: Interacción entre el factor A (Madurez del nopal) y el factor B (Dosis de conservante) en la variable sólidos totales



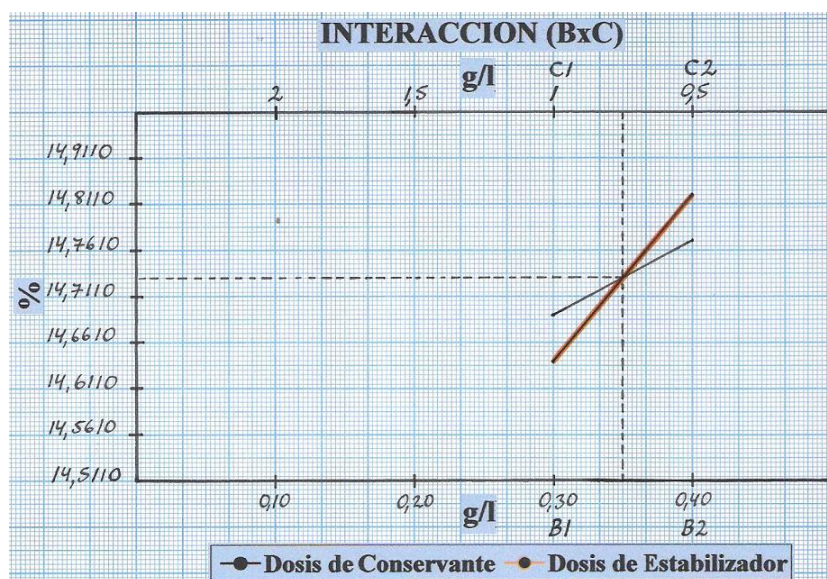
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A(Madurez del nopal) y B(Dosis de conservante) se efectúa bajo las siguientes condiciones: madurez del nopal (57%), dosis de conservante (0,33g/l) y una concentración de sólidos totales remanente en el jugo (14,7119%).

Gráfico 4: Interacción entre el factor A (Madurez del nopal) y el factor C (Dosis de estabilizador) en la variable sólidos totales



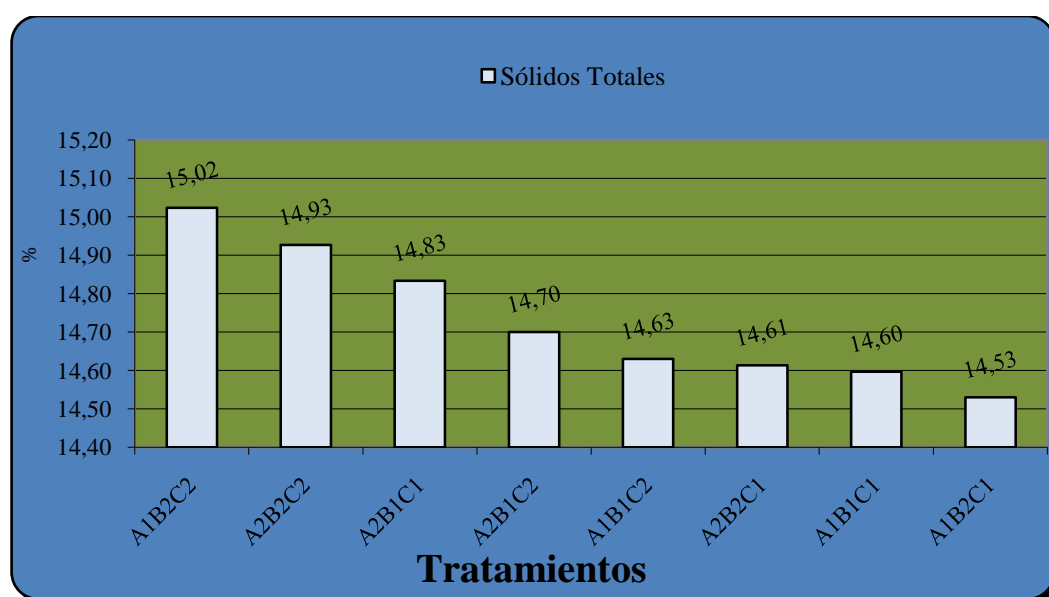
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A(Madurez del nopal) y C(Dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes condiciones: madurez del nopal (62%), dosis de estabilizador (0,71g/l) y una concentración de sólidos totales en el jugo (14,7305%).

Gráfico 5: Interacción entre el factor B (Dosis de conservante), factor C (Dosis de estabilizador) en la variable sólidos totales



El gráfico muestra que la interacción entre los factores B(Dosis de conservante) y C(Dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes condiciones: dosis de conservante (0,35g/l), dosis de estabilizador (0,75g/l), y una concentración de sólidos totales en el jugo (14,7205%).

Gráfico 6: Evaluación estadística de sólidos totales



Por lo tanto se concluye que los mejores tratamientos con sólidos totales son los siguientes: A1B1C1 (14,60%), A1B2C1 (14,53%); los valores fueron comparados con rangos de valores de sólidos totales 10,0-14,6 % establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

4.1.3 ANÁLISIS DE AZÚCARES TOTALES

Cuadro N°20: Evaluación estadística de azúcares totales

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	9,8000	9,8000	9,7000	29,30	9,77
A1B1C2	10,1000	9,1000	8,5000	27,70	9,23
A1B2C1	9,8000	8,5000	10,7000	29,00	9,67
A1B2C2	9,8000	10,7000	10,4000	30,90	10,30
A2B1C1	10,4000	10,1000	11,3000	31,80	10,60
A2B1C2	9,8000	10,4000	9,8000	30,00	10,00
A2B2C1	10,7000	10,7000	10,4000	31,80	10,60
A2B2C2	10,7000	10,4000	10,7000	31,80	10,60
SUMA	81,1000	79,7000	81,5000	242,3000	10,10

Cuadro N°21: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	10,86960				
Tratamientos	7	5,54958	0,7928000	183389,894**	4,03	2,66
FA (Madurez del Nopal)	1	3,01042	3,0104000	696369,388**	8,53	4,49
FB (Dosis de Sorbato)	1	0,92040	0,9204000	212910,724**	8,53	4,49
FC (Dosis de CMC)	1	0,09370	0,0937000	21686,244**	8,53	4,49
I (AxB)	1	0,05040	0,0504000	11662,380**	8,53	4,49
I (AxC)	1	0,18380	0,1838000	42505,038**	8,53	4,49
I (BxC)	1	1,17040	1,1704000	270740,707**	8,53	4,49
I (AxBxC)	1	0,12042	0,1204000	27854,776**	8,53	4,49
ERROR EXP.	16	0,00010	0,0000043			

CV = 0,0206 %

El ADEVA muestra alta significación estadística para tratamientos, factor A(Madurez del nopal), factor B(Dosis de sorbato), factor C(Dosis de CMC), interacción A(Madurez del nopal)xB(Dosis de sorbato), interacción A(Madurez

del nopal)xC(Dosis de CMC), interacción B(Dosis de sorbato)xC(Dosis de CMC), interacción A(Madurez del nopal)xB(Dosis de sorbato)xC(Dosis de CMC). Por lo que influye en el porcentaje de sólidos totales la madurez del nopal, las dosis de sorbato y CMC. Esto significa que los azúcares totales en el jugo están determinados por la madurez del nopal, dosis de conservante y la dosis del estabilizador.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para los factores A, B y C.

Cuadro N°22: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
A2B1C1	10,60	a
A2B2C1	10,60	a
A2B2C2	10,60	a
A1B2C2	10,30	b
A2B1C2	10,00	c
A1B1C1	9,77	d
A1B2C1	9,67	e
A1B1C2	9,23	f

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con mayor % de azúcares totales en el jugo son **A2(madurez del nopal)B1(dosis de conservante)C1(dosis de estabilizador)**, **A2(madurez del nopal)B2(dosis de conservante)C1(dosis de estabilizador)** y **A2(madurez del nopal)B2(dosis de conservante)C2(dosis de estabilizador)**.

Cuadro N°23: Prueba DMS para el factor A (Madurez del nopal)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	10,45	a
A1	9,74	b

La prueba de DMS para el factor A(Madurez del nopal) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La madurez del nopal que induce a un mayor % de azúcares totales en el jugo de es A2(Madurez del nopal) que corresponde a 12 meses.

Cuadro N°24: Prueba DMS para el factor B (Dosis de conservante)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	10,29	a
B2	9,90	b

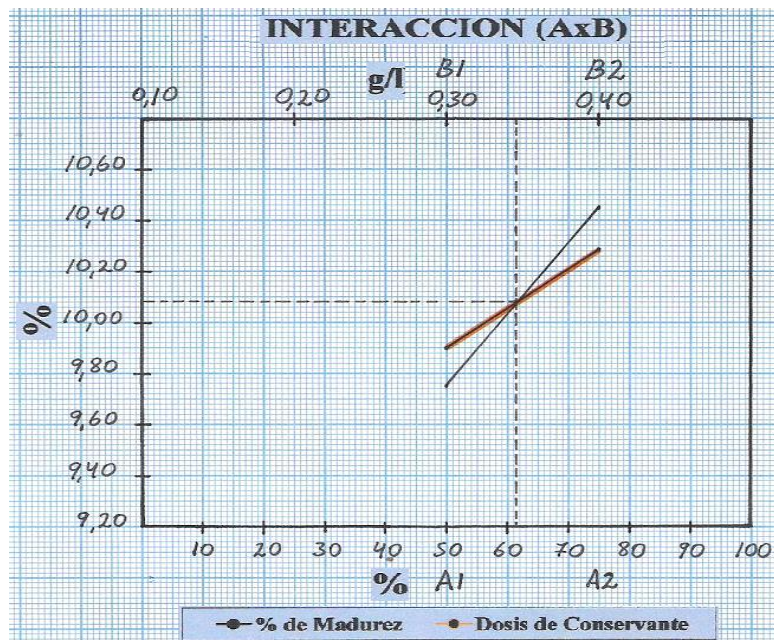
La prueba de DMS para el factor B(Dosis de conservante) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La dosis de conservante que induce a un mayor % de azúcares totales en el jugo es B1(Dosis de conservante) que corresponde a 0,30g/l.

Cuadro N°25: Prueba DMS para el factor C (Dosis de estabilizador)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C1	10,16	a
C2	10,03	b

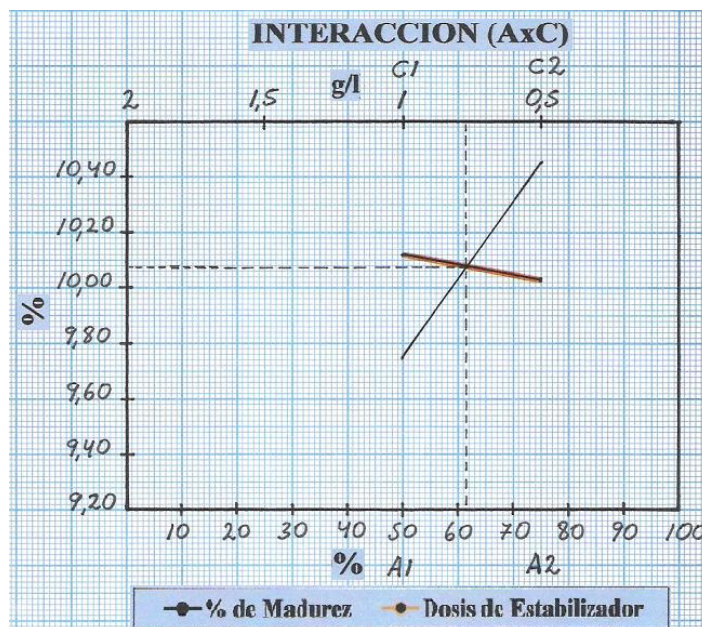
La prueba de DMS para el factor C(Dosis de estabilizador) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La dosis de estabilizador que induce a un mayor % de azúcares totales en el jugo es C1(Dosis de estabilizador) que corresponde a 1g/l.

Gráfico 7: Interacción entre el factor A (Madurez del nopal) y el factor B (Dosis de conservante) en la variable azúcares totales



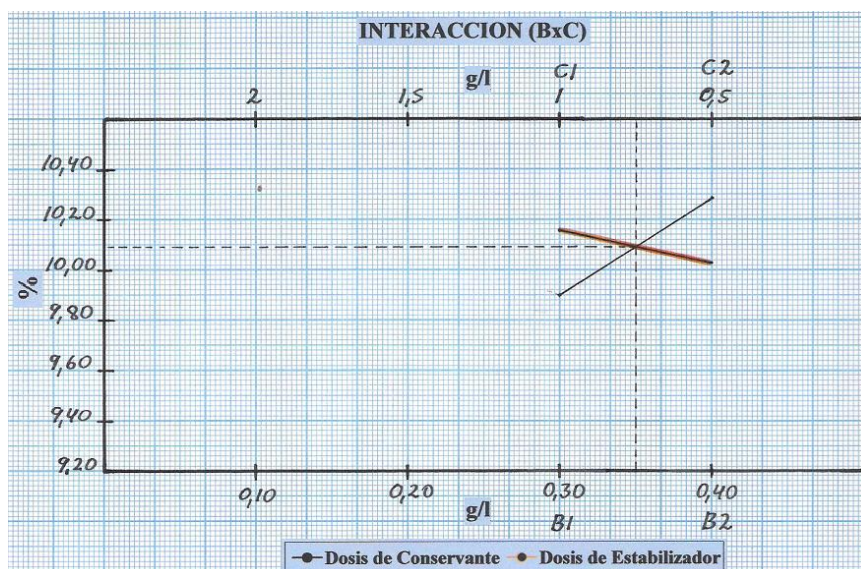
Al graficar estos datos muestra que la interacción entre los factores A(Madurez del nopal) y B(dosis de conservante) se efectúa bajo las siguientes condiciones: Madurez del nopal (61%), dosis de conservante (0,343g/l) y un % de azúcares totales en el jugo (10,095%).

Gráfico 8: Interacción entre el factor A (Madurez del nopal) y el factor C (Dosis de estabilizador) en la variable azúcares totales



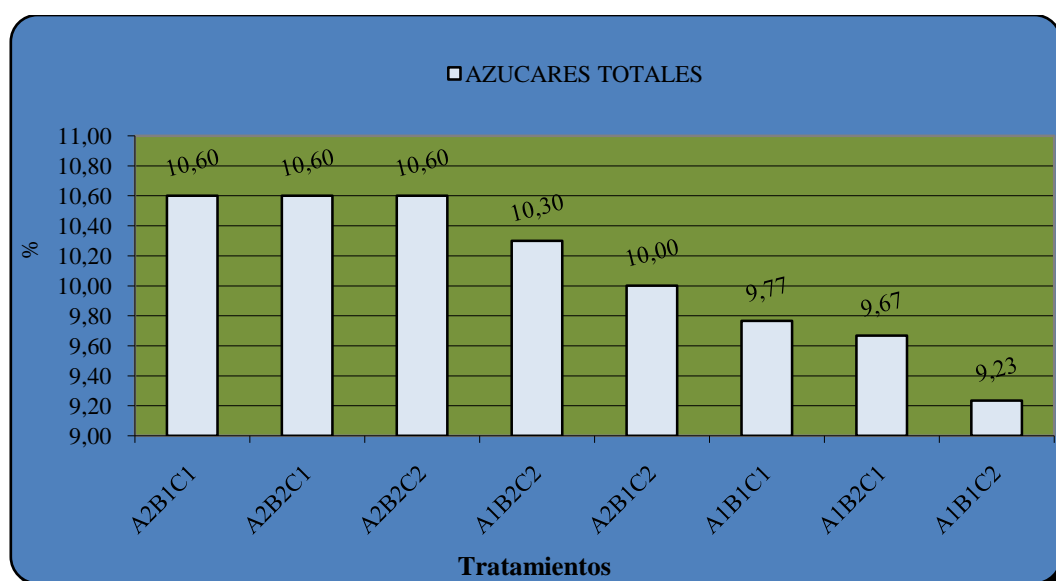
El gráfico indica que la interacción entre los factores A(Madurez del nopal) y C(Dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes condiciones: madurez del nopal (61,5%), dosis de estabilizador (0,76 g/l) y un% de azúcares totales en el jugo (10,09%).

Gráfico 9: Interacción entre el factor B (Dosis de conservante) y el factor C (Dosis de estabilizador) en la variable azúcares totales



El gráfico indica que la interacción entre los factores B(Dosis de conservante) y C(Dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes condiciones: dosis de conservante (0,35g/l), dosis de estabilizador (0,75g/l) y un % de azúcares totales en el jugo (10,095%).

Gráfico 10: Evaluación estadística de azúcares totales



Por lo tanto se concluye que todos son mejores tratamientos con azúcares totales; los valores fueron comparados con rangos de valores de azúcares totales 5-12% establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

4.1.4ANÁLISIS DE LA TURBIDEZ

Cuadro N°26: Evaluación estadística de la turbidez

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1C1	215,0000	240,0000	210,0000	665,00	221,67
A1B1C2	120,0000	235,0000	260,0000	615,00	205,00
A1B2C1	180,0000	270,0000	87,0000	537,00	179,00
A1B2C2	57,0000	64,0000	72,0000	193,00	64,33
A2B1C1	130,0000	130,0000	135,0000	395,00	131,67
A2B1C2	110,0000	115,0000	130,0000	355,00	118,33
A2B2C1	135,0000	110,0000	110,0000	355,00	118,33
A2B2C2	140,0000	125,0000	110,0000	375,00	125,00
SUMA	1087,0000	1289,0000	1114,0000	3490,0000	145,42

Cuadro N°27: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	87043,8333				
Tratamientos	7	57418,50000	8202,6429	1897434812,541**	4,03	2,66
FA (Madurez del Nopal)	1	11704,16667	11704,1667	2707407072,560**	8,53	4,49
FB (Dosis de Sorbato)	1	13537,5000	13537,5000	3131493620,060**	8,53	4,49
FC (Dosis de CMC)	1	7141,5000	7141,5000	1651971315,801**	8,53	4,49
I (AxB)	1	11704,1667	11704,1667	2707407072,560**	8,53	4,49
I (AxC)	1	5828,1667	5828,1667	1348171134,501**	8,53	4,49
I (BxC)	1	2281,5000	2281,5000	527756431,702**	8,53	4,49
I (AxBxC)	1	5221,50000	5221,5000	1207837040,601**	8,53	4,49
ERROR EXP.	16	0,0001	0,0000043			

CV = 0,0071%

El ADEVA muestra alta significación estadística para factor A(Madurez del nopal), factor B(Dosis de sorbato), factor C(Dosis de CMC), interacción A(Madurez del nopal)xB(Dosis de sorbato), interacción A(Madurez del nopal)xC(Dosis de CMC), interacción B(Dosis de sorbato)xC(Dosis de CMC), interacción A(Madurez del nopal)xB(Dosis de sorbato)xC(Dosis de CMC). En consecuencia, la turbidez en el jugo está determinada por la madurez del nopal, dosis de conservante y dosis de estabilizador.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para los factores A(Madurez del nopal), B(Dosis de sorbato), C(Dosis de CMC).

Cuadro N°28: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
A1B1C1	221,67	a
A1B1C2	205,00	b
A1B2C1	179,00	c
A2B1C1	131,67	d
A2B2C2	125,00	e
A2B1C2	118,33	f
A2B2C1	118,33	g
A1B2C2	64,33	h

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Analizando las medias, el tratamiento con mayor turbidez en el jugo es A1(Madurez del nopal)B1(Dosis de sorbato)C1(Dosis de CMC).

Cuadro N°29: Prueba DMS para el factor A (Madurez del nopal)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A1	167,50	a
A2	123,33	b

La prueba de DMS para el factor A(Madurez del nopal) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La madurez del nopal que provoca a una mayor turbidez en el jugo es A1(Madurez del nopal) que corresponde a 6 meses.

Cuadro N°30: Prueba DMS para el factor B (dosis de conservante)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	169,17	a
B2	121,67	b

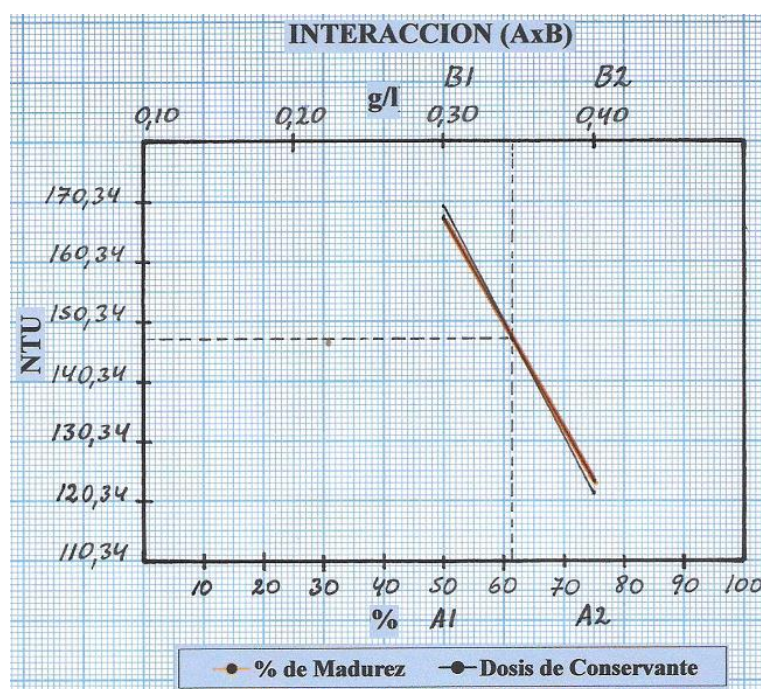
La prueba de DMS para el factor B(dosis de conservante) muestra diferencia de rangos entra cada nivel. La dosis de conservante que da como resultado una mayor turbidez en el jugo es B1(dosis de conservante) que corresponde a 0,30g/l.

Cuadro N°31: Prueba DMS para el factor C (dosis de estabilizador)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C1	162,67	A
C2	128,17	B

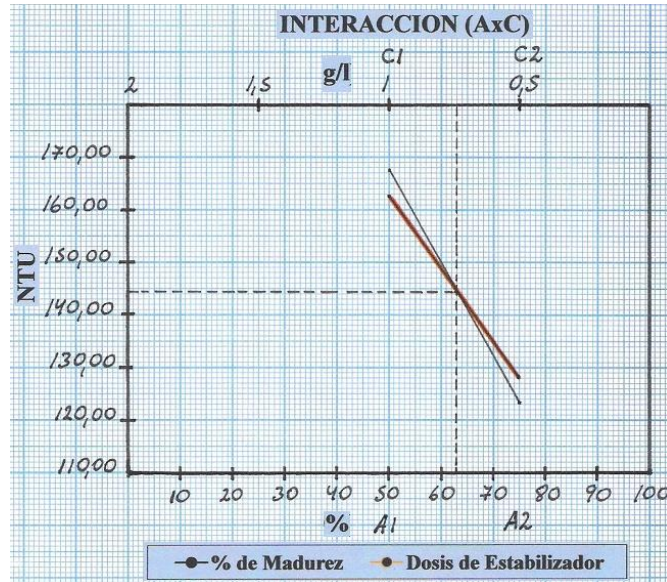
La prueba de DMS para el factor C(dosis de estabilizador) muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La dosis de estabilizador que provoca a una mayor turbidez en el jugo es C1(dosis de estabilizador) que corresponde a 1g/l.

Gráfico 11: Interacción entre el factor A (Madurez del nopal) y el factor B (dosis de conservante) en la variable turbidez



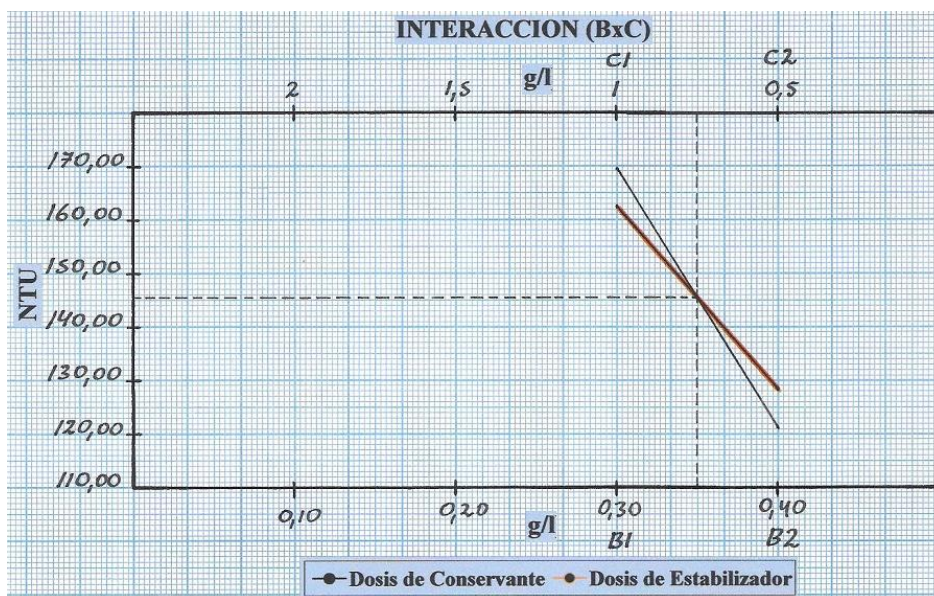
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A(Madurez del nopal) y B(dosis de conservante) se genera bajo las siguientes condiciones: madurez del nopal (61,5%), dosis de conservante (0,342g/l) y una turbidez (148,34NTU).

Gráfico 12. Interacción entre el factor A (Madurez del nopal) y el factor C (Dosis de estabilizador) en la variable turbidez



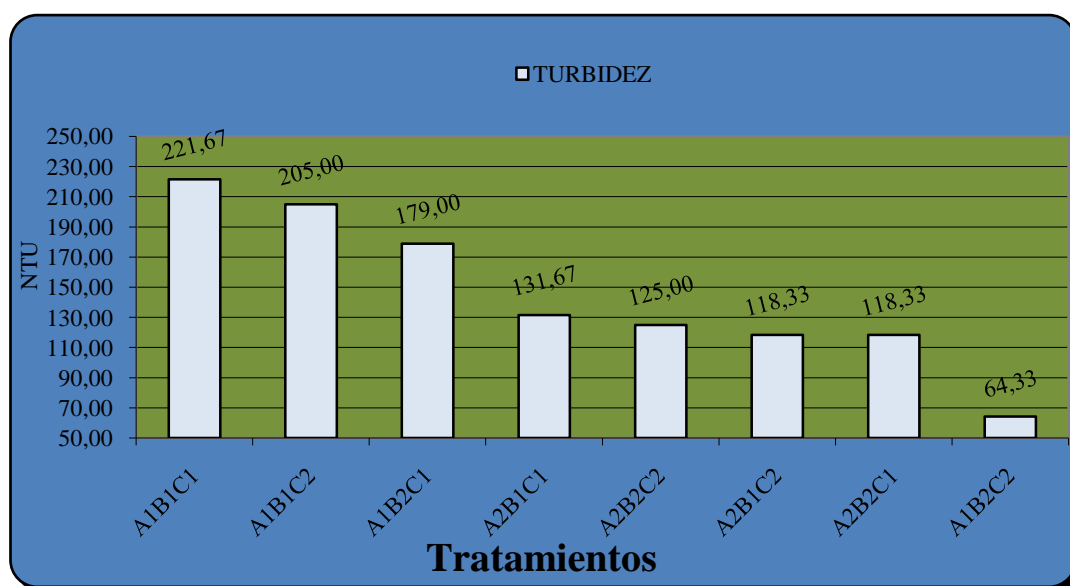
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A (Madurez del nopal) y C (Dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes circunstancias: madurez del nopal (63%), dosis de estabilizador (0,74g/l) y una turbidez en el jugo (144 NTU).

Gráfico 13: Interacción entre el factor B (Dosis de conservante) y el factor C (Dosis de estabilizador) en la variable turbidez



Al observar el gráfico muestra que la interacción entre los factores B(Dosis de conservante) y C(Dosis de estabilizador) se efectúa bajo las siguientes condiciones: dosis de conservante (0,35g/l), dosis de estabilizador (0,75g/l) y una turbidez en el jugo (145,5 NTU).

Gráfico 14: Evaluación estadística de la turbidez



Por lo tanto se concluye que los mejores tratamientos con turbidez son los siguientes: A1B1C1 (221,67NTU), A1B1C2 (205,00NTU); los valores fueron comparados con rangos de valores de turbidez 200-850NTU establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL JUGO DE NOPAL

Se realizó con la prueba de Friedman, la fórmula utilizada fue la siguiente:

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

En el cual:

X^2 = Chi cuadrado

t = Tratamientos

R = Rangos

r = Número de degustadores

4.2.1 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DEL ANALISIS SENSORIAL

4.2.1.1 RANGOS PARA EL COLOR DEL JUGO DE NOPAL

Cuadro N°32: Rangos para el color del jugo de nopal

PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
P1	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	4,00	7,50	7,50	36,00
P2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	36,00
P3	5,50	2,00	5,50	2,00	8,00	2,00	5,50	5,50	36,00
P4	5,50	2,00	5,50	2,00	8,00	2,00	5,50	5,50	36,00
P5	2,00	2,00	2,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	36,00
ΣX	21,00	14,00	18,00	18,00	30,00	22,00	28,50	28,50	180,00
ΣX^2	441,00	196,00	324,00	324,00	900,00	484,00	812,25	812,25	4293,50
X	4,20	2,80	3,60	3,60	6,00	4,40	5,70	5,70	4,50

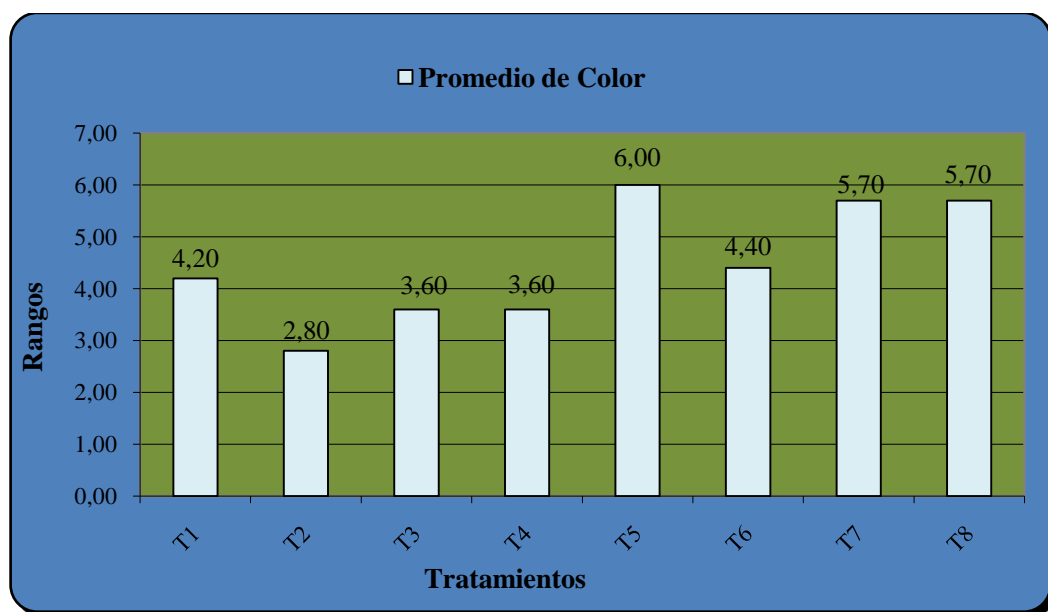
Cuadro N°33: Prueba de Friedman para el color del jugo de nopal

VARIABLE	VALOR CALCULADO X^2	VALOR TABULAR X^2		SIGN.
		5%	1%	
COLOR	8,12	14,1	18,5	NS

NS: No significativo

La prueba de Friedman no muestra significación estadística para la variable color. Es decir, que los degustadores han encontrado el color del jugo de nopal igual en todos los tratamientos.

Gráfico 15: Rangos para el color del jugo de nopal



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor aceptación para la variable color, entre el panel degustador son **T5, T7 y T8**.

4.2.1.2 RANGOS PARA EL OLOR DEL JUGO DE NOPAL

Cuadro N°34: Rangos para el olor del jugo de nopal

PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
P1	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	7,00	7,00	3,00	36,00
P2	2,50	2,50	2,50	2,50	8,00	6,00	6,00	6,00	36,00
P3	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	36,00
P4	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	36,00
P5	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	7,00	7,00	36,00
ΣX	17,00	17,00	17,00	17,00	30,50	28,50	28,50	24,50	180,00
ΣX^2	289,00	289,00	289,00	289,00	930,25	812,25	812,25	600,25	4311,00
\bar{X}	3,40	3,40	3,40	3,40	6,10	5,70	5,70	4,90	4,50

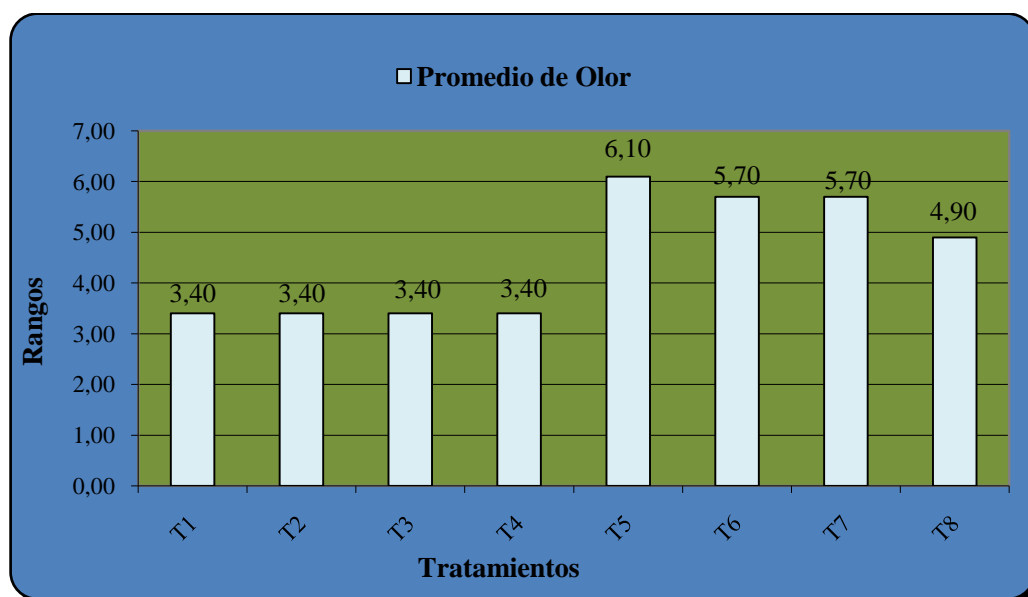
FUENTE: Anexo (2).

Cuadro N°35: Prueba de Friedman para el olor del jugo de nopal

VARIABLE	VALOR CALCULADO	VALOR TABULAR χ^2		SIGN.
	χ^2	5%	1%	
OLOR	8,70	14,1	18,5	NS

No existe significación estadística para la variable olor según la prueba de Friedman, esto significa que los degustadores consideran a esta variable igual entre todos los tratamientos.

Gráfico 16: Rangos para el olor del jugo de nopal



El gráfico indica que los tratamientos con mayor aceptación para la variable olor, entre el panel degustador son **T5, T7 y T6**.

4.2.1.3 RANGOS PARA EL SABOR DEL JUGO DE NOPAL

Cuadro N°36: Rangos para el sabor del jugo de nopal

PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
P1	1,50	1,50	4,00	7,00	7,00	7,00	4,00	4,00	36,00
P2	1,50	1,50	4,50	4,50	7,50	7,50	4,50	4,50	36,00
P3	2,50	2,50	2,50	2,50	6,50	6,50	6,50	6,50	36,00
P4	2,00	2,00	2,00	5,50	8,00	5,50	5,50	5,50	36,00
P5	2,50	2,50	2,50	2,50	8,00	6,00	6,00	6,00	36,00
ΣX	10,00	10,00	15,50	22,00	37,00	32,50	26,50	26,50	180,00
ΣX^2	100,00	100,00	240,25	484,00	1369,00	1056,25	702,25	702,25	4754,00
\bar{X}	2,00	2,00	3,10	4,40	7,40	6,50	5,30	5,30	4,50

FUENTE: Anexo (3).

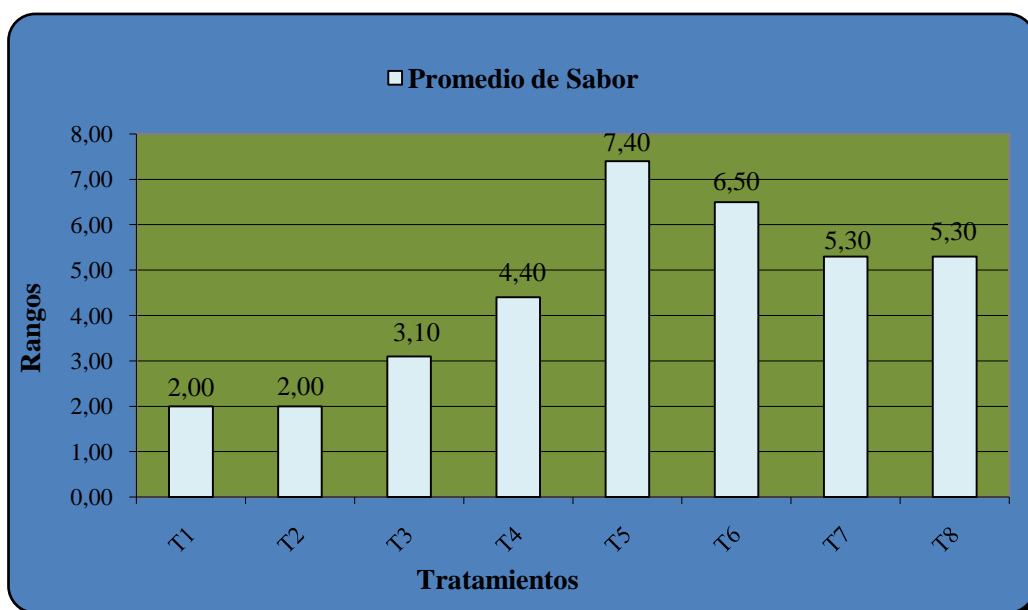
Cuadro N°37: Prueba de Friedman para el sabor del jugo de nopal

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
SABOR	23,47	14,1	18,5	**

NS: No significativo

La prueba de Friedman muestra alta significación estadística para la variable sabor. Es decir, que los degustadores han encontrado diferencia en el sabor del jugo de nopal en todos los tratamientos.

Gráfico 17: Rangos para el sabor del jugo de nopal



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor aceptación para la variable sabor, entre el panel degustador son **T5** y **T6**.

4.2.1.4 RANGOS PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL DEL JUGO DE NOPAL

Cuadro N°38: Rangos para la aceptabilidad general del jugo de nopal

PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
P1	1,00	2,00	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	36,00
P2	1,50	1,50	3,50	3,50	6,50	6,50	6,50	6,50	36,00
P3	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	36,00
P4	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	36,00
P5	2,00	2,00	2,00	5,50	8,00	5,50	5,50	5,50	36,00
ΣX	13,00	14,00	19,50	23,00	32,50	26,00	26,00	26,00	180,00
ΣX^2	169,00	196,00	380,25	529,00	1056,25	676,00	676,00	676,00	4358,50
\bar{X}	2,60	2,80	3,90	4,60	6,50	5,20	5,20	5,20	4,50

FUENTE: Anexo (4).

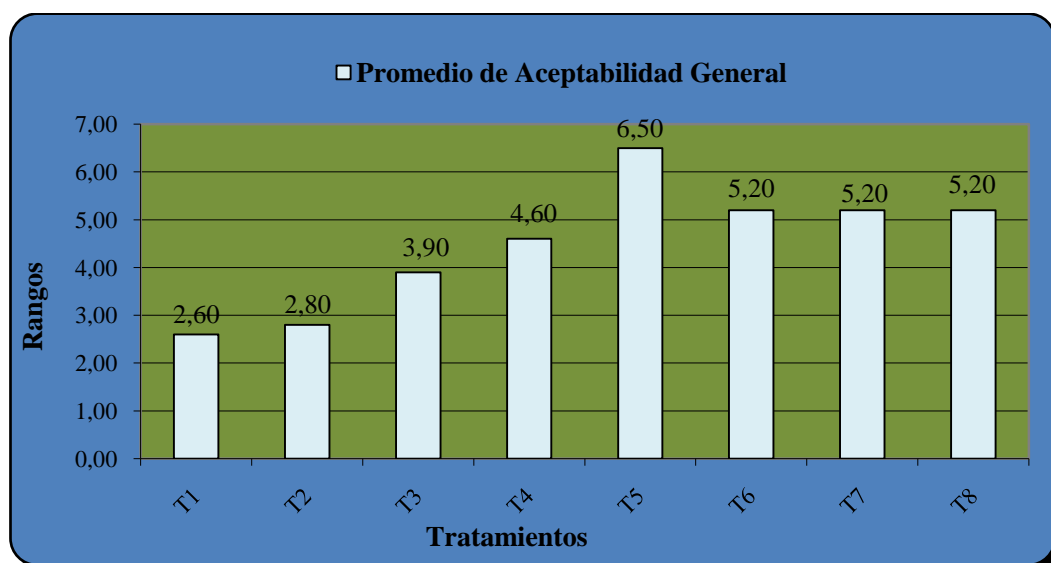
Cuadro N°39: Prueba de Friedman para la aceptabilidad general del jugo de nopal

VARIABLE	VALOR CALCULADO X^2	VALOR TABULAR X^2		SIGN.
		5%	1%	
ACEPTABILIDAD GENERAL	10,28	14,1	18,5	NS

NS: No significativo

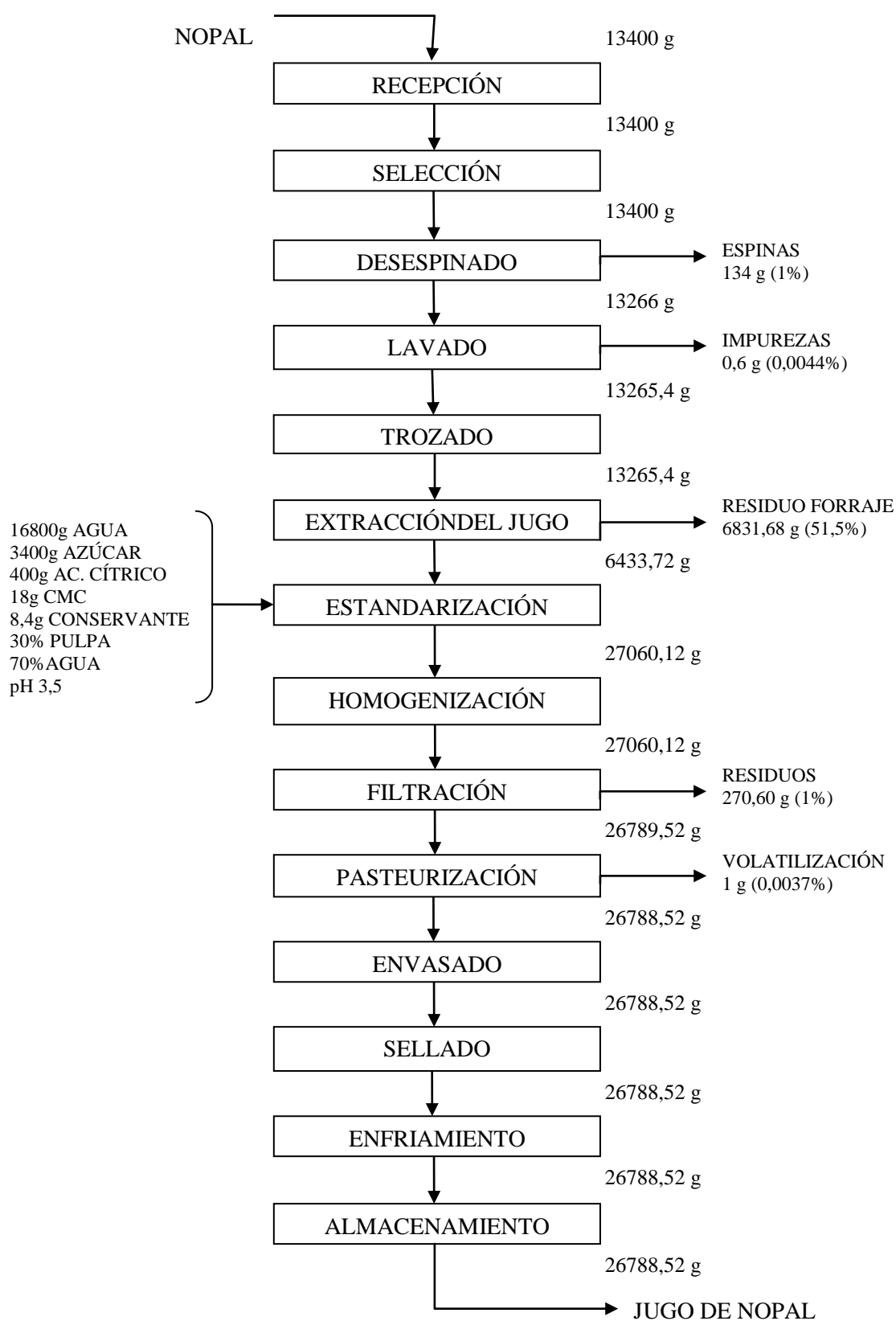
La prueba de Friedman muestra alta significación estadística para la variable aceptabilidad general. Es decir, que los degustadores no encontraron diferencia en el jugo de nopal en todos los tratamientos.

Gráfico 18: Rangos para la aceptabilidad general del jugo de nopal



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor aceptación general, entre el panel degustador es el **T5** y **T6**.

4.3 BALANCE GENERAL Y RENDIMIENTO PARA EL JUGO DE NOPAL



RENDIMIENTO:

$$R = (Mf/Mi) * 100\%$$

Donde:

Mf = Peso final

Mi = Peso inicial

$$\text{Rendimiento} = (26788,52 \text{ g} / 34026,4 \text{ g}) * 100\%$$

Rendimiento = 78,7% en peso

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Con respecto a la variable densidad relativa mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0391 se reflejó que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A2B1C1 (1,043), A2B2C1 (1,043), A2B2C2 (1,043), A1B2C2 (1,042) y A2B1C2 (1,040); los valores fueron comparados con rangos de valores de densidad relativa 1,040 - 1,045 establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.
- En la variable sólidos totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0382 se observó que los mejores tratamientos fueron los conformados por A1B1C1 (14,60%), A1B2C1 (14,53%); los valores también fueron comparados con rangos de valores de sólidos totales 10,0-14,6 % establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.
- En lo referente a la variable de azúcares totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0398 se pudo apreciar que todos los tratamientos fueron los mejores porque estuvieron dentro del rango de valores de azúcares totales 5-12% establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.
- Al analizar la variable turbidez mediante la respectiva medición con el equipo turbidímetro se pudo observar que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A1B1C1 (221,67NTU), A1B1C2 (205,00NTU); los valores

fueron comparados con rangos de valores de turbidez 200-850NTU establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de agricultura Pesca y Alimentación Madrid España.

ANEXO 4

- El producto elaborado ha sido mostrado y degustado por el panel degustador, calificándolo y aceptándolo como un producto de buena calidad al tratamiento número 5 A2 (12 meses) B1 (0,30 g/l) C1 (1 g/l) por tener un aroma, sabor aceptable y color característico del nopal.
- Al proceder con el análisis microbiológico del jugo, los resultados que se obtuvieron de recuento total 4,5 UFC/ml, mohos 8 UPM/ml, levaduras 1,2 UPL/ml fueron comparados con valores establecidos en la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos donde establece los rangos de valores permitidos: recuento estándar en placa REP (recuento total) 3-9 UFC/ml, recuento de mohos y levaduras 3-9 UP/ml; por lo tanto el jugo cumple con los requisitos microbiológicos.
- El rendimiento del proceso en general del jugo de nopal fue del 78,7%.
- Haciendo un análisis del costo de producción de la investigación se puede ver que la inversión realizada fue de \$29,87 en las 24 unidades experimentales, en donde haciendo el respectivo cálculo del costo de la unidad de 250 ml resultó a 0,31 ctvs. sin incluir aún las utilidades. Realizando una comparación con la competencia en la que el precio de la unidad de 250 ml es de 0,50 ctvs. incluido las utilidades se llega a la conclusión que el precio del jugo de nopal incluyendo el valor agregado puede ser igual o inferior al precio de 0,50 ctvs. de la competencia.

- El desespinado del nopal al momento del procesamiento es una de las prácticas claves para el éxito de la producción de esta penca. En general se realiza manualmente con cuchillo, esto genera daños al nopal, las lesiones expuestas pueden oxidarse si el nopal no es tratado. Las desespadoras mecánicas están a nivel de prototipos de prueba.
- El bajo pH 3,5 del jugo, particularmente cuando contiene conservante, con los tratamientos de pasteurización de 85-90 grados centígrados durante 5 minutos permite que se alcance a cumplir con los requisitos microbiológicos de la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos, asegurando un producto confiable.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- Elaborar parámetros fijos sobre factores esenciales de composición y calidad del jugo de nopal.
- Cosechar el nopal tierno porque contiene mayor valor nutrimental que el nopal maduro.
- Incentivar el cultivo de nopal ya que este cultivo genera nuevas formas de ingresos y es una excelente alternativa de alimentación para los habitantes y conservación de los suelos.
- Realizar un mejor proceso más eficiente para mejorar el precio e incorporar al mercado nacional este producto.
- Realizar el envasado en caliente a 85 grados centígrados para que los contaminantes microbiológicos sobre las superficies internas de la botella y tapas sean destruidos.
- Evitar el tiempo demasiado prolongado de tratamiento térmico en la etapa de pasteurización, porque puede producirse altas pérdidas de vitaminas termo sensibles y de otras propiedades características del nopal.

- Desarrollar jugos mix, para lograr nuevos sabores y aromas aún más agradables, además de incorporar composiciones nutricionales alternativas.
- Utilizar el desecho resultante del proceso de extracción del jugo para alimento del ganado.
- Establecer métodos más eficientes de desepinado para el nopal.

CAPITULO VII

RESUMEN

UTILIZACIÓN DE LA PENCA DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*), PARA LA ELABORACIÓN DE JUGO

El propósito para el desarrollo de esta investigación, es el manejo de nuevas alternativas para el progreso de calidad de vida de una población alrededor de 2000 habitantes de raza negra dedicados a las labores agrícolas y el comercio.

Actualmente son más de 40 productores los que en su totalidad cultivan alrededor de 100 hectáreas de nopal en el juncal y que en el Valle del chota se conoce alrededor de 400 familias que se dedican a este cultivo, por lo tanto al obtener mejores ingresos conlleva a realizar mejoras en calidad de vida y obtener nuevas líneas de productos que da como resultado la creación de sistemas agroindustriales encargados de garantizar la confiabilidad de la producción de la materia prima como es el caso del nopal, con su nombre científico (*Opuntia Ficus Indica*).

El nopal además de su fortaleza para soportar las plagas, tiene bajo consumo de agua y su adaptabilidad a los terrenos arenosos y desérticos le hacen atractivo, por lo que adoptando esta investigación, los agricultores darían valor agregado a su materia prima, es muy importante en cuanto a impacto ambiental porque la característica de esta penca al ser cultivada detiene la degradación del suelo deforestado, transformando los suelos infértiles en fértiles.

El jugo de nopal, un producto resultante de esta penca fue elaborado bajo normas de higiene mediante los procesos de recepción, selección, desespinado, lavado, trozado, extracción del jugo, estandarización, homogenización, filtración,

pasteurización, envasado, sellado, enfriamiento y almacenado como cualquier jugo cítrico.

Las muestras de jugo fueron sometidos a estudios estadísticos con un diseño de bloques completamente al azar con 3 niveles **A**: madurez del nopal, **B**: dosis de conservante, **C**: dosis de estabilizador; resultando un total de 24 unidades experimentales con 8 tratamientos, las variables que fueron medidas son las de la densidad relativa, sólidos totales, azúcares totales y turbidez, en el caso del análisis sensorial fueron evaluados las características de color, olor, sabor, y su aceptabilidad en general.

Este análisis se sometió a la prueba de friedman donde los resultados dedujeron que el producto fue aceptado por el degustador dándole la mejor calificación al tratamiento número 5 por reunir las condiciones aceptables al consumidor, llegando a la conclusión de que el nopal es un recurso potencial de consumo por sus bondades para la salud y cuidado al ambiente.

CAPITULO VIII

SUMMARY

USE OF CACTUS (*Opuntia ficus-indica*), FOR THE DEVELOPMENT OF JUICE

The purpose for the development of this research is the use of new alternatives for the advancement of quality of life of a population of about 2000 black people dedicated to farming and trade.

Currently there are over 40 producers who fully grown over 100 hectares of cactus in the reeds and in the Chota valley is known about 400 families who are dedicated to this crop, so to get more income leads to improvements in quality of life and gain new product lines resulting in the creation of agro-systems responsible for ensuring the reliability of the production of raw materials such as cactus, with its scientific name (*Opuntia Ficus-Indica*).

The cactus in addition to its strength to withstand pests, has low water consumption and adaptability to sandy desert land make it attractive, so adopting this research, the farmers would add value to their raw material is very important As for environmental impact because the feature of this stalk when grown stops deforested land degradation, transforming the fertile soil infertile.

The juice of nopal, a product resulting from this stalk was prepared under hygienic standards through the process of receiving, sorting, boned, washed, chopped, juice extraction, standardization, homogenization, filtration, pasteurization, bottling, sealing, cooling and storage any citrus juice.

The juice samples were subjected to statistical study design was completely randomized blocks with 3-levels: mature cactus, B: dose of preservative, C: dose of stabilizer, resulting in a total of 24 experimental units with 8 treatments, variables that were measured are the relative density, total solids, total sugars and turbidity, in the case of sensory analysis were evaluated the characteristics of color, smell, taste and overall acceptability.

This analysis was submitted to the Friedman test where the results deduced that the product was accepted by the taster was given the highest rating to the treatment number 5 by fulfilling the conditions acceptable to consumers, concluding that the cactus is a potential resource of consumption for its health benefits and care for the environment.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. CARDONÍ HERNÁNDEZ, EDUARDO, Santiago/Oriente/1988, Bebidas Notables, 106 p.
2. Comisión del Codex Alimentario. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Informe de la 2a Reunión del Comité de Codex sobre Aditivos Alimentarios. La Haya. Países Bajos. 17 al 21/3/ 1997.
3. CHARLEY. Helen.. Tecnología de Alimentos, editorial LIMUSA México. 2001
4. DESROSIER, NORMAN W. 1964. Conservación de Alimentos. Primera Edición. Edit. ACRIBIA, S.A. México. 468 p.
5. DURÁN RAMÍREZ, FELIPE, Bogotá/grupo latino Ltda. /2003, Procesos de Industrialización de Frutas y Hortalizas, 69 p. ilustrado.
6. FELLOWS, F. 1994. Tecnología del procesado de los alimentos; principios y prácticas. Zaragoza, Esp. Acribia. 550 p.
7. FISHER Patty y Arnold Bender. Valor nutritivo de los alimentos. Ed. Limusa. México 1976.

8. Fundación Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Serie Manuales No. 2, Segunda edición, CIEPE, San Felipe.1984.
9. GONZÁLES SOSA, RAYMUNDO, La Habana/Pueblo y Educación/1978, Microbiología de Bebidas, 186 p. ilus.
10. HART, F.L; FISHER, H. 1 1994. Análisis moderno de los alimentos. Traducción del inglés por Justino Burgos Gonzalos. Zaragoza, Esp. Acribia. 619p.
11. HERNANDEZ, F.; PICAZO, A. y REIG, E. (1998): Actividad productiva y medioambiente. Los residuos industriales en el contexto de los análisis de la eficiencia, *Revista Asturiana de Economía*, número13, páginas 53-72.
12. JUSCA FRESA, BAUDILLO, México D.F./Editia Mexicana/1984, Arboles y Frutales, 381 p, ilus.
13. LACERCA, ALBERTO M, Buenos Aires/Albatros/1984, Industria Casera de Frutas y Hortalizas, 223 p.
14. LEWIS, M. 1993. Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. Zaragoza, Esp. Acribia. Pp 101-132.
15. LUECK E., M. JAGER. Conservación Química de los Alimentos, Características, Uso, Efectos. 2ª Ed. Acribia, Zaragoza, 1981.
16. Manual de buenas prácticas de manejo de agua en las empresas / CEGESTI; segunda edición aumentada Coordinación: Jens Hönerhoff. Diseño Mathijs de Wit San José, C. R.: CEGESTI, 2007. 106 p.; il., 27 cm.

17. Miguel Calvo Rebollar: Aditivos Alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud. Mira Editores, Zaragoza 155 págs. (1991).

18. MULLER M.G, TULLER G, Zaragoza/Acribia/s.f., Nutrición y Ciencia de los Alimentos, 321 p. ilus.

19. WATTS B. M., Ylimaki G.L, L.G. Elias. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa Canadá.

PÁGINAS DE INTERNET CON INFORMACIÓN DEL NOPAL

1. Arizona – Index of PricklyPears
<http://arizona.cacti.home.att.net/cacti02.htm>

2. Cactusnet Newsletter 2000
<http://www.data.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/publicat/Cactusnt/cactus0.htm>

3. Cactus homepage of Texas A & M University, including use as forage
<http://www.tamuk.edu/webuser/cactus/>

4. Development of Sustainable Agriculture in Arid Regions of Chile – Paper on “Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) utilization as a feed for ruminants”
<http://ag.arizona.edu/OALS/oals/proj/linkages/cactus/feed.html>

5. Environmental Affairs Office, Washington State USA –*Opuntia fragilis*
<http://www.wsdot.wa.gov/eesc/environmental/programs/culres/ethbot/m-p/Opuntia.htm>

6. FAO – Cactus Pear as Forage (Technical Bulletins)
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/pasture/CACTUS.HTM>

7. FAO Electronic Conference – Paper on “The Prickly Pears (*Opuntia* spp., Cactaceae)”
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/ECONF95/HTML/OPUNTIA.HTM>

CAPÍTULO X

ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LOS TRATAMIENTOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

INFORME: 18 - 2010

Fecha: 08 de marzo de 2010

Análisis Solicitado por: Kleber Quiquango

Fecha de muestreo: No se comunica

Número de Muestras, Denominación y Características Físicas
 A1B1C1R1, A1B1C1R2, A1B1C1R3, A1B1C2R1, A1B1C2R2, A1B1C2R3,
 A1B2C1R1, A1B2C1R2, A1B2C1R3, A1B2C2R1, A1B2C2R2, A1B2C2R3,
 A2B1C1R1, A2B1C1R2, A2B1C1R3, A2B1C2R1, A2B1C2R2, A2B1C2R3,
 A2B2C1R1, A2B2C1R2, A2B2C1R3, A2B2C2R1, A2B2C2R2, A2B2C2R3

Fecha Recepción Laboratorio: 03 de marzo de 2010

Persona Quien Muestra: No se comunica

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados			
			A1B1C1R1	A1B1C1R2	A1B1C1R3	A1B1C2R1
Sólidos Totales	AOAC 920.171	%	14,84	14,46	14,49	14,84
Turbidez	Turbidimetrico	NTU	215	240	210	120
Azúcares Totales	AOAC 906.03	%	9,8	9,8	9,7	10,1
Densidad Relativa	AOAC 11.002	-----	1,0395	1,0395	1,0390	1,0406

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados			
			A1B1C2R2	A1B1C2R3	A1B2C1R1	A1B2C1R2
Sólidos Totales	AOAC 920.171	%	14,52	14,53	14,05	14,48
Turbidez	Turbidimetrico	NTU	235	260	180	270
Azúcares Totales	AOAC 906.03	%	9,1	8,5	9,8	8,5
Densidad Relativa	AOAC 11.002	-----	1,0364	1,0339	1,0392	1,0339

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados			
			A1B2C1R3	A1B2C2R1	A1B2C2R2	A1B2C2R3
Sólidos Totales	AOAC 920.171	%	15,06	14,81	15,13	15,13
Turbidez	Turbidimetrico	NTU	87	57	64	72
Azúcares Totales	AOAC 906.03	%	10,7	9,8	10,7	10,4
Densidad Relativa	AOAC 11.002	-----	1,0432	1,0395	1,0432	1,0419

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados			
			A2B1C1R1	A2B1C1R2	A2B1C1R3	A2B1C2R1
Sólidos Totales	AOAC 920.171	%	15,1	14,4	15,0	14,7
Turbidez	Turbidimetrico	NTU	130	130	135	110
Azúcares Totales	AOAC 906.03	%	10,4	10,1	11,3	9,8
Densidad Relativa	AOAC 11.002	-----	1,0419	1,0406	1,0460	1,0395

Misión Institucional

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



Ciudad Universitaria barrio El Olivo
 Teléfono: (00) 2 953-461 Casilla 199
 Fax: (00) 2 953-4202 640-811 Fax: Ext:101
 E-mail: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados			
			A2B1C2R2	A2B1C2R3	A2B2C1R1	A2B2C1R2
Sólidos Totales	AOAC 920.171	%	14,9	14,5	14,2	14,8
Turbidez	Turbidimetrico	NTU	115	130	135	110
Azúcares Totales	AOAC 906.03	%	10,4	9,8	10,7	10,7
Densidad Relativa	AOAC 11.002	----	1,0419	1,0395	1,0432	1,0432

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados			
			A2B2C1R3	A2B2C2R1	A2B2C2R2	A2B2C2R3
Sólidos Totales	AOAC 920.171	%	14,84	15,00	14,87	14,91
Turbidez	Turbidimetrico	NTU	110	140	125	110
Azúcares Totales	AOAC 906.03	%	10,4	10,7	10,4	10,7
Densidad Relativa	AOAC 11.002	----	1,0419	1,0432	1,0419	1,0432

Nota: Los Resultados de los Análisis Realizados, Corresponden Solo para las Muestras Entregadas a este Laboratorio

Atentamente,

 Bioq. José Luis Moreno
 DOCENTE - ANALISTA



Misión Institucional

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

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
 Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
 (06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011
 E-mail: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec

ANEXO 2: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Análisis

Solicitado por: Wilson Quiquango	Fecha de Recepción: 21 de septiembre de 2010
Numero de Muestras: Una	A2B1C1
	Fecha de Recepción: 27 de septiembre de 2010

Parámetros Microbiológicos	Unidad de Medida	Resultados	Metodología Aplicada
Recuento Aerobios Totales	UFC /100 ml	450	AOAC 990.12
Recuento De Mohos	UPM/100 ml	800	AOAC 997.02
Recuento De Levaduras	UPL/100 ml	120	AOAC 997.02

Nota: Los Resultados Obtenidos Corresponden Sólo Para Las Muestras Analizadas

ATENTAMENTE


Bta. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

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

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext-1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 3: NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL

NORMA DEL CODEX PARA EL NOPAL

(CODEX STAN 185-1993, EMD. 1-2005)

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de nopales obtenidos de *Opuntia ficus indica*, *O. tomentosa*, *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. inermis*, *O. undulata*, de la familia *Cactaceae*, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los nopales destinados a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los nopales deberán:

- estar enteros;
- estar sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;
- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;
- ser de consistencia firme;
- estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;
- estar exentos de espinas;
- estar exentos de manchas pronunciadas;
- estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto.

Los nopales deberán presentar la forma, color, sabor y olor característicos de la especie.

2.1.1 El desarrollo y condición de los nopales deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

2.2 CLASIFICACIÓN

Los nopales se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1 Categoría "Extra"

Los nopales de esta categoría deberán ser de calidad superior y característicos de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

2.2.2 Categoría I

Los nopales de esta categoría deberán ser de buena calidad y característicos de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma y color;
- defectos leves de la piel debidos a magulladuras, cicatrices, costras, manchas u otros defectos superficiales. La superficie total afectada no deberá superar el 5%.

2.2.3 Categoría II

Esta categoría comprende los nopales que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Los nopales de esta categoría deberán ser característicos de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los nopales conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma y color, siempre y cuando el producto tenga las características propias del nopal;
- defectos de la piel debidos a magulladuras, cicatrices, costras, manchas u otros defectos. La superficie total afectada no deberá superar el 10%.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

El calibre se determina por la longitud del nopal, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Código de Calibre	Longitud (en centímetros)
A	9 - 13
B	13 - 17
C	17 - 21
D	21 - 25
E	25 - 30

4. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

En cada envase se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 TOLERANCIAS DE CALIDAD

4.1.1 Categoría "Extra"

El 5%, en número o en peso, de los nopales que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 Categoría I

El 10%, en número o en peso, de los nopales que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.3 Categoría II

El 10%, en número o en peso, de los nopales que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre, irregularidades pronunciadas, o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

4.2 TOLERANCIAS DE CALIBRE

Para la Categoría "Extra", el 5%, y para las Categorías I y II el 10%, en número o en peso, de los nopales que no satisfagan los requisitos relativos al calibre, pero que entren en la categoría inmediatamente superior o inferior a las indicadas en la Sección 3.

5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

5.1 HOMOGENEIDAD

El contenido de cada envase (o lote, para productos presentados a granel) deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por nopales del mismo origen, variedad, calidad y calibre. Para la Categoría "Extra", el color y la madurez deberán ser homogéneos. La parte visible del contenido del envase (o lote, para productos presentados a granel) deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2 ENVASADO

Los nopales deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos¹, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Los nopales deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995, Emd. 1-2004).

5.2.1 Descripción de los Envases

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación apropiados de los nopales. Los envases (o lote, para productos presentados a granel) deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1 ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1 Naturaleza del Producto

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad.

6.2 ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan el envío. Para los productos transportados a granel, estas indicaciones deberán aparecer en el documento que acompaña a la mercancía.

¹ Para los fines de esta Norma, esto incluye el material recuperado de calidad alimentaria.

6.2.1 Identificación

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo)².

6.2.2 Naturaleza del Producto

Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad o tipo comercial (facultativo).

6.2.3 Origen del Producto

País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4 Especificaciones Comerciales

- Categoría;
- Calibre (código de calibre o gama de longitud en centímetros);
- Número de unidades (facultativo);
- Peso neto (facultativo).

6.2.5 Marca de Inspección Oficial (facultativa)

7. CONTAMINANTES

7.1 METALES PESADOS

Los nopales deberán cumplir con los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

7.2 RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

Los nopales deberán cumplir con los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

8. HIGIENE

8.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003), Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

8.2 Los productos deberán ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).

² La legislación nacional de algunos países requiere una declaración expresa del nombre y la dirección. Sin embargo, en caso de que se utilice una marca en clave, habrá de consignarse muy cerca de ella la referencia al "envasador y/o expedidor" (o a las siglas correspondientes).

ANEXO 4: REAL DECRETO 1518/2007 REGLAMENTACIÓN TÉCNICO-SANITARIA DE JUGOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN MADRID ESPAÑA

50632

Sábado 8 diciembre 2007

BOE núm. 294

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

21091 *REAL DECRETO 1518/2007, de 16 de noviembre, por el que se establecen parámetros mínimos de calidad en zumos de frutas y los métodos de análisis aplicables.*

El Real Decreto 1050/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria de zumos de frutas y de otros productos similares, destinados a la alimentación humana, incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2001/112/CE del Consejo, de 20 de diciembre de 2001, relativa a los zumos de frutas y otros productos similares destinados a la alimentación humana, y no establece parámetros analíticos que faciliten el control de su calidad y autenticidad.

En consecuencia, se ha considerado necesario disponer de determinados parámetros analíticos mínimos de autenticidad y calidad, que permitan evaluar la composición de los zumos de frutas, a fin de asegurar el control de su calidad comercial y evitar el fraude al consumidor y la competencia desleal.

Por otra parte, teniendo en cuenta los avances que se han producido en materia de metodología analítica en los últimos años, parece oportuno que además de los métodos oficiales de análisis que se recogen en la Orden de 29 de enero de 1988, por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis de zumos de frutas y otros vegetales y sus derivados, sean aplicables los que aparezcan incluidos en esta disposición.

Asimismo, dada la diversidad de zumos de frutas existentes, la rápida evolución de las técnicas analíticas y la necesidad de que en todo momento los límites paramétricos exigibles, valorados analíticamente, se puedan ajustar con la máxima fiabilidad a las características de un producto auténtico y de calidad, parece conveniente habilitar al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, para que pueda modificar mediante orden ministerial los anexos I y II de este real decreto. En ellos, se establecen parámetros mínimos de calidad para los zumos de frutas y los métodos de análisis aplicables.

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.13.º de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia exclusiva sobre bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica.

La presente disposición ha sido sometida al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos, relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, por la que se establece un procedimiento de información en materia de las normas y reglamentaciones técnicas, así como en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, que incorpora estas Directivas al ordenamiento jurídico español.

La regulación básica contenida en esta disposición se efectúa mediante real decreto, dado que se trata de una materia de carácter marcadamente técnico y de naturaleza coyuntural y cambiante.

En la elaboración de este real decreto han sido consultadas las comunidades autónomas y las entidades representativas de los sectores afectados y emitido informe de la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria (CIOA).

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Agricultura, Pesca y Alimentación, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 16 de noviembre de 2007,

DISPONGO:

Artículo 1. *Objeto de la norma.*

Establecer determinados parámetros analíticos de autenticidad y calidad, que permitan evaluar la composición de los zumos de frutas, a fin de asegurar el control de su calidad comercial y evitar el fraude al consumidor y la competencia desleal.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

Este real decreto será de aplicación al zumo de frutas, zumo de frutas a base de concentrado y néctar de frutas, regulados en los apartados 1, 2 y 5 de la parte 2 de la reglamentación técnico-sanitaria de zumos de frutas y de otros productos similares, destinados a la alimentación humana, aprobada por el Real Decreto 1050/2003, de 1 de agosto, y cuyos parámetros mínimos de autenticidad y calidad estén establecidos en el anexo I.

Artículo 3. *Parámetros mínimos de autenticidad y calidad y métodos de análisis.*

1. En el anexo I se establecen los valores de los parámetros mínimos de autenticidad y calidad que se aplicarán a los productos indicados en el artículo 2.

2. Los métodos listados en el anexo II y los establecidos en la Orden de 29 de enero de 1988 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis de zumos de frutas y otros vegetales y sus derivados, se utilizarán como métodos oficiales de análisis. También podrán utilizarse de forma complementaria o alternativa los métodos aprobados por organismos nacionales (UNE-EN) o internacionales como el Codex Alimentarius o cualquier otro método debidamente validado.

Artículo 4. *Criterios de autenticidad y calidad de los productos regulados.*

1. Los parámetros grado brix, maltosa e isomaltosa, deben considerarse como parámetros absolutos de autenticidad y calidad para los que no deben admitirse tolerancias.

El resto de los parámetros se refieren a criterios relevantes de autenticidad y calidad, que deberían cumplirse como mínimo cualquiera de los productos que se regulan en la presente disposición y que se valorarán en su conjunto teniendo en cuenta las observaciones contenidas en el anexo I y toda la información relevante disponible respecto al producto y a su trazabilidad.

2. El cumplimiento de estos parámetros mínimos, no implica que no tengan que ajustarse también a otros que afecten a su autenticidad y calidad, y especialmente los recogidos en la Norma del Codex Alimentarius y en el Código de Prácticas para evaluación de zumos de frutas y vegetales de la Asociación de la Industria de Zumos y Néctares de Frutas y Vegetales de la Unión Europea (AIJN).

Artículo 5. *Infracciones y sanciones.*

Las infracciones a las disposiciones contenidas en este real decreto se sancionarán de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1945/1983, de 22 de junio, por el que se regulan las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria.

Disposición adicional única. *Cláusula de reconocimiento mutuo.*

Los requisitos de la presente reglamentación no se aplicarán a los productos fabricados o comercializados de acuerdo con otras especificaciones en los otros Estados miembros de la Comunidad Europea, ni a los productos originarios de los países de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC) Partes Contratantes en el Acuerdo del Espacio Económico Europeo (EEE) y Turquía.

Disposición transitoria única. *Comercialización de existencias de productos.*

Los productos fabricados antes de la entrada en vigor de este real decreto con arreglo a las disposiciones vigentes en dicho momento podrán comercializarse hasta que se agoten sus existencias.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.13.º de la Constitución, que atribuye

al Estado la competencia exclusiva sobre bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica.

Disposición final segunda. *Habilitación normativa.*

Se faculta al Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación para modificar los anexos con el fin de adecuarlos a la realidad comercial y a la evolución de las técnicas analíticas.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 16 de noviembre de 2007.

JUAN CARLOS R.

La Ministra de Agricultura, Pesca
y Alimentación,
ELENA ESPINOSA MANGANA

ANEXO I

PARÁMETROS MÍNIMOS DE AUTENTICIDAD Y CALIDAD

ZUMO DE NARANJA

Parámetros	Unidad de medida	Valor	Observaciones
Densidad relativa 20/20°		mín. 1,040	Zumo directo
Grado Brix correspondiente		mín. 10,0	Zumo directo
Densidad relativa 20/20°		mín. 1,045	Zumo a base de concentrado
Grado Brix correspondiente		mín. 11,2	Zumo a base de concentrado
Acidez valorable a pH 8,1	meq/l	90 - 240	Los valores indicados corresponden a 5,8 - 15,4 g/l, calculados como ácido cítrico anhidro pH 8,1.
Ácido cítrico	g/l	6,3 - 17	
Ácido D-isocítrico	mg/l	65 - 200	Pueden obtenerse valores inferiores en casos excepcionales para productos de alta ratio. Los resultados son consistentes entre 70 y 130 mg/l. Valores superiores a los indicados deben relacionarse con la acidez total (zumos mediterráneos de cosechas tempranas) y pueden encontrarse en zumos de naranjas navel de California. Pueden obtenerse valores tan bajos como 40 para productos de alta ratio de Florida, el Caribe y Centro y Suramérica.
Ácido cítrico: Ácido D-isocítrico		máx. 130	Valores superiores a 160 pueden obtenerse para productos de alta ratio de Florida, el Caribe y Centro y Suramérica.
Ácido L-ascórbico	mg/l	mín. 200	La media natural de contenido de ácido L-ascórbico del zumo recién exprimido está entre 400 y 500 mg/l. Deben garantizarse 200 mg/l de ácido L-ascórbico a la fecha de consumo preferente.
Glucosa	g/l	20 - 35	
Fructosa	g/l	20 - 35	
Glucosa: Fructosa		0,85 - 1,0	
Sacarosa	g/l	10 - 50	El contenido porcentual de la sacarosa en el total de azúcares es menor del 50% excepto para zumos de final de temporada y/o alta ratio de Florida, el Golfo de Méjico y el área del Caribe donde pueden encontrarse valores superiores al 60%; la ratio glucosa-fructosa no supera el valor de 1,00. En caso de divergencias debe investigarse el origen. Como regla, un exceso de glucosa y/o una proporción demasiado alta de sacarosa en el azúcar total indica azucarado adicional. Una proporción inferior de sacarosa puede estar causada por inversión
Maltosa		ausencia	
Isomaltosa		ausencia	
Índice de Formol ml. NaOH 0,1M/100 ml		15 - 26	Cuando el índice está por debajo del valor mínimo debe examinarse su trazabilidad. El valor máximo puede superarse dependiendo de la materia prima, ejemplo navel de California o Valencia de España.
$\delta^{18}\text{O}$ agua	‰ SMOW	mín 0	Normalmente este valor es 2 ‰ o superior. Valores inferiores al 2 ‰ sólo se encuentran en raros casos en muestras de España e Italia y particularmente en muestras de principio de temporada cosechadas después de un período lluvioso
(D/H)1 Etanol ² H-NMR	ppm	103 - 107	Argentina y el Sur de Brasil, debido a condiciones locales geográficas o climáticas pueden en algunos casos extremos durante temporadas anormales producir zumos de naranja que muestran (D/H)1 inferior al mínimo establecido de 103 ppm. En cualquier caso el $\delta^{13}\text{C}$ etanol asociado es entonces también muy bajo (inferior -27 ‰). El límite inferior de 103 ppm sólo se aproxima en productos de origen americano: los zumos mediterráneos muestran valores superiores (por encima de 105 ppm). Debe analizarse el contenido de carbono 13 de las muestras que muestren alto (D/H)1.
$\delta^{13}\text{C}$ azúcar	‰ PDB	-27 hasta -24	En raros casos en algunos zumos de naranja se han encontrado valores para $\delta^{13}\text{C}$ de azúcares entre -23,5 ‰ y -24 ‰. En estos casos es necesario comprobar correlaciones con la pulpa y los ácidos carboxílicos.
$\delta^{13}\text{C}$ etanol	‰ PDB	-28 - -25	En raros casos en algunos zumos de naranja se han encontrado valores para $\delta^{13}\text{C}$ de etanol entre -24,5 ‰ y -25 ‰ pero con (D/H)1 superior a 107 ppm. En estos casos puede ser útil también comprobar la relación con la pulpa y los ácidos carboxílicos. Solamente los zumos mediterráneos algunas veces muestran valores entre -25 ‰ y -26 ‰ pero con (D/H)1 superiores a 105 ppm.
$\delta^{13}\text{C}$ pulpa	‰ PDB	-28 - -23,5	La diferencia entre el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de pulpa (sólidos no solubles en acetona y agua) y el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de azúcares del mismo zumo está entre -1 y +0,5 por mil.
$\delta^{13}\text{C}$ ácidos	‰ PDB	-25,5 - -22,5	La diferencia entre el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de ácidos (precipitados como sales de calcio) y el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de azúcares del mismo zumo está entre +1 y +2 por mil.

ZUMO/PURÉ DE ALBARICOQUE

Parámetros	Unidad de medida	Valor	Observaciones
Densidad relativa 20/20º		mín. 1,042	Zumo directo
Grado Brix no corregido		mín. 10,2	Zumo directo
Densidad relativa 20/20º		mín. 1,045	Zumo a base de concentrado
Grado Brix no corregido		mín. 11,2	Zumo a base de concentrado
Acidez valorable a pH 8,1	meq/Kg	100 - 300	Los valores indicados corresponden a 6,4 - 19,2 g/kg, calculado como ácido cítrico anhidro a pH 8,1
Ácido cítrico	g/Kg	1,5 - 16,0	
Ácido D-isocítrico	mg/Kg	75 - 200	
Ácido cítrico: Ácido D-isocítrico		15 - 130	
Glucosa	g/Kg	15 - 50	
Fructosa	g/Kg	10 - 45	
Glucosa: Fructosa		1,0 - 2,5	
Sacarosa	g/Kg	trazas - 55	
Cenizas	g/Kg	4,5 - 9,0	
Fósforo total	mg/Kg	100 - 300	
Potasio	mg/Kg	2000 - 4000	
Maltosa		trazas	Durante la preparación de zumo clarificado y de zumo concentrado clarificado de frutas que contienen almidón, el uso de preparados enzimáticos de amilasa puede dar lugar a la detección de maltosa e isomaltosa en el producto final
Isomaltosa		trazas	
Índice de Formol ml. NaOH 0,1M/100 g		12 - 50	

ZUMO DE MANDARINA

Parámetros	Unidad de medida	Valor	Observaciones
Densidad relativa 20/20º		mín. 1,042	Zumo directo
Grado Brix correspondiente		mín. 10,5	Zumo directo
Densidad relativa 20/20º		mín. 1,045	Zumo a base de concentrado
Grado Brix correspondiente		mín. 11,2	Zumo a base de concentrado
Acidez valorable a pH 8,1	meq/l	90 - 300	Los valores indicados corresponden a 5,8 - 19,2 g/l, calculados como ácido cítrico anhidro pH 8,1
Ácido cítrico	g/l	6 - 22	
Ácido D-isocítrico	mg/l	65 - 200	El valor inferior de 65 mg/l se obtiene en productos de alta ratio. En clementinas se han observado valores de hasta 40 mg/l.
Ácido cítrico: Ácido D-isocítrico		máx. 130	En clementinas se han observado valores superiores de hasta 200
Ácido L-ascórbico	mg/l	mín. 100	La media natural de contenido de ácido L-ascórbico del zumo recién exprimido está entre 250 y 350 mg/l. Deben garantizarse los 100 mg/l de ácido L-ascórbico a la fecha de consumo preferente
Glucosa	g/l		
Fructosa	g/l		
Glucosa: Fructosa		máx. 1,0	
Sacarosa	g/l	20 - 60	Algunas variedades de mandarina muestran unos contenidos muy altos de sacarosa especialmente en productos recién exprimidos. Su participación porcentual en el total de azúcares puede ser superior al 50% y llegar hasta el 70%.
Maltosa		ausencia	
Isomaltosa		ausencia	
Índice de Formol ml. NaOH 0,1M/100 ml		15 - 26	Cuando el valor es inferior al valor mínimo establecido, debería examinarse el origen
Cenizas	g/l	2,5 - 5,0	
Fósforo total	mg/l	90 - 210	
Potasio	mg/l	1000 - 2300	

ZUMO/PURÉ DE MANZANA

Parámetros	Unidad de medida	Valor	Observaciones
Densidad relativa 20/20°		mín. 1,040	Zumo directo
Grado Brix correspondiente		mín. 10,0	Zumo directo
Densidad relativa 20/20°		mín. 1,045	Zumo a base de concentrado
Grado Brix correspondiente		mín. 11,20	Zumo a base de concentrado
Acidez valorable a pH 8,1	meq/l	35 - 117	Depende esencialmente del contenido en ácido L-málico. Los valores indicados corresponden a 2,3 - 7,8 g/l, calculados como ácido málico a pH 8,1. Se pueden encontrar valores inferiores en muestras procedentes de determinados países
Ácido cítrico	mg/l	50 - 150	(Los valores normales están comprendidos entre 50 y 100). Valores superiores indican la adición de ácido cítrico u otros zumos de frutas. Se pueden encontrar valores inferiores en muestras procedentes de determinados países
Ácido L-málico	g/l	mín. 3,0	El valor puede ser inferior al mínimo en caso de zumos procedentes de manzanas extremadamente dulces o procedentes de almacenamiento.
Ácido D-málico	mg/l	ausencia	El ácido D-málico no está presente en la fruta. Pueden detectarse pequeñas cantidades debido a la metodología analítica utilizada.
Glucosa	g/l	15 - 35	
Fructosa	g/l	45 - 85	
Glucosa: Fructosa		0,3 - 0,5	La relación Glucosa/Fructosa puede excepcionalmente ser ligeramente inferior a 0,30. También es posible que manzanas dulces de China puedan exceder de 0,5. En otros casos los valores superiores a 0,5, asociados a otros parámetros, indican azucarado con tipos de azúcar ricos en glucosa.
Sacarosa	g/l	5 - 30	
Sorbitol	g/l	2,5 - 7	Los zumos de manzana siempre contienen D-sorbitol. Excepcionalmente pueden presentarse valores por debajo del límite. En zumos ácidos ricos en extracto, el valor máximo puede superarse. También pueden encontrarse valores superiores a 7 en zumos de manzana de China. En el resto, el zumo debe controlarse por adición de pera.
Maltosa		trazas	Durante la preparación de zumo clarificado y de zumo concentrado clarificado de frutas que contienen almidón, el uso de preparados enzimáticos de amilasa puede dar lugar a la detección de maltosa e isomaltosa en el producto final
Isomaltosa		trazas	
Índice de Formol ml. NaOH 0,1M/100 ml $\delta^{18}\text{O}$ agua	‰ SMOW	3 - 10 mín -6,5	Los zumos procedentes de manzanas dulces pueden no alcanzar el valor mínimo indicado. El valor medio de $\delta^{18}\text{O}$ agua para los zumos de Centroeuropa es -5,4 ‰ . Son posibles valores inferiores debido al efecto del origen geográfico y condiciones climáticas específicas durante el período de crecimiento. Valores desviados necesitan justificarse.
(D/H) ₁ Etano ² H-NMR	ppm	97 - 101	El zumo de manzana de ciertos orígenes puede raramente mostrar valores de (D/H) ₁ por debajo del mínimo establecido (por debajo de 96 ppm). El zumo de manzana de Suráfrica muestra valores por encima del máximo establecido de 101 ppm. Debe analizarse el contenido de $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras que muestren altos valores de (D/H) ₁
$\delta^{13}\text{C}$ azúcar	‰ PDB	-27 hasta -24	En casos raros los zumos chinos pueden mostrar valores menos negativos de -24
$\delta^{13}\text{C}$ etanol	‰ PDB	-28 - -25	

ZUMO DE PIÑA

Parámetros	Unidad de medida	Valor	Observaciones
Densidad relativa 20/20º		mín. 1,045	Zumo directo
Grado Brix correspondiente		mín. 11,2	Zumo directo
Densidad relativa 20/20º		mín. 1,052	Zumo a base de concentrado
Grado Brix correspondiente		12,8	Zumo a base de concentrado
Acidez valorable a pH 8,1	meq/l	50 - 180	El nivel de acidez está determinado esencialmente por la proporción de los ácidos cítrico y málico y de pende bastante de las condiciones de clima y suelo. Los valores indicados corresponden a 3,2 - 11,5 g/l calculado como ácido cítrico anhidro (pH 8,1). La suma de ácido málico y cítrico es aproximadamente el 30% superior a la acidez valorable a pH 8,1 calculada como ácido cítrico anhidro. El ácido tartárico no está presente en la fruta.
Ácido cítrico	g/l	3,0 - 11,0	El contenido natural de ácido cítrico es siempre superior al de ácido málico. La relación cítrico: málico varía entre 2 y 4
Ácido L- málico	g/l	1,0 - 4,0	
Ácido D-isocítrico	mg/l	80 - 250	Valores por debajo del mínimo de 80 mg/l pueden obtenerse solamente en productos de alta ratio.
Ácido cítrico: Ácido D-isocítrico		25 - 70	Valores superiores al límite indican la adición de ácido cítrico
Glucosa	g/l	15 - 40	
Fructosa	g/l	15 - 40	
Glucosa: Fructosa		0,8 - 1,25	Si la relación glucosa: fructosa es mayor que el límite superior de 1,25 puede indicar una alta proporción de corazones y/o partes externas de la fruta y por tanto la tecnología debería investigarse. Valores superiores a 1,4 indican la adición de azúcar con alto contenido en glucosa.
Sacarosa	g/l	25 - 80	
Maltosa		ausencia	
Isomaltosa		ausencia	
Índice de Formol ml. NaOH 0,1M/100 ml δ ¹⁸ O agua	‰ SMOW	8 - 20 mín -3	Valores inferiores a 8 indican dilución con agua o uso desproporcionado de corazones. Normalmente este valor es superior a -3 ‰. Debido a condiciones climáticas, locales o geográficas especiales, son posibles desviaciones de este límite que requieren una explicación.
(D/H): Etanol ²	ppm	107 - 111,5	
H-NMR			
δ ¹³ C azúcar	‰ PDB	-13,5 hasta -11	En algunos casos (ej.: Costa del Marfil) se han medido valores cercanos a -15 ‰ PDB.
δ ¹³ C etanol	‰ PDB	-15 - -12	

ZUMOS EN GENERAL

Parámetros	Azúcares totales %	Azúcares reductores (g/100ml)	Sodio (mg/100ml)	Turbidez FNU	Sólidos totales %
Valor	5 - 12	3 - 9	0,2 - 2,4	200 - 850	10,0 - 14,6

ANEXO 5: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL JUGO DE NOPAL

Sr. Degustador

Esta es una investigación de un nuevo producto que es jugo de nopal, necesitamos de su valiosa apreciación en todos los sentidos de este nuevo producto y los valores de su calificación servirán para obtener el mejor ejemplar de 8 muestras, por favor lea las instrucciones en caso de alguna inquietud consultar al investigador antes de realizar la degustación, luego de ello podrá anotar cualquier observación y a su vez brindar su recomendación para mejorar aún más el producto.

INSTRUCCIONES:

- Tener el compromiso de evaluar con responsabilidad el producto.
- No haber ingerido alimentos por lo menos una hora antes.
- No tener alguna molestia de salud porque afectaría considerablemente los resultados.
- No mezclar las diferentes muestras al momento de la degustación.
- Tomar agua en el momento que termine de evaluar en cada muestra para que no exista combinación con los restos de la muestra anterior.
- Para la calificación marque con un visto en el cuadro correspondiente de acuerdo a su criterio de calificación.

HOJA DE CALIFICACIÓN

PUNTAJE	COLOR								OLOR								SABOR								ACEPTABILIDAD GENERAL							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
9																																
8																																
7																																
6																																
5																																
4																																
3																																
2																																
1																																

PUNTUACION	ATRIBUTOS
9	ME GUSTA MUCHISIMO
8	ME GUSTA MUCHO
7	ME GUSTA MODERADAMENTE
6	ME GUSTA POCO
5	NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA
4	ME DISGUSTA POCO
3	ME DISGUSTA MODERADAMENTE
2	ME DISGUSTA MUCHO
1	ME DISGUSTA MUCHISIMO

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES

.....

.....

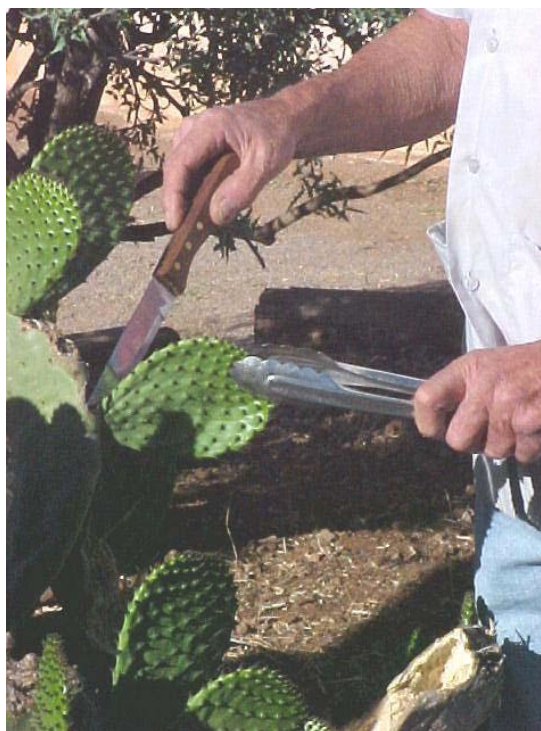
.....

.....

**ANEXO 6: PLANTACIONES DE NOPAL DE LA COMUNIDAD
CHALGUAYACU**



ANEXO 7: COSECHA DEL NOPAL



ANEXO 8: SISTEMA DE TRANSPORTE DEL NOPAL



ANEXO 9: DESESPINADO DEL NOPAL



ANEXO 10: EXTRACCIÓN DEL JUGO DE NOPAL



ANEXO 11: FILTRACIÓN DEL JUGO



ANEXO 12: PRODUCTO JUGO DE NOPAL

