



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

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“OBTENCIÓN DE PULPA DE TUNA (*Opuntia ficus*) A PARTIR DE DOS
VARIEDADES (AMARILLA Y BLANCA) CON INCORPORACIÓN DE SU
CÁSCARA Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO DE SUS RESIDUOS”.**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial

AUTORES: Mena Pozo Gabriela Alexandra
Quiroz Rosero Sandra Elizabeth

DIRECTOR: Ing. Luis Sandoval

Ibarra – Ecuador

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“OBTENCIÓN DE PULPA DE TUNA (*Opuntia ficus*) A PARTIR DE DOS
VARIEDADES (AMARILLA Y BLANCA) CON INCORPORACIÓN DE SU
CÁSCARA Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO DE SUS RESIDUOS”.**

Tesis revisada por el comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Luis Sandoval DIRECTOR

Ing. Marco Cahueñas BIOMETRISTA

Ibarra – Ecuador

2011



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte, dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD	100300911-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MENA POZO GABRIELA ALEXANDRA		
DIRECCIÓN:	Sergio Ayala 1-63; Ibarra		
EMAIL:	eddu_gm88@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062604075	TELÉFONO CELULAR:	099908576
DATOS DEL CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD	040109524 – 5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	QUIROZ ROSERO SANDRA ELIZABETH		
DIRECCIÓN:	Avda. Guatemala Tulcán – Carchi		
EMAIL:	e.samyqr@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062987540	TELÉFONO CELULAR:	091094463

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	“OBTENCIÓN DE PULPA DE TUNA (Opuntia Ficus) A PARTIR DE DOS VARIEDADES (AMARILLA Y BLANCA) CON INCORPORACIÓN DE SU CÁSCARA Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO DE SUS RESIDUOS”.
AUTORES:	MENA POZO GABRIELA ALEXANDRA QUIROZ ROSERO SANDRA ELIZABETH
FECHA:	AÑO 2012
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO X POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO AGROINDUSTRIAL
DIRECTOR:	ING. LUIS SANDOVAL

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, MENA GABRIELA con cédula de identidad No. 100300911-3 y QUIROZ SANDRA con cédula de identidad No. 040109524-5 en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

2.1 CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de Enero de 2012

LAS AUTORAS:

ACEPTACIÓN:

MENA POZO GABRIELA ALEXANDRA

C.C. 100300911-3

QUIROZ ROSERO SANDRA ELIZABETH

C.C. 0401095245

Esp. Ximena Vallejo

JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotras, MENA GABRIELA con cédula de identidad No. 100300911-3 y QUIROZ SANDRA con cédula de identidad No. 040109524-5 manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en el la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autoras de la obra o trabajo de grado denominada “OBTENCIÓN DE PULPA DE TUNA (*Opuntia ficus*) A PARTIR DE DOS VARIEDADES (AMARILLA Y BLANCA) CON INCORPORACIÓN DE SU CÁSCARA Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO DE SUS RESIDUOS”, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autoras nos reservamos el derecho moral de la obra antes citada. En consecuencia suscribimos este documento en el momento en que haga la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

MENA POZO GABRIELA ALEXANDRA
C.C. 100300911-3

QUIROZ ROSERO SANDRA ELIZABETH
C.C. 0401095245

Ibarra, a los 31 días del mes de Enero de 2012

Formato del Registro Bibliográfico

Guía:

Fecha: FICAYA-UTN

MENA GABRIELA y QUIROZ SANDRA. Obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (Amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos / TRABAJO DE GRADO. Ingeniería Agroindustrial.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. Enero 2012. 153 p. anex., hojas. etc

DIRECTOR: Ing. Luis Sandoval

Obtención de Pulpa de Tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos. Experimentalmente se utilizan tres factores variedad en niveles variedad amarilla y variedad blanca, % de sólidos solubles en niveles de 15% y 20%, y el factor % de cáscaras, de esta combinación se obtuvo 12 tratamientos más un testigo para el estudio. Para evaluar las variables cuantitativas como rendimiento, pH, humedad, densidad, fibra, sólidos solubles y turbidez se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$, las variables cualitativas fueron evaluadas mediante la prueba de friedman. La calidad del producto se controló mediante análisis microbiológicos basados en la norma INEN 1529-10 y AOAC 932.14C al final de la elaboración.

Fecha: Enero del 2012

(f) Director de Tesis

(f) Autoras

PRESENTACIÓN

El contenido de la presente investigación: ideas, conceptos, cuadros, figuras y más informes son responsabilidad de los autores

Gabriela Mena

.....

Sandra Quiroz

.....

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz, fortaleza y guía en el curso de mi vida.

A mis padres L.P y F.M mi principal inspiración por brindarme su apoyo incondicional y cada día inculcarme el sentimiento de amor, responsabilidad, trabajo lo que me ha permitido lograr con éxito lo propuesto en mi vida.

A J.A. por ser la mano que me ha dado fuerza, apoyo y por ser la motivación en cada meta propuesta.

A mis familiares, maestros y aquellos que aportaron de alguna manera en la realización de este sueño.

Un hoy bien vivido, hace del ayer un sueño de felicidad y de cada mañana una visión de esperanza.

Gabriela

DEDICATORIA

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres Elisita y Eliecer pilares fundamentales en mi vida, quienes a lo largo de mi existir han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba.

A mi hermana Lore, mi fuerza y tenacidad en momentos de decline y cansancio, a mi tía Lolita por estar ahí siempre con su apoyo incondicional que me ayudo a no desfallecer a pesar de los obstáculos, a mi familia en general por su deseo de superación. Es por ellos que soy lo que ahora, les amo mucho.

"La confianza en uno mismo es el primer peldaño para ascender por la escalera del éxito."

Sandry

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, pilar fundamental del desarrollo intelectual y ético quien nos ha permitido ser parte de ella y formarnos como profesionales capaces de desenvolvernos.

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales por abrirnos las puertas para nuestra formación académica.

A FIE 08-87 quien ha aportado económicamente al Proyecto de Industrialización de tuna en nombre de su coordinadora Ing. Rosario Espín, quién nos dio la oportunidad de formar parte de él y así poder llevar a cabo la experimentación.

Al Departamento de Vinculación con la Colectividad de la Universidad Técnica del Norte tomando como representante Legal al Dr. Estuardo Pruna que fue gran apoyo en el trabajo investigativo.

A nuestro Director de Tesis Ingeniero Luis Sandoval quien compartió y brindó sus conocimientos y experiencias para desarrollar y culminar con nuestra tesis.

Al Ingeniero Marco Cahueñas, por su valioso aporte como Biometrista en el desarrollo de este trabajo.

A todos nuestros catedráticos, familiares y amigos que de alguna manera brindaron su apoyo en la realización de esta investigación.

Gabriela
Sandry

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS	Pág.
PORTADA	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR Y BIOMETRISTA	ii
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	iii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	iv
DERECHOS DE AUTOR A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	vii
FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	viii
PRESENTACIÓN	ix
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xii
1 GENERALIDADES	
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 General	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 Formulación de hipótesis	4
2 MARCO TEORICO	
2.1 Origen	5
2.2 Descripción general	5
2.3 Propiedades de la tuna	6
2.4 Usos potenciales y subproductos del fruto de tuna	9
2.5 Pulpa	9
2.6 Pulpas edulcoradas	11
2.6.1 Ventajas	11
2.7 Pasteurización	11
2.8 Sólidos solubles °Brix	12
2.9 pH	12
2.10 Turbidez	13
2.10.1 Estética	13
2.10.2 Contaminación	13
2.10.3 Unidades de turbiedad nefelométricas (NTU)	13

2.11 Densidad	14
2.12 Humedad	14
2.13 Fibra	14
2.14 Aprovechamiento de residuos	15
2.14.1 Obtención de torta para balanceado	15
2.14.2 Semillas para la obtención de harina	16

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y equipos	17
3.1.1 Materia prima e insumos	17
3.1.2 Materiales	17
3.1.3 Equipos	18
3.2 Localización del experimento	19
3.3 MÉTODOS	19
3.3.1 Factores en estudio	21
3.3.1 Tratamientos	21
3.3.3 Diseño experimental	22
3.3.4 Características del experimento	22
3.3.5 Unidad experimental	22
3.3.6 Análisis estadístico	23
3.3.7 Análisis funcional	23
3.4 Análisis adicionales	23
3.5 Variables cuantitativas en el proceso	24
3.5.1 pH de la pulpa	24
3.5.2 Concentración de sólidos solubles de la pulpa	24
3.6 Variables cuantitativas, producto terminado	24
3.6.1 pH	24
3.6.2 Densidad	24
3.6.3 Humedad	24
3.6.4 Turbidez	25
3.6.5 Fibra	25
3.6.6 Rendimiento de la pulpa de tuna	25
3.7 Variables cualitativas	25
3.7.1 Análisis sensorial	25
3.8 Análisis Microbiológico	27
3.9 Manejo específico del experimento	28
3.10 Descripción del proceso	30

3.10.1 Descripción del proceso para la obtención de pulpa de tuna (Opuntia ficus) a partir de dos variedades (amarilla y blanca).	30
3.11 Descripción para la torta a partir de las cáscaras para alimentación animal	40
3.12 Descripción para utilizar las semillas en la obtención de harina	44

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Determinación del pH en el proceso de obtención de pulpa de tuna	48
4.2 Determinación del pH de diferencia (pH en el proceso y pH final) en la Obtención de pulpa de tuna	55
4.3 Determinación del contenido de sólidos solubles en el proceso de Obtención de pulpa de tuna	60
4.4 Determinación de rendimiento en la Obtención de pulpa de tuna	65
4.5 Determinación del contenido de humedad en la Obtención de pulpa de tuna	70
4.6 Determinación de densidad en la Obtención de pulpa de tuna	75
4.7 Determinación del contenido de fibra en la Obtención de pulpa de tuna	80
4.8 Determinación de turbidez en la Obtención de pulpa de tuna	85
4.9 Análisis organoléptico de la pulpa de Tuna	90
4.9.1 Color	90
4.9.2 Olor	91
4.9.3 Sabor	92
4.9.4 Textura	93
4.10 Análisis microbiológicos	94
4.10.1 Evaluación microbiología de los tratamientos	95
4.11 Balance de materiales	95
4.12 Análisis económico	100

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	102
5.2 Recomendaciones	105

6 RESUMEN Y SUMMARY

6.1 Resumen	106
6.2 Summary	109

7. BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

7.1 Bibliografía	112
7.1.1 Libros	112

7.1.2 Tesis	112
7.1.3 Fuentes de Internet	113
7.2 Anexos	115

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Corte transversal de la tuna	6
Gráfico 2. Comportamiento de las medias para el pH en el proceso	54
Gráfico 3. Comportamiento de las medias para el pH diferencia	59
Gráfico 4. Comportamiento de las medias para el contenido de sólidos solubles	64
Gráfico 5. Comportamiento de las medias para el rendimiento	69
Gráfico 6. Comportamiento de las medias para el contenido de humedad	74
Gráfico 7. Comportamiento de las medias para la densidad	79
Gráfico 8. Comportamiento de las medias para el contenido de fibra	84
Gráfico 9. Comportamiento de las medias para la turbidez	89
Gráfico 10. Caracterización del color de la pulpa de tuna	90
Gráfico 11. Caracterización del olor de la pulpa de tuna	91
Gráfico 12. Caracterización del sabor de la pulpa de tuna	92
Gráfico 13. Caracterización en textura de la pulpa de tuna	93

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: pHmetro	24
Fotografía 2: Degustación panelistas, FICAYA UTN	27
Fotografía 3: Recolección del fruto, Valle del Chota	28
Fotografía 4: Recepción de la tuna. Valle del Chota	30
Fotografía 5: Pesado de la tuna. Unidades productivas FICAYA.	30
Fotografía 6: Selección de la tuna. Unidades productivas FICAYA.	31
Fotografía 7: Pesado de tuna sin impurezas. Unidades productivas FICAYA.	31
Fotografía 8: Lavado y despinado de la tuna. Unidades productivas FICAYA.	32
Fotografía 9: Corte de extremos del fruto tuna. Unidades productivas FICAYA.	32
Fotografía 10: Separación de la cáscara de la pulpa de tuna. Unidades productivas FICAYA.	33
Fotografía 11: Cortado del fruto. Unidades productivas FICAYA.	33
Fotografía 12: Despulpado. Unidades productivas FICAYA.	34
Fotografía 13: Tamizado de la pulpa de tuna. Unidades productivas FICAYA	34

Fotografía 14: Pesado de % de cáscara. Unidades productivas FICAYA	35
Fotografía 15: Licuado. Unidades productivas FICAYA	35
Fotografía 16: Tamizado. Unidades productivas FICAYA	36
Fotografía 17: Pesado y mezclado de conservantes. Unidades productivas FICAYA	36
Fotografía 18: Medición de °Brix. Unidades productivas FICAYA	37
Fotografía 19: Homogenizado. Unidades productivas FICAYA	37
Fotografía 20: Pasteurizado. Unidades productivas FICAYA	38
Fotografía 21: Congelado. Unidades productivas FICAYA	38
Fotografía 22: Congelado. Unidades productivas FICAYA	39
Fotografía 23: Pesado pieles y cáscaras. Unidades productivas FICAYA	40
Fotografía 24: Licuado de cáscaras y pieles. Unidades productivas FICAYA	41
Fotografía 25: Torta de cáscaras y pieles de tuna. Unidades productivas FICAYA	41
Fotografía 26: Balanceado. Unidades productivas FICAYA	42
Fotografía 27: Alimentación de balanceado a ganado lechero. Unidades productivas FICAYA	42
Fotografía 28: Recolección de semillas. Unidades productivas FICAYA	44
Fotografía 29: Pesado de semillas. Unidades productivas FICAYA	44
Fotografía 30: Lavado de semillas. Unidades productivas FICAYA	45
Fotografía 31: Pesado de semillas sin impurezas. Unidades productivas FICAYA	45
Fotografía 32: Secado. Unidades productivas FICAYA	46
Fotografía 33: Semillas secas para moler. Unidades productivas FICAYA	46
Fotografía 34: Molido. Unidades productivas FICAYA	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de la fruta	8
Cuadro 2. Composición química de la pulpa del fruto de tuna (porcentajes)	10
Cuadro 3. Cálculos de los rendimientos de cada parte del fruto.	15
Cuadro 4. Formulación para un balanceado	16
Cuadro 5. Caracterización del área de estudio	19
Cuadro 6. Factores en estudio	20
Cuadro 7. Combinación de tratamientos	21
Cuadro 8. Esquema de Análisis de la Varianza	23
Cuadro 9. Normas para el análisis microbiológico	27
Cuadro 10. pH en el proceso	49
Cuadro 11. Análisis de la varianza pH en el proceso	50

Cuadro 12. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable pH inicial	51
Cuadro 13. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	52
Cuadro 14. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)	52
Cuadro 15. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara)	53
Cuadro 16. pH de diferencia	55
Cuadro 17. Análisis de la varianza para el pH de diferencia	56
Cuadro 18. Prueba de Tukey para tratamientos.	57
Cuadro 19. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	58
Cuadro 20. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)	58
Cuadro 21. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara)	58
Cuadro 22. Contenido de Sólidos Solubles en el proceso	60
Cuadro 23. Análisis de la varianza para el contenido de Sólidos Solubles en el proceso.	61
Cuadro 24. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de sólidos solubles iniciales	62
Cuadro 25. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	63
Cuadro 26. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)	63
Cuadro 27. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)	63
Cuadro 28. Rendimiento	65
Cuadro 29. Análisis de la varianza para el rendimiento	66
Cuadro 30. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de rendimiento	67
Cuadro 31. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	68
Cuadro 32. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)	68
Cuadro 33. Contenido de Humedad	70
Cuadro 34. Análisis de la varianza para el contenido de Humedad	71
Cuadro 35. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de humedad	72
Cuadro 36. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	73
Cuadro 37. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)	73
Cuadro 38. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)	73
Cuadro 39. Densidad	75
Cuadro 40. Análisis de la varianza para la densidad	76
Cuadro 41. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de densidad	77
Cuadro 42. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	77
Cuadro 43. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)	78
Cuadro 44. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)	78
Cuadro 45. Contenido de Fibra	80
Cuadro 46. Análisis de la varianza para el contenido de Fibra	81

Cuadro 47. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de fibra	82
Cuadro 48. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)	83
Cuadro 49. Turbidez	85
Cuadro 50. Análisis de la varianza para la turbidez	86
Cuadro 51. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de turbidez	87
Cuadro 52. Prueba de DMS para el factor A (variedad)	88
Cuadro 53. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)	88
Cuadro 54: Análisis de Friedman para las variables de la evaluación organoléptica.	94
Cuadro 55: Resultados de los análisis microbiológicos al final de la parte experimental.	95
Cuadro 56: Costos de producción para la obtención de pulpa de tuna	100
Cuadro 57: Costos de producción para la obtención de pulpa de tuna para el tratamiento 13 (testigo)	101

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Proceso de obtención de tuna (<i>Opuntia ficus</i>) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con la incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.	29
Diagrama 2. Torta a partir de las cáscaras para alimentación animal	40
Diagrama 3. Utilización de las semillas de tuna en la obtención de harina	43
Diagrama 4. Balance de materiales para la obtención de pulpa de tuna (<i>Opuntia ficus</i>) a partir de dos variedades (amarilla y blanca), para el T6 (variedad amarilla, 20% de sólidos solubles, 30% cáscara).	96
Diagrama 5. Balance de materiales para la obtención de pulpa de tuna (<i>Opuntia ficus</i>), para el tratamiento T13 (testigo)	98

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo, la cosecha y poscosecha del fruto de tuna han sido los principales temas de estudio hasta la actualidad en el sector productivo del Valle del Chota, y la poca industrialización de la fruta, ha constituido el principal problema del sector.

El aprovechamiento de sus residuos cuando esta es industria ligada, brinda una opción adicional para el mercado nacional; contribuyendo a la generación de valor agregado a la fruta; y, con ello se propuso la creación de una nueva línea de productos que lleve a un adecuado manejo comercial mediante el aprovechamiento integral de la fruta por las comunidades productoras residentes en el Valle del Chota.

La alternativa de industrialización que se planteó es la elaboración de pulpa con incorporación de la cáscara y sacarosa, además de la obtención de torta para alimentación animal y harina de las semillas con el fin de aprovechar la fruta en su totalidad.

La posibilidad de tener alimentos a la mano aun fuera de temporada permite aprovechar en forma industrial la tuna en épocas de abundante cosecha, esta situación ha sido motivo de interés y preocupación en todos los tiempos y por ello se ha elaborado un producto a partir de la tuna y la utilización de sus residuos.

El valor nutricional que tiene como fruto la tuna (*Opuntia ficus*), no solo de la parte comestible sino también de las dos porciones no utilizadas tales como cáscaras y semillas, que constituyeron una fase importante en la investigación fueron aprovechadas de forma integral lo que permitió aumentar los beneficios y de esta forma ser parte de las llamadas “tecnologías limpias”.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Obtener pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con la incorporación su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

1.3.2 ESPECÍFICOS.

- Comparar el comportamiento de dos variedades del fruto de tuna en la obtención de pulpa.
- Determinar el porcentaje óptimo de cáscara y sólidos solubles en la pulpa de la fruta.
- Evaluar las características fisicoquímicas (Densidad, turbidez, Fibra, pH, °Brix), organolépticas (textura, color, olor, sabor) de la pulpa del fruto de la tuna.
- Determinar las características microbiológicas (coliformes, levaduras, mohos, Recuento total) para los cuatro mejores tratamientos.
- Elaborar torta para alimentación animal a partir de las cáscaras.
- Utilizar las semillas de tuna para la elaboración de harina.
- Evaluar el rendimiento.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La variedad de tuna, los porcentajes de sólidos solubles y porcentajes de cáscara influyen en las características organolépticas y físico químicas de la pulpa de tuna.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Origen

La planta del nopal se distribuye en América, siendo México el país con mayor abundancia considerado, como centro de origen y diversidad de esta especie. Las mejores variedades fueron llevadas por los conquistadores a Sudamérica y al resto del mundo.

“Actualmente, las plantas del género *Opuntia* son nativas de varios ambientes, desde zonas áridas al nivel del mar hasta territorios de gran altura como los Andes del Perú, desde regiones tropicales de México donde las temperaturas están siempre por sobre los 5 °C a áreas de Canadá que en el invierno llegan a – 40°C”

(Goldstein, 1991).

Actualmente existen en forma silvestre o cultivada en el sur de España y en toda la cuenca del Mediterráneo: Francia, Grecia, Italia y Turquía, llegando hasta Israel. Los árabes la llevaron desde España a África,

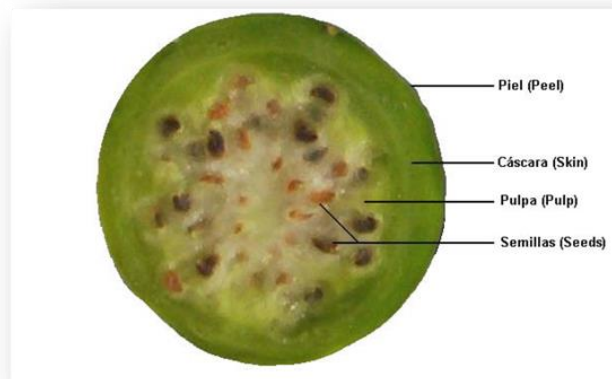
2.2 Descripción general

Según Ponce, A. Vela, D. (2010): “El fruto de tuna (*Opuntia Ficus – Indica*) es una baya ovoide, cilíndrica, de diversos colores, umbilicada en el extremo superior (cicatriz floral),

pericarpio correoso, con numerosos colchones de ahuates distribuidos en trebolillo, semillas de color variable.”

En CLARIDADES AGROPECUARIAS, Julio, (1999); “el fruto de tuna generalmente llega a pesar de 0,1 a 0,25 kg y está formada por una cáscara gruesa y carnosa, que representa del 30-40 % del total del peso de la fruta. La cáscara envuelve una pulpa jugosa que constituye del 60-70% y además la pulpa contiene varias semillas que conforman del 5|-10% del peso.”

Gráfico 1. Corte transversal de la tuna



Fuente: “La tuna” <http://www.prama.com,ar/evital.htm>

2.3 Propiedades de la tuna

A la tuna, a diferencia del nopal, no se le atribuyen o se conocen tantas propiedades para la salud salvo el aporte nutrimental que pueden dar a las dietas de los seres humanos o

animales. Sin embargo, debido a su contenido se le reportan propiedades astringentes y antisépticas, así como excelentes propiedades para la digestión impulsadas por los componentes de sus semillas.

Tal vez, el más importante aporte a la salud, aunque muy poco conocido, es un alcaloide, llamado “Cantina”, considerado tónico cardíaco que aumenta la fuerza y amplitud de las contracciones del corazón, según estudios especializados. Además, tiene sustancias pépticas, útiles para la digestión de las proteínas; nutrimentos, como carbohidratos, sales minerales y vitaminas, principalmente C (Ácido ascórbico). Es astringente, por lo que se recomienda para tratar las diarreas y disenterías. Posee propiedades digestivas, laxantes y alcalinizantes por lo que se utiliza en casos de úlceras del aparato digestivo,

Por tanto, la amplitud de sus aplicaciones a nivel terapéutico puede no ser vasta aparentemente, pero las aplicaciones en las que se puede utilizar son muy importantes y comunes, por lo que el consumo de esta fruta y sus subproductos trae considerables beneficios al sistema cardíaco y digestivo.

www.cpnt.org.mx/pdf/ usosApliTuna.pdf

Cuadro 1. Taxonomía de la fruta

REINO	Phantae
SUBREINO	Embriophita
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Caryophyllidae
ORDEN	Carophyllales
FAMILIA	Cactaceae
TRIBU	Opuntiae
GÉNERO	<i>Opuntia</i>
ESPECIE	<i>ficus indica</i>
NOMBRE COMÚN	Tuna, higo de cacto, higo chambo

Fuente: Ing Raúl Arévalo, 2007

De acuerdo con Ponce, A. Vela, D. (2010); las variedades de tunas existentes se diferencian por la coloración del fruto y por la presencia o ausencia de espinas.

- **Por la coloración del fruto**

Blanca: Dulce, cristalina jugosa, con espinas.

Amarilla: Muy dulce, muchas semillas, con espinas.

Colorada: Grande, delicada, arenosa, con espinas.

Morada: Mejor calidad, delicada, espinas pequeñas.

- **Por la presencia de espinas**

Espinosas, Semi – espinosas, sin espinas.

2.4 Usos potenciales y subproductos del fruto de tuna

Las características y propiedades químicas del fruto de tuna, le determinan una amplia gama de posibilidades de transformación, teniendo entre las opciones agroindustriales las siguientes:

- Se usa principalmente como fruta para consumo humano.
- Queso de tuna, mermelada, vino y harina, néctar, fruto en almibar.
- Obtención de fructuosa y otros azúcares como la glucosa, al igual que la extracción de ácido ascórbico y pectina.
- Aprovechamiento de las cáscaras como parte de alimentos para ganado.
- Para el cultivo de la cochinilla, a fin de obtener el colorante carmín.

[http:// www.mf_ct.upc.es/roberto/apunts/propfluids/node13.html](http://www.mf_ct.upc.es/roberto/apunts/propfluids/node13.html)

2.5 Pulpa

Aldana, H. Ospina, J. (2001) menciona que; la pulpa es la parte comestible de las frutas o el producto obtenido de la separación de las partes comestibles carnosas, mediante procesos tecnológicos adecuados. La pulpa se diferencia del jugo solamente en su consistencia; pulpas son las más espesas; se desechan las cáscaras, las semillas y el bagazo.

Durante el proceso de conservación de las pulpas se utilizan diferentes técnicas entre las cuales se destaca la congelación, la pulpa de frutas congeladas presenta ventajas sobre las frutas frescas y sobre otros tipos de conservas. Algunas de sus características son:

- 1.- La pulpa congelada permite conservar el aroma, el color y el sabor.
- 2.- Las características nutritivas en el proceso de congelación varían en menor escala con respecto a otros sistemas de conservación.
- 3.- Ésta se considera la materia prima base en cualquier producto que necesite fruta.
- 4.- La congelación permite preservar la pulpa hasta un año.
- 5.- Se evitan pérdidas por pudrición y mala selección de las frutas.
- 6.- No se requiere cortar, pelar ni acumular desperdicios.
- 7.- Las pulpas actúan como reguladoras de los suministros de fruta, porque se procesan en épocas de cosecha para utilizarlas cuando haya poca disponibilidad de ellas.

Cuadro 2. Composición química de la pulpa del fruto de tuna (porcentajes)

Párametros	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Humedad	85,1	91,0	85 -90	85,6	83,8	84,2
Proteína	0,8	0,6	1,4 – 1,6	0,21	0,82	0,99
Grasa	0,7	0,1	0,5	0,12	0,09	0,24
Fibra	0,1	0,2	2,4	0,02	0,23	3,16
Ceniza	0,4	-----	-----	0,44	0,44	0,51
Azúcar total	-----	8,1	10 -17	12,8	14,06	10,27
Vitamina C(mg/100 g)	25,0	22,0	4,6 – 41	22,00	20,33	22,56
β – Caroteno (mg/100 g)	----	-----	Trazas	Trazas	0,53	-----

Fuentes: (1)Askar y El –Samahy(1981); (2)Muñoz de Chávez et al. (1995); (3) Pimienta (1990); (4) Sawaya et al. (1983); (5) Sepúlveda y Sáenz (1990); (6) Rodríguez et al. (1996).

“Algunas de las frutas llegan a alcanzar rendimientos de tan solo el 50% o menos en pulpas o jugos; estos son los casos de las paltas , mangos, y cítricos. En cambio, algunas frutas de regiones áridas o semiáridas, tales como las tunas (*Opuntia ficus*), el rendimiento en pulpa puede ser relativamente oscilante, dependiendo de la variedad, condiciones climáticas y suelos, informándose cifras que van desde el 35% hasta el 55%.” (Cerezal y Duarte; 2005).

Las tunas no escapan a las investigaciones de aprovechamiento de las diferentes partes del fruto tratando de aumentar el rendimiento, diversificar su utilización y lograr una gama amplia de productos secundarios y principales que motiven mayores esfuerzos para su utilización.

2.6 Pulpas edulcoradas

La pulpa edulcorada o también llamada azucarada, es el producto elaborado con pulpas o concentrados de frutas con un contenido mínimo en fruta del 60% y adicionada de azúcar.

2.6.1 Ventajas

Le comunica mayor grado de estabilidad que la pulpa cruda.

Los subproductos preparados a partir de esta pulpa presentan mejores características de color, aroma y sabor que el preparado con pulpa cruda congelada no edulcorada.

2.7 Pasteurización

“La pasteurización es un tratamiento térmico relativamente suave (temperaturas generalmente inferiores a 100°, que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos

durante varios días o varios meses. Este método que conserva los alimentos por inactivación de sus enzimas y destrucción de los microorganismos relativamente termosensibles, provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento en cuestión”. (FELLOWS. P. 1994, p 209)

2.8 Sólidos solubles °Brix

Baudi, S (1994) señala que, “Los °Brix miden la cantidad de sólidos solubles disueltos presentes en el jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa, los mismos que están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta”; se determinan empleando un refractómetro calibrado a 20°C.

2.9 pH

El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia.

La pulpa tiene acidez apropiada para elaborar néctar, mermeladas, jaleas etc, cuando su pH esta entre 3,4 a 4, el valor más apropiado es 3,8. Si el pH de la pulpa es igual o mayor a 4 se necesitara incorporar ácido.

La acidez en pulpas permite:

- Disminuir la posibilidad de vida de los microorganismos, favoreciendo su conservación.
- Un buen balance o equilibrio entre dulzor y acidez, realza su sabor.

<http://es.scribd.com/jyrena/d/8920799-Pulpas>.

2.10 Turbidez

La turbidez es una característica óptica o propiedad de un líquido, que en términos generales describe la claridad u opacidad del líquido.

La turbidez no tiene que ver con el color, sino que se relaciona más con la pérdida de transparencia debida al efecto de partículas en suspensión.

La turbidez es causada por la presencia de partículas suspendidas con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas.

La turbidez en los productos alimenticios tiene una gran consideración debido a:

2.10.1 Estética: Cualquier turbiedad produce en el consumidor rechazo y pocos deseos de consumir el producto.

2.10.2 Contaminación: Un alto valor de turbiedad indica la probable presencia de materia orgánica e inorgánica en suspensión en el producto.

<http://members.tripod.com//Arturobola/turbi.htm>

2.10.3 Unidades de turbiedad nefelométricas (NTU)

Baduí, S (1994) manifiesta que, “Las unidades de turbiedad Nefelométricas son una unidad de medición de turbiedad determinada por el nivel de refractancia de la luz provocado por las partículas en suspensión de un fluido. (p124)

2.11 Densidad

“La densidad se define como la masa por unidad de volumen, siendo sus dimensiones (masa)/(longitud)³. Esta medida en kg/m³ “. (SINGH., P. 2009, p 11)

2.12 Humedad

“Humedad indica la cantidad de agua presente en una muestra”. (SINGH., P. 2009, p 13)

2.13 Fibra

Las fibras son sustancias básicas en el proceso alimenticio, están presentes en las paredes de las células vegetales. No pueden ser asimiladas por el organismo debido a que el aparato digestivo humano no cuenta con las enzimas que pueden digerirlas y utilizarlas.

Cuadro 3. Cálculos de los rendimientos de cada parte del fruto.

PORCENTAJE DE:	RESPECTO A:	ECUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Piel • Cáscara • Semillas • Pulpa 	Fruta entera	$\% \text{ Componente} = \frac{\text{Masa del componente}}{\text{Masa de la fruta entera}} (100)$ <p><u>Componente:</u> Piel, cáscara, semillas o pulpa</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Piel • Cáscara • Semillas 	Residuos Totales (piel + cáscara+ semilla)	$\% \text{ Componente} = \frac{\text{Masa del componente}}{\text{Masa de residuos totales}} (100)$ <p><u>Componente:</u> Piel, cáscara o semilla</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Semillas • Pulpa 	Fruta sin piel y sin cáscara	$\% \text{ Componente} = \frac{\text{Masa del componente}}{\text{Masa de fruta sin piel y sin cáscara}} (100)$ <p><u>Componente:</u> Semilla o pulpa</p>

Fuente:[http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev18\(3\)/5.%20Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20y%20qu%C3%ADmica.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev18(3)/5.%20Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20y%20qu%C3%ADmica.pdf).

2.14 Aprovechamiento de residuos.- Los desechos como pieles, cáscaras y semillas se aprovecharán en la obtención de torta para alimentación animal y las semillas para repostería.

2.14.1 Obtención de torta para balanceado.- Previamente se licuaron las cáscaras y pieles del fruto de tuna, para posteriormente adicionar a la siguiente formulación:

Cuadro 4. Formulación para un balanceado

INGREDIENTES	COMPOSICION
Melaza	15 %
Torta de Cáscaras y Pieles de Tuna	30 %
Afrechillo	25%
Urea	10 %
Sal mineralizada	20 %

Fuente: <http://www.gratisweb.com/franciscodelgado/subproductospalma.htm>

2.14.2 Semillas para la obtención de Harina.- Usualmente las semillas son desechadas aunque existe la posibilidad de que contengan componentes básicos que puedan permitir su utilización como complemento nutritivo u otro producto provechoso en la agroindustria.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y equipos

3.1.1 Materia prima e insumos

- Fruto de Tuna
- Azúcar
- Ácido cítrico
- Óxido de calcio
- Sorbato de Potasio
- Benzoato de Sodio
- Melaza
- Afrechillo
- Úrea
- Sal mineralizada

3.1.2 Materiales

- Ollas
- Recipientes plásticos
- Tamiz
- Cucharas
- Cuchillos
- Gafas
- Guantes

- Paila de Bronce
- Cloro
- Agua
- Fundas de polietileno (plásticas 300g)
- Fundas plásticas (20g)

3.1.3 Equipos

- Brixometro
- Termómetro
- Balanza digital
- Congeladora
- Cocina Industrial
- Potenciómetro
- Licuadora Industrial
- Selladora
- Secador de bandejas

3.2 Localización del experimento

El experimento se realizó en las Unidades Eduproductivas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

Cuadro 5. Caracterización del área de estudio

UBICACIÓN	
PROVINCIA	Imbabura
CANTÓN	Ibarra
PARROQUIA	El sagrario
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	
TEMPERATURA	17.4 °C
ALTITUD	2250 m.s.n.m
HUMEDAD RELATIVA	73%
PLUVIOSIDAD	550.3 mm/año
LATITUD	0°20" Norte
LONGITUD	78°08" Oeste

Fuente: Departamento de Meteorología de la Dirección de Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la ciudad de Ibarra.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Factores en estudio

Los factores en estudio para obtención de pulpa se realizaron para dos variedades del fruto de tuna con adición de tres porcentajes de cáscara y dos porcentajes de sólidos solubles.

Cuadro 6. Factores en estudio

FACTOR A	
VARIEDAD	TUNA
A1	Amarilla
A2	Blanca
FACTOR B	
SÓLIDOS SOLUBLES	PORCENTAJE
B1	15%
B2	20%
FACTOR C	
CÁSCARA DE TUNA	PORCENTAJE
C1	20%
C2	25%
C3	30%

3.3.2 Tratamientos

Cuadro 7. Combinación de tratamientos

TRATAMIENTOS	FACTOR A Variedad de tuna	FACTOR B % de sólidos solubles	FACTOR C % de Cáscara de tuna	COMBINACIONES	PULPA DE TUNA (%)
T1	A1 = Amarilla	B1 = 15	C1 = 20	A1B1C1	65
T2	A1 = Amarilla	B1 = 15	C2 = 25	A1B1C2	60
T3	A1 = Amarilla	B1 = 15	C3 = 30	A1B1C3	55
T4	A1 = Amarilla	B2 = 20	C1 = 20	A1B2C1	60
T5	A1 = Amarilla	B2 = 20	C2 = 25	A1B2C2	55
T6	A1 = Amarilla	B2 = 20	C3 = 30	A1B2C3	50
T7	A2 = Blanca	B1 = 15	C1 = 20	A2B1C1	65
T8	A2 = Blanca	B1 = 15	C2 = 25	A2B1C2	60
T9	A2 = Blanca	B1 = 15	C3 = 30	A2B1C3	55
T10	A2 = Blanca	B2 = 20	C1 = 20	A2B2C1	60
T11	A2 = Blanca	B2 = 20	C2 = 25	A2B2C2	45
T12	A2 = Blanca	B2 = 20	C3 = 30	A2B2C3	50
T13	A = 0	B = 0	C = 0	A0B0C0	100

3.3.3 Diseño experimental

En esta investigación se utilizó el diseño completo al azar con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$, con tres repeticiones por tratamiento.

3.3.4 Características del experimento

Número de repeticiones	Tres (3)
Número de tratamientos	Trece (13)
Número de unidades experimentales	Treinta y nueve (39)

3.3.5 Unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un peso de 2 kg de materia prima (fruto de tuna) de la cual se estima tener un rendimiento del 60% de pulpa, 35% de cáscaras, 5% de semillas.

3.3.6 Análisis estadístico

Cuadro 8. Esquema de Análisis de la Varianza

Fuente de Variación	Gl
Total	38
Tratamientos	12
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	2
Interacción AxB	1
Interacción AxC	2
Interacción BxC	2
Interacción AxBxC	2
Testigo vs otros	1
Error Experimental	26

3.3.7 Análisis funcional

Se analizó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos, para el factor A y factor B, factor C la prueba de diferencia mínima significativa (D.M.S) y friedman se utilizó para evaluar variables cualitativas (pruebas sensoriales).

3.4 Análisis adicionales

- Análisis microbiológicos (coliformes, recuento total, mohos y levaduras)
- Contenido nutricional (Proteína, fibra, carbohidratos, cenizas)

Estas pruebas se realizaron para los cuatro mejores tratamientos que se obtuvieron luego de analizar las variables cualitativas.

3.5 Variables cuantitativas en el proceso

3.5.1 pH de la pulpa.- Se realizó con un potenciómetro una vez obtenida la pulpa con la mezcla de los porcentajes de cáscara adicionados a los tratamientos a excepción del testigo.



Fotografía 1: pHmetro

3.5.2 Concentración de sólidos solubles de la pulpa.- Se utilizó un refractómetro manual de escala 0 a 32° Brix, con una muestra de 1 ml de pulpa para la medición de los sólidos solubles una vez obtenida la pulpa después de la mezcla de porcentajes de cáscara a los tratamientos a excepción del testigo, ya que disminuye los °Brix.

3.6 Variables cuantitativas, producto terminado

3.6.1 pH.- Se realizó con un potenciómetro para cada tratamiento tomando llegando a un pH establecido de 3,4 adecuado para pulpas.

3.6.2 Densidad.- Se obtuvo tomando en cuenta la masa y el volumen de la pulpa final.

3.6.3 Humedad.- Se determinó en el laboratorio mediante la norma AOAC925.10

3.6.4 Turbidez.- Se realizó en el laboratorio según la norma NTE INEN 391

3.6.5 Fibra.- Se obtuvo en el laboratorio mediante la norma AOAC985.29

3.6.6 Rendimiento de la pulpa de tuna.- Se efectuó a través de un balance de materiales tomando en cuenta desde la materia prima que fue de 2 Kg por tratamiento para sacar el rendimiento en pulpa.

En el cálculo de esta variable se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$R = \frac{\text{Peso de la pulpa de tuna}}{\text{Peso del fruto de tuna}} \times 100$$

Dónde:

R = Rendimiento

3.7 Variables cualitativas

3.7.1 Análisis sensorial

Esta prueba cualitativa se la evaluó mediante un panel de catación de un número de 10 panelistas. Se determinó las siguientes variables: sabor, olor, color y textura. Las que permitieron saber la aceptabilidad o no del producto. Además facilitaron la selección de los cuatro mejores tratamientos para evaluar la calidad microbiológica.

Los panelistas fueron personas que tienen conocimiento con el tema capaces de juzgar con objetividad y seriedad los diferentes tratamientos.

La hora en que se llevó a cabo la degustación fue de 12h:00 – 13h:00

Cada degustador dispuso:

- Trece vasos plásticos pequeños ya codificados que contuvieron los 12 tratamientos más el testigo con muestras de 40 ml cada uno.
- Una botella de agua natural para la neutralización de sabores.
- Una hoja matriz con indicadores de los atributos de la pulpa los mismos que fueron evaluados con un visto o una x según su importancia.

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante la prueba no paramétrica de Friedman basada en la siguiente fórmula:

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

Dónde:

r = Número de degustadores

t = Tratamientos

$\sum R^2$ = Sumatoria de los rangos al cuadrado



Fotografía 2. Degustación panelistas, FICAYA UTN

3.8 Análisis microbiológico.- Se realizó el análisis microbiológico en una sola fase a fin de determinar la presencia o ausencia de microorganismos, se realizaron pruebas microbiológicas conforme al siguiente cuadro.

Cuadro 9. Normas para el análisis microbiológico

Norma	Método
AOAC 932.14C	Recuento estándar en placa
AOAC 932.14C	Recuento Coliformes
NTE INEN 1529-10	Recuento de Mohos
NTE INEN 1529-10	Recuento de levaduras

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA, UTN

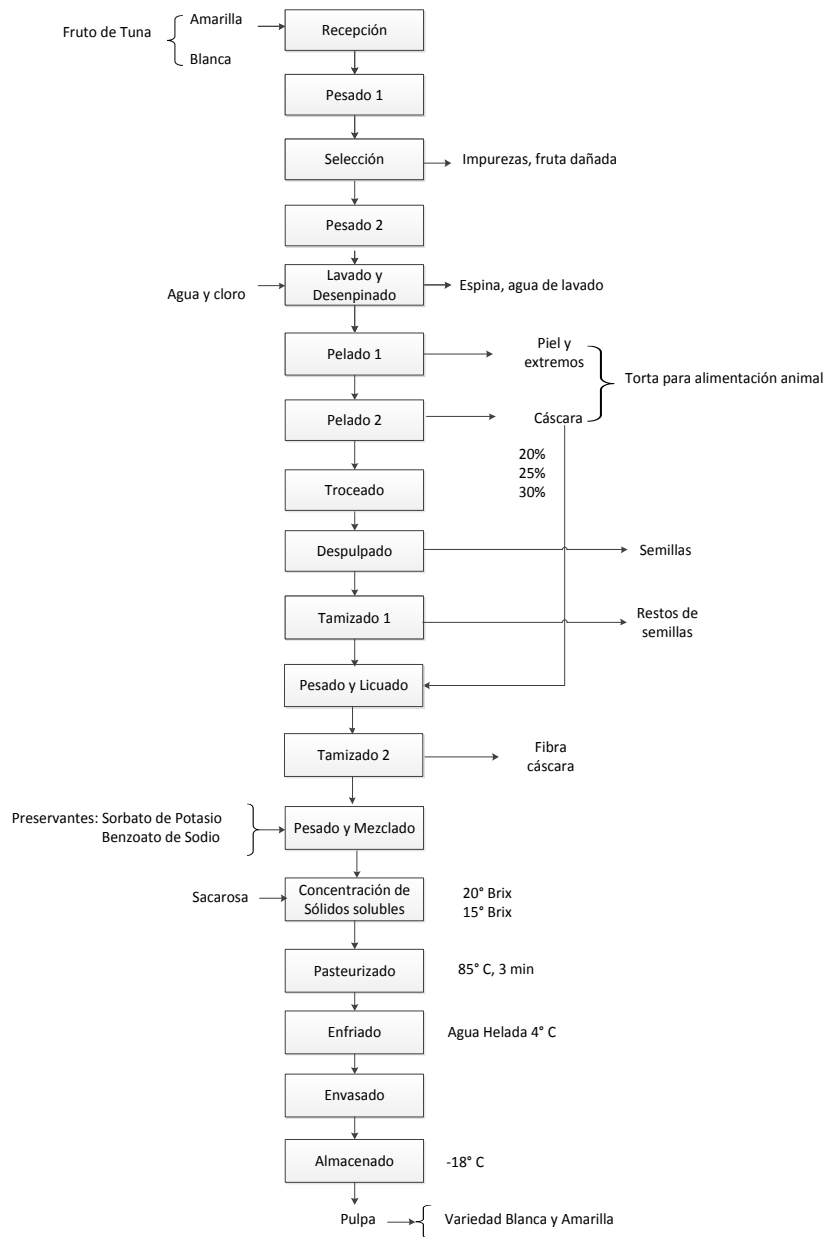
3.9 Manejo específico del experimento

El fruto empleado para la investigación es tuna de dos variedades: Amarilla y blanca; ya que estas son producidas en el Valle del Chota mismos que se beneficiaron de esta investigación. El fruto fue recolectado en la sede de la asociación de productores de tuna del Valle del Chota.



Fotografía 3: Recolección del fruto, Valle del Chota

Diagrama 1. Proceso de obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



3.10 Descripción del proceso

3.10.1 Descripción del proceso para la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca).

A) Recepción.-Se recibió la fruta de tuna de los diferentes productores de la comunidad del Valle del Chota, la misma que fue recolectada en recipientes plásticos adecuados para mantener la calidad de la fruta.



Fotografía 4: Recepción de la tuna. Valle del Chota

B) Pesado 1.- Para esta operación se utilizó una balanza de báscula con una capacidad de 30 kg para determinar el peso inicial de la tuna para cada tratamiento.



Fotografía 5: Pesado de la tuna. Unidades productivas FICAYA.

C) Selección.-Se separaron las frutas sanas de las dañadas y las impurezas manualmente.



Fotografía 6: Selección de la tuna. Unidades productivas FICAYA.

D) Pesado 2.- Se realizó en una balanza digital y se determinó el peso de la fruta sin impurezas.



Fotografía 7: Pesado de tuna sin impurezas. Unidades productivas FICAYA.

E) Lavado y despeninado.- Se efectuó manualmente con la utilización de guantes, cepillo, agua y cloro, con el fin de desinfectar la fruta, se utilizaron gafas como precaución de las espinas.



Fotografía 8: Lavado y despeninado de la tuna. Unidades productivas FICAYA.

F) Pelado 1.- Se realizó cortando ambos extremos de la fruta con un cuchillo, y posteriormente se procedió a retirar la piel de forma manual.



Fotografía 9: Corte de extremos del fruto tuna. Unidades productivas FICAYA.

G) Pelado 2.- Se realizó un corte por la mitad a lo largo del eje mayor lo que permitió separar la cáscara de la pulpa.



Fotografía 10: Separación de la cáscara de la pulpa de tuna. Unidades productivas FICAYA.

H) Troceado.- Se procedió a cortar la pulpa manualmente.



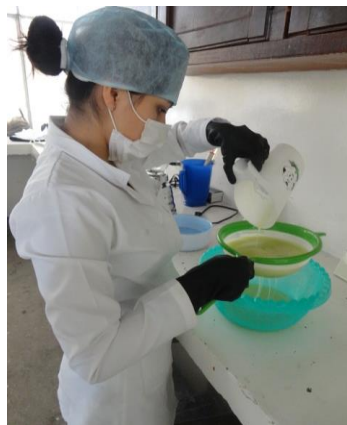
Fotografía 11: Cortado del fruto. Unidades productivas FICAYA.

I) Despulpado.- Se colocó la fruta en una despulpadora industrial y así se separó la pulpa de las semillas, la pulpa se colocó en un recipiente plástico tapado para prevenir la contaminación u oxidación.



Fotografía 12: Despulpado. Unidades productivas FICAYA.

J) Tamizado 1.- Una vez obtenida la pulpa se hizo pasar por un tamiz, ya que la pulpa que sale de la despulpadora contiene restos de semillas.



Fotografía 13: Tamizado de la pulpa de tuna. Unidades productivas FICAYA

K) Pesado y Licuado.- Se pesó con una balanza digital y se adicionó la cáscara de tuna a la pulpa según los porcentajes establecidos en los factores (20, 25, 30) %, los cuales fueron licuados.



Fotografía 14: Pesado de % de cáscara. Unidades productivas FICAYA



Fotografía 15: Licuado. Unidades productivas FICAYA

L) Tamizado 2.- Se hizo pasar por un tamiz, con el fin de eliminar los restos de fibra y cáscara que quedaron después del licuado.



Fotografía 16: Tamizado. Unidades productivas FICAYA

M) Pesado y Mezclado.- Se pesaron y se añadieron a la pulpa con cáscara los preservantes (Sorbato de potasio y benzoato de sodio) al 0.05%



Fotografía 17: Pesado y mezclado de conservantes. Unidades productivas FICAYA

N) Concentración de sólidos solubles.-Esta operación se llevó a cabo mediante el pesado de sacarosa que se obtuvo mediante cálculo hasta conseguir los concentrados establecidos en los factores (15 y 20°Brix).



Fotografía 18: Medición de °Brix. Unidades productivas FICAYA

O) Homogenizado.-Se lo realizó con un agitador manualmente con lo que se logró disolver la sacarosa en la pulpa.



Fotografía 19: Homogenizado. Unidades productivas FICAYA

P) Pasteurizado.-Se realizó en una olla grande hasta llegar a una temperatura de 85 ° C la cual se mantuvo por 3 min, para eliminar posibles microorganismos patógenos que podría haber presentado la pulpa.



Fotografía 20: Pasteurizado. Unidades productivas FICAYA

Q) Enfriado.- Una vez la pulpa pasteurizada se enfrió inmediatamente con agua a 4°C a baño maría.

R) Envasado.- Después del enfriado se envasa en fundas polietileno de 500g. para evitar contaminación.



Fotografía 21: Congelado. Unidades productivas FICAYA

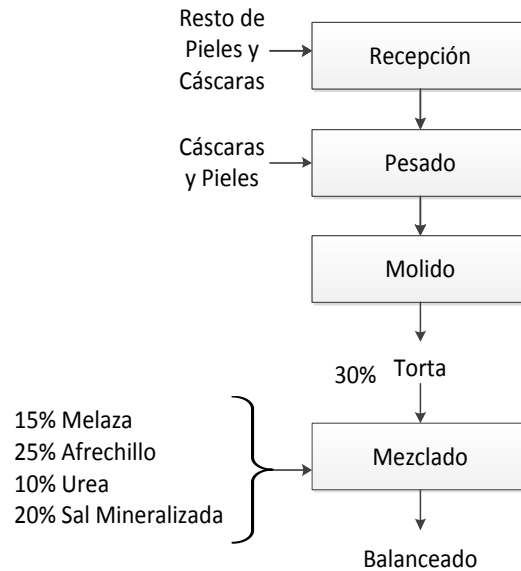
S) Almacenado.-Para el almacenamiento se colocó la pulpa en una congeladora a – 18 °C.



Fotografía 22: Congelado. Unidades productivas FICAYA

Este proceso se aplicó a las dos variedades de tuna (Amarilla y blanca)

Diagrama 2. Torta a partir de las cáscaras para alimentación animal



3.11 Descripción para la torta a partir de las cáscaras para alimentación animal

A) Pesado.-Se pesaron las cantidades de pieles y cáscaras que quedaron como residuo, esto se realizó en una balanza digital.



Fotografía 23: Pesado pieles y cáscaras. Unidades productivas FICAYA

B) Licuado.- Una vez pesado se procedió a licuar las cáscaras y pieles de las cuales se obtuvo la torta.



Fotografía 24: Licuado de cáscaras y pieles. Unidades productivas FICAYA



Fotografía 25: Torta de cáscaras y pieles de tuna. Unidades productivas FICAYA

C) Mezclado.-Una vez obtenida la torta, se incorporó melaza, Afrechillo, Urea, sal mineralizada la misma que le dio una consistencia adecuada al balanceado para alimentación animal.

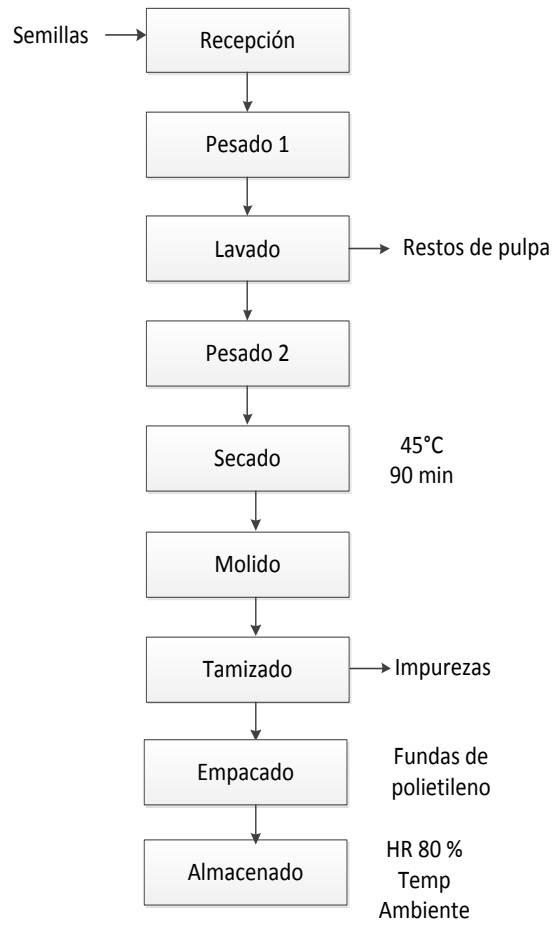


Fotografía 26: Balanceado. Unidades productivas FICAYA



Fotografía 27: Alimentación de balanceado a ganado lechero. Cuatro Esquinas - Carchi

Diagrama 3. Utilización de las semillas de tuna en la obtención de harina



3.12 Descripción para utilizar las semillas en la obtención de harina

A) Recepción.- Se recolectó las semillas luego del despulpado.



Fotografía 28: Recolección de semillas. Unidades productivas FICAYA

B) Pesado 1.-Se pesó las semillas con restos de pulpa, esto se realizó en una balanza digital.



Fotografía 29: Pesado de semillas. Unidades productivas FICAYA

C) Lavado.- Una vez pesadas las semillas, se lavaron con agua potable con la finalidad de eliminar impurezas, restos de fruta.



Fotografía 30: Lavado de semillas. Unidades productivas FICAYA

D) Pesado 2.- Se realizó una vez lavadas las semillas sin impurezas.



Fotografía 31: Pesado de semillas sin impurezas. Unidades productivas FICAYA

E) Secado.- Se efectuó en un secador de bandejas a temperatura de 45°C por una hora y media.



Fotografía 32: Secado. Unidades productivas FICAYA



Fotografía 33: Semillas secas. Unidades productivas FICAYA

F) Molido.- Para esta operación se utilizó un molino.



Fotografía 34: Molido. Unidades productivas FICAYA

G) Tamizado.- Se hizo pasar por un tamiz y se obtuvo harina.

H) Almacenado.-Se almacenó a temperatura ambiente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinación del pH en el proceso de obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió una vez obtenida la pulpa con la adición de porcentajes de cáscara de Tuna y sólidos solubles, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 10. pH en el proceso de obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	5,11	5,10	5,12	15,33	5,11
T2 (A1B1C2)	5,11	5,11	5,12	15,34	5,11
T3 (A1B1C3)	5,09	5,08	5,10	15,27	5,09
T4 (A1B2C1)	5,10	5,11	5,11	15,32	5,11
T5 (A1B2C2)	5,10	5,11	5,10	15,31	5,10
T6 (A1B2C3)	5,08	5,09	5,09	15,26	5,09
T7 (A2B1C1)	5,17	5,18	5,17	15,52	5,17
T8 (A2B1C2)	5,16	5,17	5,17	15,50	5,17
T9 (A2B1C3)	5,14	5,16	5,16	15,46	5,15
T10 (A2B2C1)	5,16	5,17	5,17	15,50	5,17
T11 (A2B2C2)	5,15	5,16	5,15	15,46	5,15
T12 (A2B2C3)	5,13	5,15	5,14	15,42	5,14
T13 (A0B0C0)	5,13	5,14	5,13	15,40	5,13
SUMA	66,63	66,73	66,73	200,09	5,13

Cuadro 11. Análisis de la varianza del pH en el proceso de obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	0,03499				
Tratamientos	12	0,03352	0,0028	49,52 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	0,02947	0,0295	522,41 **	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	0,00063	0,0006	11,08 **	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	0,00309	0,0015	27,38 **	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,00007	0,0001	1,23 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,00016	0,0001	1,38 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2	0,00007	0,0000	0,59 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,00002	0,0000	0,20 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	0,00003	0,0000	0,46 ^{NS}	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	0,00147	0,0001			

CV= 0,1464%

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

NS = No Significativo

Analizada la varianza para el pH en el proceso, se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, para el factor A (variedad), para el factor B (% de sólidos solubles) y para el factor C (% de cáscara) lo que quiere decir, que los mismos actúan de forma diferente, donde la variedad, los porcentajes de sólidos solubles y los porcentajes de cáscara influyen en esta variable, y no significativo para las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC así como también testigo vs resto; por lo tanto la combinación de factores no tiene incidencia en la variable pH.

Se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable pH en el proceso.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (A2B1C1)	5,1733	a
T8 (A2B1C2)	5,1667	a
T10 (A2B2C1)	5,1667	a
T9 (A2B1C3)	5,1533	a
T11 (A2B2C2)	5,1533	a
T12 (A2B2C3)	5,1400	b
T13 (A0B0C0)	5,1333	b
T2 (A1B1C2)	5,1133	c
T1 (A1B1C1)	5,1100	c
T4 (A1B2C1)	5,1067	c
T5 (A1B2C2)	5,1033	c
T3 (A1B1C3)	5,0900	d
T6 (A1B2C3)	5,0867	d

La prueba de Tukey dio como resultado cuatro rangos con un comportamiento diferente, los tratamientos del rango d; representan las mejores medias de pH en el proceso, siendo los mejores los tratamientos; T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna) y T6 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 30 % de Cáscara de tuna), debido a que el porcentaje de cáscara disminuye el valor de pH.

Cuadro 13. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	5,1589	a
A1	5,1017	b

La prueba de DMS encontró dos rangos, los cuales demuestran un comportamiento distinto. El nivel A1 (variedad amarilla) representa el mejor contenido de pH en el proceso de obtención de pulpa por su valor más bajo.

Cuadro 14. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	5,1344	a
B2	5,1261	b

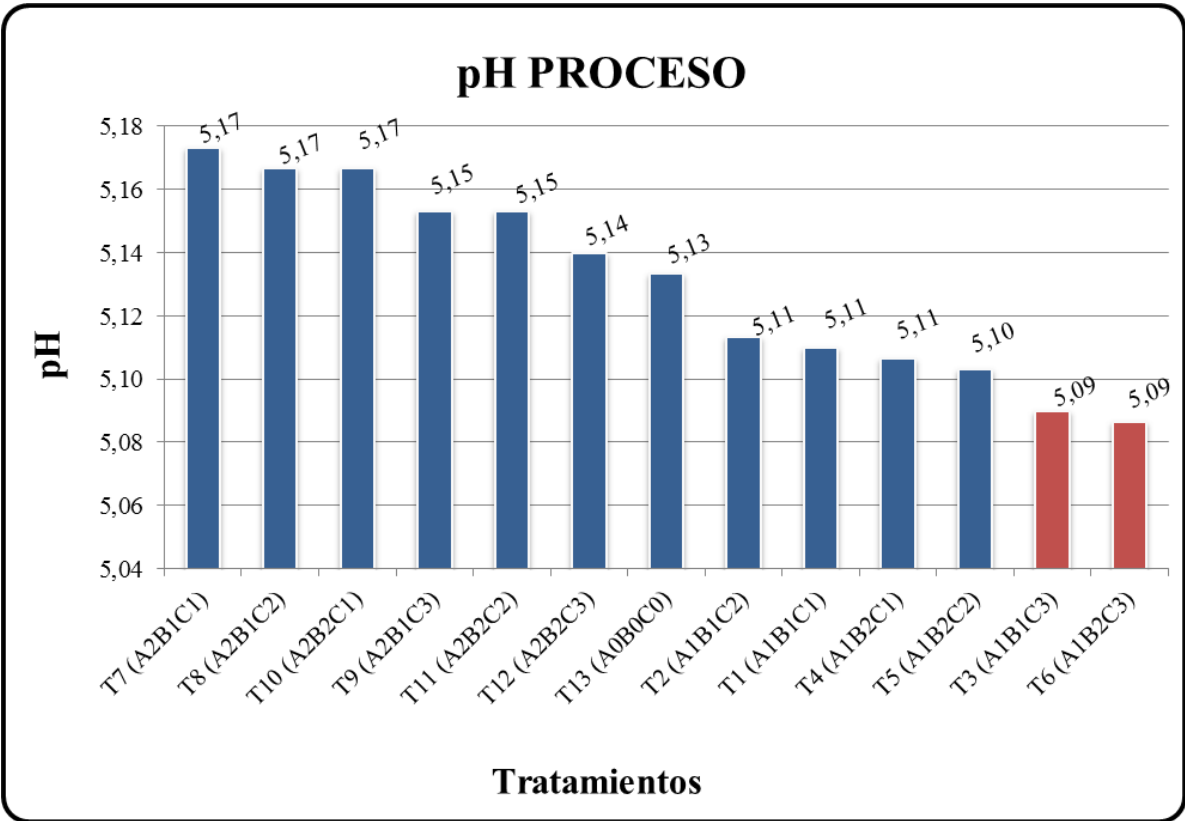
Para el factor B (% sólidos solubles) de acuerdo a la prueba de DMS se determinaron dos rangos, lo que quiere decir que tienen un comportamiento diferente. El nivel B2 (20 % de sólidos solubles) representa el mejor contenido de pH en el proceso de obtención de pulpa.

Cuadro 15. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C1	5,1392	a
C2	5,1342	a
C3	5,1175	b

De la prueba DMS para el factor C (% de cáscara) resultaron dos rangos. El nivel C3 (% de cáscara) representa el mejor contenido de pH en el proceso de obtención de pulpa.

Gráfico 2. Comportamiento de las medias para el pH en el proceso de obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



De acuerdo a la gráfica se puede ver que los mejores tratamientos son: T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna) y T6 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 30 % de Cáscara de tuna) donde el tratamiento T6 es el mejor por presentar la media más baja de 5,09, debido a la cáscara que influye en la disminución del pH.

4.2 Determinación del pH de diferencia (pH en el proceso y pH establecido con un valor de 3,4) en la obtención de pulpa de tuna (Opuntia ficus) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió una vez obtenida la pulpa, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 16. pH de diferencia (pH en el proceso y pH final de 3,4) en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	1,71	1,70	1,72	5,13	1,71
T2 (A1B1C2)	1,71	1,71	1,72	5,14	1,71
T3 (A1B1C3)	1,69	1,68	1,70	5,07	1,69
T4 (A1B2C1)	1,70	1,71	1,71	5,12	1,71
T5 (A1B2C2)	1,70	1,71	1,70	5,11	1,70
T6 (A1B2C3)	1,68	1,69	1,69	5,06	1,69
T7 (A2B1C1)	1,77	1,78	1,77	5,32	1,77
T8 (A2B1C2)	1,76	1,77	1,77	5,30	1,77
T9 (A2B1C3)	1,74	1,76	1,76	5,26	1,75
T10 (A2B2C1)	1,76	1,77	1,77	5,30	1,77
T11 (A2B2C2)	1,75	1,76	1,75	5,26	1,75
T12 (A2B2C3)	1,73	1,75	1,74	5,22	1,74
T13 (A0B0C0)	1,73	1,74	1,73	5,20	1,73
SUMA	22,43	22,53	22,53	67,49	1,73

Cuadro 17. Análisis de la varianza para el pH de diferencia (pH en el proceso y pH final de 3,4) en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	0,03499				
Tratamientos	12	0,03352	0,00279	49,52 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	0,02947	0,02947	522,41 **	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	0,00062	0,00062	11,08 **	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	0,00309	0,00154	27,38 **	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,00007	0,00007	1,23 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,00016	0,00008	1,38 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2	0,00007	0,00003	0,59 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,00002	0,00001	0,20 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	0,00003	0,00003	0,46 ^{NS}	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	0,00147	0,00006			

CV= 0,4340%

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

De acuerdo al análisis de varianza para la variable pH de diferencia se observa que existe alta significación estadística para tratamientos, para factor A (variedad), para el factor B (% de sólidos solubles) y para el factor C (% de cáscara), lo que significa que tienen comportamiento diferente, donde la variedad, los porcentajes de sólidos solubles y los porcentajes de cáscara influyen en esta variable y no significativo para las interacciones: AxB, AxC, BxC AxBxC y el testigo vs resto, ya que estas combinaciones no influyen en la variable pH.

Por lo tanto se realizó Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 18. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable pH de diferencia (pH iniciales y pH final de 3,4)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (A2B1C1)	1,7733	a
T8 (A2B1C2)	1,7667	a
T10 (A2B2C1)	1,7667	a
T9 (A2B1C3)	1,7533	a
T11 (A2B2C2)	1,7533	a
T12 (A2B2C3)	1,7400	b
T13 (A0B0C0)	1,7333	b
T2 (A1B1C2)	1,7133	c
T1 (A1B1C1)	1,7100	c
T4 (A1B2C1)	1,7067	c
T5 (A1B2C2)	1,7033	c
T3 (A1B1C3)	1,6900	d
T6 (A1B2C3)	1,6867	d

La prueba de Tukey mostró cuatro rangos, los tratamientos del rango d; que representan las mejores medias del pH de diferencia (pH iniciales y pH establecido con un valor de 3,4), siendo los tratamientos T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna) y T6 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 30 % de Cáscara de tuna) donde el tratamiento T6 es el mejor, ya que presenta el menor pH debido a su contenido de cáscara.

Cuadro 19. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	1,7589	a
A1	1,7017	b

La prueba DMS para el factor A (variedad) demostró dos rangos. El nivel A1 (variedad amarilla) representa el mejor contenido de pH de diferencia en la pulpa.

Cuadro 20. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	1,7344	a
B2	1,7261	b

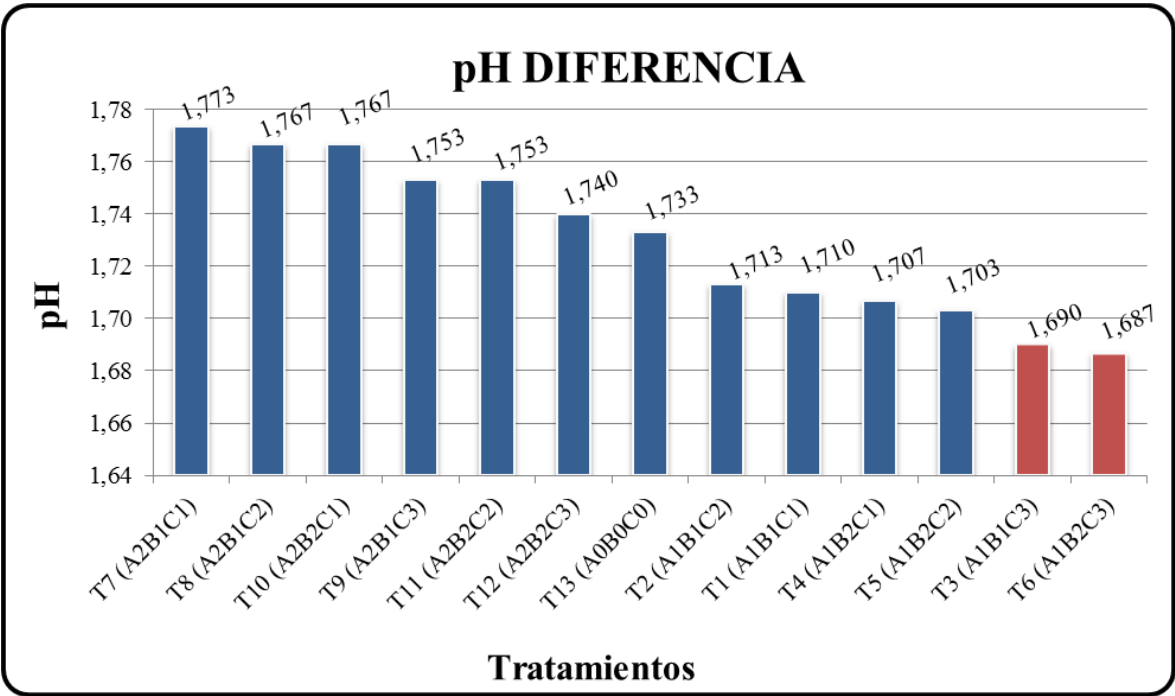
En el factor B (% sólidos solubles), la prueba DMS encontró dos rangos. El nivel B2 (20 % de sólidos solubles) representa el mejor contenido de pH de diferencia en la pulpa.

Cuadro 21. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C1	1,7392	a
C2	1,7342	a
C3	1,7175	b

La prueba DMS resalto dos rangos. El nivel C3 (% de cáscara) representa el mejor contenido de pH de diferencia en la obtención de pulpa.

Gráfico 3. Comportamiento de las medias para el pH de diferencia (pH en el proceso y pH final de 3,4) en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



De acuerdo a la gráfica se puede observar que los tratamientos; T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna) y T6 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 30 % de Cáscara de tuna) siendo el tratamiento T6 el mejor con un pH de diferencia de 1,687.

4.3 Determinación del contenido de sólidos solubles en el proceso de obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió después de la mezcla de la pulpa de tuna con los respectivos porcentajes de cáscara establecidos en el proceso, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 22. Contenido de sólidos solubles en el proceso de obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	11,00	10,08	11,02	32,10	10,70
T2 (A1B1C2)	10,09	10,07	11,00	31,16	10,39
T3 (A1B1C3)	10,09	10,07	11,00	31,16	10,39
T4 (A1B2C1)	10,09	11,00	10,09	31,18	10,39
T5 (A1B2C2)	10,09	10,09	10,08	30,26	10,09
T6 (A1B2C3)	10,08	10,07	10,07	30,22	10,07
T7 (A2B1C1)	13,00	13,01	13,01	39,02	13,01
T8 (A2B1C2)	12,08	13,00	12,09	37,17	12,39
T9 (A2B1C3)	12,07	13,00	12,09	37,16	12,39
T10 (A2B2C1)	12,09	12,09	13,00	37,18	12,39
T11 (A2B2C2)	12,08	12,08	12,09	36,25	12,08
T12 (A2B2C3)	12,08	12,08	12,08	36,24	12,08
T13 (A0B0C0)	11,54	11,54	11,07	34,15	11,38
SUMA	146,38	148,18	148,69	443,25	11,37

Cuadro 23. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles al inicio en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	44,51317				
Tratamientos	12	40,43310	3,3694	21,47 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	37,90454	37,9045	241,54 **	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	1,15204	1,1520	7,34 *	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	1,21176	0,6059	3,86 *	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,02351	0,0235	0,15 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,04602	0,0230	0,15 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2	0,04709	0,0235	0,15 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,04709	0,0235	0,15 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	0,00105	0,0010	0,01 ^{NS}	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	4,08007	0,1569			

CV = 3,4855%

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

El análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles en el proceso, detectó que existe alta significación estadística para tratamientos y para el factor A (variedad), lo que significa que la variedad influye en los diferentes tratamientos; además significación para el factor B (% de sólidos solubles) y para el factor C (% de cáscara) que se comportan de forma diferente pero ninguna significación para las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC como también para el testigo vs resto, demostrando que la combinación de factores y del testigo vs el resto no influye en esta variable.

Se utilizaron las pruebas de Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 24. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de sólidos solubles en el proceso

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (A2B1C1)	13,0067	a
T10 (A2B2C1)	12,3933	a
T8 (A2B1C2)	12,3900	a
T9 (A2B1C3)	12,3867	a
T11 (A2B2C2)	12,0833	a
T12 (A2B2C3)	12,0800	a
T13 (A0B0C0)	11,3833	b
T1 (A1B1C1)	10,7000	b
T4 (A1B2C1)	10,3933	b
T2 (A1B1C2)	10,3867	b
T3 (A1B1C3)	10,3867	b
T5 (A1B2C2)	10,0867	c
T6 (A1B2C3)	10,0733	c

La prueba de Tukey expuso tres rangos con un comportamiento diferente, donde tratamientos del rango a, son los mejores debido a los valores de sus medias en contenido de sólidos solubles, demostradas en los tratamientos; T7 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T8 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna) y T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna) donde el mejor es el tratamiento T7.

Cuadro 25. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	12,3900	a
A1	10,3378	b

De la prueba DMS se encontraron dos rangos, El nivel A2 (variedad blanca) presentó un promedio más alto de contenido de sólidos solubles frente a la variedad amarilla.

Cuadro 26. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	11,5428	a
B2	11,1850	b

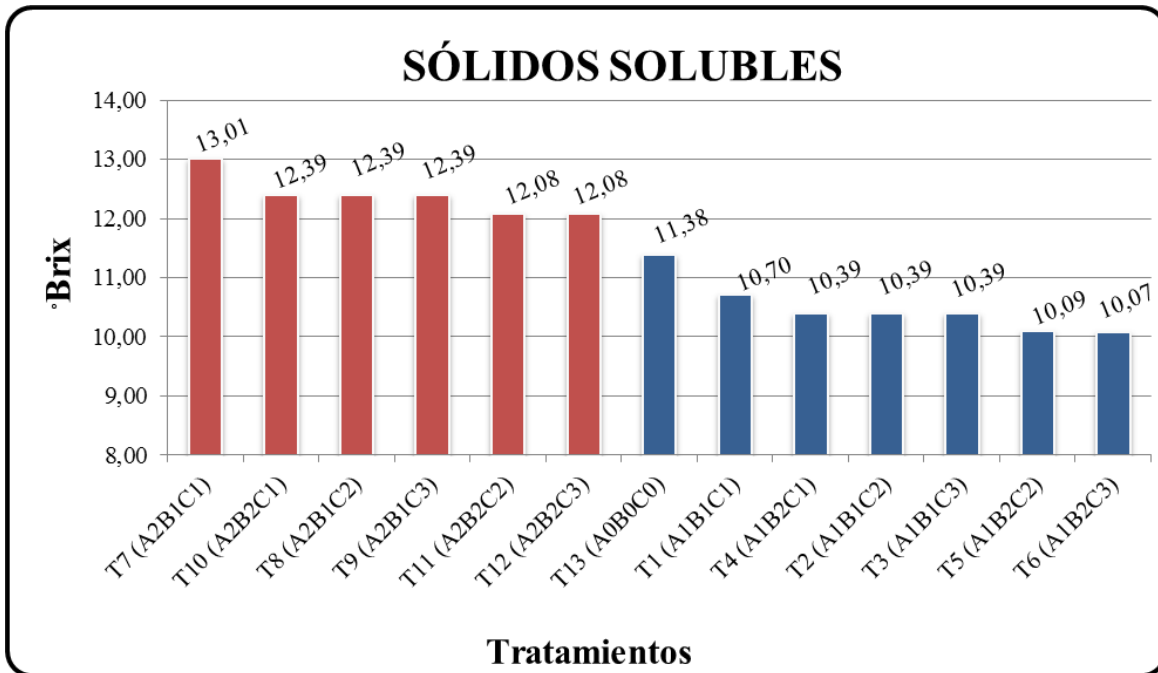
La prueba DMS determinó dos rangos. El nivel B1 (15% de sólidos solubles) mostró un la media más alta en contenido de sólidos solubles.

Cuadro 27. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C1	11,6233	a
C2	11,2367	b
C3	11,2317	b

De acuerdo a la prueba DMS se establecieron dos rangos. El nivel C1 (20% de cáscara de tuna), tuvo un promedio más alto de contenido de sólidos solubles.

Gráfico 4. Comportamiento de las medias para el contenido de sólidos solubles en el proceso de obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



Se observa que los mejores tratamientos son: T7 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T8 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna) y T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna); donde el mejor tratamiento T7 presenta su media más alta 13,01 °Brix.

4.4 Determinación de rendimiento en la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió al final del proceso, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 28. Rendimiento en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	1,22	1,24	1,21	3,67	1,22
T2 (A1B1C2)	1,24	1,25	1,23	3,72	1,24
T3 (A1B1C3)	1,25	1,27	1,24	3,76	1,25
T4 (A1B2C1)	1,20	1,22	1,23	3,65	1,22
T5 (A1B2C2)	1,21	1,23	1,24	3,68	1,23
T6 (A1B2C3)	1,23	1,28	1,27	3,78	1,26
T7 (A2B1C1)	1,10	1,13	1,12	3,35	1,12
T8 (A2B1C2)	1,18	1,15	1,16	3,49	1,16
T9 (A2B1C3)	1,19	1,19	1,18	3,56	1,19
T10 (A2B2C1)	1,12	1,12	1,11	3,35	1,12
T11 (A2B2C2)	1,16	1,14	1,15	3,45	1,15
T12 (A2B2C3)	1,17	1,15	1,16	3,48	1,16
T13 (A0B0C0)	1,15	1,14	1,12	3,41	1,14
SUMA	15,42	15,51	15,42	46,35	1,19

Cuadro 29. Análisis de la varianza para el rendimiento en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	0,0995				
Tratamientos	12	0,0941	0,0078	37,76 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	0,0693	0,0693	333,88 **	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	0,0007	0,0007	3,42 ^{NS}	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	0,0132	0,0066	31,67 **	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,0002	0,0002	0,86 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,0012	0,0006	2,78 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2	0,0002	0,0001	0,37 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,0007	0,0003	1,66 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	0,0087	0,0087	41,98 **	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	0,0054	0,0002			

CV= 1,2126%

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

En la variable rendimiento el análisis de varianza detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, para el factor A (variedad), para el factor C (% de cáscara) y testigo vs. resto pero ninguna significación para el factor B (% de sólidos solubles) y para las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC.

Se desarrolló Tukey para tratamientos, DMS para factor A y factor C.

Cuadro 30. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de rendimiento

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T6 (A1B2C3)	1,2600	a
T3 (A1B1C3)	1,2533	a
T2 (A1B1C2)	1,2400	a
T5 (A1B2C2)	1,2267	a
T1 (A1B1C1)	1,2233	a
T4 (A1B2C1)	1,2167	a
T9 (A2B1C3)	1,1867	b
T8 (A2B1C2)	1,1633	b
T12 (A2B2C3)	1,1600	b
T11 (A2B2C2)	1,1500	c
T13 (A0B0C0)	1,1367	d
T10 (A2B2C1)	1,1167	e
T7 (A2B1C1)	1,1167	e

La prueba de Tukey encontró tres rangos con un comportamiento diferente, siendo los tratamientos del rango a, siendo los T6 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 30 % de cáscara de tuna), T3 (variedad amarilla, 15 % de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T2 (variedad amarilla, 15 % de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T5 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T1 variedad amarilla, 15 % de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T4 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), y el mejor para esta variable el T6.

Cuadro 31. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A1	1,2311	a
A2	1,1489	b

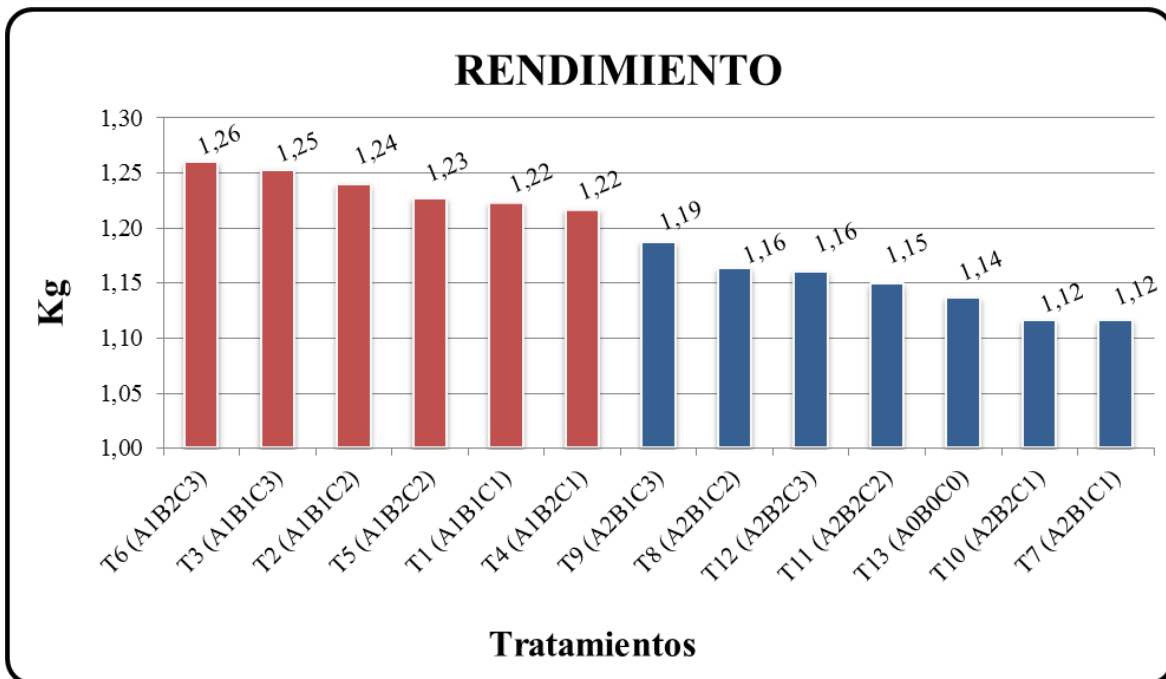
En la prueba DMS se observan dos rangos. Siendo el mejor el nivel A1 (variedad amarilla)

Cuadro 32. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C3	1,2150	a
C2	1,1867	b
C1	1,1683	b

La prueba DMS mostró dos rangos. El nivel C3 (30% de cáscara de tuna) es el mejor

Gráfico 5. Comportamiento de las medias para el rendimiento en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



En la gráfica se puede ver que los mejores tratamientos son: T6 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 30 % de cáscara de tuna), T3 (variedad amarilla, 15 % de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T2 (variedad amarilla, 15 % de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T5 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T1 (variedad amarilla, 15 % de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T4 (variedad amarilla, 20 % de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), siendo el mejor para esta variable el T6 ya que presenta el mejor rendimiento de 1,26Kg por su mayor contenido de cáscara.

4.5 Determinación del contenido de Humedad en la obtención de pulpa de tuna (Opuntia ficus) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió al final del proceso, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 33. Contenido de Humedad en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	81,99	80,99	81,23	244,21	81,40
T2 (A1B1C2)	80,97	80,97	81,15	243,09	81,03
T3 (A1B1C3)	80,19	80,92	80,51	241,62	80,54
T4 (A1B2C1)	78,92	77,15	79,41	235,48	78,49
T5 (A1B2C2)	78,29	77,11	76,17	231,57	77,19
T6 (A1B2C3)	77,97	76,15	77,25	231,37	77,12
T7 (A2B1C1)	80,99	80,19	80,09	241,27	80,42
T8 (A2B1C2)	79,91	79,97	80,12	240,00	80,00
T9 (A2B1C3)	79,80	79,62	78,15	237,57	79,19
T10 (A2B2C1)	77,88	79,62	76,54	234,04	78,01
T11 (A2B2C2)	77,35	75,28	76,68	229,31	76,44
T12 (A2B2C3)	77,18	75,26	76,27	228,71	76,24
T13 (A0B0C0)	83,50	84,10	87,25	254,85	84,95
SUMA	1034,94	1027,33	1030,82	3093,09	79,31

Cuadro 34. Análisis de la varianza para el contenido de Humedad en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	241,8638				
Tratamientos	12	215,1557	17,9296	17,45 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	7,5076	7,5076	7,31 *	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	91,1388	91,1388	88,72 **	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	10,8662	5,4331	5,29 *	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,3844	0,3844	0,37 NS	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,2283	0,1142	0,11 NS	5,53	3,37
I (BxC)	2	1,6276	0,8138	0,79 NS	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,0215	0,0108	0,01 NS	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	103,3812	103,3812	100,64 **	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	26,7081	1,0272			

CV= 1,2779%

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

El análisis de varianza para el contenido de humedad, demostró que existe alta significación estadística para tratamientos, para el factor B (% de sólidos solubles) y testigo vs. resto; en cambio significación estadística para el factor A (variedad) y para el factor C (% de cáscara) pero ninguna significación para las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC.

Se realizó Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 35. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de humedad

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T13 (A0B0C0)	84,9500	a
T1 (A1B1C1)	81,4033	b
T2 (A1B1C2)	81,0300	b
T3 (A1B1C3)	80,5400	b
T7 (A2B1C1)	80,4233	b
T8 (A2B1C2)	80,0000	b
T9 (A2B1C3)	79,1900	b
T4 (A1B2C1)	78,4933	b
T10 (A2B2C1)	78,0133	c
T5 (A1B2C2)	77,1900	c
T6 (A1B2C3)	77,1233	c
T11 (A2B2C2)	76,4367	c
T12 (A2B2C3)	76,2367	c

La prueba de Tukey se encontró tres rangos con un comportamiento diferente, siendo los tratamientos del rango c, los cuales representan las mejores medias de contenido de humedad, siendo el T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T11(variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T6 (variedad amarilla, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T5 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), donde el mejor tratamiento es T12 para esta variable, ya que el menor valor representa el mejor tratamiento por su incremento en sólidos totales.

Cuadro 36. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A1	79,2967	a
A2	78,3833	b

La prueba de DMS detalla dos rangos. El nivel A2 (variedad blanca) presentó un promedio más bajo de contenido de humedad considerado el mejor.

Cuadro 37. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	80,4311	a
B2	77,2489	b

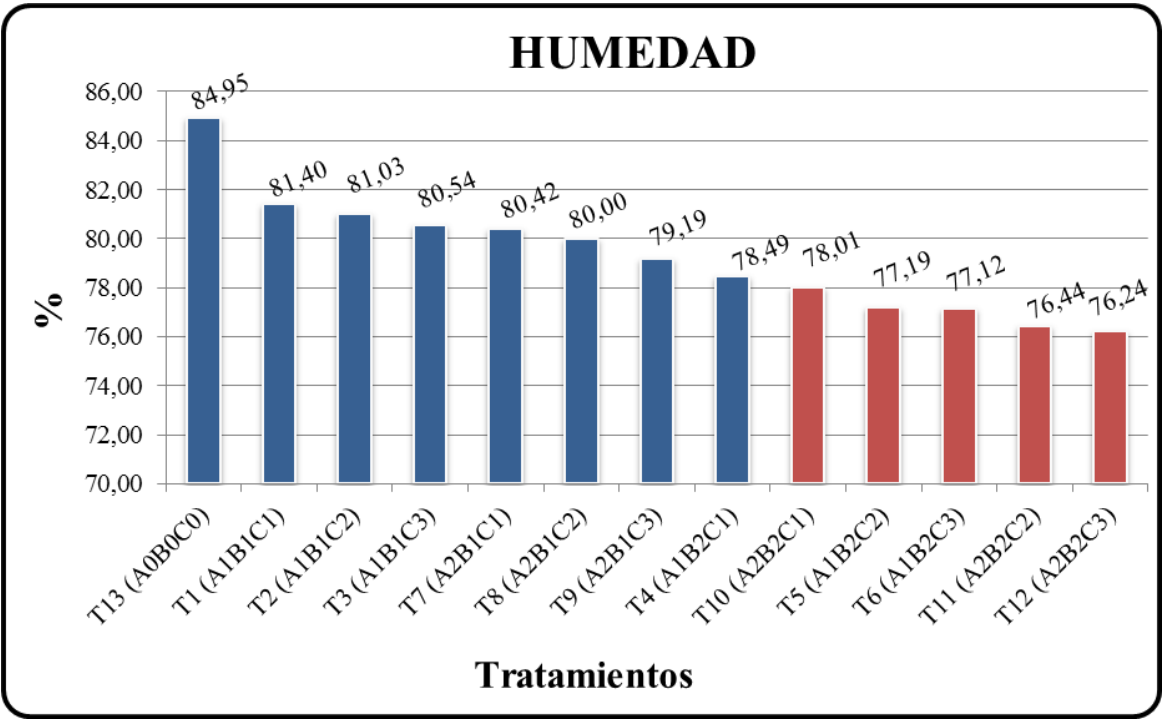
En porcentaje de sólidos solubles el nivel B2 es el mejor según DMS por su valor más bajo.

Cuadro 38. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C1	79,5833	a
C2	78,6642	b
C3	78,2725	b

La prueba de DMS determinó dos rangos. El nivel C3 (30% de cáscara de tuna) presentó un promedio más bajo de contenido de humedad.

Gráfico 6. Comportamiento de las medias para el contenido de humedad en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



En el esquema de barras se puede ver que los mejores tratamientos son: T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T11(variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T6 (variedad amarilla, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T5 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), siendo el mejor tratamiento T12 para esta variable, con un porcentaje 76,24 % de humedad ya que el menor valor representa el mejor tratamiento por su contenido de sólidos totales.

4.6 Determinación de densidad en la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió al final del proceso, tomando en cuenta la masa y el volumen de la pulpa en los respectivos tratamientos. Los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 39. Densidad en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	1,0722	1,0753	1,0765	3,2240	1,0747
T2 (A1B1C2)	1,0723	1,0757	1,0767	3,2247	1,0749
T3 (A1B1C3)	1,0753	1,0904	1,0880	3,2537	1,0846
T4 (A1B2C1)	1,0883	1,0916	1,0925	3,2724	1,0908
T5 (A1B2C2)	1,0884	1,0928	1,0933	3,2745	1,0915
T6 (A1B2C3)	1,0985	1,0935	1,0955	3,2875	1,0958
T7 (A2B1C1)	1,0906	1,0983	1,0958	3,2847	1,0949
T8 (A2B1C2)	1,0908	1,0991	1,0997	3,2896	1,0965
T9 (A2B1C3)	1,0999	1,0933	1,1090	3,3022	1,1007
T10 (A2B2C1)	1,0910	1,1101	1,1029	3,3040	1,1013
T11 (A2B2C2)	1,0925	1,1099	1,1077	3,3101	1,1034
T12 (A2B2C3)	1,1052	1,1257	1,1272	3,3581	1,1194
T13 (A0B0C0)	1,0567	1,0587	1,0500	3,1654	1,0551
SUMA	14,1217	14,2144	14,2148	42,5509	1,0910

Cuadro 40. Análisis de la varianza para la densidad en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	0,01035				
Tratamientos	12	0,00925	0,00077	18,16 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	0,00270	0,00270	63,69 **	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	0,00144	0,00144	33,94 **	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	0,00067	0,00034	7,94 **	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,00004	0,00004	0,86 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,00003	0,00002	0,37 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2	0,00002	0,00001	0,28 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,00015	0,00007	1,72 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	0,00419	0,00419	98,81 **	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	0,00110	0,00004			

CV= 0,5970 %

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

Analizada la varianza para la densidad, reveló que existe alta significación estadística para tratamientos, para el Factor A (variedad), para el Factor B (% de sólidos solubles), para el factor C (% de cáscara) y testigo vs. resto, y ninguna significación para las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC.

Se desarrolló Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 41. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de densidad

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T12 (A2B2C3)	1,119	a
T11 (A2B2C2)	1,103	a
T10 (A2B2C1)	1,101	a
T9 (A2B1C3)	1,101	a
T8 (A2B1C2)	1,097	b
T6 (A1B2C3)	1,096	b
T7 (A2B1C1)	1,095	b
T5 (A1B2C2)	1,092	b
T4 (A1B2C1)	1,091	b
T3 (A1B1C3)	1,085	b
T2 (A1B1C2)	1,075	c
T1 (A1B1C1)	1,075	c
T13 (A0B0C0)	1,055	d

Al realizar la prueba de Tukey se encontró cuatro rangos con un comportamiento diferente, donde los tratamientos del rango a, representan las mejores medias de densidad, los cuales son: T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), siendo T12 el mejor para esta variable.

Cuadro 42. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	1,103	a
A1	1,085	b

La prueba DMS demostró dos rangos. El nivel A2 (variedad blanca) es el mejor por su media más alta.

Cuadro 43. Prueba de DMS para el factor B (% de sólidos solubles)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B2	1,100	a
B1	1,088	b

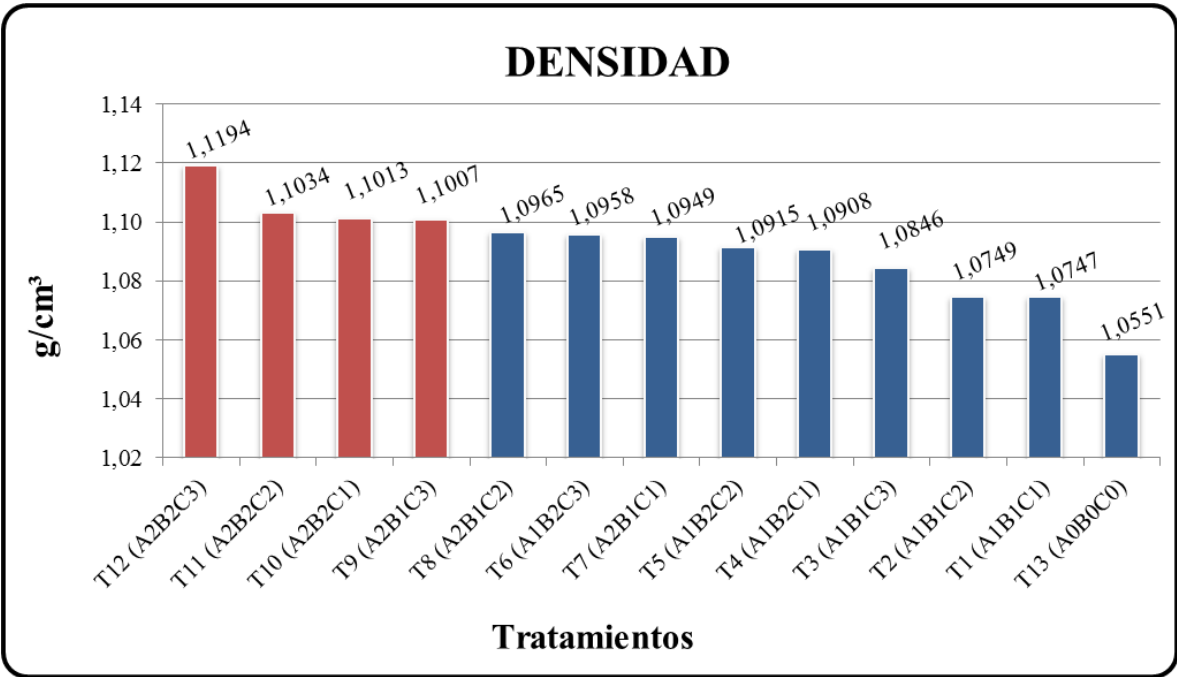
Se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos. El nivel B2 (20% de sólidos solubles) es el mejor ya que mostró un promedio más alto de contenido de densidad.

Cuadro 44. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C3	1,100	a
C2	1,092	b
C1	1,090	b

La prueba de DMS para este factor detalló dos rangos, donde el nivel C3 (30% de cáscara de tuna) es el mejor por su aporte de sólidos totales.

Gráfico 7. Comportamiento de las medias para la densidad en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



En la gráfica se puede distinguir que los mejores tratamientos son: : T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), siendo T12 con una densidad de 1,1194 g/cm³ considerado el mejor para esta variable.

4.7 Determinación del contenido de fibra en la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió al final del proceso, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 45. Contenido de fibra en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	2,5500	2,6000	2,5700	7,7200	2,5733
T2 (A1B1C2)	2,7000	2,7500	2,6000	8,0500	2,6833
T3 (A1B1C3)	2,7400	2,7900	2,6800	8,2100	2,7367
T4 (A1B2C1)	2,6200	2,5800	2,6000	7,8000	2,6000
T5 (A1B2C2)	2,7100	2,7300	2,6500	8,0900	2,6967
T6 (A1B2C3)	2,7600	2,7800	2,7300	8,2700	2,7567
T7 (A2B1C1)	2,5900	2,5900	2,6100	7,7900	2,5967
T8 (A2B1C2)	2,7200	2,7400	2,7300	8,1900	2,7300
T9 (A2B1C3)	2,7500	2,7700	2,7800	8,3000	2,7667
T10 (A2B2C1)	2,5800	2,6100	2,6200	7,8100	2,6033
T11 (A2B2C2)	2,6600	2,7400	2,6800	8,0800	2,6933
T12 (A2B2C3)	2,7600	2,7800	2,7700	8,3100	2,7700
T13 (A0B0C0)	2,4900	2,2000	2,4000	7,0900	2,3633
SUMA	34,6300	34,6600	34,4200	103,7100	2,6592

Cuadro 46. Análisis de la varianza para el contenido de fibra en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38	0,53288				
Tratamientos	12	0,45881	0,03823	13,42 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1	0,00321	0,00321	1,13 ^{NS}	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1	0,00028	0,00028	0,10 ^{NS}	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2	0,16687	0,08344	29,29 **	5,53	3,37
I (AxB)	1	0,00188	0,00188	0,66 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2	0,00014	0,00007	0,02 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2	0,00137	0,00069	0,24 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2	0,00051	0,00025	0,09 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1	0,28455	0,28455	99,89 **	7,72	4,23
ERROR EXP.	26	0,07407	0,00285			

CV= 2,0071 %

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

Para la variable fibra el análisis de varianza, mostró que existe alta significación estadística para tratamientos, para el Factor C (% de cáscara) y testigo vs. resto, para las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC.

Por lo cual se realizó las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 47. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de contenido de fibra

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T12 (A2B2C3)	2,770	a
T9 (A2B1C3)	2,767	a
T6 (A1B2C3)	2,757	a
T3 (A1B1C3)	2,737	a
T8 (A2B1C2)	2,730	a
T5 (A1B2C2)	2,697	a
T11 (A2B2C2)	2,693	a
T2 (A1B1C2)	2,683	a
T10 (A2B2C1)	2,603	b
T4 (A1B2C1)	2,600	b
T7 (A2B1C1)	2,597	b
T1 (A1B1C1)	2,573	b
T13 (A0B0C0)	2,363	c

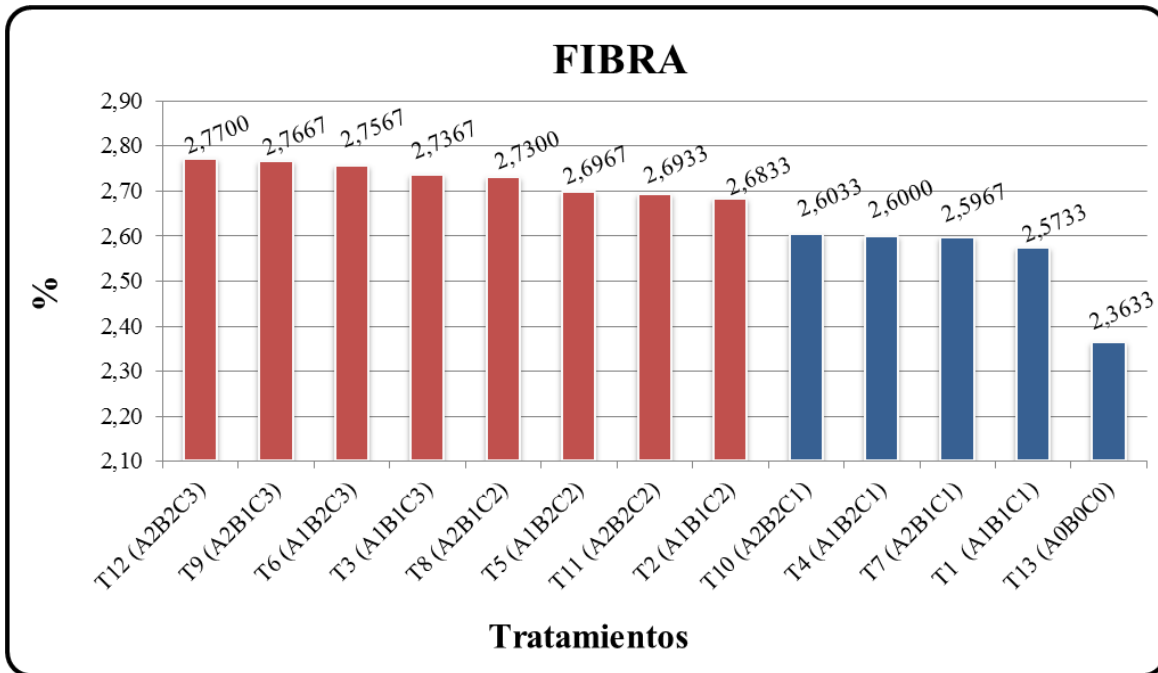
La prueba de Tukey encontró tres rangos con un comportamiento diferente, siendo los tratamientos del rango a, los que representan las mejores medias de contenido de fibra, siendo el T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T6 (variedad amarilla, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T8 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T5 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna) y T2 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), donde T12 es el mejor tratamiento para esta variable.

Cuadro 48. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C3	2,758	a
C2	2,701	b
C1	2,593	c

La prueba de DMS dio como resultado tres rangos. El nivel C3 (30% de cáscara de tuna) presentó un promedio alto por su contenido de fibra.

Gráfico 8. Comportamiento de las medias para el contenido de fibra en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



La gráfica indica que los mejores tratamientos son: T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T6 (variedad amarilla, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T8 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T5 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna) y T2 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), teniendo mayor relevancia el T12 debido a que tuvo un contenido de fibra es de 2,770%.

4.8 Determinación de turbidez en la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.

Esta variable se midió al final del proceso, los resultados se muestran en los cuadros a continuación.

Cuadro 49. Turbidez en la Obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

TRAT/REPT.	I	II	III	SUMA	MEDIA
T1 (A1B1C1)	2200,0000	2190,0000	2202,0000	6592,0000	2197,3333
T2 (A1B1C2)	2225,0000	2200,0000	2208,0000	6633,0000	2211,0000
T3 (A1B1C3)	2230,0000	2210,0000	2210,0000	6650,0000	2216,6667
T4 (A1B2C1)	2200,0000	2195,0000	2200,0000	6595,0000	2198,3333
T5 (A1B2C2)	2210,0000	2205,0000	2210,0000	6625,0000	2208,3333
T6 (A1B2C3)	2220,0000	2210,0000	2220,0000	6650,0000	2216,6667
T7 (A2B1C1)	2100,0000	2090,0000	2100,0000	6290,0000	2096,6667
T8 (A2B1C2)	2110,0000	2098,0000	2120,0000	6328,0000	2109,3333
T9 (A2B1C3)	2115,0000	2105,0000	2130,0000	6350,0000	2116,6667
T10 (A2B2C1)	2105,0000	2100,0000	2098,0000	6303,0000	2101,0000
T11 (A2B2C2)	2113,0000	2110,0000	2105,0000	6328,0000	2109,3333
T12 (A2B2C3)	2118,0000	2200,0000	2120,0000	6438,0000	2146,0000
T13 (A0B0C0)	2500,0000	2600,0000	2615,0000	7715,0000	2571,6667
SUMA	28446,0000	28513,0000	28538,0000	85497,0000	2192,2308

Cuadro 50. Análisis de la varianza para la turbidez en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	38,000	568314,923				
Tratamientos	12,000	554662,256	46221,855	88,02 **	2,96	2,15
FA (Variedad)	1,000	81035,111	81035,111	154,32 **	7,72	4,23
FB (% de sólidos solubles)	1,000	256,000	256,000	0,49 ^{NS}	7,72	4,23
FC (% de cáscara)	2,000	3974,889	1987,444	3,78 *	5,53	3,37
I (AxB)	1,000	312,111	312,111	0,59 ^{NS}	7,72	4,23
I (AxC)	2,000	413,556	206,778	0,39 ^{NS}	5,53	3,37
I (BxC)	2,000	416,000	208,000	0,40 ^{NS}	5,53	3,37
I (AxBxC)	2,000	346,889	173,444	0,33 ^{NS}	5,53	3,37
Testigo vs. Resto	1,000	467907,701	467907,701	891,08 **	7,72	4,23
ERROR EXP.	26,000	13652,667	525,103			

CV= 1,0453%

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

NS= No Significativo

El análisis de varianza para la turbidez, detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, para el Factor A (variedad) y testigo vs. resto, en cambio significación estadística y para el Factor C (% de cáscara) pero ninguna significación para el Factor B (% de sólidos solubles) las interacciones: AxB, AxC, BxC y AxBxC.

Se realizaron Tukey para tratamientos, DMS para factor A, factor B y factor C.

Cuadro 51. Prueba de Tukey para tratamientos. Variable de turbidez

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T13 (A0B0C0)	2571,667	a
T3 (A1B1C3)	2216,667	b
T6 (A1B2C3)	2216,667	b
T2 (A1B1C2)	2211,000	b
T5 (A1B2C2)	2208,333	b
T4 (A1B2C1)	2198,333	b
T1 (A1B1C1)	2197,333	b
T12 (A2B2C3)	2146,000	c
T9 (A2B1C3)	2116,667	c
T8 (A2B1C2)	2109,333	c
T11 (A2B2C2)	2109,333	c
T10 (A2B2C1)	2101,000	c
T7 (A2B1C1)	2096,667	c

La prueba de Tukey indico tres rangos, siendo los mejores los tratamientos del rango c, siendo los tratamientos T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T8 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T7 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), el mejor tratamiento es T7 por tener su media más baja.

Cuadro 52. Prueba de DMS para el factor A (variedad)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A1	2208,056	a
A2	2113,167	b

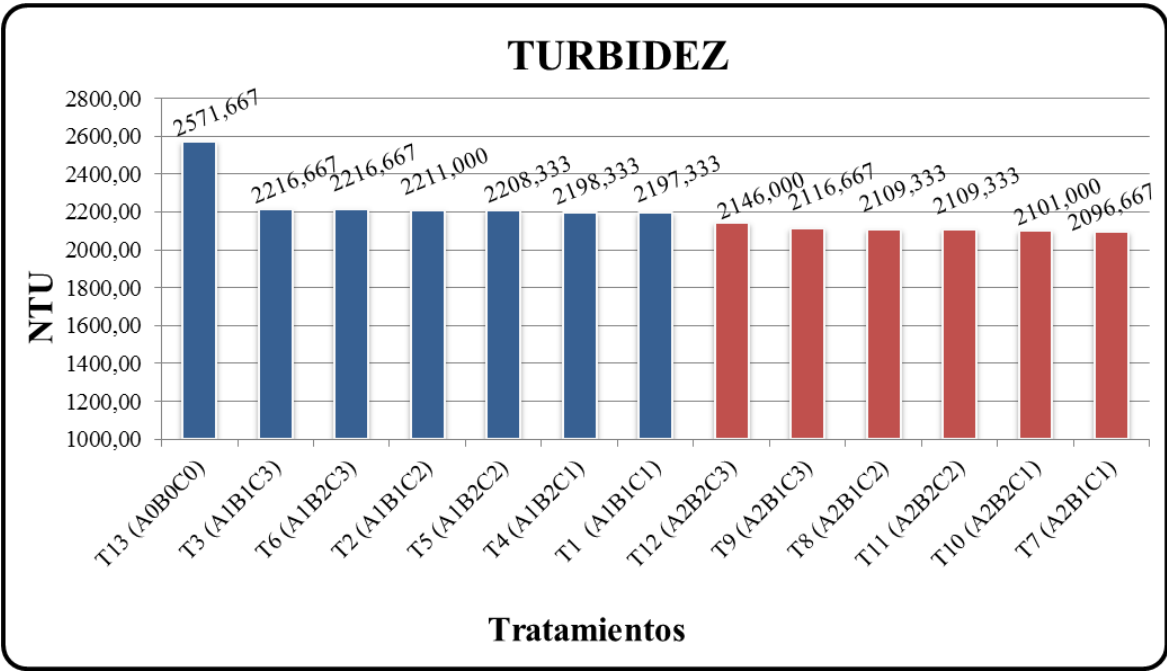
Se observa que para la prueba DMS existen dos rangos donde el nivel A2 (variedad blanca) presentó un promedio más bajo de turbidez.

Cuadro 53. Prueba de DMS para el factor C (% de cáscara de tuna)

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
C3	2174,000	a
C2	2159,500	a
C1	2148,333	b

La prueba de DMS demostró dos rangos. El nivel C1 (20% de cáscara de tuna) tuvo el promedio más bajo de turbidez, ya que la cáscara influyó en la disminución de su valor por la presencia de mucilago.

Gráfico 9. Comportamiento de las medias para la turbidez en la obtención de pulpa de tuna a partir de dos variedades con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos.



La gráfica muestra que los mejores tratamientos son: T12 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T9 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 30% de cáscara de tuna), T8 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T11 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 25% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna), T7 (variedad blanca, 15% de sólidos solubles y 20% de cáscara de tuna) siendo el mejor el tratamiento T7 por tener su media más baja con una turbidez de 2096,667 NTU. Tomando en cuenta que el valor más bajo es el mejor tratamiento por su valor y esto se da por la adición de cáscara y efecto que tiene el mucilago como clarificante.

4.9 Análisis organoléptico de la pulpa de tuna

Las características de las pulpas más tenidas en cuenta son las organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas.

Las características organolépticas son las que se refieren a las propiedades detectables por los órganos de los sentidos, es decir el color, olor, sabor y textura. La apariencia de las pulpas debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y la mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada.

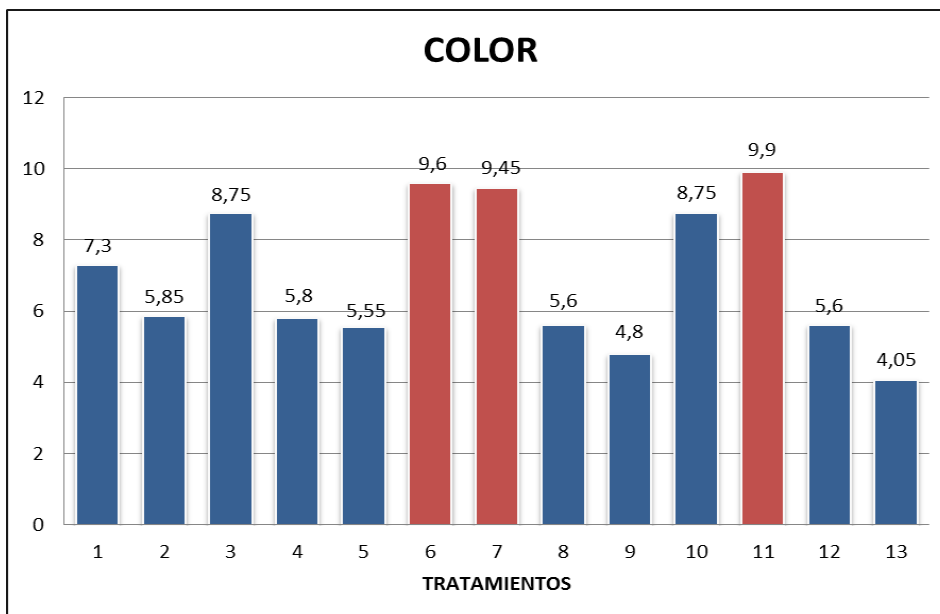
Para la evaluación de las características organolépticas: color, olor, sabor, consistencia de la pulpa de tuna el panel de degustadores se conformó de 10 personas que tienen conocimientos del tema.

4.9.1 Color

El color es característico de la pulpa de tuna; el mismo que es café rojizo en la variedad amarilla y verde pálido para la variedad blanca.

Los resultados obtenidos y sus rangos se detallan en el anexo 2

Gráfico 10. Caracterización del color de la pulpa de tuna

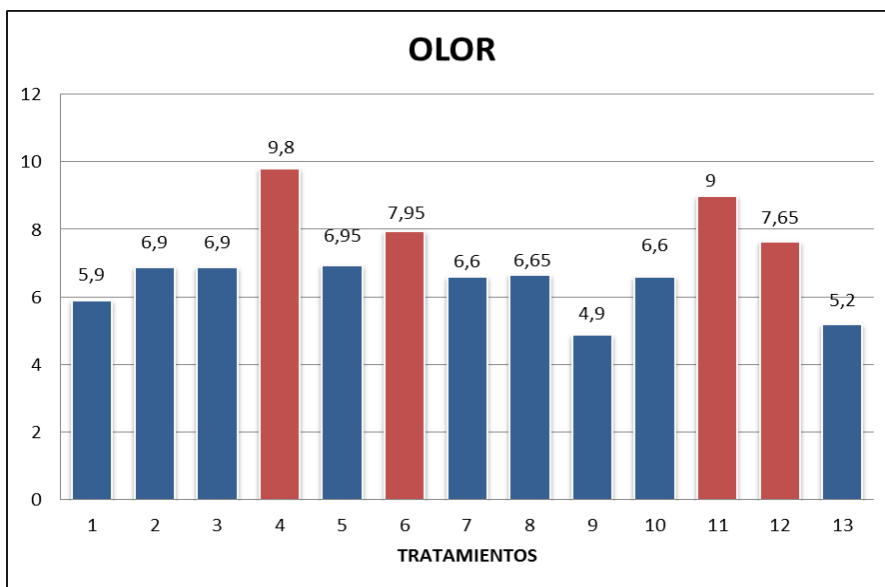


El análisis organoléptico caracterizado en el gráfico, muestra que el tratamiento 11(variedad blanca, 20 Brix, 25% cáscara), tratamiento 6 (variedad amarilla, 20 Brix, 30% cáscara), tratamiento 7 (variedad blanca, 15 Brix, 20% Cáscara), presenta mayor aceptación por parte de los degustadores.

4.9.2 Olor.- La pulpa obtenida demuestra olor característico propio al de tuna que es dulce, ácido muy leve; y no presenta olor a fermentado.

Los resultados obtenidos y sus rangos para la variable olor se encuentran en el anexo 2.

Gráfico 11. Caracterización del olor de la pulpa de tuna



Realizado el análisis organoléptico, las medias obtenidas para la variable olor nos muestran que los tratamientos 4 (variable amarilla, 20% de sólidos solubles, 20% cáscara), tratamiento 11(variable blanca, 20% de sólidos solubles, 25% de cáscara), tratamiento 6 (variable amarilla, 20% de sólidos solubles, 30% cáscara, tratamiento 12 (variable blanca,

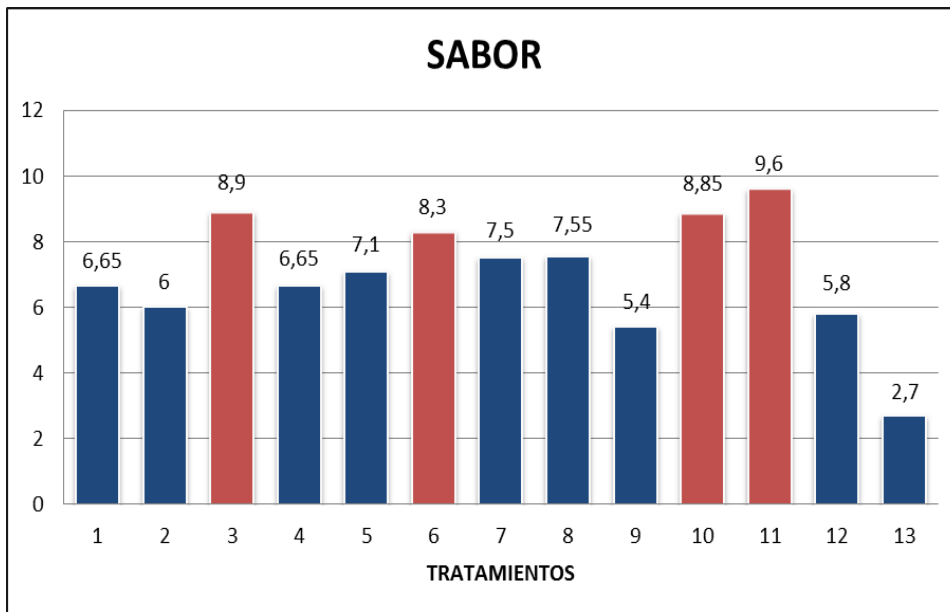
20% de sólidos solubles, 30% de cáscara). Presentaron mayor aceptación en la variable olor por parte de los catadores, conforme se observa en el gráfico.

4.9.3 Sabor

El sabor de la pulpa de tuna es ácido-dulce, la pulpa está libre de sabores extraños, cualquier sabor a viejo o a alcohol es señal de fermentación.

Los resultados obtenidos y sus rangos para la variable sabor se encuentran en el anexo 2.

Gráfico 12. Caracterización del sabor de la pulpa de tuna

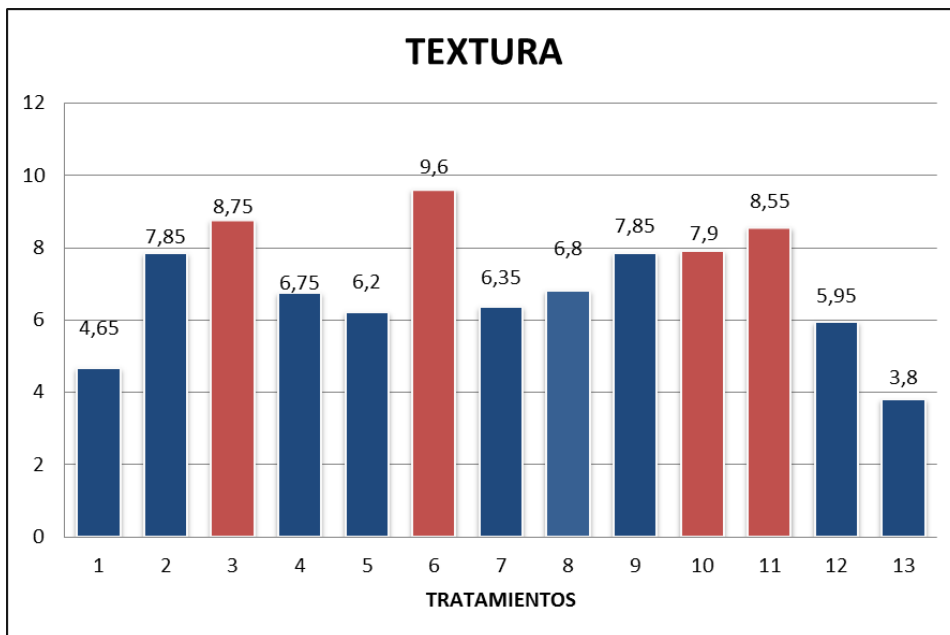


Al realizar el análisis organoléptico, el tratamiento 11, el tratamiento 3, el tratamiento 10, el tratamiento 10 y el tratamiento 6 son los más aceptados por el panel de degustadores, según se muestra en el gráfico.

4.9.4 Textura.- La textura de la pulpa es semilíquida no presenta grumos.

Los resultados obtenidos y sus rangos para la variable textura se encuentran en el anexo 2.

Gráfico 13. Caracterización en textura de la pulpa de tuna



Realizado el análisis de medias se encuentra que el tratamiento 6 (variable amarilla 20% de sólidos solubles, 30% de cáscara), tratamiento 3 (variable amarilla, 15% de sólidos solubles, 30% de cáscara), y el tratamiento 11 (variable blanca, 20% de sólidos solubles, 25% de cáscara) presentaron mayor aceptación en la variable textura por parte de los catadores, como se observa en el gráfico.

Los tratamientos mejoran las características organolépticas de la pulpa de tuna, es así que el tratamiento 3 (variable amarilla, 15% de sólidos solubles, 30% de cáscara), tratamiento 6

(variable amarilla 20% de sólidos solubles, 30% de cáscara), tratamiento 10 (Variable blanca, 20% de sólidos solubles, 20% de cáscara), tratamiento 11 (variable blanca, 20% de sólidos solubles, 25% de cáscara); tienen mayor aceptación y son destinados para realizar las pruebas microbiológicas de la investigación.

Los resultados de la investigación según el análisis organoléptico demostraron la poca aceptación que tuvo el testigo (tratamiento 13) indicando de esta manera que las características organolépticas de la pulpa de tuna, sin tratamiento alguno constituyen un limitante para su consumo y comercialización.

Cuadro 54: Análisis de la prueba de Friedman para las variables de la evaluación organoléptica.

VARIABLE	VALOR CALCULADO X²	VALOR TABULAR X² 5%	SIGN.
COLOR	32,78	21,00	Significativo
OLOR	14,83	21,00	No significativo
SABOR	26,23	21,00	Significativo
TEXTURA	21,44	21,00	Significativo

De acuerdo a la prueba de Freedman, las variables color, sabor, textura, presentaron significación estadística, fueron sometidos a catación lo que indica que las apreciaciones por parte de los catadores son diferentes.

Mientras que no presento diferencia estadística significativa para la variable olor y se considera que los tratamientos son iguales según el panel de degustadores sus características no varían, por lo tanto el olor no es apreciable.

4.10 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UTN.

Para el efecto se tomaron muestras al final de la parte experimental de los cuatro mejores tratamientos que son determinados mediante el análisis sensorial.

4.10.1 Evaluación microbiología de los tratamientos

Cuadro 55: Resultados de los análisis microbiológicos al final de la parte experimental.

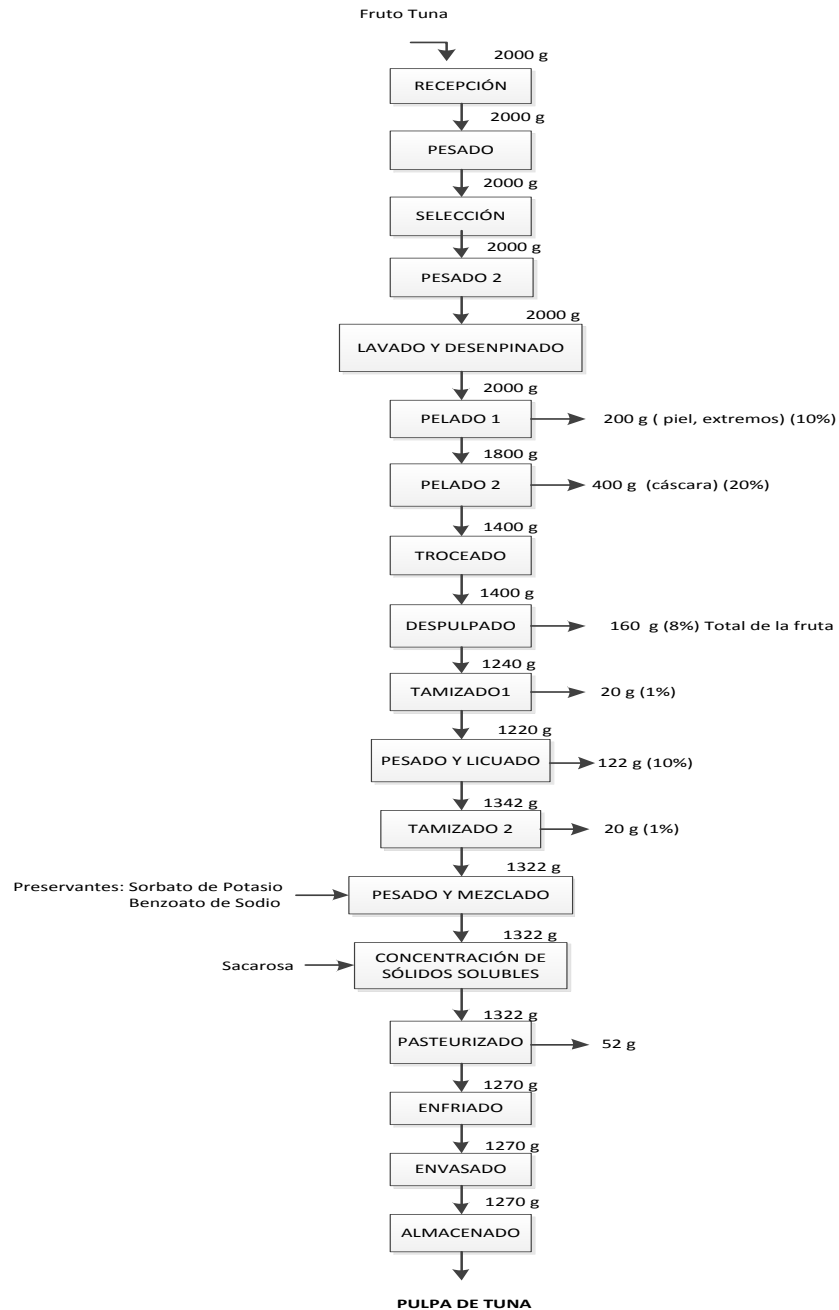
PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDADES	T3 (A1B1C3)	T6 (A1B2C3)	T10 (A2B2C1)	T11 (A2B2C2)
Recuento Estandar en placa	UFC/g	8	5	2	7
Recuento de coliformes	UFC/g	0	0	0	0
Recuento de mohos	UPM/g	2	5	2	4
Recuento de Levaduras	UPL/G	4	4	7	5

Fuente: Laboratorio de Uso Múltiple, FICAYA, UTN

4.9.1 Balance de Materiales

Para realizar el balance de materiales se consideró el mejor tratamiento según la variable rendimiento T6 (variedad amarilla, 20% sólidos solubles, 30% cáscara).

Diagrama 4. Balance de materiales para la obtención de pulpa de tuna (Opuntia ficus) a partir de dos variedades (amarilla y blanca), para el T6 (variedad amarilla, 20% sólidos solubles, 30% cáscara).



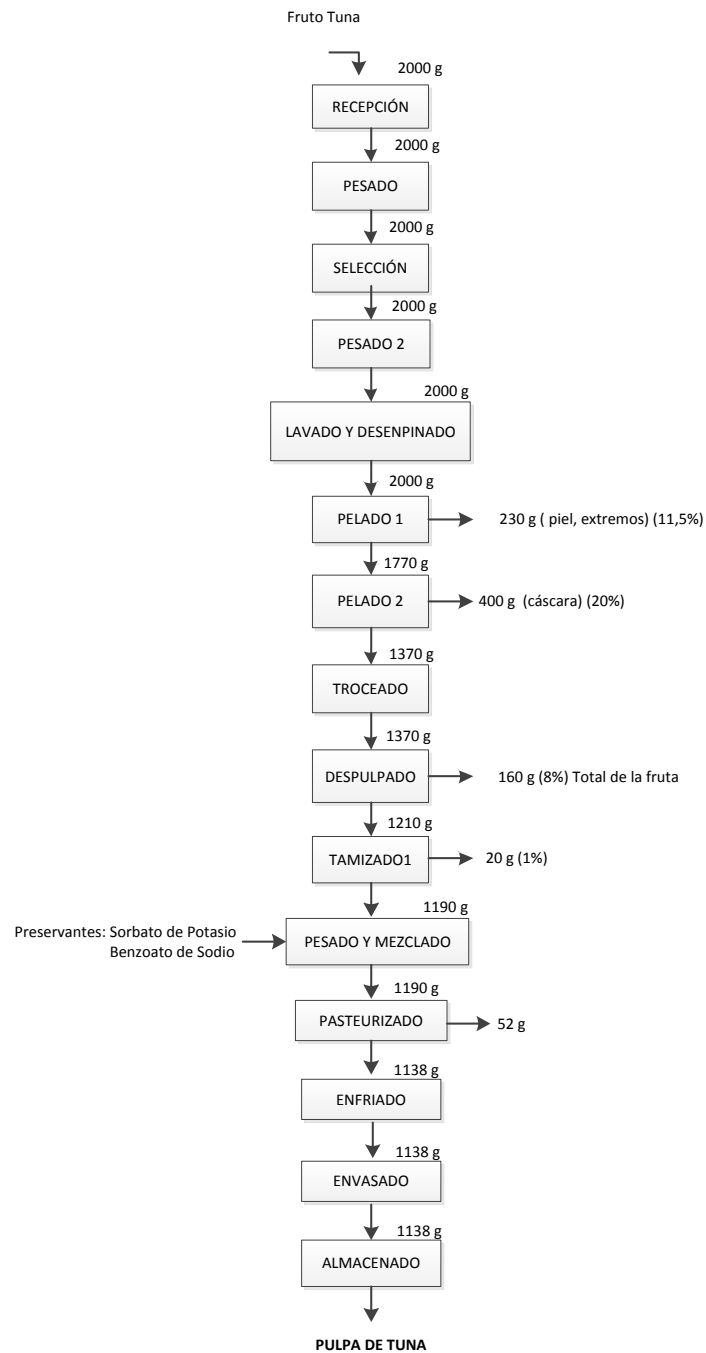
Pulpa con adición de sacarosa y cáscara

$$R = \frac{\text{Peso de la pulpa de tuna}}{\text{Peso del fruto de tuna}} \times 100$$

$$R = \frac{1270 \text{ g}}{2000 \text{ g}} \times 100$$

$$R = 63,5 \%$$

Diagrama 5. Balance de materiales para la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) para el tratamiento 13 (testigo)



Pulpa testigo

$$R = \frac{\textit{Peso de la pulpa de tuna}}{\textit{Peso del fruto de tuna}} \times 100$$

$$R = \frac{1138 \textit{ g}}{2000 \textit{ g}} \times 100$$

$$R = 56,90 \%$$

4.10 Análisis Económico

El análisis económico de la presente investigación se realizó en función de la cantidad de materia prima, de la disposición de suministros, equipos, servicios básicos y mano de obra estimados según el balance de materiales indicado en el diagrama 3.9

Cuadro 56: Costos de producción para la obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca), para el T6 (variedad amarilla, 20% sólidos solubles, 30% cáscara).

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	kg	Tuna	1,25	2,500
0,4	Kg	Sacarosa	0,8	0,320
0,001	Kg	Benzoato de Sodio	3	0,003
0,001	Kg	Sorbato de Potasio	10	0,010
0,05	Kg	Ácido Cítrico	3	0,150
1	Paquete	Fundas de Polietileno (500g)	1,25	0,013
0,3	Kg	Cáscara y piel de tuna	-	-
0,25		Gas	1,9	0,475
			TOTAL: 1,26 kg	3,471
			PARA: 1 kg	2,755

Un kilogramo de pulpa bajo el efecto del tratamiento T6 tiene un costo de 2,755 USD, valor que se determina por el costo de materia prima e insumos para el rendimiento en pulpa.

Cuadro 57: Costos de producción para la obtención de pulpa de tuna (Opuntia Ficus) para el tratamiento 13 (testigo)

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIA PRIMA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Kg	Tuna	1,25	2,500
0,001	Kg	Benzoato de Sodio	3	0,003
0,001	Kg	Sorbato de Potasio	10	0,010
0,05	Kg	Acido Citrico	3	0,150
1	Paquete	Fundas de Polietileno (500g)	1,25	0,013
0,25		Gas	1,9	0,475
			TOTAL: 1,14 kg	3,151
			PARA: 1 kg	2,764

El costo de investigación en materia prima e insumos para el tratamiento testigo es de 2,764 USD.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las variedades y la adición de cáscara de tuna son factores que influyeron en el incremento del rendimiento de la pulpa, es así que se puede observar en los resultados obtenidos en cada variable estudiada, la variedad amarilla con un 30 % de cáscara, frente a la variedad blanca con el mismo porcentaje de cáscara presenta mayor rendimiento en 3,5%.
- Los Sólidos Solubles presentes en las pulpas tuvieron diferente comportamiento para las dos variedades, tomando en cuenta que los mejores tratamientos que se obtuvieron fueron de la variedad blanca por tener un contenido de °Brix mayor frente a la amarilla en un dos%, además la variedad blanca cuando se añade cáscara a la pulpa mantiene la misma diferencia de ° Brix.
- La cáscara disminuyó la turbidez de la pulpa de 3200 unidades de turbiedad nefelométricas (NTU) correspondientes a la pulpa testigo hasta 2096,667 unidades de turbiedad nefelométricas (NTU) perteneciente al mejor tratamiento T7 (variedad

blanca, 20% sólidos solubles, 20% de cáscara), por lo que la cáscara es un clarificante natural, debido al contenido de mucílago.

- El contenido de humedad que presentó la pulpa fue de 76,24% reflejado en el tratamiento T12, cuando se añade cáscara de tuna y sólidos solubles a la pulpa, esta disminuye el valor de humedad.
- Respecto a la densidad se observa que a medida que se incrementa la cáscara de tuna en la pulpa su valor aumenta, observándose igual tendencia con los sólidos solubles, siendo representativo de este parámetro el tratamiento T12.
- El porcentaje de cáscara influye en las características de la pulpa, debido a que el contenido de fibra aumenta en los tratamientos analizados, los valores de 30% de cáscara de tuna presentan el valor más alto según el T12.
- El mejor pH se presentó en la variedad amarilla siendo el más bajo el T6, lo cual disminuye la posibilidades de vida de los microorganismos favoreciendo su conservación.

En los análisis sensoriales se determinó que para los mejores tratamientos:

- La apreciación del color en las pulpas de las dos variedades, los tratamientos en su orden ascendente T6, T7, T10, T11, son los mejor puntuados por los panelistas (20% de sólidos solubles) y los tres porcentajes de cáscara de tuna (20, 25 y 30 %) son aceptados tanto para la variedad amarilla (café rojiza) y blanca (verde pálida).
- Para la variable olor no se diferenciaron del testigo por lo que los degustadores apreciaron que todos los tratamientos son iguales debido a que no presentaron olor a fermentado y su olor es característico al de la tuna.

- En la variable sabor los mejores tratamientos fueron T6, T10, T3, T11 en orden ascendente los que contenían las dos variedades.
- En textura los panelistas dieron calificación más alta a los tratamientos T10, T3, T11, T6 en orden ascendente resultando mejor el T6 (Variedad amarilla, 20% de sólidos solubles y 30% de cáscara).
- Las cáscaras y pieles utilizadas en la elaboración de torta para alimentación animal fue importante por su contenido de fibra, proteína, calcio y fosforo que complementaron la formulación de un balanceado establecido que fue destinado para el consumo de ganado vacuno teniendo como resultado un gran aporte en el rendimiento de producción de leche.
- Las semillas tanto de la variedad amarilla y blanca como materia prima en la elaboración de harina si tuvieron aceptación y su rendimiento fue del 50%.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es importante para la obtención de pulpa de tuna utilizar la variedad amarilla por su mayor rendimiento.
- Es recomendable utilizar frutos con un 75 % de madurez ($\frac{3}{4}$ pintón) en la elaboración de pulpa de tuna por su rendimiento y mejor contenido de sólidos solubles. Los frutos con menor grado de madurez presentan menor rendimiento o los sobre maduros presentan sabor a fermentado.
- Se recomienda realizar una investigación de extracción y caracterización de mucilagos de la tuna como clarificantes.
- Se considera importante realizar estudios de incorporación de la cáscara en la elaboración de mermelada jaleas, scabeches, láminas deshidratadas, enconfitados, harina y balanceado etc, por las propiedades que esta posee.
- Es importante tomar en cuenta las buenas prácticas de manufactura en el proceso de la elaboración de la pulpa de tuna, para evitar contaminaciones en el producto, lo que permitiría que la pulpa tenga mayor tiempo de vida útil.

CAPÍTULO VI

6.1 RESUMEN

La investigación se efectuó en la provincia de Imbabura, en la Unidades Eduproductivas de la escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, con una duración de ocho meses.

El propósito de esta investigación fue Obtener pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (Amarilla y blanca) con la incorporación su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos, para lo cual se estudiaron tres factores donde el factor A represento las variedades de Tuna (A), el factor B fue para los % de sólidos solubles y el factor C para los % de Cáscara.

Se empleó para el análisis estadístico un diseño completamente al azar con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$ obteniendo doce tratamientos más un testigo, con tres repeticiones, llegando a un total de 39 unidades experimentales.

Las variables evaluadas fueron pH y % sólidos solubles en el proceso y en producto terminado y densidad, humedad, turbidez, fibra y rendimiento de la pulpa final.

Los resultados obtenidos fueron:

El factores A (variedades de tuna) y C (% de cáscara) fueron significativos en la variable rendimiento, siendo el mejor tratamiento T6 (variedad amarilla, 20% sólidos solubles, 30% cáscara) donde el incremento para esta variable fue de 56,90% que es el tratamiento testigo

hasta un 63,5 % que fue el mejor tratamiento. La adición de cáscara incrementa el contenido de fibra de la pulpa.

Los porcentajes de cáscara han sido un aspecto importante en el contenido de sólidos solubles de la pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) ya que su incorporación disminuyó la cantidad de sólidos solubles de esta; por lo que se justifica el uso de sacarosa para nivelar los porcentajes de sólidos solubles de la pulpa a los ya establecidos con la finalidad de conservar y mejorar las características organolépticas del producto.

El mejor pH se presentó en la variedad amarilla siendo el valor más bajo lo cual disminuye la posibilidades de vida de los microorganismos favoreciendo su conservación.

La incorporación de la cáscara a la pulpa disminuyó la turbidez de 3200 NTU correspondientes a la pulpa testigo hasta 2096,667 NTU perteneciente al mejor tratamiento T7 (variedad blanca, 20% sólidos solubles, 20% de cáscara), concluyendo que la cáscara es un clarificante natural, debido al contenido de mucílago.

El contenido de humedad de la pulpa dio como resultado al tratamiento T12 (variedad blanca, 20 % sólidos solubles, 30 % de cáscara), lo que permitió obtener un valor de 76.24% en relación al testigo que tiene una humedad de 84,95%.

La densidad de la pulpa aumento con la cáscara de 1,0551 g/cm³ valor que es para el testigo hasta llegar a 1,1194 g/cm³ correspondiente al tratamiento T12 (variable amarilla, 20% de sólidos solubles, 30% de cáscara).

En los análisis sensoriales se determinó mediante la prueba de Freedman, los cuatro mejores tratamientos para las apreciaciones color, olor y sabor, textura fueron T3 (variedad amarilla, 15% de sólidos solubles, 30% de cáscara de tuna), T6 (variedad amarilla, 20% de sólidos solubles, 30% de cáscara de tuna), T10 (variedad blanca, 20% de

sólidos solubles, 20% de cáscara de tuna), T11(variedad blanca, 20% de sólidos solubles, 25% de cáscara de tuna) los mismos que tuvieron aceptabilidad y calidad microbiológica.

El costo para producir un 1 kg de pulpa de tuna con adición de su cáscara es de 2,755 USD el mismo que disminuye en comparación al testigo que tiene un precio de 2,764 USD, debido a esto se determinó que la incorporación de cáscara si influye en el rendimiento de pulpa de tuna.

Además se aprovecharon los residuos tanto cáscaras, pieles y semillas en la elaboración de torta como complemento de un balanceado para alimentación animal y semillas secas para obtención de harina

6.2 SUMMARY

The research was done in the province of Imbabura at the Edu-productive Unities which belongs to "Universidad Técnica del Norte" with a duration period of eight months.

The primary purpose of research was to obtain the pulp from tuna (*Opuntia ficus*) starting from two different types (yellow and white) along with their shell in order to take advantage of its waste. Three factors were studied: (A) factor represented the variety of tuna, (B) factor represented the percentage of soluble solids and factor (C) represented the percentage of shell.

The design was developed randomly through a factorial arrangement $A \times B \times C + 1$ in order to use the statistical analysis method. And so, twelve types of treatments and a witness were obtained, with three repetitions, totaling 39 experimental unities.

The evaluated variables were pH and the percentage of soluble solids throughout the process as well as the final product. Also, the density, moisture, turbidity, fiber and performance of the final product were valued.

The obtained results were as follows:

The (A) factor (variety of tuna) and (C) factor (percentage of shell) were truly important upon the performance variable of the product. The best treatment was T6 (yellow variety, 20% soluble solids, 30% of shell) where this variable increased 56,90% meanwhile the witness treatment increased until 63,50% being the best treatment. The addition of the shell increased the contain of pulp fiber.

The percentages of shell have been an important aspect upon the tuna pulp (*Opuntia ficus*) contain of soluble solids because their incorporation decreased the amount of soluble

solids. This argument justifies the appropriate use of saccharose in order to level up the percentages of soluble solids of the pulp along with the established ones to conserve and improve the organoleptic characteristics of the product.

However, the best pH was shown in the yellow variety being the lowest value, which decreased the life possibilities for microorganisms, favoring their conservation.

The incorporation of shell decreased turbidity from 3200 NTU, which belongs to witness pulp, to 2096,667 NTU which belongs to the best treatment T7 (white variety, 20% soluble solids, 20% of shell). It is then demonstrated that the shell is a natural clearer because of its mucilage content.

The moisture content of the pulp resulted on treatment T12 (white variety, 20% soluble solids, 30% of shell) which is why a value of 76,24% was obtained in relation to the witness with a 84,95% of moisture content.

The pulp's density increased with the shell from 1,0551 g/cm³, being a value for the witness, to 1,1194 g/cm³ which belongs to treatment T12 (yellow variety, 20% soluble solids, 30% of shell).

It was determined through Freedman, in the sensorial analysis, the best four treatments according to appreciations of color, smell, taste and texture, being T3 (yellow variety, 15% soluble solids, 30% of tuna shell), T6 (yellow variety, 20% soluble solids, 30% of tuna shell), T10 (white variety, 20% soluble solids, 20% of tuna shell), T11 (white variety, 20% soluble solids, 25% of tuna shell). These four treatments obtained acceptability as well as microbiology quality.

The cost to produce 1 kilogram of tuna pulp, including its shell, is 2,755 USD. This cost is relatively decreased compared to the witness cost of 2,764 USD. Because of this

comparison, it was determined that incorporation of shell does influence on the tuna pulp performance.

Also, it took advantage of waste such as shell, skins and seeds to elaborate a cake as a complement to animal feeding resources and dried seeds as a natural way to obtain flour.

CAPITULO VII

7. BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

7.1 BIBLIOGRAFIA

7.1.1 LIBROS

- ✓ ALDANA, H. y OSPINA, J. (2001), Ingeniería y Agroindustria, Editores Terranova Ltda., Segunda Edición, Colombia-Bogotá, pp. (246).
- ✓ DURAN, R. Felipe, (2007), Obtención de Pulpas, Edición 2007, Editorial Grupo latino Ltda., Colombia, pp. (225).
- ✓ MANUAL DEL INGENIERO EN ALIMENTOS, 2da Edición, Editor Grupo latino, Colombia. pp. (230).
- ✓ SINGH, P. HELDMAN, D.; (2009), INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS, Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España pp 11
- ✓ FELLOWS, P. (1994), Tecnología del procesado de los alimentos, Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España pp 11

7.1.2 TESIS

- ✓ Guerrero Montenegro Diana Elizabeth, Guamialama Vásquez Victor Hugo, 2006 EFECTO DE LOS PREPARADOS ENZIMÁTICOS PECTINEX ULTRASP-L Y AMYLASE AG 300L EN LA ELABORACIÓN DE PULPA TUNA DE CASTILLA (OPUNTIA FICUS-INDICA), 12:00 am. Miércoles 04-05-2011
- ✓ Ana Jazmin Ponce Guevara, Danilo Tito Vela Lomas, 2010, MANAJOS POSCOSECHA DE DOS VARIEDADES DE TUNA (Opuntia Ficus-Indica) PRODUCIDA EN EL VALLE DEL CHOTA, 12:30 am. Jueves 05-05-2011

7.1.3 FUENTES DE INTERNET

- ✓ <http://www.colombiaincluyente.org/docs/proyectouva.pdf>, Proceso de Elaboración de la Pulpa de Frutas Congelada, 12:40 am. Miércoles 04-05-2011
- ✓ <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s00.pdf>, Composición química de la pulpa de tuna (porcentaje), 11:00am. Viernes 06-05-2011
- ✓ [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev18\(3\)/5.%20Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20y%20qu%C3%ADmica.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev18(3)/5.%20Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20y%20qu%C3%ADmica.pdf), CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE SEMILLAS DE OPUNTIAS (Opuntia spp.) CULTIVADAS EN EL ESTADO DE HIDALGO-MÉXICO, 12:55am Lunes 09-05-2011

- ✓ http://www.jpacd.org/downloads/Vol7/V7_4.pdf, Utilización de cáscaras en la elaboración de productos concentrados de tuna (*Opuntia ficus-índica* (L.) Miller), 01:35pm. Lunes 09-05-2011
- ✓ <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3794/tesisUPV2920.pdf?sequence=1>
EFECTO DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL MUCÍLAGO DEL NOPAL (*Opuntia ficus-indica*) Y ESTUDIO DE SU APLICACIÓN COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE, COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PULPA DE TUNA, 08:45am. Miércoles 11-05-2011
- ✓ <http://www.cpnt.org.mx/pdf/usosApliTuna.pdf>, Usos y Aplicaciones de la Tuna, 03:00 pm. Miercoles 08-06-2011
- ✓ <http://es.scribd.com/jyrena/d/8920799-Pulpa-de-Guayaba>, Pulpas 04:00 pm. Miercoles 09-06-2011

ANEXOS

ANEXO 1

“OBTENCIÓN DE PULPA DE TUNA (OPUNTIA FICUS) A PARTIR DE DOS VARIEDADES (AMARILLA Y BLANCA) CON INCORPORACIÓN DE SU CÁSCARA Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO DE SUS RESIDUOS”.

EVALUACIÓN SENSORIAL

INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR

El presente instructivo está enfocado a evaluar los tratamientos de acuerdo a las variables cualitativas que se presentan y sacar los cuatro mejores tratamientos para valorar los resultados finales de la pulpa de tuna.

INSTRUCCIONES.- Señale con una X en los atributos que usted crea que está correcto según la siguiente información.

COLOR.- El color debe ser característico de la pulpa de tuna el mismo que es café rojizo para la variedad amarilla y verde pálido para la variedad blanca.

OLOR.- Un olor característico propio al de tuna que es dulce, ácido muy leve; no debe presentar olor a fermentado.

SABOR.- Presenta un sabor dulce – ácido

TEXTURA.- Debe ser semilíquido sin presencia de grumos.

“OBTENCIÓN DE PULPA DE TUNA (OPUNTIA FICUS) A PARTIR DE DOS VARIEDADES (AMARILLA Y BLANCA) CON INCORPORACIÓN DE SU CÁSCARA Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO DE SUS RESIDUOS”

EVALUACIÓN SENSORIAL

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS												
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
COLOR	Excelente													
	Muy Bueno													
	Bueno													
	Malo													
OLOR	Muy Agradable													
	Agradable													
	Poco Agradable													
	Aceptable													
	Desagradable													
SABOR	Muy Agradable													
	Agradable													
	Poco Agradable													
	Aceptable													
	Desagradable													
TEXTURA	Excelente													
	Muy Bueno													
	Bueno													
	Malo													

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

ANEXO 2

RANGOS DE EVALUACIÓN DE LAS CRACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Variable color

	Tratamientos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10	5,5	10	2	5,5	13	10	5,5	2	10	10	5,5	2
2	6	6	11	6	2	11	11	6	6	11	11	2	2
3	5	5	10	1,5	5	10	10	5	1,5	10	13	10	5
4	5,5	5,5	10	5,5	1,5	12,5	5,5	1,5	5,5	10	12,5	10	5,5
5	12	7	7	7	12	7	7	2	7	7	12	2	2
6	6,5	1,5	11,5	6,5	6,5	13,0	6,5	6,5	6,5	11,5	6,5	6,5	1,5
7	10,5	4,5	4,5	4,5	10,5	10,5	10,5	4,5	4,5	10,5	10,5	4,5	1
8	10,5	10,5	10,5	5,5	5,5	5,5	10,5	5,5	2	10,5	10,5	2	2
9	3	9	9	9	3	3	13	9	9	3	9	3	9
10	4	4	4	10,5	4	10,5	10,5	10,5	4	4	4	10,5	10,5
Σ	73,0	58,5	87,5	58,0	55,5	96,0	94,5	56,0	48,0	87,5	99,0	56,0	40,5
Σ2	5329	3422	7656	3364	3080	9216	8930	3136	2304	7656	9801	3136	1640,3
x med	7,3	5,85	8,75	5,8	5,55	9,6	9,45	5,6	4,8	8,75	9,9	5,6	4,05

Variable olor

	Tratamientos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	5	5	10	10	5	10	5	1,5	1,5	13	10	10	5
2	4	9,5	9,5	9,5	9,5	4	4	4	1	9,5	13	9,5	4
3	3	8	3	12	8	8	8	3	8	1	13	8	8
4	5	5	5	10,5	13	5	10,5	10,5	10,5	5	5	5	1
5	3,5	3,5	3,5	11,5	8	11,5	13	8	3,5	1	8	8	8
6	8,5	8,5	8,5	3	3	12,5	8,5	12,5	3	8,5	8,5	3	3
7	3,5	3,5	3,5	10	10	10	3,5	3,5	3,5	10	10	10	10
8	8,5	12	12	12	4	4	1	4	4	4	8,5	8,5	8,5
9	11,5	7,5	7,5	7,5	2,5	2,5	11,5	13	7,5	7,5	7,5	2,5	2,5
10	6,5	6,5	6,5	12	6,5	12	1	6,5	6,5	6,5	6,5	12	2
Σ	59	69	69	98	69,5	79,5	66	66,5	49	66	90	76,5	52
Σ2	3481	4761	4761	9604	4830	6320,3	4356	4422	2401	4356	8100	5852	2704
x med.	5,9	6,9	6,9	9,8	6,95	7,95	6,6	6,65	4,9	6,6	9	7,65	5,2

Variable sabor

	Tratamientos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	8	4	10,5	4	1	12,5	4	8	8	12,5	10,5	4	4
2	11,5	7	7	7	11,5	11,5	7	2,5	2,5	7	11,5	2,5	2,5
3	4	9	9	9	4	4	9	9	4	12	13	4	1
4	9,5	9,5	9,5	1	3,5	3,5	9,5	9,5	3,5	9,5	9,5	9,5	3,5
5	5	7,5	11,5	2,5	2,5	11,5	7,5	11,5	2,5	7,5	11,5	7,5	2,5
6	6,5	2,5	11	11	11	2,5	6,5	11	6,5	2,5	2,5	11	6,5
7	4,5	10,5	4,5	4,5	10,5	10,5	4,5	10,5	4,5	10,5	10,5	4,5	1
8	6	6	11	11	11	6	6	2	11	6	11	2	2
9	5,5	2	13	5,5	10	10	10	5,5	5,5	10	10	2	2
10	6	2	2	11	6	11	11	6	6	11	6	11	2
Σ	66,5	60	89	66,5	71	83	75	75,5	54	88,5	96	58	27
Σ^2	4422	3600	7921	4422	5041	6889	5625	5700	2916	7832	9216	3364	729
x med.	6,65	6	8,9	6,65	7,1	8,3	7,5	7,55	5,4	8,85	9,6	5,8	2,7

Variable textura

	Tratamientos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	6	11	6	6	2	11	6	11	11	6	11	2	2
2	8	8	8	8	13	8	8	2	8	8	8	2	2
3	3,5	12	12	8,5	3,5	12	3,5	3,5	8,5	8,5	8,5	3,5	3,5
4	4	2	10,5	2	6	6	10,5	10,5	10,5	10,5	2	10,5	6
5	6,5	2,5	6,5	6,5	2,5	11,5	6,5	11,5	6,5	11,5	11,5	6,5	1
6	5,5	1	11,5	11,5	11,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	11,5	5,5
7	5	10,5	1,5	1,5	5	10,5	10,5	10,5	5	10,5	10,5	5	5
8	3,5	12	12	8,5	3,5	12	3,5	3,5	8,5	8,5	8,5	3,5	3,5
9	2,5	12	12	7,5	7,5	12	7,5	2,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5
10	2	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	2	7,5	12,5	7,5	12,5	7,5	2
Σ	46,5	78,5	87,5	67,5	62	96	63,5	68	78,5	79	85,5	59,5	38
Σ2	2162	6162	7656	4556	3844	9216	4032	4624	6162	6241	7310	3540	1444
x med.	4,65	7,85	8,75	6,75	6,2	9,6	6,35	6,8	7,85	7,9	8,55	5,95	3,8

ANEXO 3

ANÁLISIS DE PULPA INICIAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 06 - 2012 Ibarra, 18 de enero de 2012
Análisis solicitado por: Dr. Estuardo Pruna
Número de muestras : Dos
Fecha de recepción de las muestras: 14 de diciembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados		Metodología Utilizada
		Pulpa Blanca	Pulpa Amarilla	
Turbidez	NTU	3200	3900	NTE INEN 391
pH	---	5,17	5,11	AOAC 981.12

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente a

Atentamente:

Biq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE USO MÚLTIPLE
IBARRA - ECUADOR
AUTÓNOMA DESDE 1986

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) 2 659-420 2 640-811 Fax: Ext:1031
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LOS CUATRO MEJORES TRATAMIENTOS, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 08 - 2012 Ibarra, 18 de enero de 2012

Análisis solicitado por: Dr. Estuardo Pruna

Número de muestras: Cuatro

Fecha de recepción de las muestras: 14 de diciembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados				Metodología Utilizada
		T3	T6	T10	T11	
Recuento estandar en placa	UFC/ g	8	5	2	7	AOAC 932.14C
Recuento Coliformes	UFC/ g	0	0	0	0	
Recuento de mohos	UPM/ g	2	5	2	4	INEN 1529-10
Recuento de levaduras	UPL/ g	4	4	7	5	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:




Bioq. José Luis Morano
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@utm.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANÁLISIS NUTRICIONALES DE LOS CUATRO MEJORES TRATAMIENTOS, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe Nº: 07-2012 Ibarra, 18 de enero de 2012

Análisis solicitado por: Dr. Estuardo Pruna

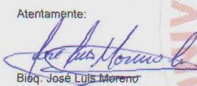
Número de muestras: Cuatro

Fecha de recepción de las muestras: 14 de diciembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados				Metodología Utilizada
		T3	T6	T10	T11	
Proteína	%	2,74	3,35	3,53	3,46	AOAC 920.87
Cenizas	%	0,47	0,47	0,22	0,47	AOAC 923.03
Carbohidratos	%	14,8	18,06	19,07	18,72	Cálculo
Calcio	mg/1000 g	2,13	2,26	1,85	2,20	Absorción Atómica

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:





Bióq. 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 2640-811 Fax: Ext:101
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANÁLISIS DE TORTA DE CÁSCARAS Y PIELES DE TUNA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 0* - 2012

Ibarra, 18 de enero de 2012

Análisis solicitado por:

Dr. Estuardo Pruna

Número de muestras:

Una, Torta de cáscaras y piel de Tuna

Fecha de recepción de las muestras:

14 de diciembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados	Metodología Utilizada
Acidez (como ác. Cítrico)	mg/100 g	182,05	AOAC 950.15A
Humedad	%	86,54	AOAC 925.10
Proteína	%	1,96	AOAC 920.87
Fibra	%	0,96	AOAC 985.29
Cenizas	%	0,93	AOAC 923.03
Extracto etéreo	%	0,12	AOAC 920.85
pH	-----	5,05	AOAC 981.12
Aluminio	mg/1000 g	0,00	Absorción Atómica
Calcio	mg/1000 g	2,85	
Cinc	mg/1000 g	0,00	
Magnesio	mg/1000 g	2,90	
Plomo	mg/1000 g	0,00	
Fósforo	mg/1000 g	150,00	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas.

Atentamente:

Bioq. José Luis Morán

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

ANÁLISIS DE CÁSCARAS, PIEL Y SEMILLAS DE TUNA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 05 - 2012

Ibarra, 18 de enero de 2012

Análisis solicitado por: Dr. Estuardo Pruna

Número de muestras: Seis

Fecha de recepción de las muestras: 14 de diciembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados						Metodología Utilizada
		Semilla Blanca	Semilla Amarilla	Piel Blanca	Piel Amarilla	Cáscara Blanca	Cáscara Amarilla	
Cenizas	%	0,84	0,88	1,46	1,67	1,07	1,43	AOAC 923.03
Extracto etéreo	%	5,46	5,99	1,14	1,41	0,74	0,92	AOAC 920.85
Fibra	%	0	0	1,25	1,14	3,62	3,2	AOAC 985.29
Materia Seca	%	45,59	47,1	13,87	11,59	13,87	12,67	AOAC 925.10
Proteína	%	6,98	7,22	1,94	1,55	2,0	1,75	AOAC 920.87

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para los métodos analizados.

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



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 4

NORMA NTE INEN 2 337:2008



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.
AI 02.03-465
CDU: 663.8
CIU: 3113
ICS:67.160.20

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.</p>	<p>NTE INEN 2 337:2008 2008-12</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expenden para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.2 Pulpa (puré) de fruta.- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.</p> <p>3.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.</p> <p>3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1</p> <p>3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.</p> <p>3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</p> <p>4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.</p> <p>4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.</p>		

- 4.3** Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.
- 4.4** Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.
- 4.5** Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.
- 4.6** No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.
- 4.7** Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.
- 4.8** Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.
- 4.9** Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10** Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11** Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12** Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13** Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14** Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15** La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.
- 4.16** La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.
- 4.17** Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.
- 4.18** Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles (°Brix), será ponderado al aporte de cada fruta presente.
- 4.19** Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- 4.20** Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.
- 4.21** Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.
- 4.22** Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 *Requisitos físico-químico*

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 *Requisitos físico-químicos*

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles (°Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{a)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	11,5
Arándano (mirtilo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borojoa spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	11,0
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	11,0
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	6,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11,5
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinnensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	10,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	10,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i> L.	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

^{a)} En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles (°Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.5.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud.

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas clostridium sulfito reductoras UFC/cm ³ 1)	3	< 10	--	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-10

1) Para productos enlatados.

(Continúa)

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

En donde:

- NMP = número más probable
 UFC = unidades formadoras de colonias
 UP = unidades propagadoras
 n = número de unidades
 m = nivel de aceptación
 M = nivel de rechazo
 c = número de unidades permitidas entre m y M

5.5.4 Los productos envasados asépticamente deben cumplir con esterilidad comercial de acuerdo a la NTE INEN 2 335

5.6 Contaminantes

5.6.1 Los límites máximos de contaminantes no deben superar lo establecido en la tabla 5

TABLA 5. Límites máximos de contaminantes

	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico, As mg/kg	0,2	NTE INEN 269
Cobre, Cu mg/kg	5,0	NTE INEN 270
Estaño, Sn mg/kg *	200	NTE INEN 385
Zinc, Zn mg/kg	5,0	NTE INEN 399
Hierro, Fe mg/kg	15,0	NTE INEN 400
Plomo, Pb mg/kg	0,05	NTE INEN 271
Patulina (en jugo de manzana)**; mg/kg	50	AOAC 49.7.01
Suma de Cu, Zn, Fe mg/kg	20	
* En el producto envasado en recipientes estañados		
** La patulina es una micotoxina formada por una lactona hemiacetálica, producida por especies del género <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> y <i>Byssoclamys</i> .		

5.7 Requisitos Complementarios

5.7.1 El espacio libre tendrá como valor máximo el 10 % del volumen total del envase (ver NTE INEN 394).

5.7.2 El vacío referido a la presión atmosférica normal, medido a 20 °C, no debe ser menor de 320 hPa (250 mm Hg) en los envases de vidrio, ni menor de 160 hPa (125 mm Hg) en los envases metálicos. (ver NTE INEN 392).

(Continúa)

6. INSPECCIÓN

- 6.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 378.
- 6.2 Aceptación o Rechazo.** Se aceptan los productos si cumplen con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

- 7.1** El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.
- 7.2** Los productos se deben envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante el almacenamiento, transporte y expendio.
- 7.3** Los envases metálicos deben cumplir con la NTE INEN 190, Codex Alimentario y FDA.

8. ROTULADO

- 8.1** El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y en otras disposiciones legales vigentes.
- 8.2** En el rotulado debe estar claramente indicada la forma de reconstituir el producto.
- 8.3** No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

(Continúa)