A large suspension bridge with two tall white towers and numerous cables, spanning across a wide body of water. The scene is captured at sunset or sunrise, with a warm orange glow on the horizon and the bridge's structure. The sky is a deep blue with some light clouds. The water reflects the light from the bridge and the sky.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE TESIS

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

Autor:

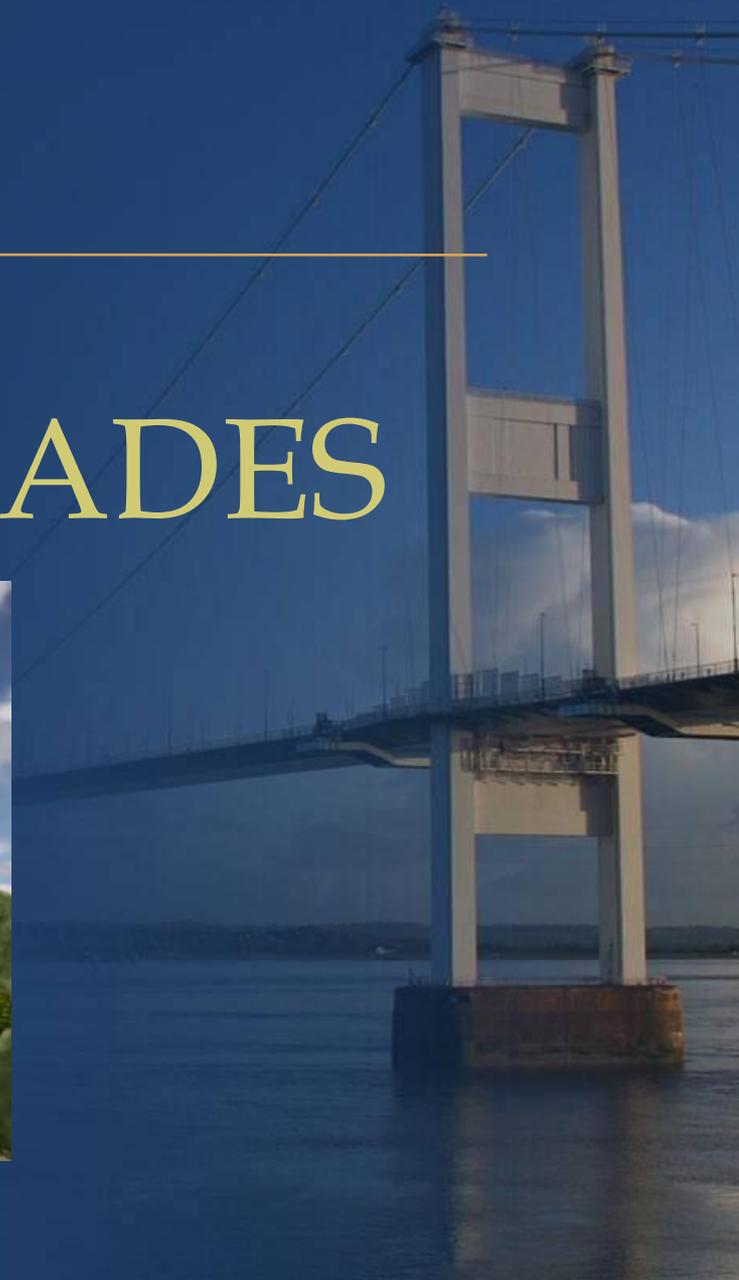
WILSON KLEBER QUIGUANGO YACELGA

Director:

Ec. Armando Estrada



GENERALIDADES



EL PROBLEMA



Deterioro del ambiente
Menos tierra fértil
Agostaderos en desiertos
COMUNIDAD
CHALGUAYACU



Disminución de
la
productividad



EMIGRACIÓN
DE
CAMPEINOS

JUSTIFICACIÓN



NOPAL → BENEFICIOS

- EXCELENTE ALIMENTO
- CONDICIONES DE SEQUÍA
- ABUNDANTE MATERIA ORGÁNICA
- ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN PARA LA COMUNIDAD CHALGUAYACU
- INGRESOS PARA LOS PRODUCTORES DE LA COMUNIDAD CHALGUAYACU

MISIÓN



DESARROLLAR



NUEVAS FORMAS DE PRODUCCIÓN



MEJORAR



PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE VIDA



POBLADORES DE LA COMUNIDAD
CHALGUAYACU



OBJETIVOS



GENERAL



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

ESPECÍFICOS



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

HIPÓTESIS



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



MARCO TEÓRICO



NOMBRE CIENTÍFICO



¿ CÓMO EMPEZÓ ?

∞ En 1753 por LINNEO ⇒ *Cactus Opuntia*

∞ Corrección por MILLER ⇒ *Opuntia ficus-indica*

DISTRIBUCIÓN



PROVINCIA DE ALBERTA
CANADÁ



ARGENTINA

ZONAS
DESÉRTICAS



CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS



BIOTIPO: PLANTA PERENNE DE HASTA 4 m



TALLO



PALAS CUBIERTAS DE NÓDULOS DE ESPINAS Y
PELOS ESPINOSOS



HOJAS



CLADODIOS CON ESPINAS EN FORMA DE GARRA
ENGROSADAS EN SU BASE, PARA DEFENSA



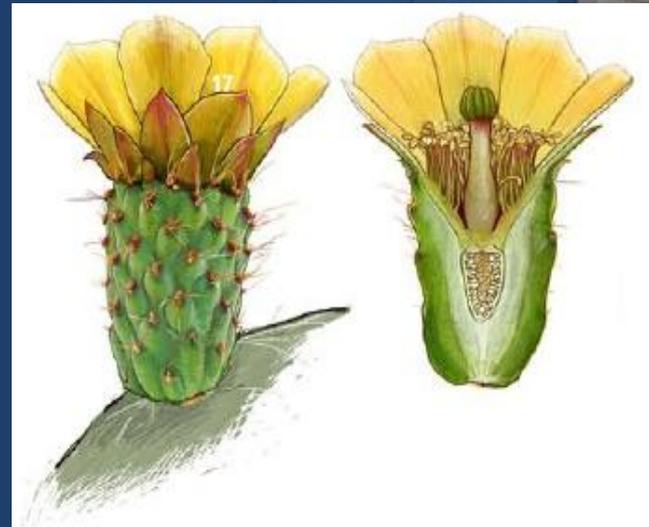
FLORES



❧ EXTREMOS DEL NOPAL

❧ COLORES MUY VISTOSOS

❧ SIN AROMA



FRUTO

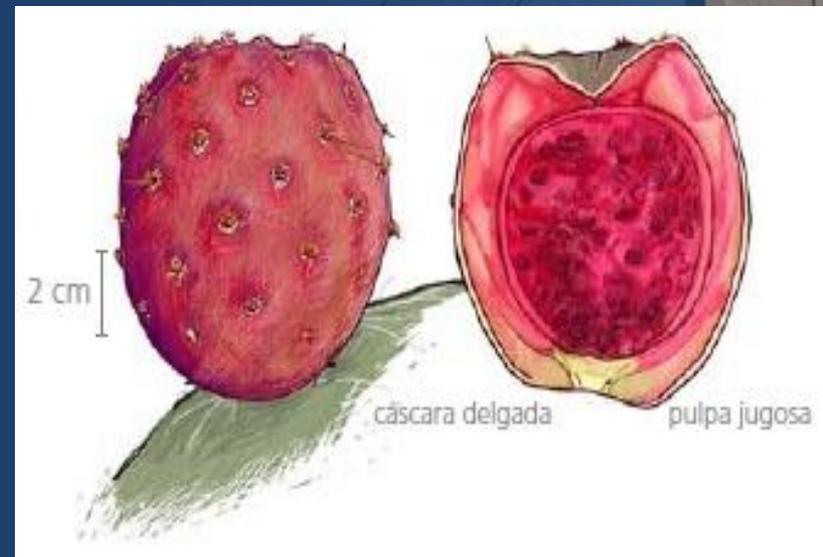


❧ HIGO CHUMBO

❧ BAYA CARNOSA

❧ COLOR VARIABLE

❧ PULPA AZUCARADA



ESPINAS



- ❧ HOJAS MODIFICADAS PUNTIAGUDAS
- ❧ SE FORMAN IGUAL QUE LAS HOJAS



GLOQUIDIOS



- ❧ PEQUEÑAS ESPINAS
- ❧ CELULOSA CRISTALINA
- ❧ DEFENSA CONTRA
HERVÍBOROS

IRRADIACIÓN
SOLAR



TAXONOMÍA



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

CONDICIONES EDÁFICAS



☞ SUELOS VOLCÁNICOS

☞ RANGO DE pH 6 A 8,5

PROPIEDAD NUTRICIONAL



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

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



COMPOSICIÓN QUIMICA



PROPIEDAD MEDICINAL



- ⌘ Hiperglucemia - alto azúcar de sangre
- ⌘ Hiperlipidemia - alto colesterol y triglicéridos
- ⌘ Aterosclerosis - inflamación cardiovascular que causa la placa del vaso sanguíneo
- ⌘ Limpieza del Colon



- ✧ Úlceras gástricas/ desordenes gastrointestinales
- ✧ Función hepática, inmunológica y tensión oxidativa
- ✧ Consumo y resaca del alcohol
- ✧ Obesidad

COSECHA



- Se cosecha 5 hasta 12 meses después de efectuada la plantación
- Alcanzan un peso aproximado de 100-200 g cada uno o que midan de 10 a 15 cm de largo.

POSCOSECHA



- ✧ Le da un giro de 90 grados.
- ✧ Cortado a mano con cuchillo.
- ✧ El corte se realiza por la mañana.
- ✧ Se junta en canastos y es aconsejable protegerlos del sol.
- ✧ Longitud de 15 a 23 centímetros. Sin embargo al crecer el nopal se vuelve más fibroso y correoso, perdiendo su gran atributo de calidad.
- ✧ Las pencas cortadas se les deberán aplicar en las heridas un baño de caldo bordelés para evitar pudriciones y enfermedades en las pencas.

ALMACENAMIENTO



CODEX STAN 185-1993, EMD. 1-2005

- ☞ Enteros
- ☞ Sanos, deberán excluirse los productos afectados
- ☞ Limpios
- ☞ Estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- ☞ Estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- ☞ Estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;



☞ Consistencia firme

☞ Exentos de daños causados por bajas temperaturas

☞ Exentos de espinas

☞ Exentos de manchas pronunciadas

INDUSTRIA DE LOS JUGOS



Los factores que contribuyen al desarrollo de esta industria, son:

- (1) Mejoras en el método de manufactura y desarrollo de mejores equipos de procesamiento.
- (2) Un mejor conocimiento en la utilización de los ingredientes.
- (3) Programas amplios de publicidad y mercadeo.
- (4) Mantenimiento de la composición, nutrición y calidad bacteriológica del producto, así como productos saludables y agradables.
- (5) Mejoras del empaque y del método de distribución con un mejor almacenamiento en casa.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO



- ❧ TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA
- ❧ ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA
- ❧ CLASIFICACIÓN Y LAVADO
- ❧ EXTRACCIÓN DEL JUGO
- ❧ RENDIMIENTO
- ❧ ESTANDARIZACIÓN
- ❧ ENVASADO
- ❧ TRATAMIENTOS TÉRMICOS
- ❧ ENFRIAMIENTO
- ❧ ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

MAQUINARIAS



- ❧ EQUIPO DE LAVADO Y SELECCIÓN
- ❧ EQUIPO TRITURADOR - PRECALENTADOR
- ❧ EQUIPO DE COLADO
- ❧ EQUIPO DE MOLIENDA
- ❧ TANQUES DE MEZCLADO
- ❧ TANQUE DE ESTERILIZACIÓN

IMPACTO AMBIENTAL



- ❧ CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS
- ❧ EL CONSUMO ENERGÉTICO
- ❧ EL CONSUMO DE AGUA
- ❧ LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA
- ❧ LA GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES
- ❧ LA GENERACIÓN DE RESIDUOS



MATERIALES Y MÉTODOS



MATERIALES



- ☞ VASOS DE PRECIPITACIÓN
- ☞ EMBUDO
- ☞ CUCHARAS
- ☞ JARRAS
- ☞ GUANTES (TÉRMICOS, CAUCHO, INDUSTRIALES)
- ☞ POTENCIÓMETRO
- ☞ MESAS
- ☞ TERMÓMETRO
- ☞ ENVASES PARA MUESTRAS
- ☞ CUCHILLOS
- ☞ OLLAS
- ☞ AGITADOR
- ☞ BOTELLAS
- ☞ COCINA
- ☞ COLADOR

EQUIPOS



- ❧ BALANZA DIGITAL
- ❧ BALANZA INFRARROJA
- ❧ EXTRACTOR
- ❧ LICUADORA

INSUMOS



- ❧ CLORO
- ❧ ÁCIDO CÍTRICO
- ❧ CONSERVANTE (SORBATO DE K)
- ❧ CMC (CARBOXI METIL CELULOSA)

METODOLOGÍA



CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

- ❧ CANTÓN: Ibarra
- ❧ PROVINCIA: Imbabura
- ❧ PARROQUIA: El sagrario
- ❧ SITIO: Residencia particular
- ❧ ALTITUD: 2250 m.s.n.m.
- ❧ LATITUD: 0° 20' Norte
- ❧ HR. PROMEDIO: 73%
- ❧ PLUVIOSIDAD: 50,3mm. Año
- ❧ LONGITUD: 78° 08' oeste
- ❧ TEMPERATURA: 18°C

FACTORES DE ESTUDIO



FACTOR A (Madurez del nopal)

- ☞ A1: 6 meses
- ☞ A2: 12 meses

FACTOR B (Dosis de conservante sorbato)

- ☞ B1: 0,30 g/l
- ☞ B2: 0,40 g/l

FACTOR C (Dosis de estabilizador CMC)

- ☞ C1: 1 g/l
- ☞ C2: 0,5g/l

TRATAMIENTOS



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

DISEÑO EXPERIMENTAL



- ❧ Diseño completamente al azar, 8 tratamientos y 3 repeticiones con arreglo factorial $A \times B \times C$ en el que **A** corresponde a la madurez del nopal, **B** a la dosis de conservante y **C** a la dosis de estabilizador.
- ❧ Cada unidad experimental constó de 1000 cm³ del jugo de nopal

VARIABLES EVALUADAS



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

DENSIDAD RELATIVA



ES LA RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE UN PRODUCTO Y LA DENSIDAD DEL AGUA DESTILADA, CONSIDERADAS AMBAS A UNA TEMPERATURA DETERMINADA

SÓLIDOS TOTALES



CONTENIDO DE EXTRACTO SECO EN EL JUGO

AZUCARES TOTALES



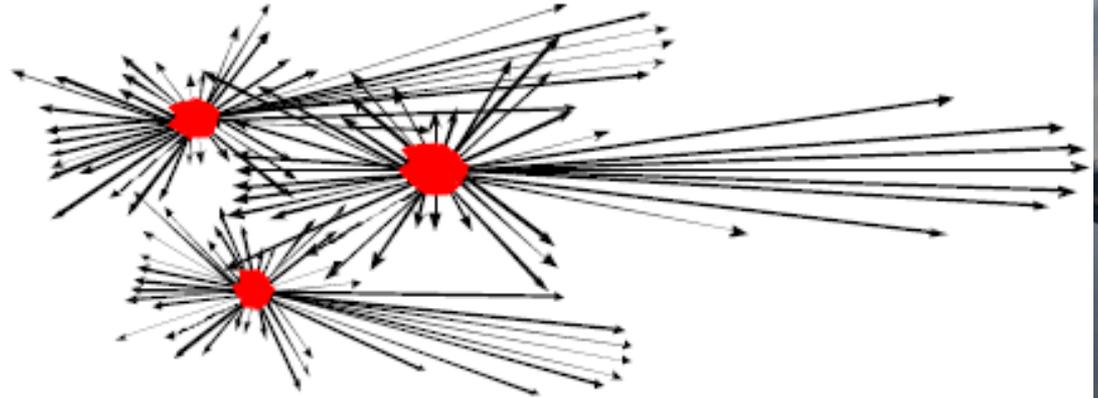
CANTIDAD DE AZUCARES TOTALES PRESENTES
EN UN PRODUCTO

TURBIDEZ

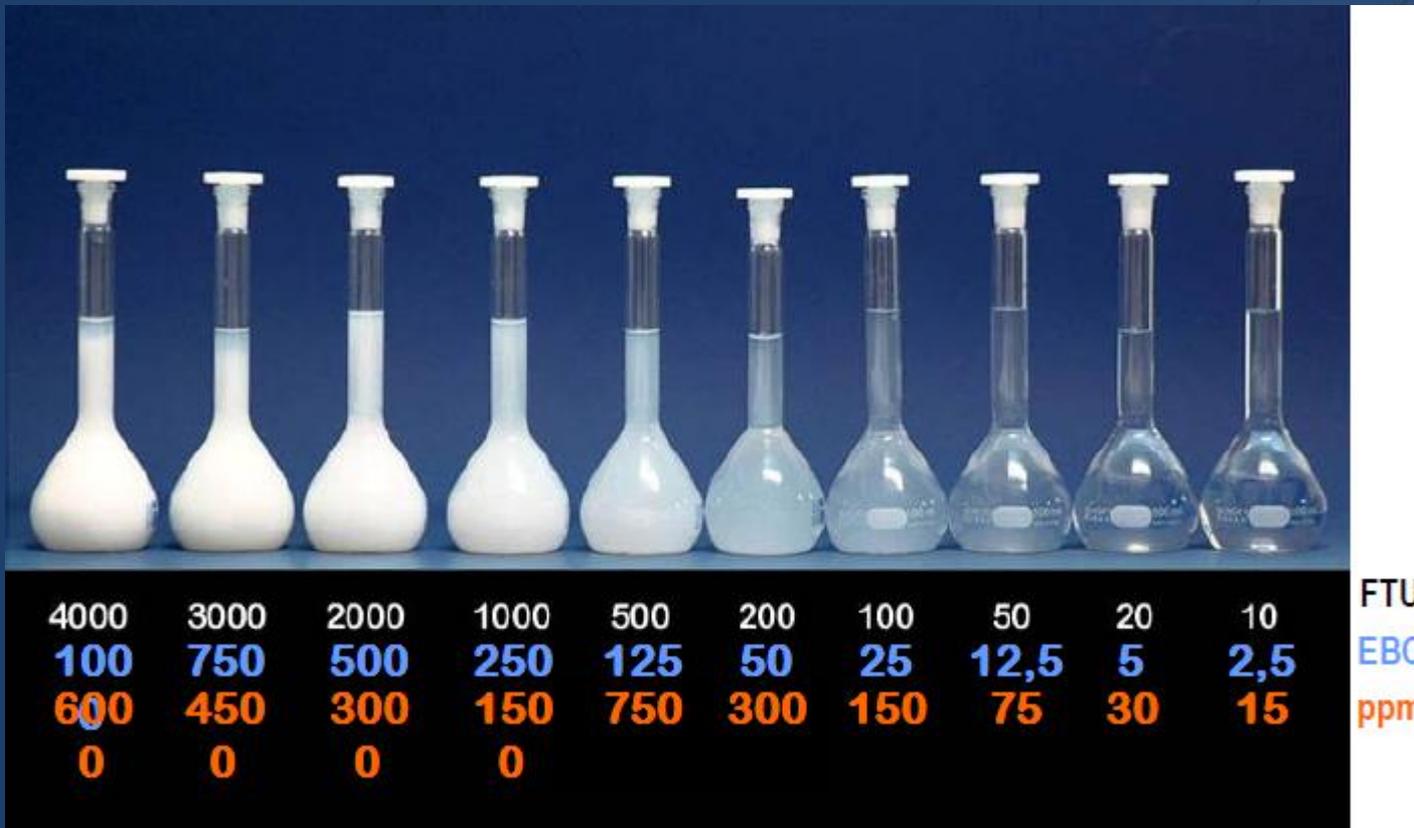


FENÓMENO POR EL QUE UNA PORCIÓN DE UN HAZ DE LUZ QUE PASA A TRAVÉS DE UN MEDIO, SE REFLEJA PORQUE INTERACCIONA CON LAS PARTÍCULAS QUE NO ESTÁN DISUELTAS.

EJEMPLO



RANGOS DE MEDIDA DE TURBIDEZ





EN DONDE:

$$1 \text{ FNU} = 1 \text{ FTU} = 1 \text{ NTU} = 1 \text{ TU/F}$$

FNU= UNIDAD NEFELOMÉTRICA DE FORMACINA

FTU= UNIDAD DE TURBIDEZ DE FORMACINA

NTU= UNIDAD NEFELOMÉTRICA DE TURBIDEZ

TU/F= UNIDAD DE TURBIDEZ/FORMACINA

COSTO DE PRODUCCIÓN



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

ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO



ANÁLISIS SENSORIAL DE UN PRODUCTO

ASPECTO

COLOR

OLOR

SABOR

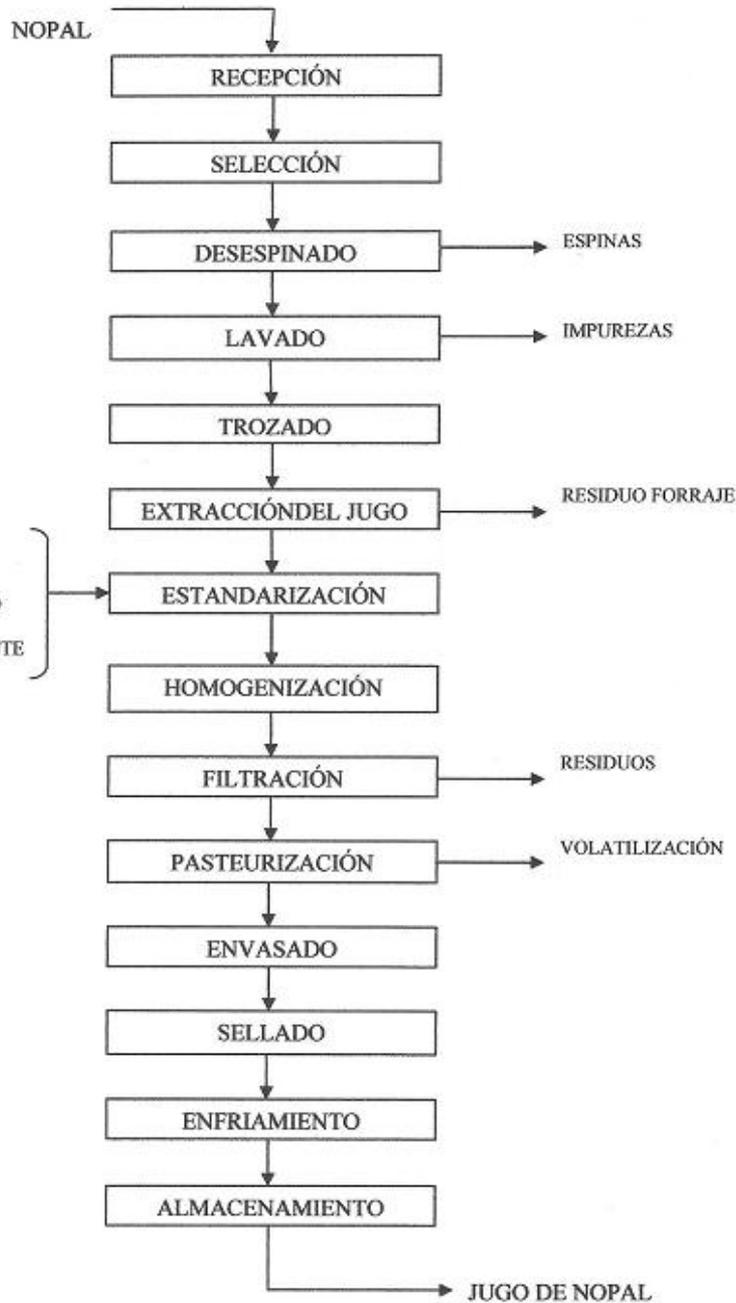
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



EXISTENCIA DE CONTAMINACIÓN DEL
PRODUCTO:

- ❧ RECUENTO TOTAL
- ❧ MOHOS
- ❧ LEVADURAS

16800g AGUA
3400g AZÚCAR
400g AC. CÍTRICO
18g CMC
8,4g CONSERVANTE



MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO



RESULTADOS Y DISCUSIONES



ANÁLISIS DE VARIANZA DENSIDAD RELATIVA



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

PRUEBAS



TUKEY PARA TRATAMIENTOS

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

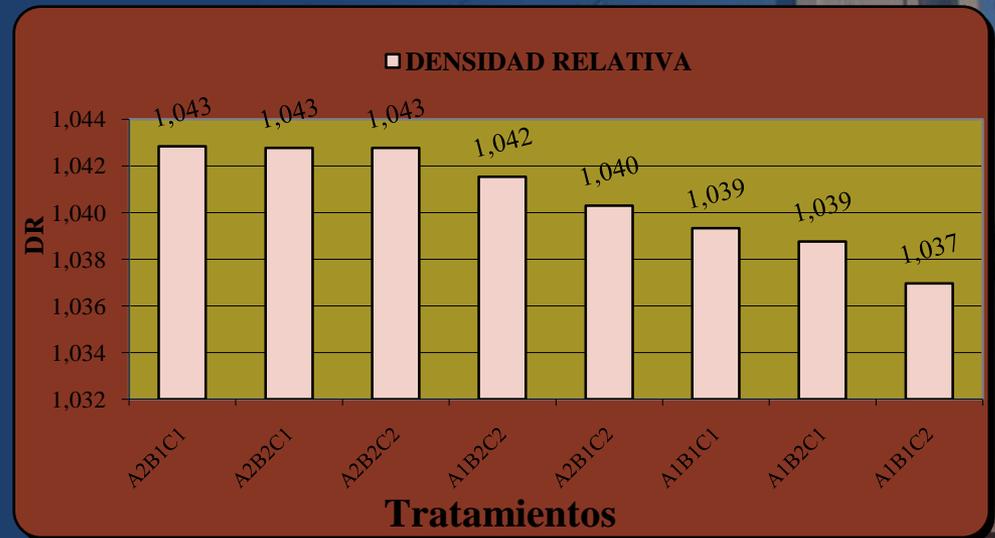
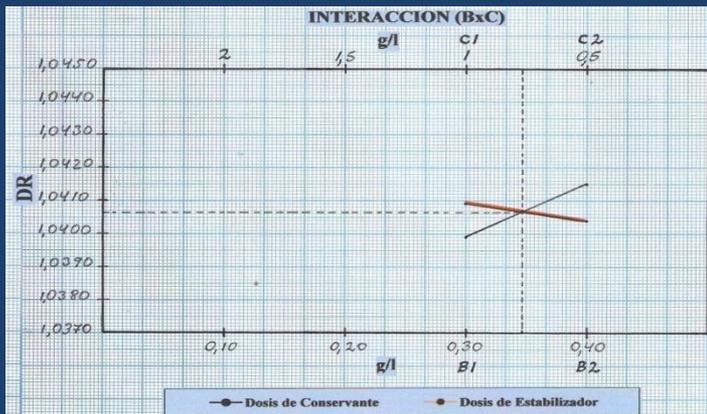
DMS PARA FACTORES

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

INTERACCIONES Y EVALUACIÓN ESTADÍSTICA



BxC





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

ANÁLISIS DE VARIANZA SÓLIDOS TOTALES



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

PRUEBAS



TUKEY PARA TRATAMIENTOS

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

DMS PARA FACTORES

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

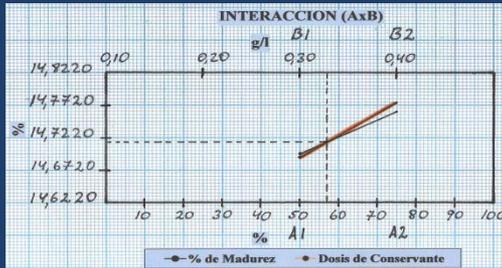
FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B2	14,77	a
B1	14,69	b

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

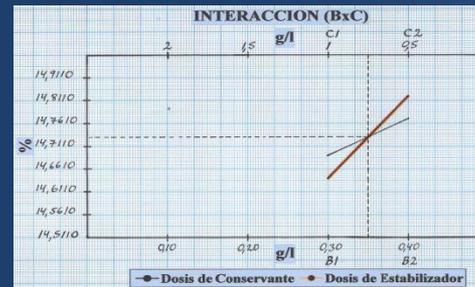
INTERACCIONES Y EVALUACIÓN ESTADÍSTICA



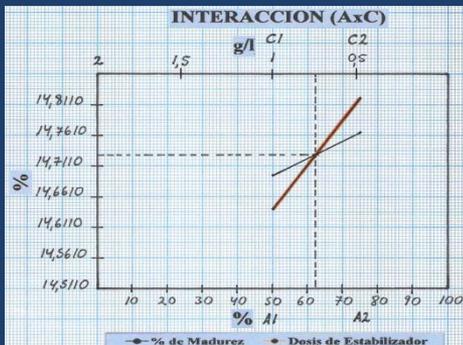
AxB



BxC



AxC





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

ANÁLISIS DE VARIANZA AZÚCARES TOTALES



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

PRUEBAS



TUKEY PARA TRATAMIENTOS

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

DMS PARA FACTORES

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

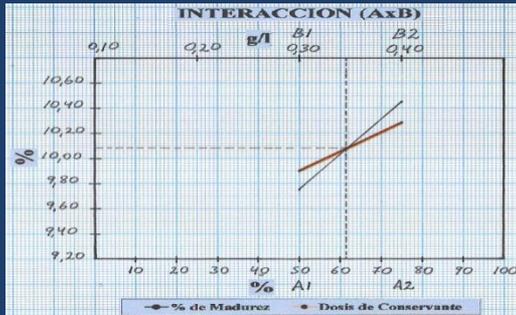
FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	10,29	a
B2	9,90	b

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

INTERACCIONES Y EVALUACIÓN ESTADÍSTICA



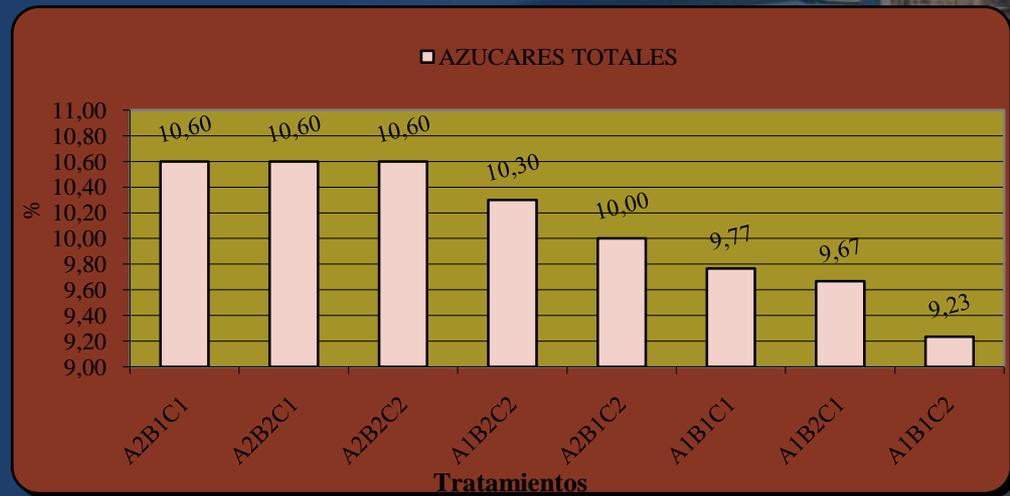
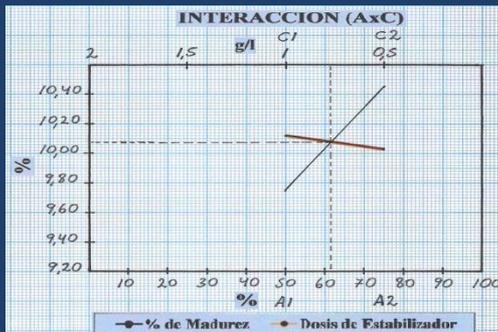
AxB



BxC



AxC





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

ANÁLISIS DE VARIANZA TURBIDEZ



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

PRUEBAS



TUKEY PARA TRATAMIENTOS

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

DMS PARA FACTORES

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

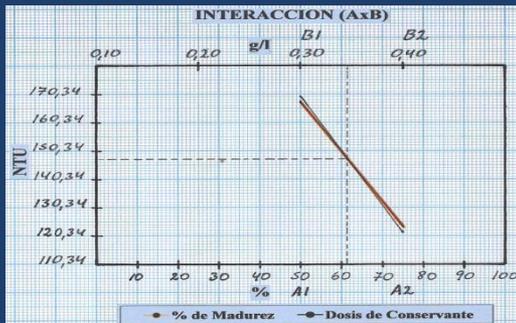
FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	169,17	a
B2	121,67	b

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

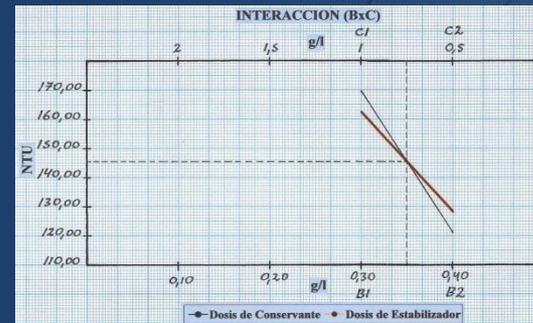
INTERACCIONES Y EVALUACIÓN ESTADÍSTICA



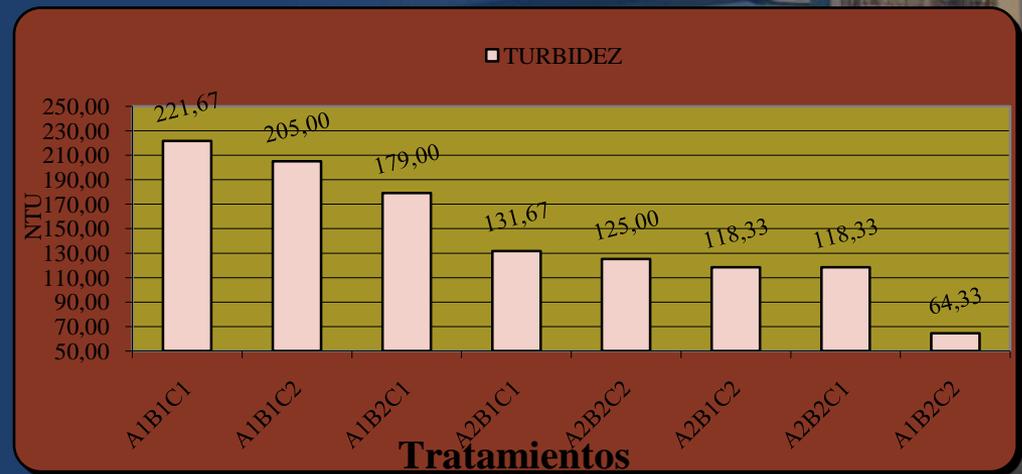
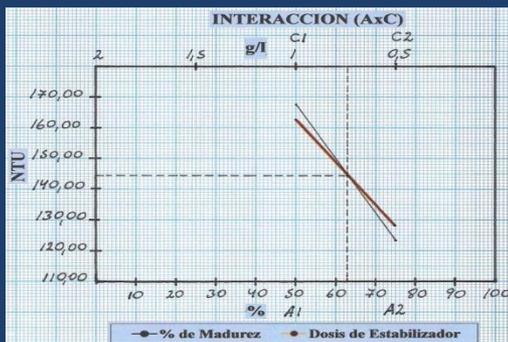
AxB



BxC



AxC





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

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DEL ANÁLISIS SENSORIAL



PRUEBA DE FRIEDMAN

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

RANGOS PARA EL COLOR

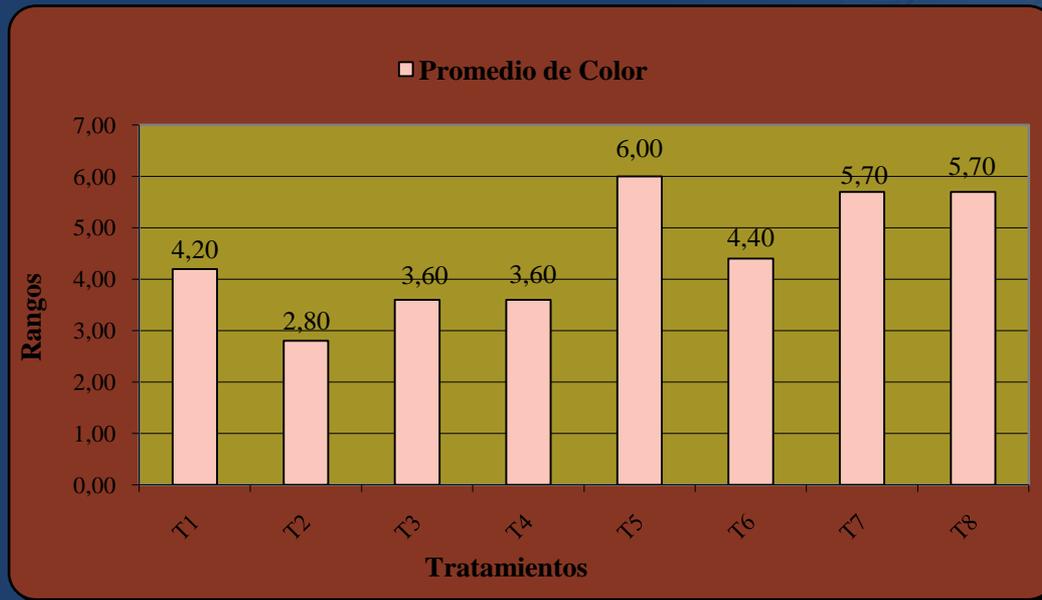


PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
P1	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	4,00	7,50	7,50	36,00
P2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	36,00
P3	5,50	2,00	5,50	2,00	8,00	2,00	5,50	5,50	36,00
P4	5,50	2,00	5,50	2,00	8,00	2,00	5,50	5,50	36,00
P5	2,00	2,00	2,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	36,00
ΣX	21,00	14,00	18,00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

PRUEBA DE FRIEDMAN

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

GRÁFICO ESTADÍSTICO





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

RANGOS PARA EL OLOR

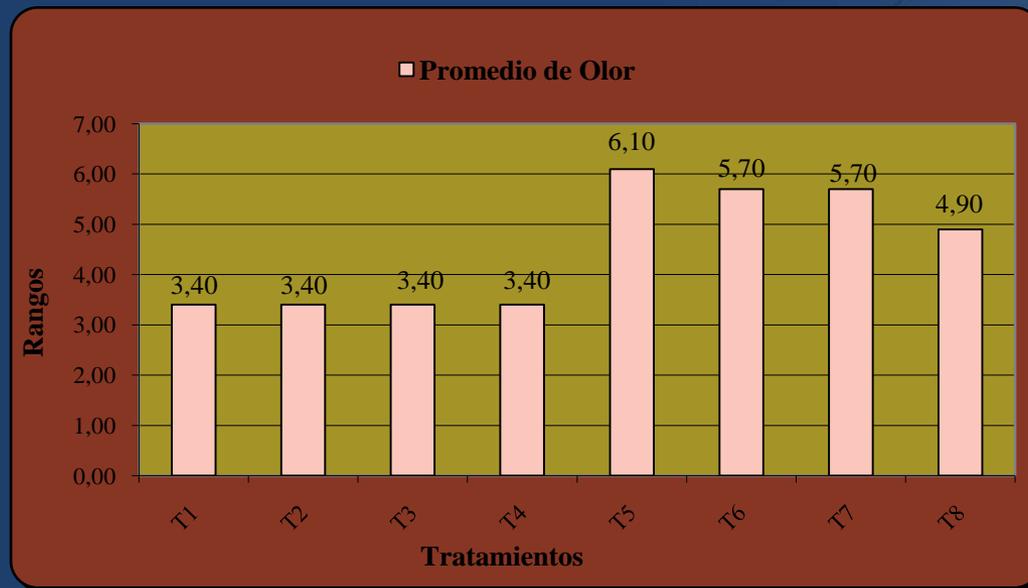


PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SUMA
P1	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	7,00	7,00	3,00	36,00
P2	2,50	2,50	2,50	2,50	8,00	6,00	6,00	6,00	36,00
P3	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	36,00
P4	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	4,00	4,00	4,00	36,00
P5	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	7,00	7,00	36,00
ΣX	17,00	17,00	17,00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

PRUEBA DE FRIEDMAN

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

GRÁFICO ESTADÍSTICO





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

RANGOS PARA EL SABOR



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

PRUEBA DE FRIEDMAN

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

GRÁFICO ESTADÍSTICO





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

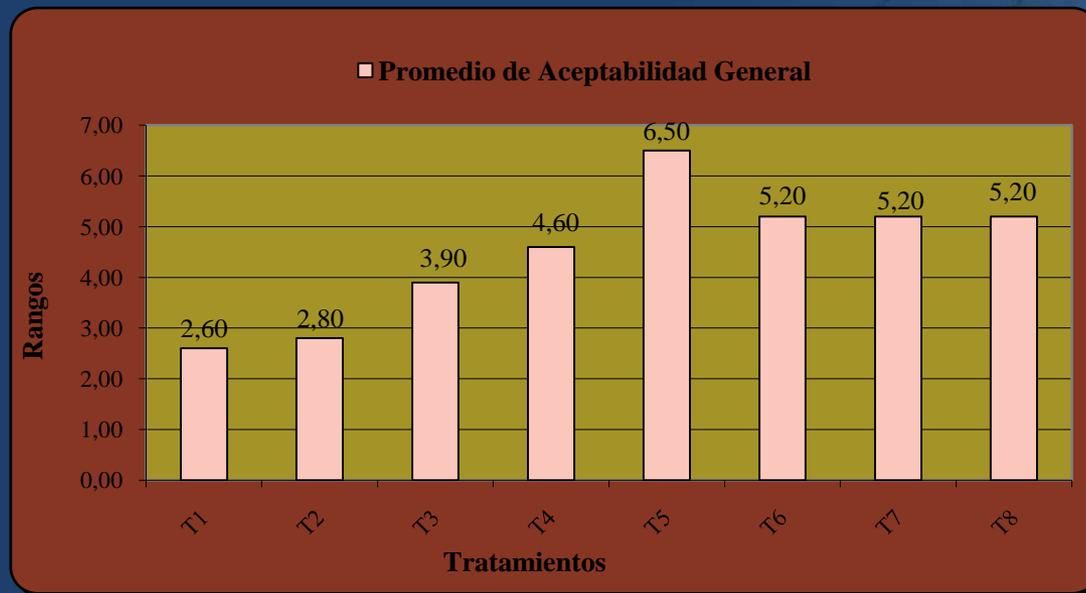
RANGOS PARA ACEPTABILIDAD GENERAL

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

PRUEBA DE FRIEDMAN

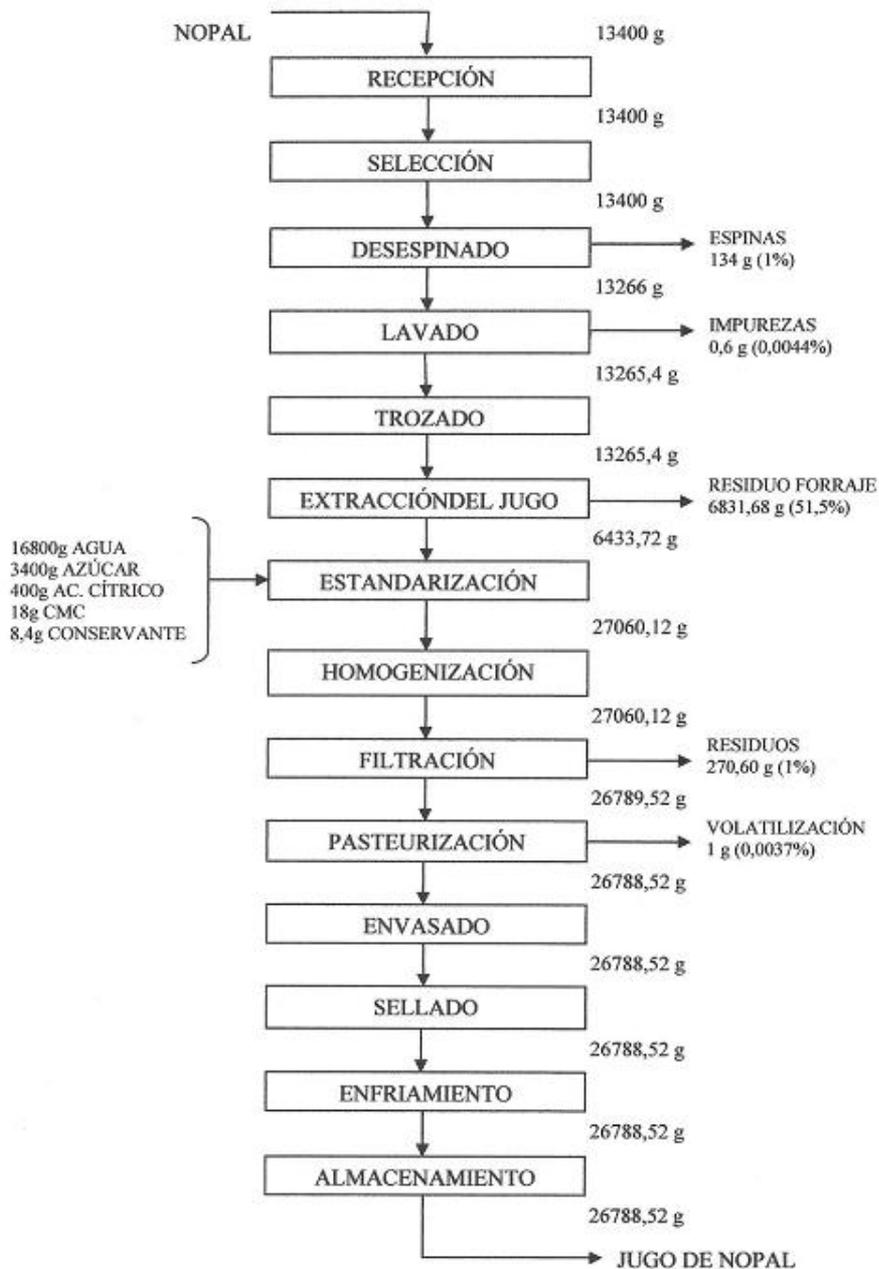
VARIABLE	VALOR CALCULADO	VALOR TABULAR X^2		SIGN.
	X^2	5%	1%	
ACEPTABILIDAD GENERAL	10,28	14,1	18,5	NS

GRÁFICO ESTADÍSTICO





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



RENDIMIENTO DEL PROCESO





$$\text{RENDIMIENTO} = (M_f/M_i) \cdot 100\%$$

Donde:

M_f = Peso final

M_i = Peso inicial

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

Rendimiento = 78,7% en peso



CONCLUSIONES





- ❧ Con respecto a la variable densidad relativa mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0391 se reflejó que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A2B1C1 (1,043), A2B2C1 (1,043), A2B2C2 (1,043), A1B2C2 (1,042) y A2B1C2 (1,040); los valores fueron comparados con rangos de valores de densidad relativa 1,040 - 1,045 establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.
- ❧ En la variable sólidos totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0382 se observó que los mejores tratamientos fueron los conformados por A1B1C1 (14,60%), A1B2C1 (14,53%); los valores también fueron comparados con rangos de valores de sólidos totales 10,0-14,6 % establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.



- ✎ En lo referente a la variable de azúcares totales mediante el respectivo análisis establecido en la norma NTE INEN 0398 se pudo apreciar que todos los tratamientos fueron los mejores porque estuvieron dentro del rango de valores de azúcares totales 5-12% establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4.
- ✎ Al analizar la variable turbidez mediante la respectiva medición con el equipo turbidímetro se pudo observar que los mejores tratamientos fueron los siguientes: A1B1C1 (221,67NTU), A1B1C2 (205,00NTU); los valores fueron comparados con rangos de valores de turbidez 200-850NTU establecidos en el Real decreto 1518/2007 reglamentación técnico-sanitaria del Ministerio de agricultura Pesca y Alimentación Madrid España. ANEXO 4



- El producto elaborado ha sido mostrado y degustado por el panel degustador, calificándolo y aceptándolo como un producto de buena calidad al tratamiento número 5 A2 (12 meses) B1 (0,30 g/l) C1 (1 g/l) por tener un aroma, sabor aceptable y color característico del nopal.
- Al proceder con el análisis microbiológico del jugo, los resultados que se obtuvieron de recuento total 4,5 UFC/ml, mohos 8 UPM/ml, levaduras 1,2 UPL/ml fueron comparados con valores establecidos en la norma NTE INEN 2337:2008 para jugos donde establece los rangos de valores permitidos: recuento estándar en placa REP (recuento total) 3-9 UFC/ml, recuento de mohos y levaduras 3-9 UP/ml; por lo tanto el jugo cumple con los requisitos microbiológicos.



- El rendimiento del proceso en general del jugo de nopal fue del 78,7%.
- Haciendo un análisis del costo de producción de la investigación se puede ver que la inversión realizada fue de \$29,87 en las 24 unidades experimentales, en donde haciendo el respectivo cálculo del costo de la unidad de 250 ml resultó a 0,31 ctvs. sin incluir aún las utilidades. Realizando una comparación con la competencia en la que el precio de la unidad de 250 ml es de 0,50 ctvs. incluido las utilidades se llega a la conclusión que el precio del jugo de nopal incluyendo el valor agregado puede ser igual o inferior al precio de 0,50 ctvs. de la competencia.



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



RECOMENDACIONES





- ❧ Elaborar parámetros fijos sobre factores esenciales de composición y calidad del jugo de nopal.
- ❧ Cosechar el nopal tierno porque contiene mayor valor nutrimental que el nopal maduro.
- ❧ Incentivar el cultivo de nopal ya que este cultivo genera nuevas formas de ingresos y es una excelente alternativa de alimentación para los habitantes y conservación de los suelos.
- ❧ Realizar un mejor proceso más eficiente para mejorar el precio e incorporar al mercado nacional este producto.



- ❧ Realizar el envasado en caliente a 85 grados centígrados para que los contaminantes microbiológicos sobre las superficies internas de la botella y tapas sean destruidos.
- ❧ Evitar el tiempo demasiado prolongado de tratamiento térmico en la etapa de pasteurización, porque puede producirse altas pérdidas de vitaminas termo sensibles y de otras propiedades características del nopal.
- ❧ Desarrollar jugos mix, para lograr nuevos sabores y aromas aún más agradables, además de incorporar composiciones nutricionales alternativas.
- ❧ Utilizar el desecho resultante del proceso de extracción del jugo para alimento del ganado.
- ❧ Establecer métodos más eficientes de desepinado para el nopal.

NOPAL



UN TESORO BAJO LAS ESPINAS

