



Q. 21

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias
de la Producción**

Aprovechamiento de los excedentes del banano de
exportación: Obtención de un producto tipo aderezo

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR :

Patricio Javier Cáceres Costales



GUAYAQUIL - ECUADOR

2 0



AGRADECIMIENTO

**A DIOS por que su
amor y apoyo
incondicional,
fueron mi fortaleza.
Al Ing. Luis Miranda
Director de Tesis,
por su invaluable
ayuda.**

DEDICATORIA

DIOS

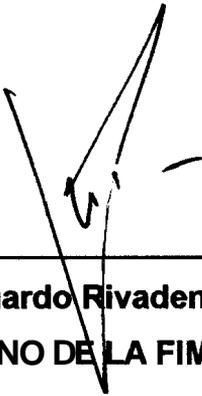
A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA

AMI SOBRINO

TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP



Ing. Luis Miranda S.
DIRECTOR DE TESIS



MBA. Mariela Reyes L.
VOCAL



Ing. Haydee Torres C.
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio de intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Patricio Cáceres Costales'.

Patricio Cáceres Costales

RESUMEN

Esta tesis presenta el desarrollo de un nuevo producto como sustituto de la salsa de tomate, aprovechando los excedentes del banano de exportación.

En la parte inicial se trata sobre el banano, sus cultivos y su mercado; de la pasta de tomate; la salsa de tomate, su proceso de elaboración y sus costos.

En la segunda parte se describen las pruebas experimentales, tomando como punto de partida el diseño del experimento, seguido de un análisis discriminatorio de todas las muestras, para escoger la vía más adecuada y así ahorrar tiempo y recursos.

Las muestras fueron sometidas a evaluación sensorial, seguido del análisis de varianza y de Tukey para encontrar similitudes o diferencias. Las conclusiones dieron la pauta para la formulación y la caracterización del aderezo tipo salsa de tomate.

Finalmente se presenta la determinación de las operaciones de producción y la selección de los equipos para cada etapa del proceso.

INDICE GENERAL

e

	Pág.
RESUMEN.....	.II
INDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	III
SIM BOLOGIAIV
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE TABLAS	VI
INTRODUCCIÓN	1
I. GENERALIDADES.....	2
1.1 Materia prima.....	.2
1.2 Producto.....	9
1.3 Proceso	13
II. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	16
2.1 Determinación del grado de madurez.....	.43

II. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	16
2.1 Determinación del grado de madurez.....	43
2.2 Formulación.....	44
2.3 Caracterización	50
2.4 Pruebas de aceptabilidad	53
III. DISEÑO DEL PROCESO.....	56
3.1 Determinación de las operaciones de producción.....	56
3.2 Selección de los equipos adecuados para las operaciones de proceso.....	62
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
APENDICES	
ANEXOS	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

Ac.	Acido
cm	Centímetro
cc	Centímetro cúbico
Gal	Galones
g	Gramos
Hg	Mercurio
ha	Hectárea
hr	Hora
Hp	Caballos de fuerza
kg	Kilogramo
l	Litro
mm	milímetros
Na	Sodio
Pa-s	Pascal - segundo
pH	Potencial de Hidrógeno
PIB	Producto interno bruto
PNB	Programa nacional del banano
psig	Libras fuerza sobre pulgada al cuadrado manométrica
rpm	Revoluciones por minuto
USD	Moneda norteamericana (Dólares)
unit	Unitario

INDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1.1 Participación del banano en las exportaciones ecuatorianas.....	5
Figura 1.2 Población beneficiada por la producción de banano.....	5
Figura 1.3 Demanda y oferta de banano.....	6
Figura 1.4 Sectores de cultivo del banano	8
Figura 1.5 Diagrama de flujo del proceso de salsa de tomate.....	14
Figura 2.1 Comparación de calificaciones de la muestra 461 y 320	29
Figura 2.2 Comparación de calificaciones de la muestra 311 y 320.....	30
Figura 2.3 Comparación de calificaciones de la muestra 511 y 311.....	31
Figura 2.4 Promedio de calificaciones para pruebas de sabor.....	32
Figura 2.5 Comparación de calificaciones de la muestra 12B Y61B.....	35
Figura 2.6 Promedio de calificaciones para prueba de sabor con nuevas variables.....	36
Figura 2.7 Comparación de calificaciones de la muestra 1AC Y 1BC.....	38
Figura 2.8 Promedio de calificaciones para pruebas de color.....	39
Figura 2.9 Comparación de calificaciones de la muestra 412 y de la muestra imagen.....	41
Figura 2.10 Promedio de calificaciones para pruebas de textura.....	42
Figura 2.11 Prueba de aceptabilidad(comparación de pares).....	55
Figura 3.1 Diagrama de flujo	61
Figura 3.2 Diagrama de equipos.....	72

INDICE DE TABLAS

		Pág
Tabla I	Costos de fabricación de salsa de tomate.....	13
Tabla II	Variables y niveles para pruebas de sabor.....	19
Tabla III	Variables y niveles para pruebas de color.....	20
Tabla IV	Variables y niveles para pruebas de textura.....	21
Tabla V	Análisis para la selección de muestras (sabor).....	24
Tabla VI	Variables y niveles para pruebas de sabor con nuevas variables.....	33
Tabla VII	Análisis para la selección de muestras(prueba de sabor mejorado).....	34
Tabla VIII	Variables y niveles para prueba de color (reducida).....	37
Tabla IX	Formulación de la salsa de tomate tipo ketchup.....	45
Tabla X	Fórmula con banano.....	47
Tabla XI	Fórmula parcialmente corregida	48
Tabla XII	Fórmula recomendada para el aderezo tipo salsa de tomate..	49
Tabla XIII	Caracterización de la materia prima.....	50
Tabla XIV	Costos de fabricación del aderezo tipo salsa de tomate.....	70
Tabla XV	Inversión inicial para la instalación de una planta piloto.....	71

INTRODUCCION

El objetivo principal de esta tesis es obtener un producto tipo aderezo, similar a la salsa de tomate, utilizando pulpa de banano en reemplazo de pasta de tomate, aprovechando los excedentes de exportación de ésta fruta cuya cifra aproximada es de 1 millón de toneladas anuales.

Los cultivos del banano han generado un exceso de la oferta, provocando que parte de la producción de la fruta no sea utilizada, convirtiéndose esto en desechos. Este recurso nos motiva a encontrar su industrialización generando la oportunidad de nuevas plazas de trabajo y la disminución de la contaminación.

Aprovechando los excedentes del banano se disminuyen Costos de producción, propios de la importación de la pasta de tomate, que se utiliza como materia prima en la elaboración de este aderezo. Además se evita desperdiciar alimentos aptos para el consumo humano.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Materia prima

Breves rasgos históricos

La actividad bananera se inició a finales de los años 40 convirtiéndose **desde** entonces en un importante eje de impulso de la economía nacional.

El desarrollo **de** esta **actividad** ha contado **con** una **mayoritaria** participación e iniciativa de capital y tecnología nacionales en la producción y comercialización .

La participación actual del sector bananero

El peso relativo del banano en el comercio exterior ecuatoriano es considerable contribuyendo en 1998 con el 26% en el total de de las exportaciones. En cuanto al PIB total la producción de banano contribuye en su generación con el 3% y en relación al PIB agrícola con el 13%.

Oferta y demanda

El informe de la FAO al determinar que a fines del siglo XX se presentaría un exceso de la oferta de banano en un 5% frente a la demanda de importaciones, nos permite encontrar una fuente de materia prima barata y de buena calidad.

Según datos del programa nacional del banano (PNB), en el año 1998 no se pudo colocar cerca de un millón de toneladas métricas.

Estudios más recientes de la FAO, con proyecciones para el año 2005 informa que se presentará una sobreoferta de

banano en el mercado, lo cual conducirá a un ajuste de los precios de la fruta. Según las estimaciones la reducción general de precios será de un 18%.

Las proyecciones de la demanda mundial de importaciones aumentará cerca del 1,9% anual, lo cual implica que para el año 2.005 esta demanda será de 12,8 millones de toneladas.

En cuanto la exportación mundial de banano el informe estima que hasta el año 2.005 crecerá a una tasa del 2,2% anual, alcanzando un volumen de 13,7 millones de toneladas. El Ecuador experimentará un crecimiento de 3.8 % , porcentaje menor a los experimentados en los últimos 10 años

En consecuencia, los precios bajarán y la cantidad de producto sin ser vendido se mantendrá, quedando estos recursos para el consumo interno y en la fabricación de alimentos que usen banano como materia prima.

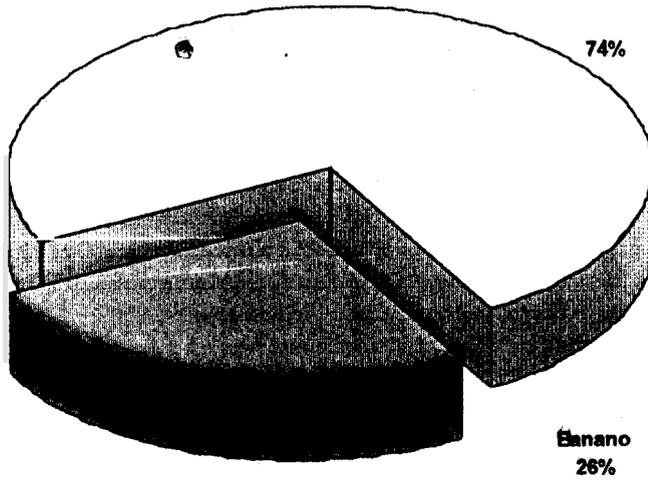


FIG 1.1 Participación del banano en las exportaciones ecuatorianas
ELABORADO POR PATRICIO CACERES

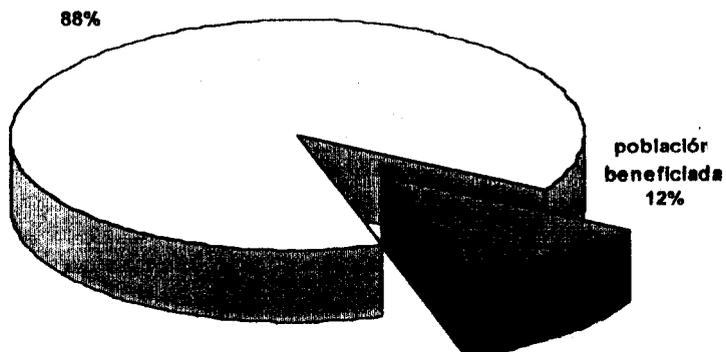


FIG 1.2 Población beneficiada por la producción de banano
ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

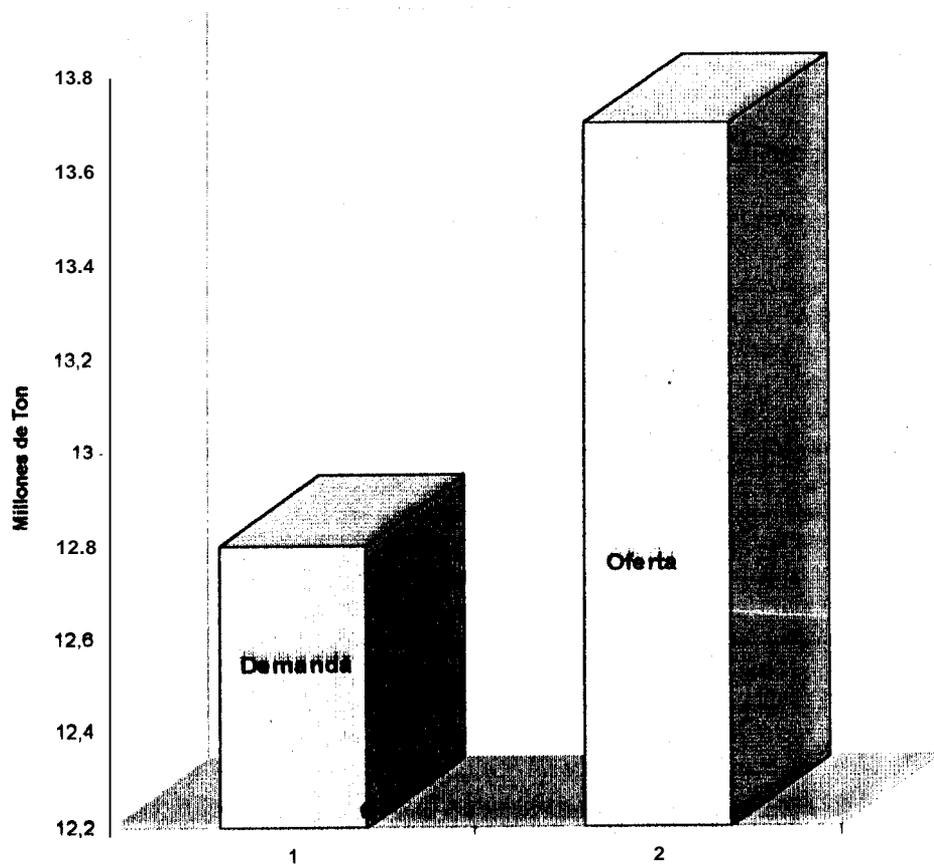


FIG 1.3 Demanda y oferta de banano
ELABORADO POR PATRICIO CACERES

Variedad y sectores de cultivo

La variedad del banano que se aprovechará, por ser el de mayor producción es el Cavendish, además que hay disponibilidad todo el año, presenta excelentes características para ser procesado.



El sector bananero en los últimos años ha experimentado importantes cambios en su estructura productiva, a inicios de los años 90 la producción se caracterizó no por mejoramientos productivos sino por crecimientos de las áreas de cultivo.

Los cambios en la comercialización mundial, los problemas de mercado en Europa y la cada vez mayor competitividad exigida en los mercados mundiales, ha influido en los cambios internos, introduciendo mejoras tecnológicas y transformando el mapa productivo del sector.

En 1990 las plantaciones no tecnificadas constituían el 64% del total de la superficie cultivada, situación que cambia

considerablemente para 1997 año en el cual el 71% de la superficie está cubierta por plantaciones tecnificadas.

Según información del PNB la producción bananera se concentra en un 92% en tres provincias principales como son El Oro, Guayas y Los Ríos. En forma individual el 33.4% corresponde a la provincia de El Oro, el 30.3% a la provincia de Guayas y el 28.3% a la provincia de Los Ríos.

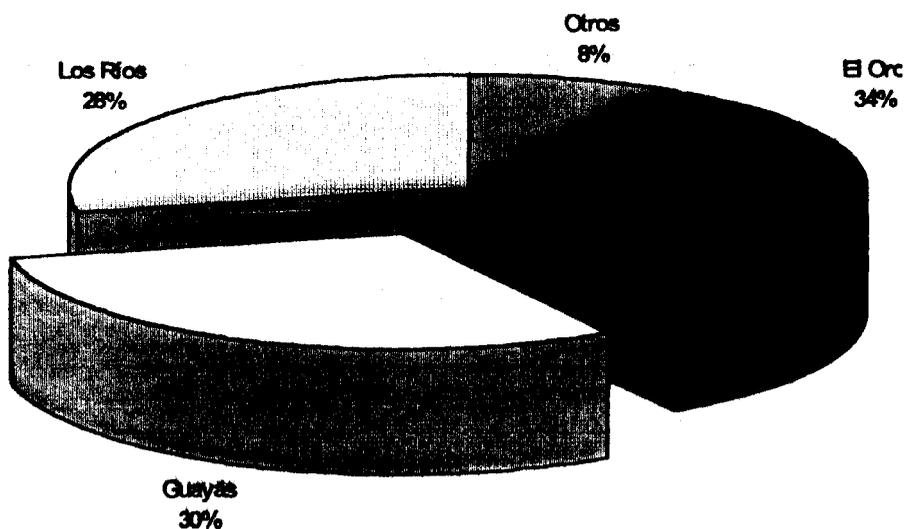


FIG.1.4 Sectores de cultivo de banano

1.2 Producto

Pasta de tomate

El mercado mundial para este producto, base en la preparación de salsas y aderezos es muy competitivo, caracterizado por márgenes de utilidades reducidos e inestables, además de una producción restringida a las cosechas y una tendencia hacia la acumulación de inventarios.

Los estudios realizados por la Universidad de Texas, revelan una significativa sobrecapacidad que invade el mercado mundial de pasta de tomate.

El total de la sobrecapacidad en el procesamiento de pasta de tomate se estima en aproximadamente 2.7 millones de TM. Alrededor del 46% de la capacidad instalada a nivel mundial se encuentra sin uso actualmente.

Chile y Perú son los principales proveedores de pasta de tomate para el mercado ecuatoriano, para competir con ambos por la participación en el mercado doméstico Ecuador

necesitaría colocar la pasta de tomate en un precio alrededor de USD \$0.80 / Kg. (**USD \$800/ TM**) y USD \$0.90/ Kg. (**USD \$900/ TM**).

Es improbable que Ecuador se encuentre en la capacidad de competir en el mercado doméstico o mundial con una planta procesadora de pasta de tomate menor a 200.000 TM, y una inversión mínima de USD \$17 a \$20 millones.

Se ha estimado que una planta que procese menos de 200.000 TM de materia prima (tomates para procesamiento) **anualmente**, generalmente no son eficientes y están destinadas a fracasar económicamente a corto plazo.

Ya que la mayoría de fabricantes de diferentes productos de tomate usan como base la pasta, sus costos aumentan por la importación de ésta, sin embargo el mercado se mantiene estable, dado por el cambio de hábito de personas que migran del campo a la ciudad y consecuentemente sus dietas cambian por alimentos preparados y de fácil consumo. Dentro de nuestro mercado la pasta de tomate de **30°Brix**, se

comercializa por tanques de **55 Gal** con un peso aproximado de 240 Kg, a un costo de USD \$1.20 por Kg.

Respaldo agrícola

La producción agrícola del tomate se ha estancado durante los últimos cinco años. El rendimiento total a nivel mundial tiene un promedio de **26 TM / ha.** desde **1995**, cayendo de **27 TM /ha.** a **26.5 TM /ha.** Los rendimientos de tomate para procesamiento han promediado **63 TM /ha.** desde **1995**. En Ecuador se necesita de 4000 a **6000 Ha** de producción constante, para abastecer una planta de 300.000 TM

Salsa de tomate

Existen actualmente muchas variedades de aderezos con base de tomate, la **más** común y de mayor demanda es la salsa de tomate de tipo ketchup, que contiene diferentes especias, vinagre, azúcar, sal, etc., lo que le confiere un poder sasonador y un sabor agridulce, que **estimula** las glándulas salivales y mejora la percepción de los sabores.

En el mercado **local** existen varias marcas, de las cuales las de mayor participación son: Los Andes, Facundo y Maggi. El mercado puede dividirse por tipo de consumo: Hogar e Institucional. Los tipos de presentación para el consumo de hogar generalmente son en envases **pequeños** y de calidad muy exigente. A nivel **Institucional** generalmente se encuentran diferentes presentaciones que van desde envases de un galón hasta **canecas** de 5 galones, y es usada para acompañar comidas rápidas como hamburguesas, perros calientes, papas fritas, etc.

Datos estadísticos de oferta y demanda a nivel local no están disponibles, pero por el nivel de importaciones de pasta de 'tomate se estima que el **consumo de salsas** se ha mantenido pese a **los** grandes problemas que afectaron la economía nacional durante los **últimos años**. La salsa de tomate que compran los puestos de venta de comida **rápida**, generalmente vienen en pomos plásticos de aproximadamente 1 galón. Un consumo promedio mensual en la ciudad de Guayaquil es de 6 galones por puesto. El número de clientes es extenso, aunque un conteo superficial da la pauta de 200 puntos de expendio de comidas rápidas en **la** parte urbana de Guayaquil.

TABLA I

COSTOS DE FABRICACION DE SALSA DE TOMATE

	● CANTIDAD (kg)	COSTO UNIT	TOTAL
PASTA DE TOMATE	42,47	1,2	50,964
AGUA	47,71	0,001	0,04771
AZUCAR	6,68	0,5	3,34
SAL	0,36	0,06	0,0216
ACIDO CITRICO	0,24	2,6	0,624
ACIDO ASCORBICO	0,05	10	0,5
BENZOATO	0,06	2,6	0,156
CONDIMENTO	0,02	8	0,16
VINAGRE	2,39	0,54	1,2906
CÓCHINILLA	0,02	70	1,4
TOTAL	25 Gal de salsa	USD	<u>68.60</u>

COSTO DEL PRODUCTO POR UNIDAD	2,34 USD
COSTOS INDIRECTOS ESTIMADOS	0,50 USD
COSTOS TOTALES	2,84 USD
UTILIDAD	0,57 USD
PRECIO DE VENTA	3,41 USD

1.3 Proceso de elaboración

La elaboración de salsas difiere mucho, tanto en la formulación como en el proceso, entre cada productor, sin embargo se mantiene un esquema básico usando pasta de tomate como

e

materia prima. EL diagrama de proceso se presenta en la figura 1.5

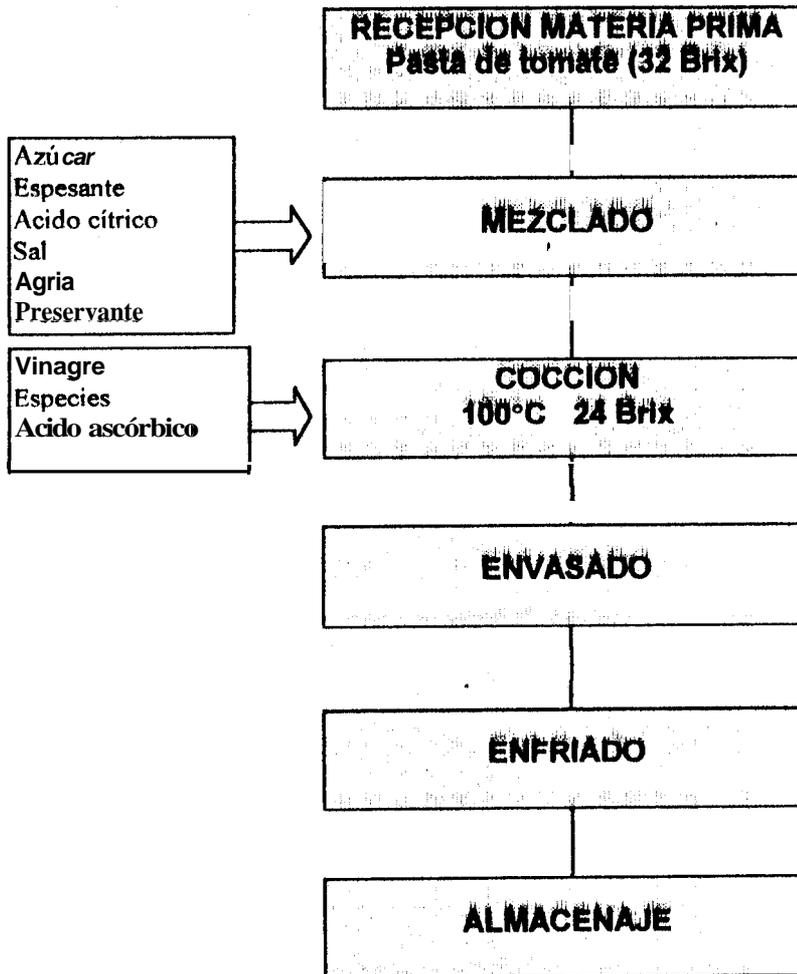


FIGURA 1.5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO
Elaborado por: **Patricio Cáceres**

Los equipos utilizados a nivel de la pequeña industria son marmitas con agitador incorporado, donde se puede hacer la mezcla y la cocción al mismo tiempo. La mezcla del vinagre, el ácido ascórbico y las especias deben ser justo antes de envasar para no perderlos por su característica termolábil. En el enfriamiento se debe utilizar agua clorada para no contaminar el producto con posibles accesos por la tapa.

El envasado debe ser en caliente, dejando un espacio de cabeza adecuado para conseguir vacío, además debe ser volteado el envase para asegurar la esterilidad de la tapa.

CAPITULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES



Luego de diferentes pruebas con banano, la idea de usarlo para obtener un aderezo fue tomada con seriedad, ya que al probar su uso en una preparación a nivel de laboratorio el aderezo tuvo una buena acogida.

Para mejorar la aceptación y apariencia de aquella prueba experimental, la idea de elaborar un sustituto de salsa de tomate a base de banano fue tomado como inicio de la investigación para el desarrollo de un nuevo producto.

El aderezo a obtener debería ser aceptado, tomando como base de la evaluación a características organolépticas como sabor, color y textura.

Para empezar a elaborar las pruebas, se diseñó el experimento basado en la evaluación sensorial por calificaciones, en forma independiente para cada característica organoléptica. Para obtener el diseño del experimento se analizó las posibles influencias en la aceptación, basados en cambios de ciertas características, como por ejemplo el grado de madurez del banano, la cantidad de saborizante, la inactivación enzimática, la cantidad de espesante, el porcentaje de remplazo del tomate por pulpa de banano, etc.

Las características que podrían influir en la aceptación serán llamadas variables las cuales se evaluarán a diferentes niveles, es decir a diferentes valores, dando su convindción una serie de muestras. Todas las muestras se someterán a un análisis técnico discriminatorio aplicando luego a las muestras escogidas, un análisis de varianza de los datos recogidos de los panelistas.

Todas las pruebas presentarán condiciones comunes: aditivos y especias.

Por cada característica a evaluar, se realizará las convinaciones según las variables y niveles. Cada convinación será una muestra y se

codificará con el primer dígito o letra de cada nivel, por ejemplo la muestra 511, quiere decir grado de madurez 5, porcentaje de pulpa de banano 100% y nivel de saborizante 1.

A continuación se presenta las combinaciones para las tres características a evaluar:

TABLA II
VARIABLES Y NIVELES PARA PRUEBA DE SABOR

VARIABLES	NIVELES		
Grado de madurez	3	4	5
Procentaje de pulpa de banano	20	60	100
Saborizante	0	1	

Elaborado por: **Patricio Cáceres**

Nota:

- 0: Sin saborizante
- 1: Con el 0.1% de saborizante
- 3: De 18° a 19° Brix (madurez)
- 4: De 20° a 21° Brix (madurez)
- 5: De 22° a 24° Brix (madurez)

No. de muestras $3 \times 3 \times 2 = 18$

No.	Código	No.	Código
1	320	10	461
2	321	11	410
3	360	2	411
4	361	3	520
5	310	4	521
6	311	5	560
7	420	6	561
8	421	7	510
9	460	18	511

Condiciones comunes: uso de aditivos y especias

Espesante, ácidos, sal, azúcar, preservantes y especias.

TABLA III
VARIABLES Y NIVELES PARA PRUEBAS DE COLOR

VARIABLES	NIVELES		
Procentaje de pulpa de banano	20	60	100
Pardeamiento enzimático	a	b	
Colorante	s	c	

Elaborado por: Patricio Cáceres

Nota:

a: sin metabisulfito
b: con metabisulfito
s: sin colorante
c: con colorante

No. de muestras $3 \times 2 \times 2 =$ 12

No.	Código
1	2aB
2	2ac
3	2bs
4	2bc
5	6as
6	6ac
7	6bs
8	6bc
9	1as
10	1ac
11	1bs
12	1bc

Condiciones comunes: uso de aditivos y especias

Espesasante, ácidos, sal, azúcar, preservantes, especias

TABLA IV
VARIABLES Y NIVELES PARA PRUEBA DE TEXTURA

VARIABLES	NIVELES		
Grado de madurez	3	4	5
Procentaje de pulpa de banano	20	60	100
Procentaje de espesante	1	2	

Elaborado por: Patricio Cáceres

No. de muestras

18

N°

CÓDIGO

1	3 2 1
2	3 2 2
3	3 6 1
4	3 6 2
5	3 1 1
6	3 1 2
7	4 2 1
8	4 2 2
9	4 6 1
10	4 6 2
11	4 1 1
12	4 1 2
13	5 2 1
14	5 2 2
15	5 6 1
16	5 6 2
17	5 1 1
18	6 1 2

Condiciones comunes: uso de aditivos y especias.

ácidos, sal, azúcar, preservantes, especias

ANÁLISIS DEL DISEÑO DEL EXPERIMENTO PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES

6

PRUEBAS DE SABOR

En el diseño se ha planteado 18 pruebas a seguir, pero algunas serán obviadas por anticipar su resultado con información tecnológica. A continuación se presenta un análisis técnico por cada muestra.

Las muestras que contienen solo el 20% de banano y que llevan saborizante de tomate, serán descartadas por que las experiencias previas indican que pulpa de banano que es lavada y cocinada al ambiente presenta poco sabor característico, además esta decisión permite ahorrar recursos.

Las muestras que contienen 60% y 100% de banano si necesitarán saborizante de tomate, por esto, las que no tienen éste saborizante, serán descartadas.

En principio se estima que el grado de maduración debe ser 3, por su contenido en almidones, que a su vez ayudarán en la textura y por la

falta parcial de **sustancias aromáticas** propias de la maduración. Lo dicho anteriormente **me permite** escoger 4 muestras para **someterlas** al análisis de varianza.

La muestra 320 y la 311 serán consideradas porque son **los** extremos del nivel 3 de maduración, no así **la 361, ya** que de no encontrar diferencia en las primeras, realizar **ésta** no apodararía nuevos resultados .

La muestra 461 servirá como base de **comparación** con las **demás** por presentar el nivel medio de pulpa de banano y grado de madurez. Ya que la muestra **511 contrasta** con las **3** anteriores escogidas, también será sometida a estudios.

Las otras muestras que no han sido descartadas pero que no se realizarán, son **buenos diseños**, y serán consideradas nuevamente si **los resultados obtenidos** no brindan ninguna tendencia o aceptación significativa.

En el siguiente cuadro se puede observar las muestras escogidas y las objeciones que permiten seleccionar las muestras a descartar.

TABLA V
ANALISIS PARA LA SELECCION DE MUESTRAS
(PRUEBAS DE SABOR)

		MUESTRAS ESCOGIDAS	
COD.	OBJECION	COD.	RESULTADO
320		320	Se toma
321	No necesitaría saborizante		
360	Si necesitará saborizante		
361		361	No se toma
310	Si necesitará saborizante		Se toma
311		311	Se toma
420		420	No se toma
421	No necesitaría saborizante		
460	Si necesitará saborizante		
461		461	Se toma
410	Si necesitará saborizante		
411		411	No se toma
520		520	No se toma
521	No necesitaría saborizante		
560	Si necesitará saborizante		
561		561	No se toma
510	Si necesitará saborizante		
511		511	Se toma

Elaborado por: Patricio Cáceres C.

Análisis estadístico de sabor

Son 4 muestras presentadas a 25 panelistas, con diferentes ayudas como papas fritas y chorizos fritos.

511: grado 5 de maduración, nivel 1 de saborizante y 100% de pulpa de banano.

320: grado 3 de maduración, sin saborizante y 20% de pulpa de banano.

461: grado 4 de maduración, nivel 1 de saborizante y 60% de pulpa de banano

311: grado 3 de maduración, nivel I de saborizante y 100% de pulpa de banano

Las muestras serán calificadas de 1 a 4 , siendo el mayor puntaje el mejor. Además no se acepta valores iguales.

Esquema de evaluación sensorial

El esquema del formulario para cada panelista decía:



Estimado panelista, de su respuesta dependen resultados valiosos.

Por favor ubique con el mayor puntaje a la muestra que más le agrade según su.....(característica organoléptica)....., con el siguiente puntaje a la que le sigue y así sucesivamente....

Puntaje **Código de la muestra**

4 -----

3 -----

2 -----

1 -----

Agradecemos su comentario sincero

.....

Muchas gracias, buen día.



Procesamiento de datos

Las calificaciones **alimentarán** un cuadro en **Microsoft Excel**, el **cual** **diseñé** para obtener los resultados inmediatamente, además **puede** servir para tomar **decisiones** en otro tipo de experimentos, cabe mencionar que no existe límite para el número de muestras o panelistas. El programa está elaborado con todas las fórmulas del **análisis de varianza**, primero en general y luego por columnas y filas, siendo este último indispensable **para encontrar** la muestra diferente, mediante el desarrollo del análisis de Tukey, el cual me permite encontrar las **diferencias significativas** por cada muestra.

En el programa solo se ingresan **las** calificaciones de cada panelista. Las columnas y **filas** que se necesiten se pueden ampliar sin temor a **dañar** el programa. Para el **análisis** de Tukey sólo se necesita ingresar el código de la **muestra** y el valor promedio en orden, de mayor a menor. Los valores **correspondientes** a las tablas de Fisher deben ser ingresados en el casillero correspondiente.

Resultados del análisis estadístico de sabor

Una vez realizada la corrida experimental (Anexo 1), se pudo concluir que la muestra de mayor aceptación es la 461, sin embargo por el análisis de Tukey, la muestra 320 también tiene igual nivel de aceptación ya que no existe diferencia significativa.

La muestra 311 y la 511 son menos aceptadas, pero al comparar la 320 y la 311 no se encontró diferencia significativa, es decir que usando 20% o 100% de banano con el mismo grado de maduración pero una sin saborizante de tomate obtendré el mismo nivel de aceptación

La muestra 511 tiene un promedio muy bajo y su diferencia es significativa con todas las demás.

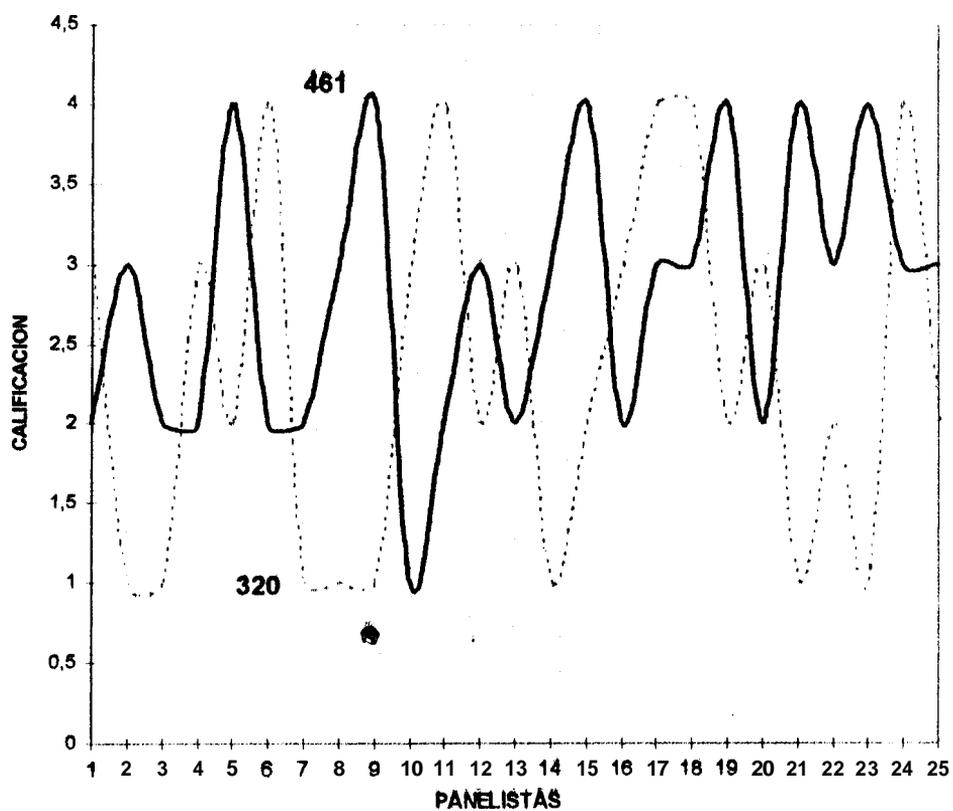


FIG 2,1: COMPARACION DE CALIFICACIONES DE LA MUESTRA 461 Y 320

ELABORADO POR PATRICIO CACERES

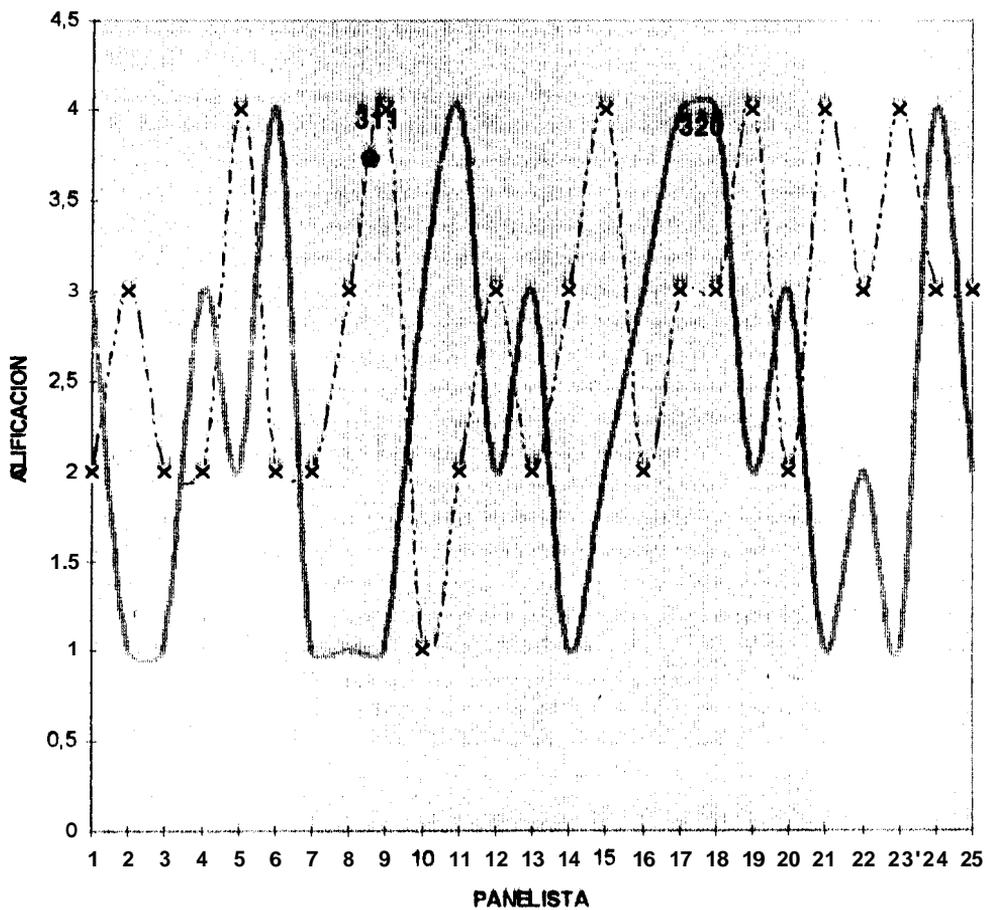


FIG 2.2 COMPARACION DE CALIFICACIONES DE LA MUESTRA 311 Y 320

ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

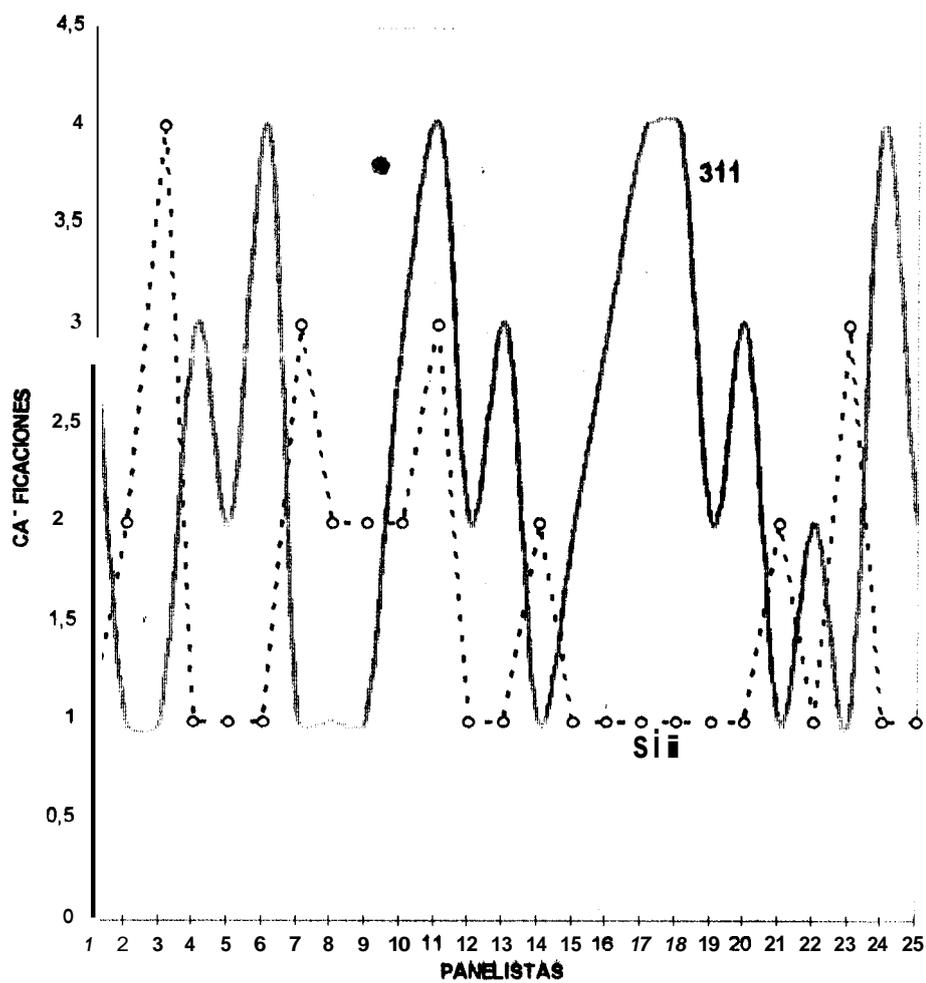
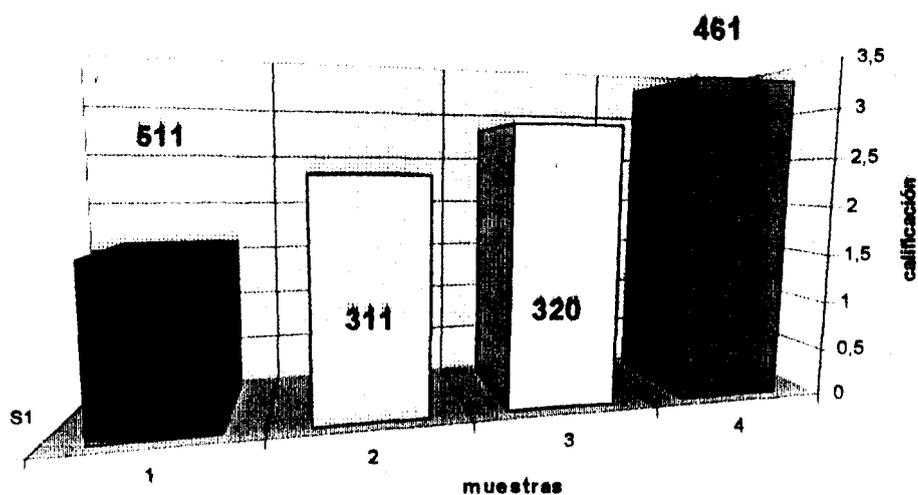


FIG 2.3 COMPARACION DE CALIFICACIONES DE LA MUESTRA 511 Y 311

ELABORADO POR PATRICIO CÁCERES



**FIG 2.4 PROMEDIO DE CALIFICACIONES PARA PRUEBAS DE SABOR
ELABORADO POR: PATRICIO CÁCERES**

Lo anterior me indica que la cantidad de banana a usar es el 60% en remplazo de tomate, sin embargo al haber comparado la muestra 320 con la 311 y no obtener diferencia, me indica que se podría usar al 100% , tal vez con más saborizante y otro tipo de sabor.

En cuanto al grado de madurez Idóneo para trabajar, se puede decir que es 4 (20 a 21 °Brix), pero por no encontrar diferencia entre la 461 y la 320, también se podría utilizar grado 3 (18 a 19° Brix).

Prueba de sabor mejorado

Todas las muestras usaron el saborizante A. Pero por la ausencia de diferencia entre la prueba 320 y 311, probaré otro saborizante y con 2 niveles.

Además probaré al 60 y 100% de banano para asegurar los resultados de las pruebas anteriores y a la vez tratar de mejorar los costos

TABLA VI

VARIABLES Y NIVELES PARA PRUEBA DE SABOR CON NUEVAS VARIABLE

VARIABLE	NIVEL	
	Porcentaje de pulpa	100
Nivel de sabor	1	2
Tipo de sabor	A	B

Elaborado por: **Patricio Cáceres**
No. de **muestras** 8

Todas estas pruebas **serán realizadas** con grado 4 de maduración, pero serán descartadas **todas las pruebas** que llevando el 60% de banano, utilizaran **nivel 2 de saborizante**, ya que en las pruebas anteriores el nivel **adecuado de sabor fue 1**

También serán descartadas **las pruebas** que lleven 100% de banano y solamente nivel 1 de **saborizante**, ya que anteriormente se pudo observar que la aceptación **para la Muestra** con 100% de banano y nivel 1 de sabor fue mediocre.

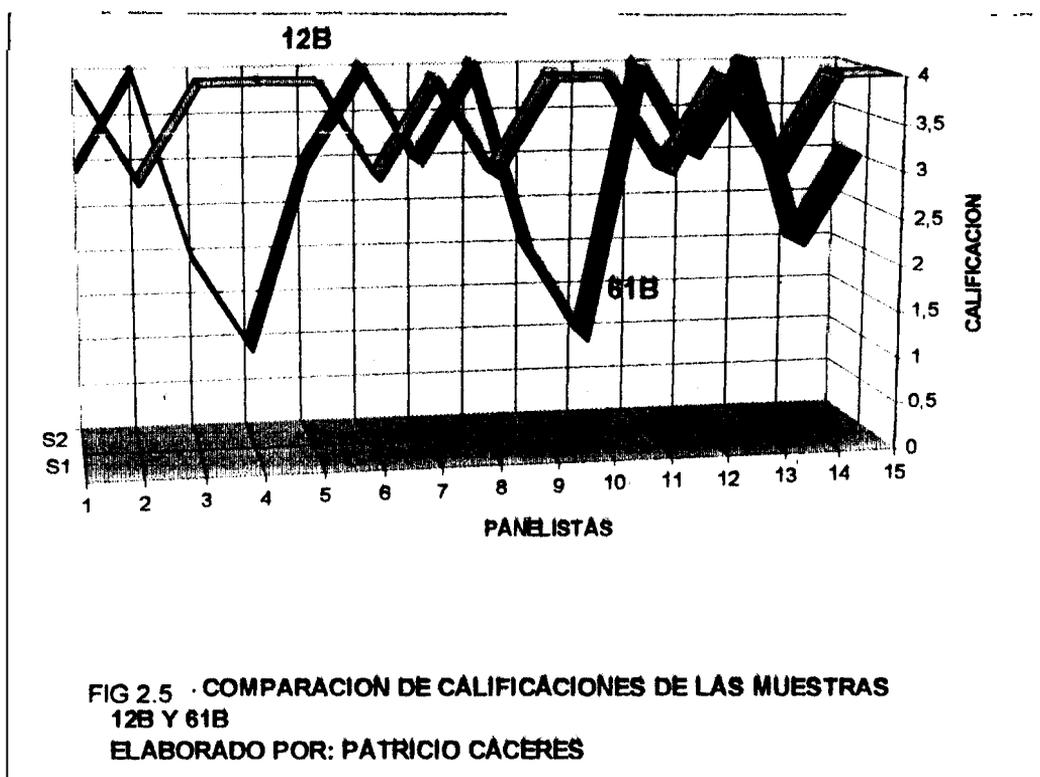
TABLA VII
ANALISIS PARA LA SELECIÓN DE MUESTRAS
(PRUEBAS DE SABOR MEJORADO)

		MUESTRAS ESCOGIDAS	
CODIGO	OBJECION	COD.	RESULTADO
61A		61A	SE TOMA
61B		61B	SE TOMA
62A	MUCHO SABORIZANTE		
62B	MUCHO SABORIZANTE		
11A	POCO SABORIZANTE		
11B	POCO SABORIZANTE		
12A		12A	SE TOMA
12B		12B	SE TOMA

Elaborado por: Patricio Cáceres

Análisis estadístico de sabor con nuevas variables

Las muestras 12B y 61B tuvieron mayor aceptación y el análisis estadístico (ver anexo 2) permite decir que son iguales.



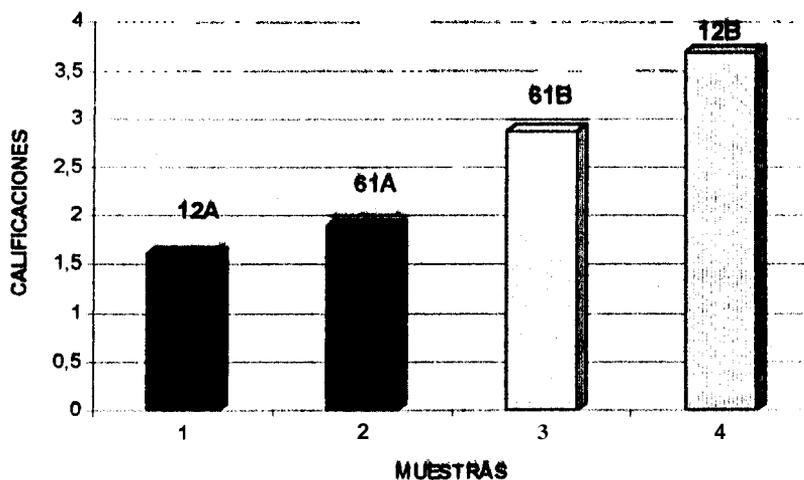


FIG 2.6 PROMEDIO DE CALIFICACIONES PARA PRUEBA DE SABOR CON NUEVAS VARIABLES
ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

Por economía la muestra 12B, es decir 100% de banano con nivel 2 de saborizante Tipo B es el adecuado.

Todas las pruebas anteriores me permite confirmar que el grado de madurez óptimo es 4, aunque grado 3 es aceptable.

En lo que respecta a la cantidad de pulpa de banano que puede remplazar al tomate, se acepta por economía y nivel de aceptación 100% .

PRUEBAS DE COLOR

El diseño del experimento incluye analizar 12 muestras para determinar el color de mayor aceptación sin embargo como el porcentaje de pulpa de banano ya se determinó, el diseño se reduce a 2 variables y a 2 niveles, esto quiere decir que serán solo 4 pruebas las analizadas.

TABLA VIII

VARIABLES Y NIVELES PARA PRUEBA DE COLOR

VARIABLE		
Pardeamiento enzimático	a	b
colorante	s	c

Elaborado por: Patricio Cáceres

Pruebas

1as: 100% banano, sin metabisulfito y sin colorante.

1ac: 100% banano, sin metabisulfito y con colorante.

1bs: 100% banano, con metabisulfito y sin colorante.

1ac: 100% banano, con metabisulfito y con colorante.

Análisis estadístico de color

El uso de colorante es necesario para obtener buenos resultados y por otro lado el usar un antioxidante enzimático, no es recomendado ya que en la corrida del análisis de varianza (ver anexo 3) no presenta diferencia significativa su empleo.

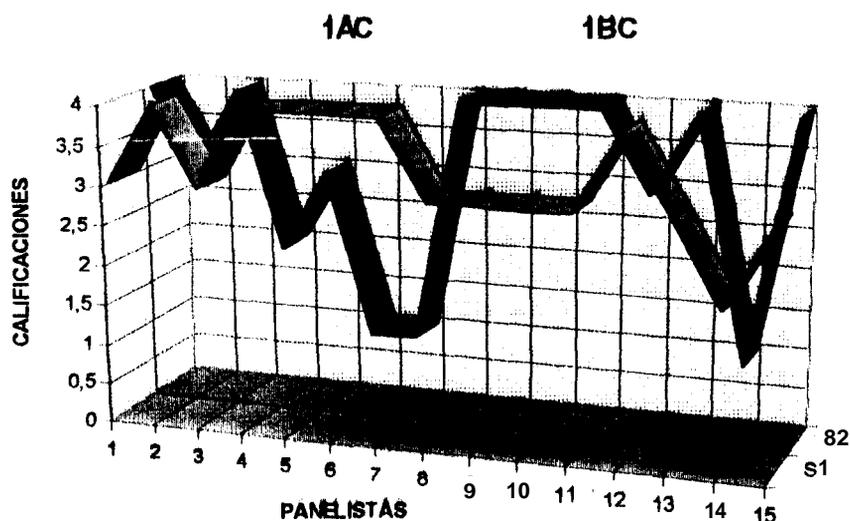


FIG 2.7 COMPARACION DE CALIFICACIONES DE LA MUESTRA 1AC Y 1BC
ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

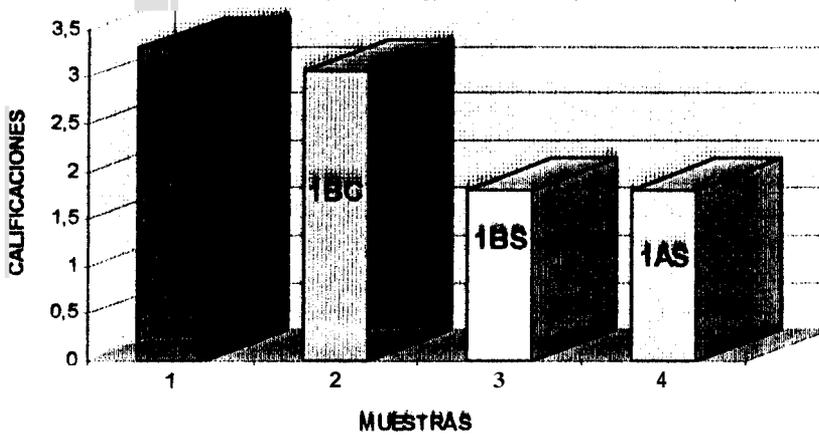


FIG 2.8
PROMEDIO DE CALIFICACIONES PARA PRUEBAS DE COLOR
ELABORADO POR PATRICIO CACERES

Por las conclusiones anteriores de las pruebas de sabor y por estas últimas, he definido que lo más aceptable es usar banano al 100% pero con saborizante tipo B a nivel 2, además que su grado de madurez debe ser 4 y usar colorante sin evitar el pardeamiento enzimático.

PRUEBAS DE TEXTURA

El diseño del **experimento** contempla **analizar la** textura, tomando como variables el grado **de madurez**, **porcentaje** de pulpa de banano y el **porcentaje de espesante**; sin embargo **las** dos primeras están definidas por **las pruebas de sabor y color**, además que por simple apreciación **se** notó que **la** textura en **aquellas** muestras era aceptable.

Por lo anterior, **para las pruebas de** textura **solo** queda por probar el nivel del espesante, **que será** nivel 1(.2%) y nivel 2 (0.4%), además compararé con el producto comercial "**salsa de tomate**" a la **cual** pretendo igualar o mejorar.

411: Con nivel 1 de **espesante**

412: Con nivel 2 de **espesante**

500: Muestra de la **salsa imagen**.

Análisis estadístico de la textura

Los valores promedio obtenidos entre las muestras 500 y la 412 no tienen diferencia significativa (ver anexo 4), esto me permite concluir que la muestra 412 es de igual aceptación a la competencia 500, llegando a estos resultados utilizando nivel 2 de espesante, además de los otros parámetros ya establecidos.

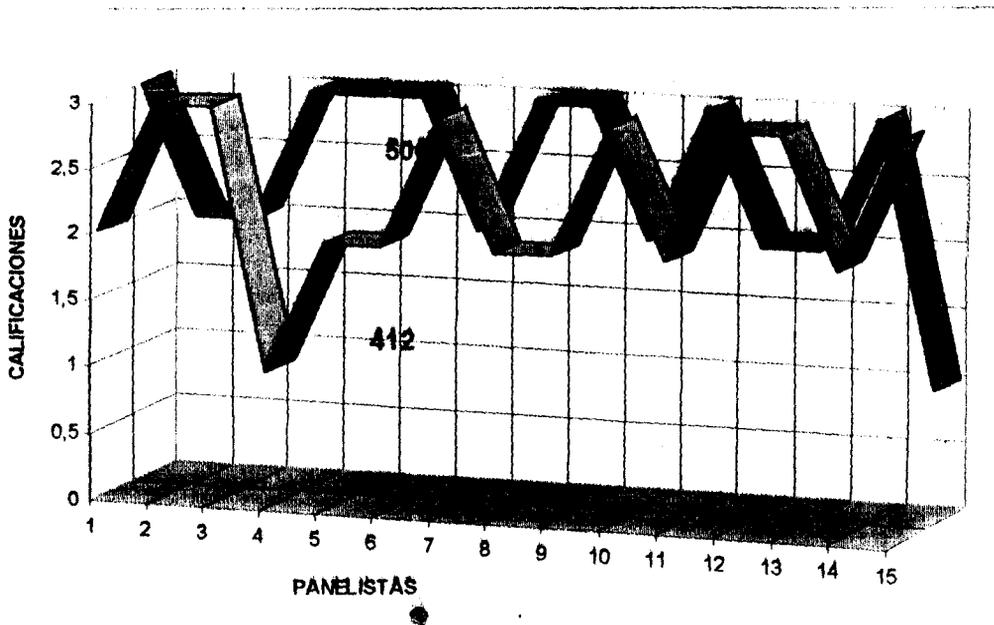


FIG 2.9 COMPARACION DE CALIFICACIONES DE LA MUESTRA 412 Y DE LA MUESTRA IMAGEN 500

ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

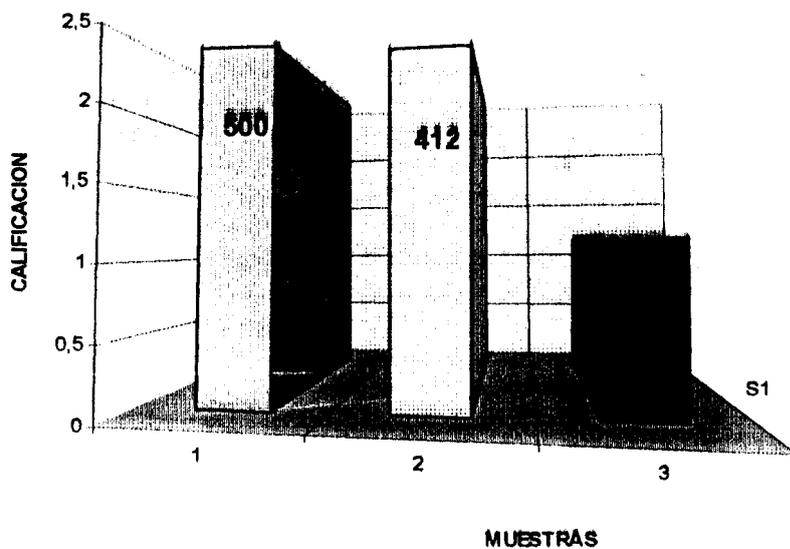


FIG 2.10

PROMEDIO DE CALIFICACIONES PARA PRUEBA DE TEXTURA
ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

Para verificar estos resultados, se realizará una comparación de pares entre el producto comercial "salsa de tomate" escogida como imagen (500) y la muestra experimental (412).

2.1 Determinación del grado de madurez

De las pruebas experimentales se obtuvo los parámetros necesarios para elaborar un aderezo con banano, sin tomate, pero que tiene mucha similitud a la salsa de tomate tipo ketchup. Dentro de estos parámetros, el grado de madurez con el que se va a recibir la materia prima, toma mucha importancia ya que una sobre maduración aportaría muchos aromas y sabores que son muy característicos en el banano. Así mismo una deficiencia de madurez ocasionaría problemas de textura y de sabor.

Según los experimentos el grado idóneo es 4, es decir entre 20° y 21° Brix, aunque se podría utilizar grado 3 (18-19° Brix).

Otros parámetros obtenidos son:

- Porcentaje de pulpa de banano: 100%
- Nivel de saborizante: 2 (0.2%)
- Tipo de saborizante: B (esencia de ketchup "Cramer")
- Control enzimático: ninguno
- Colorante: Rojo40
- Nivel de espesante: 2 (0.40%)

2.2 Formulación

La elaboración **de salsas de tomate** **presenta** una fórmula **base**, **que** es económica y **de buen sabor**. **Añadir** otros condimenta⁹ puede mejorar sus **características organolépticas**, por ejemplo el uso de nuez **moscada**, vainilla, **canela**. En **la** industria **al** uso de ingredientes **Importados** y **de baja** rotación suele ser limitado. Además el uso de **espesantes** es opcional, recomendando un porcentaje de 0.2%.

La fórmula que **usaré** es **la** básica, **la** **cual** **Será** modificada por los resultados obtenidos **de** las **pruebas** **experimentales**.

La formulación **se** **presenta** **en** la tabla IX:

TABLA IX
FORMULACION DE LA SALSA DE TOMATE TIPO KETCHUP

INGREDIENTES	PORCENT (%)
PASTA DE TOMATE	42.47
AGUA	47.71
AZUCAR	6.68
SAL	0.36
ACIDO CITRICO	0.24
ACIDO ASCORBICO	0.05
BENZOATO	0.06
CONDIMENTO	0.02
VINAGRE AL 10%	2.39
COCHINILLA	0.02

Elaborado por: Patricio Cáceres C.

El reemplazo de la pasta de tomate de 30°Brix por pulpa de guineo de 18°Brix tiene que ser controlado con cálculos de balance de materia y así corregir la cantidad de agua. Por ejemplo si la sustitución es con 60% de pulpa de banano:

- Pasta de tomate con 30°Brix + agua = pulpa de tomate con 15°Brix

- Pulpa de banano con **18°Brix**+ agua = pulpa de banano con **15°Brix**

El 60% de **42.47** es **25.48**, la diferencia **16.99**, será diluida en igual proporción de **agua** como indica **la** fórmula, obteniendo **36.07** de pulpa de tomate.

En cambio el 60% que voy a sustituir de pasta de tomate con pulpa de banano debe dar igual cantidad a **la** pulpa de tomate. Es decir, la pulpa de banano de **18°Brix** **se diluirá** con agua.

$$42.47 + 47.71 = 90.18$$

y: agua x: pulpa de

banano

$$16.99 + 19.08 = 36.07$$

$$x(0.18) + y(0) = 54.1(0.15)$$

$$90.18 - 36.07 = 54.1$$

$$x = 45 \quad y = 9$$

Resultado: 45 partes de pulpa de banano a 18°Brix + 9 partes de agua = 54.1 partes de pulpa a 15°Brix.

Para trabajar con una sustitución del 100%:

$$x(0.18) + y(0) = 90.18(0.15)$$

$$x = 75.15 \quad y = 15.03$$

TABLA X
FORMULA CON BANANO

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
PULPA DE BANANO	75.15
AGUA	15.03
AZUCAR	6.68
SAL	0.36
ACIDO CITRICO	0.24
ACIDO ASCORBICO	0.05
BENZOATO	0.06
CONDIMENTO	0.02
VINAGRE AL 10%	2.39
COCHINILLA	0.02

Elaborado por: Patricio Cáceres C.

Por los resultados experimentales, la cochinilla se reemplazará con rojo 40, llegando a obtener un color similar al añadir, lentamente una solución al 10%. En la fórmula se incluye el colorante artificial, modificando los porcentajes.

TABLA XI
FORMULA PARCIALMENTE CORREGIDA

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
PULPA DE BANANO	68.33
AGUA	13.67
AZUCAR	6.07
SAL	0.33
ACIDO CITRICO	0.22
ACIDO ASCORBICO	0.05
BENZOATO	0.05
CONDIMENTO	0.02
VINAGRE AL 10%	2.17
ROJO 40	9.09

Elaborado Por: Patricio Cáceres C

También se añadirá carboximetilcelulosa (CMC), ya que la textura debía mejorar. La cantidad añadida es, según el análisis estadístico, el doble de la cantidad opcional que se recomienda para una salsa de tomate, es decir (0.4%).

En lo que se refiere al saborizante de tomate, fue seleccionado el de la marca CRAMÉR usado a nivel 2, es decir (0.2%).

TABLA XII
FÓRMULA RECOMENDADA PARA ÉL ADEREZO TIPO
SALSA DE TOMATE:

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
PULPA DE BANANO	67.92
AGUA	13.58
AZUCAR	6.04
SAL	0.33
ACIDO CITRICO	0.22
ACIDO ASCORBICO	0.05
BENZOATO	0.05
CONDIMENTO	0.02
VINAGRE AL 10%	2.16
ROJO 40	9.04
CMC	0.40
SABORIZANTE	0.20

Elaborado por: Patricio Cáceres C

La fórmula que se propone es con la que se realizó las últimas pruebas experimentales, cuyos resultados obtenidos son convenientes. Las siguientes determinaciones y análisis serán realizadas a muestras elaboradas en base a dicha formulación.

Con esta fórmula se obtiene 130 % de aderezo tipo salsa de tomate con respecto a la pulpa de banano.

2.3 Caracterización

Materia prima

La materia prima será recibida con las siguientes características:

Producto: **BANANO Cavendish.**

Forma de muestreo : **Se toman unidades al azar.**

La tabla V muestra la caracterización de los parámetros medidos

TABLA XIII
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

CARACTERÍSTICA	NIVEL
Madurez	3-4
Brix	Min 18 max 21
Color	Amarillo característico
Olor	Ligeramente característico

Elaborado por: Patricio Cáceres C.

Defectos :

- Sobremadurez : 0%
- Inmadurez : 0%
- Daño mecánico : 0%
- Daño por Insecto : máximo 1%
- Otros (hongos) : 0%

Caracterización del producto**Características físicas:**

- "Brix: 24
- Índice de consistencia "K": 2.95 Pa·s
- característica reológica: Plástico real.
- Temperatura: Ambiente
- Presión: 25 mm Hg de vacío
- pH: 3.7
- Densidad 1.15 g/cc

Características organolépticas:

- Sabor: Agridulce
- Color: Roja obscuro
- Olor: Característico de salsa de tomate tipo ketchup
- Textura: Consistente y sin grumos

Presentación

En pomas plásticas de 1 galón.

2.4 Pruebas de aceptabilidad

Comparación de pares

Se ha tomado 50 panelistas, presentando las muestras en dos platos diferentes de color blanco.

Se les proporcionó ayudas (papas fritas)

El texto utilizado para cada panelista es el siguiente:

Pruebe las dos muestras codificadas en el siguiente orden 500 y 412

Cual muestra usted prefiere: _____

Suma total 50 pruebas

Resultados 28 prefieren la 500

Conclusión

No existe diferencia ya que se necesita 35 respuestas positivas para establecer alguna preferencia con significancia del 1%

La muestra 412 es aceptada de igual manera que la salsa ya posicionada en el mercado.

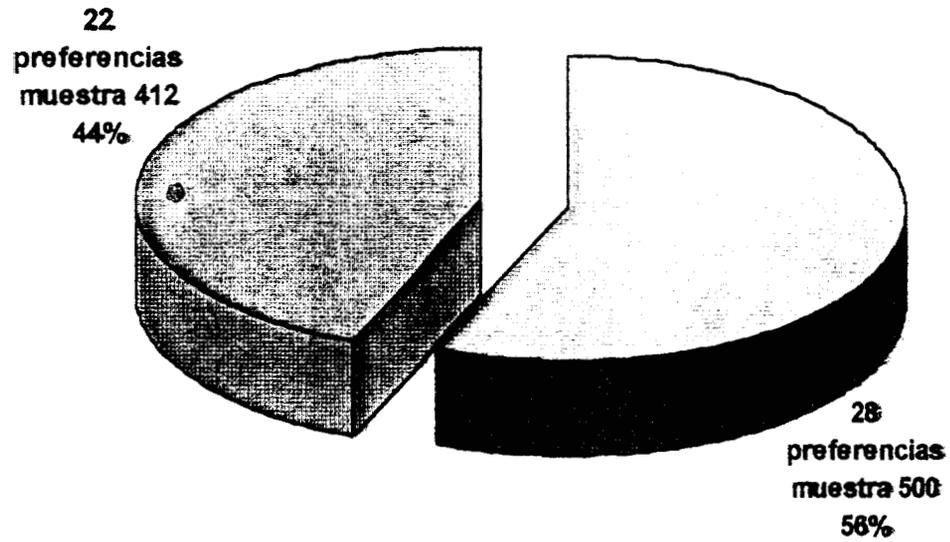


FIG 2.11 PRUEBA DE ACEPTABILIDAD (COMPARACION DE PARES)
ELABORADO POR: PATRICIO CACERES

CAPITULO 3

3. DISEÑO DEL PROCESO

3.1. Determinación de las operaciones de producción

La elaboración de diferentes productos con el banano, por ejemplo puré, da una pauta para su procesamiento, además las pruebas experimentales y la experiencia previa trabajando con frutas permite proponer un diagrama de flujo que se adapte al proceso.

El diagrama presenta diferentes pasos necesarios para la introducción de la pulpa de banano, en un proceso normal de elaboración de salsa de tomate.

RECEPCION :

El banano ~~se recibe~~ maduro en gavetas o en cajas de 18 Kg, proveniente ~~de cámaras~~ de maduración que se localizan cerca del puerto marítimo de Guayaquil. La maduración ~~es~~ favorecida con baños de una solución de Cerone al 5% (ácido-2-cloro-etil-fosfónico).

LAVADO:

Se lo efectúa por ~~inmersión~~ en una solución de agua con 300 ppm de cloro, ~~servirá~~ para retirar cualquier materia extraña como lodos, piedras, etc.

INSPECCION :

Se efectúa una inspección para descartar toda aquella fruta no apta para el siguiente proceso, el banano debe poseer grado de madurez óptimo (18-21° Brix).

PELADO:

El banano es colocado en gavetas y el pelado se efectúa en forma manual. El porcentaje de cáscara es de 37%, quedando al 83% de banano para ser cortado.

CORTE EN RODAJAS:

El corte sirve para facilitar la molienda y se realiza mediante cuchillas paralelas. El banano troceado se coloca en un tanque.

MOLIENDA:

El banano será molido en un molino coloidal el cual se alimenta por una tolva, esta operación es muy importante por que además de reducir de tamaño a la fruta, también la homogeniza.

MEZCLADO:

La mezcla de los demás ingredientes se realiza en la misma molienda, añadiéndolos en la tolva del molino en cualquier orden, pero lentamente, para obtener una buena mezcla.

COCCION:

Se realiza en una marmita abierta, llegando al punto de ebullición. Se mantiene a fuego lento y con agitación constante para evitar que el producto se quemé. EL tiempo en ebullición está limitado, por los grados Brix al que se desee llegar (24°Brix), aproximadamente 10 minutos.

MEZCLADO:

La mezcla final se realiza con los ingredientes sensibles al calor: saborizantes, vinagre y ácido ascórbico. Se añaden justo antes de envasar y se agita.

ENVASADO:

Se realiza con ayuda de jarras y embudos, debidamente desinfectadas. La tapa de cada envase debe tener su respectivo empaque, para asegurar su hermeticidad. En cuanto a la producción de este aderezo, se llega a obtener 1.3 veces más con respecto a la pulpa de banana

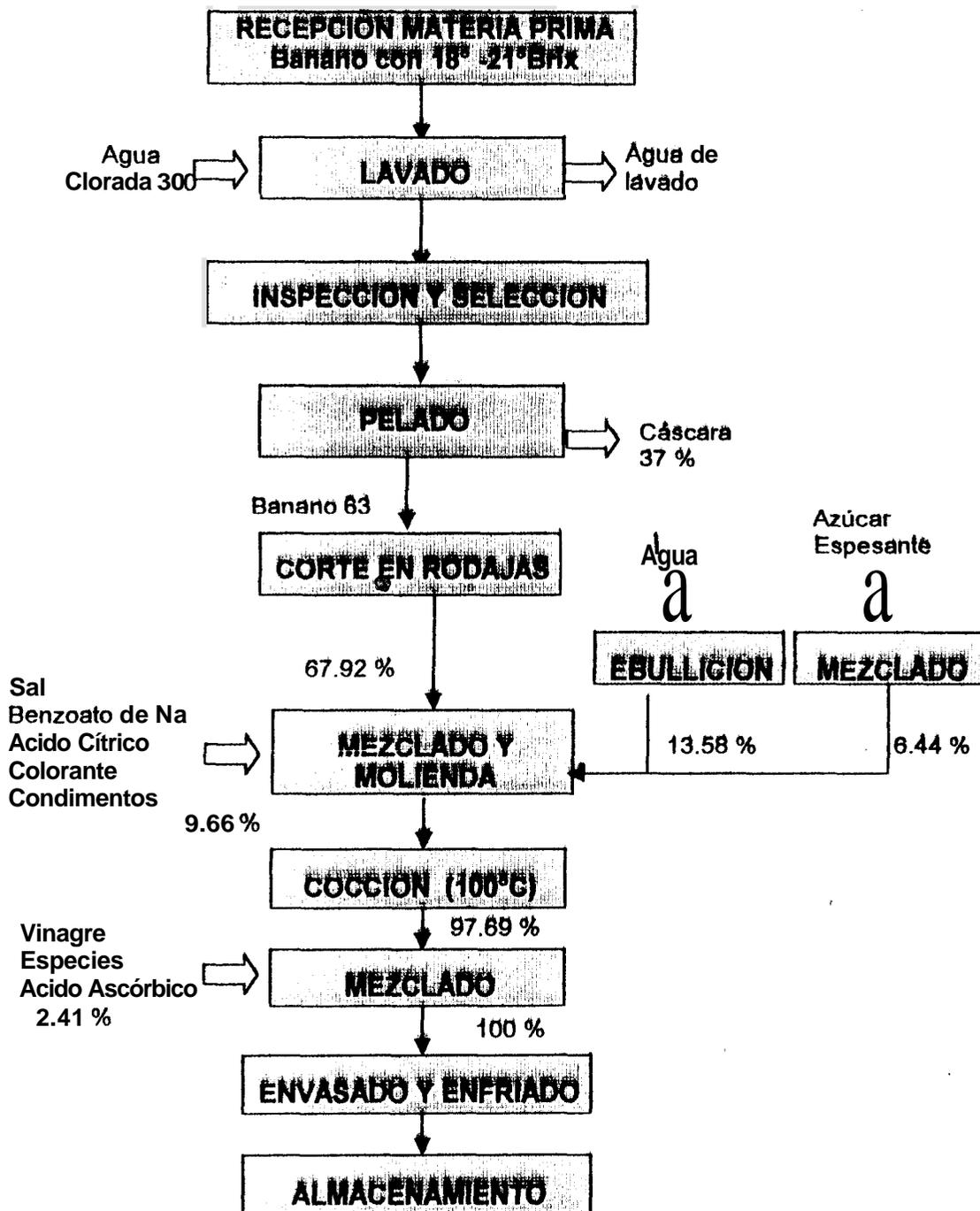
ENFRIADO:

En duchas de agua y en tinas se coloca el envase aproximadamente durante 5 minutos. El enfriamiento sirve sobre todo para remover restos de productos que pueden caramelizarse fuera del envase y que luego es difícil remover. El agua debe ser clorada (300ppm), para evitar que posibles filtraciones contaminen el alimento. El agua clorada puede ser reutilizada utilizando una torre de enfriamiento.

ALMACENADO:

Se lo realiza para observar algún cambio en el producto final y para mantener existencias.

FIG. 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO



3.2 Selección de los equipos adecuados para las operaciones de proceso

Los equipos que se deben utilizar para la fabricación de éste aderezo, a nivel de planta piloto, serán escogidos por su economía, sencillez, versatilidad, higiene y disponibilidad.

Para cada operación se necesitará un equipo y cada equipo tendrá sus propias características. Primero determinaré la producción necesaria para satisfacer la demanda de la cuarta parte de los puntos de venta que tentativamente podrían consumir el aderezo.

$200 / 4 = 50 \text{ puntos} \times 6 \text{ Gal / mes} = 300 \text{ Gal mensuales de producto terminado}$

$300 \text{ Gal / mes} \times 4.2 \text{ kg / Gal (densidad)} = 1260 \text{ kg de producto terminado/ mes}$

$1260 \text{ kg / mes} \times 1 \text{ mes} / 24 \text{ días laborables} = 52.5 \text{ kg de salsa / día}$

A partir de 1 kg de pulpa de banano se obtiene 1.3kg de salsa

Para producir 52.5 kg de salsa diarios necesito 40 kg de pulpa de banano.

Para obtener 40kg de pulpa de banano necesito 63 kg de banano entero (rendimiento del pelado es del 63%). Es decir se procesarán 3.5 cajas diarias de banana de 18kg cada una. Los equipos seleccionados tendrán el doble de capacidad (105 kg de salsa / día), para precautelar la inversión inicial y estar preparados para un incremento en la producción.



Recepción de materia prima:

Se realizará en gavetas plásticas perforadas, apilables para economizar espacio, además de éstas de recepción se deberán tener 2 adicionales para el depósito de los desperdicios debidamente señaladas o de otro color preferiblemente. Se necesitarán 4 gavetas para la recepción de la fruta.

Lavado:

A pequeña escala se puede realizar en un tanque de acero inoxidable de poca capacidad, en el cual se pueda colocar de una sola vez una caja, puede ser de 40cm de profundidad x 60 cm de ancho y 90 cm de largo.

En esta etapa es donde la fruta es separada de materiales extraños como tierra, lodo, etc. Esta operación se lleva a cabo también en una tina de inmersión, el banana es transportado a una tina de agua con 300 ppm de cloro, en la cual permanece sumergido aproximadamente 1 min, luego es sacado por el flujo turbulento que se logra con la ayuda de un flujo de aire introducido en la tina por una tubería que recibe aire forzado de un ventilador axial de ½ HP y un elevador al extremo los conduce finalmente a una banda de pelado, previamente pasando el banana por otra ducha de agua fría a presión con aspersores de diseño cónico y un consumo de 1.5 l de agua / min a 25 psig.

Inspección y selección:

Esta etapa la realizan 2 personas entrenados y calificadas, a simple inspección mientras el producto pasa por la banda. En caso de no tener la banda se debe realizar el lavado manual anterior por las personas entrenadas que a la vez que lavan pueden separar el banano no apto para el proceso.

La banda transportadora es de 20 cm de ancho y funciona mediante un motorreductor-variador, que con un sistema de piñones y cadenas transmite la tracción a la banda de selección y a la banda del banano pelado. La banda de selección sirve para transportar el banano lavado, para la inspección y luego para transportar la cáscara, a gavetas para desecho\$. La banda que lleva al banano pelado termina en un juego de cuchillás paralelas cuya distancia es de 2.5 cm entre cada una. El pelado es manual.

Corte en rodajas:

Cuando el banana es depositado sobre el juego de cuchillas, manualmente con la ayuda de una barra cuadrada de 20 cm de teflón se comprime el banano contra éstas, logrando rodajas que caerán directamente a la tolva de un molino coloidal.

Molienda y mezclado:

La molienda se realiza con la ayuda de un molino coloidal que favorece al proceso, actuando como homogenizador y mezclador. además su versatilidad es muy conveniente para la fabricación de otros productos como mantequilla de maní, mostaza, y otros productos viscosos.

Existen en el mercado algunas marcas y de diferentes capacidades, para este caso en particular, se puede utilizar el modelo 148 - 2 - 8" de la marca "Cantrell International" (www.cantrellinternational.com), cuya capacidad es cercana a 300 kg/hr (mantequilla de maní). Este equipo consta de dos

partes, el molino y el motor. El molino presenta dos platos de acero inoxidable 316 que se pueden separar o unir desde 0.025 mm hasta 9.5 mm. El contacto con el producto se realiza mediante unas superficies de extrema dureza y resistentes a la abrasión de 8 in de diámetro. Se alimenta mediante una tolva pequeña que en su parte inferior lleva un tornillo sinfín, el cual fuerza el paso del producto a través de las partes molidoras. El motor es de 3 HP de 3600 rpm que da el movimiento independientemente al tornillo sin fin y al eje de una sola superficie molidora. Este molino es de 1.45 m de largo y de 0.66 m de ancho, su altura es de 44 cm y su peso es de 363 kg. Su sistema de desmontaje para la limpieza es sencillo.



Los ingredientes se añaden directamente en la tolva del molino para que se mezclen uniformemente con el banano.

cocción:

La cocción se realiza en una marmita abierta con chaqueta de vapor que puede ser del tipo basculante o del tipo de llave

inferior. No es necesario usar equipos de concentración al vacío ya que los aromas del banano no interesan y por el contrario, se necesitan eliminar.

La marmita funciona con vapor saturado que llega 100 psig pero que es reducido a 25 psig, mediante una válvula reductora. La capacidad de este equipo es de 200 l. El punto exacto para parar la cocción se puede determinar con la ayuda de un refractómetro portátil o uno instalado en el equipo. Para evitar que el producto se queme, la olla cuenta con un agitador de 35 rpm, accionado directamente por un motoreductor de ¼ HP. Las paletas son de teflón

Cuando se alcanza la concentración deseada, se cierra el vapor y se añade el resto de ingredientes, los cuales serán mezclados con la ayuda del agitador de la propia marmita.

Envasado:

Cuando se lo realiza manualmente, se puede utilizar embudos y jarras plásticas, sin embargo existen en el mercado diferentes tipos de llenadoras de productos viscosos, desde automáticas a manuales con llave. Un sistema sencillo utiliza pistones cuya carrera es regulada mecánicamente. El cilindro se alimenta de una tolva de diferentes capacidades. Un modelo es la SS fillers de 1 y 2 pistones de la marca "Simpix". La velocidad de llenado es de 10 l / min.

Enfriada:

El enfriamiento se puede realizar de diferentes maneras y con una infinidad de equipos, pero lo esencial es que el agua utilizada pueda servir nuevamente. Para ello existen torres de enfriamiento, diseñadas para cada proceso específico.

El agua debe estar clorada para evitar contaminación del producto y prevenir crecimiento de moho y algas en la torre.

TABLA XIV

COSTOS DE FABRICACIÓN DEL ADEREZO TIPO SALSA DE TOMATE

	CANTIDAD (kg)	COSTO UNIT	TOTALES	
PULPA DE BANANO	67,92	0,024	1,63008	
AGUA	13,58	0,001	0,01358	
AZUCAR	6,04	0,5	3,02	
SAL	0,33	0,06	0,0198	
ACIDO CITRICO	0,22	2,6	0,572	
ACIDO ASCORBICO	0,05	10	0,5	
BENZOATO	0,05	2,6	0,13	
CONDIMENTO	0,02	8	0,16	
VINAGRE	2,16	0,54	1,1664	
ROJO 40 (al 10%)	9,04	30	0,895	
CMC	0,4	7	2,8	
SABORIZANTE	0,2	20	4	
TOTAL	25 Gal de • aderezo		14,91	USD

COSTO DEL PRODUCTO POR UNIDAD	0,60 USD
COSTOS INDIRECTOS ESTIMADOS	0,50 USD
COSTOS TOTALES	1,10 USD
UTILIDAD	0,55 USD
PRECIO DE VENTA	1,64 USD

Elaborado por: Patricio Cáceres Costales

TABLA XV

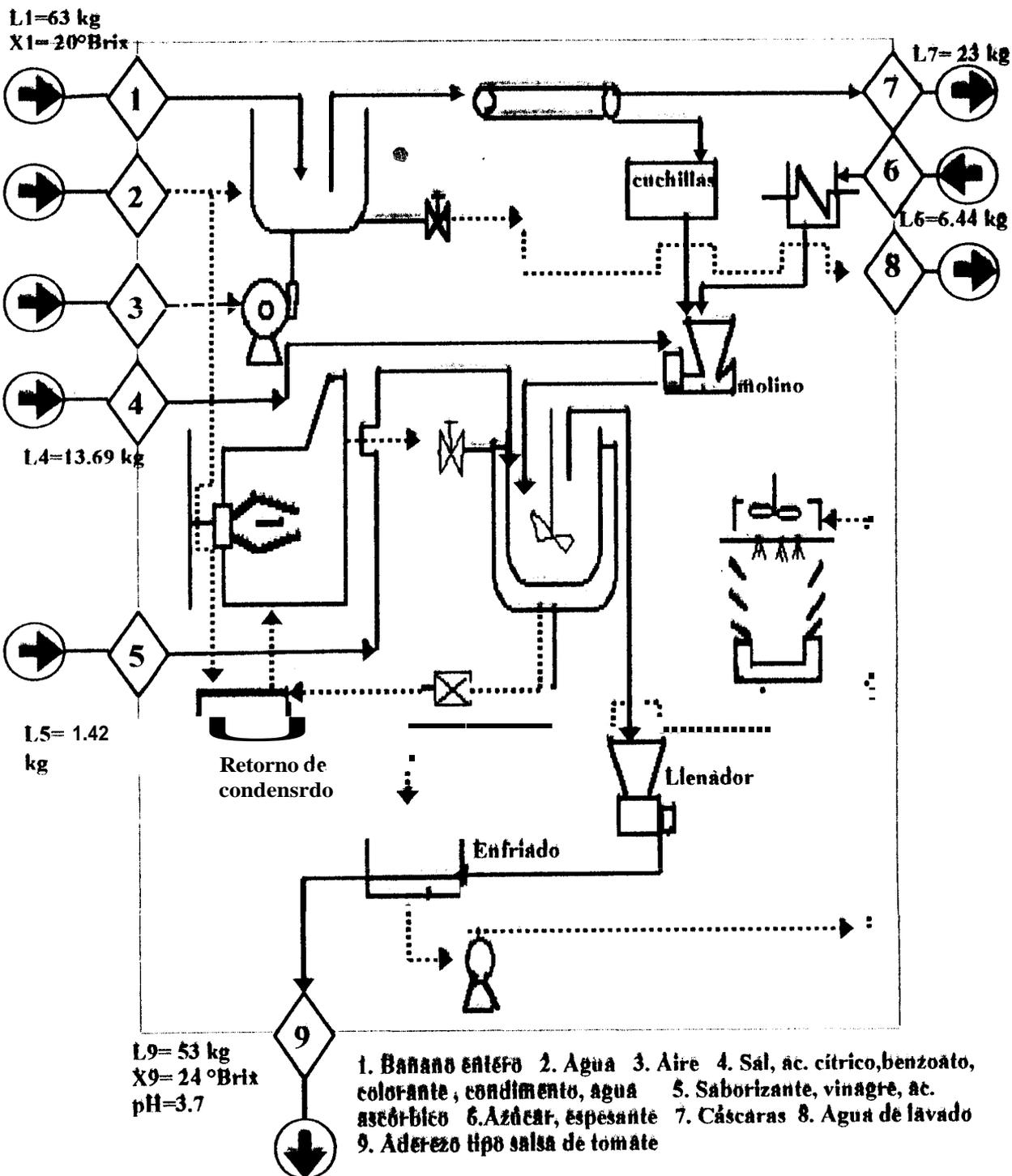
INVERSION INICIAL PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA PILOTO

EQUIPOS	CANTIDAD	costo UNIT	TOTAL
TANQUE DE LAVADO A / INOX	1	200	200
SOPLADOR (VENTILADOR AXIAL)	1	100	100
BANDA TRANSPORTADORA	2	150	300
BALANZA	1	500	500
MEZCLADORA	1	250	250
CALDERA DE 10 BHP	1	20000	20000
ABLANDADOR	1	2000	2000
LINEAC DE VAPOR	1	1000	1000
MARMITA	1	4000	4000
MOLINO COLOIDAL	1	15000	15000
TANQUE DE COMBUSTIBLE	1	400	400
LLENADORA	1	2000	2000
TORRE DE ENFRIAMIENTO	1	1000	1000
BOMBAS	2	200	400
ASPERORES	20	10	200
MANGUERAS	5	10	50
CUCHILLAS	1	20	20
GAVETAS	5	7	35
TANQUES PLASTICOS INDUSTRIALES	3	30	90
REFRACTOMETRO	1	1000	1000
pHMETRO	1	1000	1000
TERMOMETRO	1	80	80
TOTAL DE INVERSION DE EQUIPOS		USD	49626
	cantidad	costo unit	
INVERSION DE TERRENO	500 m ²	20	10000
INVERSION DE OBRA CIVIL	200 m ²	65	13000
TOTAL DE INVERSION INICIAL		USD	72626

Elaborado por: Patricio Cáceres

FIGURA 3.2

DIAGRAMA DE EQUIPOS



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



1. Se puede obtener a partir del banano, un aderezo con similares características y aceptación, que la de la salsa de tomate tipo ketchup.
2. La cantidad de banano dentro de la fórmula de preparación del aderezo tipo salsa de tomate puede variar, pero los resultados obtenidos usándolo al 100% son satisfactorios.
3. El grado de madurez del banano para ser utilizado en la preparación del aderezo está entre 20 y 21°Brix, aunque se puede utilizar de 18 a 19°Brix.
4. Las plantaciones de banano seguirán su ritmo de crecimiento, produciendo un exceso de oferta, lo cual dejará fruta para el mercado local, siendo ésta de buena calidad y de bajo precio.



5. La pasta de tomate que se utiliza como materia prima en la elaboración de diferentes aderezos, tiene un costo elevado, ya que es importada y no se produce a precio competitiva a nivel local.
6. Existen clientes potenciales del aderezo tipo salsa de tomate, ya que la tendencia actual del consumidor es las comidas rápidas.
7. En los puntos de venta de comidas rápidas el aderezo tiene su mayor acogida en pomos plásticos de 1 galón.
8. El diseño del experimento brinda mucha ayuda al dar la guía para la selección de muestras y las pautas necesarias para obtener datos y conclusiones objetivas. Además evita caer en gastos al realizar solo las pruebas necesarias y convenientes.
9. El análisis de varianza y el análisis de tukéy son herramientas valiosas, que permiten analizar los resultados en forma clara, precisa y objetiva. Así también con las conclusiones obtenidas y aplicando balance de materia, se puede llegar, a partir de una fórmula inicial, a la fórmula recomendada.

10. El diseño del proceso de producción del aderezo, requiere tecnología básica y baja inversión, característica de una microempresa.

11. Los equipos seleccionados son versátiles, sencillas y de fácil limpieza.

Para el montaje de una planta piloto se puede conseguir financiación y adquirir equipos extras como caldero, ablandador, instalación eléctrica, etc. Además estos equipos podrían utilizarse en la fabricación de otros productos, lo cual brindaría una gran fuente de empleo y oportunidades.

12. En el Ecuador como primer país exportador de banano, es imperativo estudiar las diferentes formas de dar un valor agregado a este producto.

13. Es importante dar el apoyo adecuado para que este proyecto sea una fuente de empleo

14. Se recomienda usar el diseño del experimento para tener claros los objetivos a alcanzar, además se debe tener siempre en cuenta el criterio técnico y el sentido común, para escoger y discriminar muestras

15. Cualquier idea debe ser muy bien estudiada y apoyada, para obtener los máximos beneficios de la ciencia y la tecnología de la que hoy en día disponemos, gracias a los maestros y directores que han dirigido nuestras bases para un mejor futuro

APENDICES

APENDICE A

TABLA DE FISHER

# del denominador	Probabilidad de un éxito en n = 2	# del numerador									
1	0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0.001 0.002 0.003 0.004 0.005 0.006 0.007 0.008 0.009 0.010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0.0001 0.0002 0.0003 0.0004 0.0005 0.0006 0.0007 0.0008 0.0009 0.0010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0.00001 0.00002 0.00003 0.00004 0.00005 0.00006 0.00007 0.00008 0.00009 0.00010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0.000001 0.000002 0.000003 0.000004 0.000005 0.000006 0.000007 0.000008 0.000009 0.000010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	0.0000001 0.0000002 0.0000003 0.0000004 0.0000005 0.0000006 0.0000007 0.0000008 0.0000009 0.0000010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0.00000001 0.00000002 0.00000003 0.00000004 0.00000005 0.00000006 0.00000007 0.00000008 0.00000009 0.00000010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	0.000000001 0.000000002 0.000000003 0.000000004 0.000000005 0.000000006 0.000000007 0.000000008 0.000000009 0.000000010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.0000000001 0.0000000002 0.0000000003 0.0000000004 0.0000000005 0.0000000006 0.0000000007 0.0000000008 0.0000000009 0.0000000010	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



ANEXOS

**ANEXO 1
CORRIDA DE PRUEBAS DE SABOR**

No. de muestras

4

muestras	1	2	3	4
numero/código	511	320	481	311
1	1	2	4	3
2	2	3	4	1
3	4	2	3	1
4	1	2	4	3
5	1	4	3	2
6	1	2	3	4
7	3	2	4	1
8	2	3	4	1
9	2	4	3	1
10	2	1	4	3
11	3	2	1	4
12	1	3	4	2
13	1	2	4	3
14	2	3	4	1
15	1	4	3	2
16	1	2	4	3
17	1	3	2	4
18	1	3	2	4
19	1	4	3	2
20	1	2	4	3
21	2	4	3	1
22	1	3	4	2
23	3	4	2	1
24	1	3	2	4
25	1	3	4	2
suma x	40	70	82	58
promedio	1,6	2,8	3,28	2,32
suma x cuadrado	82	214	288	168
varianza	0,78	0,78	0,79	1,31
media de media		2,2	2,56	2,5

varianza g
varianza x
varianza m
F
Fc

24	24,49	14,253
		2,7

G LIBERTAD

RESULTADO

ES DIFERENTE	ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
---------------------	---------------------	---------------------

ANALISIS DE VARIANZA

k	1	2	3	4
n	25	25	25	25
N	25	50	75	100
suma x	40	110	192	250
suma x	82	296	584	750
cuadrado				
cuadrado suma	1600	12100	36864	62500
x				
csx/N	64	242	491,5	625
suma columna	1600	6500	13224	16588
suma fila	2500	2500	2500	2500
suma c/n		260	529	663,52
suma f / k				625
suma cuadrados				
total	18	54	92,48	125
columnas	-64	18	37,44	38,52
filas	-64	-242	-492	0
error	146	278	546,6	86,48
grados de libertad				
total	24	49	74	99
columnas	0	1	2	3
filas	24	24	24	24

error	0	24	48	72
varianza media				
columnas	#iDIV/0!	18	18,72	12,84
filas	-2,6667	-10,08	-20,5	0
error	#iDIV/0!	11,583	11,39	1,2011
F exp de columnas	#iDIV/0!	1,554	1,844	10,69
F exp de filas	#iDIV/0!	0,877	1,8	0
F tabla c				2,74
F tabla fi				1,74
SE	0,2192			

RESULTADO COLU

ES DIFERENTE	ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
NO DIFERENTE	NO DIFERENTE	NO DIFERENTE

RESULTADOS FILAS

ANALISIS DE TUKEY

CODIGO	PROMEDIO	4	3	2
461		1,68	0,96	0,48
320		1,2	0,48	
113				
511				

TABLA T

VALOR T*SE	0,8154
------------	--------

ANEXO 2
CORRIDAS DE PRUEBAS DE SABOR CON NUEVAS VARIABLES

No. de muestras				
4				
muestras	1	2	3	4
numero/código	61A	12A	12B	61B
1	1	2	4	3
2	2	1	3	4
3	3	1	4	2
4	2	3	4	1
5	1	2	4	3
6	2	1	3	4
7	1	2	4	3
8	2	1	3	4
9	3	1	4	2
10	3	2	4	1
11	2	1	3	4
12	2	1	4	3
13	1	2	3	4
14	1	3	4	2
15	2	1	4	3
suma x	28	24	55	43
promedio	1,87	1,6	3,667	2,867
suma x cuadrado	60	46	205	139
varianza	0,55	0,54286	0,238	1,124
media de media		1,733333	2,3778	2,5
varianza g		0,547619	0,4444	0,6143
varianza x		0,03556	1,264	0,902
varianza m		0,533333	18,956	13,533
F		0,973913	42,65	22,031
Fc				

G LIBERTAD

1 2 3
26 42 56

RESULTADO

ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
---------------------	---------------------

ANALISIS DE VARIANZA

k	1	2	3	4
n	15	15	15	15
N	15	30	45	60
suma x	28	52	107	150
suma x	60	106	311	450
cuadrado				
cuadrado	784	2704	11449	22500
suma x				
csx/N	52,267	90,13333	254,42	375
suma columna	784	1360	4385	6234
suma fila				1500
suma c/n			292,33	415,6
suma f/k			0	375
suma cuadrados				
total	7,7333	15,86667	56,578	75
columnas	-52,27	-90,13333	37,911	40,6
filas	-52,27	-90,13333	-254,4	0
error	112,27	196,1333	273,09	34,4
grados de libertad				
total	14	29	44	59
columnas	0	1	2	3
filas	14	14	14	14
error	0	14	28	42
varianza media				
columnas	#####	-90,13333	18,956	13,533
filas	-3,733	-6,438095	-18,17	0
error	#####	14,00952	9,7532	0,819
F exp de columnas				
		0,4337	1,944	18,82
F exp de filas				
		0,4896	-1,86	0

F tabla c

		2,83

F tabla fi

SE

0,2337

RESULTADO COLUMNAS
RESULTADO S FILAS

NO ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
NO DIFERENTE	NO DIFERENTE

2

ANALISIS DE TUKEY

TUKEY DE MAYOR A MENOR

CODIGO	PROMEDIO		3	2
B	1,037	2,067	1,8	0,80
BA	2,807	1,267	1	
CA	1,907	0,267		
EA	1,037			

TABLA T

0,733

VALOR T*SE	0,89
-------------------	-------------

● ANEXO 3
CORRIDA DE PRUEBAS DE COLOR

No. de muestras				
4				
muestras	1	2	3	4
numero/código	1as	1 ^{do}	1 ^{bs}	1 ^{cc}
1	1	3	2	4
2	2	4	1	3
3	1	3	2	4
4	3	4	1	2
5	1	4	2	3
6	2	4	3	1
7	2	4	3	1
8	1	3	2	4
9	2	3	1	4
10	2	3	1	4
11	1	3	2	4
12	1	4	2	3
13	2	3	1	4
14	4	2	3	1
15	2	3	1	4
suma x	27	50	27	46
promedio	1,8	3,3333	1,8	3,0667
suma x cuadrado	59	172	57	182
varianza	0,7429	0,381	0,6	1,4952
media de media		2,5667	2,3111	2,5
varianza g		0,5619	0,5746	0,8048
varianza x		1,1756	0,7837	0,6652
varianza m		17,633	11,756	9,9778
F		● 31,381	20,459	12,398
Fc				2,78

G LIBERTAD

1 2 3
28 42 56

RESULTADO

ES DIFERENTE	ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
-----------------	-----------------	-----------------

**ANALISIS DE
VARIANZA**

k	1	2	3	4
n	15	15	15	15
N	15	30	45	60
suma x	27	77	104	150
suma x	59	231	288	450
cuadrado				
cuadrado suma	729	5929	10816	22500
x				
csx/N	48,6	197,63	240,36	375
suma columna	729	3229	3958	6074
suma fila			1500	1500
suma c/n			263,87	404,93
suma f/k			500	375
suma				
cuadrados				
total	10,4	33,387	47,644	75
columnas	-48,6	-197,6	23,511	29,933
filas	-48,6	-197,6	259,64	0
error	107,6	428,63	-235,51	45,067
grados de libertad				
total	14	29	44	59
columnas	0	1	2	3
filas	14	14	14	14
error	0	14	28	42
varianza media				
columnas	#jDIV/0!	-197,6	11,756	9,9778
filas	-3,4714	-14,12	18,546	0
error	#jDIV/0!	30,617	-8,4111	1,073
F exp de columnas		-8,455	-1,3976	9,2988
F exp de filas		-0,481	-2,2049	0

F tabla c

F tabla fi

SE

0,2675

		2,83

RES .TADO COLUMNAS
RESULTADOS FILAS

NO ES DIFERENTE	NO ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
NO DIFERENTE	NO DIFERENTE	NO DIFERENTE

TUKEY DE MAYOR A MENOR

<u>CODIGO</u>	<u>PROMEDIO</u>		3	2
1AC	3,33		1,53	1,5
				0,27
1BC	3,06		1,26	1,2
				3
1BS	1,8			6
1AS	1.8		0	

TABLA T 3,79

VALOR T*SE	1,0137
-------------------	--------

ANEXO 4
CORRIDA DE PRUEBAS DE TEXTURA

No. de muestras	3		
muestras	1	2	3
numero/código	411	412	500
1	1	2	3
2	1	3	2
3	1	3	2
4	2	1	3
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	3	2
8	1	2	3
9	1	2	3
10	1	3	2
11	1	2	3
12	1	3	2
13	1	3	2
14	1	2	3
15	2	3	1
suma x	17	36	37
promedio	1,13333	2,4	2,467
suma x cuadrado	21	92	97
varianza	0,12381	0,4	0,41
media de media		1,76667	2
varianza g		0,2619	0,311
varianza x		0,80222	0,564
varianza m		12,0333	8,467
F		48,9489	27,21

Fc

G LIBERTAD

3,22

1 2

21 42

RESULTADO

ES DIFERENTE ES DIFERENTE

ANALISIS DE VARIANZA

k	1	2	3
n	15	15	15
N	15	30	45
suma x	17	53	90
suma x	21	113	210
cuadrado			
cuadrado	289	2809	8100
suma x			
csx/N	19,2667	93,8333	180
suma columna	289	1585	2954
suma fila			540
suma c/n			196,9
suma f/k			180
suma			
cuadrados			
total	1,73333	19,3667	30
columnas	-19,2067	-93,833	18,93
filas	-19,2607	-93,833	0
error	40,2607	208,633	13,07
grados de libertad			
total	14	29	44
columnas	0	1	2
filas	14	14	14
error	0	14	28
varianza			
media			
columnas	#DIV/0!	-93,633	8,467
filas	-1,37619	-6,6881	0
error	#DIV/0!	14,7595	0,467
Fexpde		8,2439	18,14

columnas

F exp de filas

F tabla c

F tabla fi

-0,4531	0
	3,34

RESULTADO
COLUMNAS

NO ES DIFERENTE	ES DIFERENTE
NO ES DIFERENTE	NO ES DIFERENTE

CODIGO	PROMEDIO	1	3	2
III	2,467		1,333	0,0667
III	2,400		1,267	
III	1,133			

TABLA T

10

VALOR T*SE | 0,61381

BIBLIOGRAFIA

1. BADUI DERGAL, SALVADOR. Química de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España
2. BRAVERMAN, J.B. Introducción a la bioquímica de los alimentos, Editorial. Acribia. Zaragoza, España.
3. CHEFTEL, JEAN CLAUDE introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol I. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1976.
4. EARLE, R.L.. Operaciones unitarias en el procesamiento de alimentos, Pergamon Press, Oxford, 1996.
5. MENDENHALL, W. Estadística para Administradores. Segunda Edición. Editorial Iberoamérica. México. 1988
6. PEARSON. Análisis y Composición de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España, 1992

7. ROSABAL, J. Hidrodinámica y Separaciones Mecánicas. Tomo I. Edt. Pueblo y Educación. Habana, Cuba. 1988

8. Apuntes de clase de Diseño de Experimentos. Dra. Ofelia Bustabad, 1998

9. <http://www.sica.gov.ec>

10. <http://www.micyp.gov.ec>