UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

APLICACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PAPA PREFRITA CONGELADA TIPO BASTÓN

Trabajo de Investigación previo la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Elaborador por: Lucía Tatiana Pazmiño Garcés

Tutor: Dr. Milton Ramos Ph.D.

AMBATO - ECUADOR

2010

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Dr. Milton Ramos Ph.D.

En mi calidad de Tutor, del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: **"APLICACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PAPA PREFRITA CONGELADA TIPO BASTÓN"**, de la Egresada: Lucía Tatiana Pazmiño Garcés, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, 1 de junio del 2010

……

Dr. Milton Ramos M. Ph.D.

TUTOR

AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación **"APLICACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PAPA PREFRITA CONGELADA TIPO BASTÓN"**, así también como los contenidos, ideas, análisis, y propuestas, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, 1 de junio del 2010

……

Lucía Tatiana Pazmiño Garcés

AUTORA

APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 1 de junio del 2010

Para constancia firman:

……
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

…… ……

MIEMBRO DEL TRIBUNAL **MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

DEDICATORIA

A mi Buen Dios, por permitirme cumplir esta meta estudiantil.

A mis padres amados Pablo y Soledad, por darme la vida, educarme e infundir en mi alma el amor por Dios y la Virgencita María.

A mí querida hermana Lizbeth y mi ahijada Yadira, por su cariño sincero y afecto, en todo momento.

A mis familiares, en especial a la memoria de mi abuelito Luis Alfonso Garcés.

Lucy

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por depositar en mí sus esperanzas, y al empeño puesto en mi educación. A mis apreciados familiares y amigos que desde la distancia siempre me apoyaron.

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a los maestros de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por fundar en nosotros el amor por la profesión; en especial a mi tutor de tesis al Dr. Milton Ramos Ph.D., por su amistad, soporte y excelencia profesional. A la Ing. Dolores Robalino por su ayuda incondicional.

Al Consorcio de Productores de Papa del Ecuador "CONPAPA", por el finaciamiento a través del CONSORCIO ANDINO y al interés puesto en la realización de este trabajo, en especial al Eco. Hernán Pico, Ing. Fabián Montesdeoca, Ing. Luis Montesdeoca, Sr. Manuel Chimbo, e Ing. Alexandra Vega, por brindarme su amistad y consejo.

A los Analistas Investigadores de la "UOITA": Ing. Mónica Silva e Ing. Mario Álvarez, por su apoyo incondicional; sin olvidar al personal de la Planta Hortofrutícola de Ambato "PLANHOFA C.A., por su apoyo en la realización de la fase experimental.

A mis amigos de la FCIAL, que me apoyaron y que han crecido junto a mí, especialmente a Majo, Patty, Angélica, Daysi, Denise, Alexa, Jenny y Luis por su gran apoyo por su cariño y comprensión, gracias de todo corazón. En general a mis compañeros de la carrera gracias por los más bellos momentos compartidos conmigo.

Lucy

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDOS **PÁG.**

Portada…… i
Aprobación del tutor……..... ii
Autoría de la tesis…… iii
Aprobación por el tribunal de grado……..... iv
Dedicatoria…… v
Agradecimiento…… vi
Índice general……..... vii
Índice de cuadros…….. xii
Índice de tablas……..... xiii
Índice de figuras……..…… xvi
Índice de gráficos…….…….. xvii
Índice de Anexos…….…….. xviii
Resumen ejecutivo……..……..... xx

CAPITULO I……..…….... 1
EL PROBLEMA……..…… 1

1.1. TEMA…….. 1
1.2. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……..... 1
1.2.1. Contextualización…… 1
1.2.1.1. Contextualización macro……. 1
1.2.1.2. Contextualización meso…… 4
1.2.1.3. Contextualización micro……..…… 6
1.2.2. Análisis crítico del problema……..….. 9
1.2.3. Prognosis.……..... 10
1.2.4. Formulación del problema……..... 11

1.2.5. Interrogantes..... 11
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación..... 12
1.2.6.1. Delimitación científica..... 12
1.2.6.2. Delimitación tiempo-espacial..... 12
1.3. JUSTIFICACIÓN..... 13
1.4. OBJETIVOS..... 14
1.4.1. General..... 14
1.4.2. Específicos..... 14

CAPÍTULO II..... 16
MARCO TEÓRICO..... 16

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS..... 16
2.1.1. Tubérculos..... 19
2.1.2. Papas 19
2.1.3. Morfología de la papa y sus partes..... 20
2.1.4. Manejo del cultivo..... 22
2.1.5. Composición química..... 23
2.1.6. Papa prefritas congeladas..... 24
2.1.7. Variedades idóneas 25
2.1.8. Estándares de calidad de la papa..... 28
2.1.9. Pardeamiento enzimático en alimentos..... 30
2.1.10. Uso de inhibidores..... 33
2.1.11. Escaldado..... 35
2.1.12. Prefritura..... 36
2.1.13. Aceite..... 37
2.1.14. Equipos de frituras..... 39
2.1.15. Las buenas prácticas en la fritura..... 40
2.1.16. Principales alteraciones del aceite..... 41
2.1.17. Congelación..... 43

2.1.17.1. Propiedades de los alimentos congelados……. 44
2.1.17.2. Almacenamiento de alimentos congelados…….. 45
2.1.18. Empaque…… 47
2.1.19. Vida útil……..... 47
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA…… 48
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL……... 48
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES……..... 50
2.4.2. Descripción del proceso……..... 51
2.5. HIPÓTESIS…… 53
2.6. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS…… 54
2.6.1. Variable independiente…….. 54
2.6.2. Variable dependiente…… 54
2.6.3. Unidad de observación…….. 54

CAPITULO III…….. 55
METODOLOGÍA…… 55

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN…… 55
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN…… 55
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA……..... 56
3.3.1. Población…….. 56
3.3.2. Muestra…… 56
3.3.3. Diseño experimental…….. 56
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES……..... 60
3.5. PLAN DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN……. 62
3.5.1. Equipos…… 62
3.5.2. Materiales…… 63
3.5.3. Reactivos…… 64
3.5.4. Metodología…… 65
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN……. 66

CAPITULO IV…….. 67
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS…… 67

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS…… 67
4.1.1. Caracterización de la materia prima…… 67
4.1.2. Análisis físicos y químicos del bastón de papa después de proceso de escaldado…… 70
4.1.2.1. Análisis de la Polifenoloxidasa (PPO) (A_{420nm})…… 71
4.1.2.2. Análisis de color (A_{447nm})…… 78
4.1.2.3. Análisis de textura (kg/sq cm)…… 84
4.1.3. Determinación del mejor tratamiento…… 88
4.1.4. Análisis microbiológico de papa prefrita congelada tipo bastón…… 90
4.1.4.1. Recuento Total…… 91
4.1.4.2. Mohos y Levaduras…… 92
4.1.4.3. *Staphylococcus aureus*…… 92
4.1.4.4. Coliformes Totales…… 93
4.1.4.5. Cálculo del tiempo de vida útil de papa prefrita congelada tipo bastón… 93
4.1.5. Análisis sensorial de papa prefrita congelada tipo bastón…… 96
4.1.5.1. Atributo color…… 96
4.1.5.2. Atributo olor…… 98
4.1.5.3. Atributo sabor…… 100
4.1.5.4. Atributo textura…… 102
4.1.5.5. Atributo aceitosidad residual…… 104
4.1.5.6.Atributo aceptabilidad…… 105
4.1.6. Análisis de la composición proximal de papa prefrita congelada tipo bastón…… 107
4.1.7. Análisis de resistencia a rotura del producto terminado y tiempo de fritura final. …… 110
4.1.7.1. Resistencia a la rotura (kg/sq cm) después del proceso de fritura final…… 110
4.1.7.2. Tiempo (min) de fritura final de papas prefritas congeladas…… 113
4.1.8. Análisis de calidad del aceite resultante de la prefritura…… 114
4.1.8.1. Análisis de Acidez e Índice de Acidez del aceite resultante de prefritura…… 115
4.1.8.2. Análisis de Índice de Peróxido del aceite resultante de prefritura…… 118

4.1.8.3. Análisis de Shorthening Monitor 3M del aceite resultante de prefritura…….. 119
4.1.9. Balance de Materiales…… 120
4.1.9.1. Determinación de rendimiento…….. 121
4.1.10. Costos de Producción…… 121
4.1.10.1. Descripción de la empresa…….. 121
4.1.10.2. Programa de Producción Mensual…… 122
4.1.10.3. Costos directos de fabricación…… 122
4.1.10.4. Costos indirectos de fabricación…… 123
4.1.10.5. Gastos del periodo…… 124
4.1.10.6. Costo unitario de producción……... 125
4.1.10.7. Punto de Equilibrio…… 125
4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS…… 127

CAPITULO V…… 129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…… 129

5.1. CONCLUSIONES……..... 129
5.2. RECOMENDACIONES…… 131

CAPITULO VI…….. 132
PROPUESTA…… 132

6.1. DATOS INFORMATIVOS…….. 132
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA……... 133
6.3. JUSTIFICACIÓN…… 133
6.4. OBJETIVOS…… 135
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD…… 135
6.6. FUNDAMENTACIÓN…… 138
6.7. METODOLOGÍA……... 138
6.7.1. Definición……..... 138

6.7.2. Procedimiento…….. 139
6.4.5. Control de Puntos Críticos……. 144
6.7.5. Control de evaluación del producto terminado…….. 144
6.7.6. Modelo operativo……. 146
6.8. ADMINISTRACIÓN……. 146
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN…….. 148

CAPITULO VII……. 150
MATERIALES DE REFERENCIA…… 150

7.1. BIBLIOGRAFÍA……. 150
7.2. WEB-GRAFÍA…….. 152
7.3. REVISTAS……. 155

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Área cosechada, producción, rendimiento y consumo mundial de papa por regiones, 2007
2. Principales países exportadores de papas prefritas congeladas
3. Principales países productores de papa en América Latina, 2007
4. Importación de papa prefrita congelada (t) en América Latina
5. Producción de papa en el Ecuador (t)
6. Tipo de papa procesada que elabora la industria nacional
7. Importaciones de papa en el Ecuador (t)
8. Descripción de las importaciones de papa en el Ecuador (t)
9. Composición nutricional en base a 100 g
10. Vitaminas (UI) por 100 g de porción asimilable

11. Sustancias minerales (mg) por 100 g
12. Principales características de las variedades a procesar
13. Variables afectadas por las características técnicas de la materia prima
14. Especificaciones de aceite comestible para la fritura
15. Requisitos Microbiológicos para papa prefrita congelada
16. Normas Técnicas
17. Variable Independiente
18. Variable Dependiente

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla

1. Datos experimentales de diámetro y longitud de la papa en las variedades: I-Fripapa y Única
2. Datos Experimentales de textura, humedad (%), sólidos totales (%) y azucares reductores (%) de las variedades I-Fripapa y Única
3. Datos Experimentales de Absorbancia (A_{420nm}) utilizado como referencia para expresar la actividad de la PPO, en las variedades I-Fripapa y Única, luego del escaldado a tres temperaturas y tres tiempos
4. Análisis de Varianza para valores de Absorbancia (A_{420nm}) utilizado como referencia para expresar la actividad de la PPO, en las variedades I-Fripapa y Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos
5. Prueba de Tukey para Factor B (Temperatura)
6. Prueba de Tukey para Factor C (Tiempo)
7. Prueba de Tukey Interacción AB (Variedad/Temperatura)

8. Constante de velocidad de inactivación de la enzima PPO

9. Datos Experimentales de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

10. Análisis de Varianza para valores de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

11. Prueba de Tukey para Factor A (Variedad)

12. Prueba de Tukey para Factor B (Temperatura)

13. Prueba de Tukey para Factor C (Tiempo)

14. Prueba de Tukey: Efecto ABC: Valores de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

15. Datos Experimentales de Resistencia a la rotura utilizado como referencia para expresar la textura (kg/sq cm) para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

16. Análisis de Varianza para valores de Resistencia a la rotura utilizado como referencia para expresar la textura (kg/sq cm) para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

17. Prueba de Tukey para Factor A (Variedad)

18. Prueba de Tukey para Factor B (Temperatura)

19. Prueba de Tukey para Factor C (Tiempo)

20. Datos experimentales microbiológicos de papa prefrita congelada tipo bastón luego de un mes de almacenamiento

21. Datos del Recuento Total realizado en medio PCA de papa prefrita congelada Variedad I-Fripapa (CA)

22. Tiempos de vida útil (meses) para papa prefrita congelada tipo bastón

23. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo color para papa prefrita congelada tipo bastón

24. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo color

25. Prueba de Tukey para tratamientos
26. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo olor de papa prefrita congelada tipo bastón
27. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo olor
28. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo sabor de papa prefrita congelada tipo bastón
29. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo sabor
30. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo textura de papa prefrita congelada tipo bastón
31. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo textura
32. Prueba de Tukey para Tratamientos
33. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo aceitosidad residual de papa prefrita congelada tipo bastón
34. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo aceitosidad residual
35. Prueba de Tukey para Tratamientos
36. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo aceptabilidad de papa prefrita congelada tipo bastón
37. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo aceptabilidad
38. Datos experimentales de composición proximal de papa prefrita congelada tipo bastón
39. Datos experimentales de resistencia a la rotura (kg/sq cm) después del proceso de fritura final
40. Análisis de Varianza para resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de la fritura final
41. Prueba de Tukey para resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de la fritura final, para el factor A (Variedad)
42. Datos experimentales de tiempo (min) de fritura final de papas prefritas congeladas

43. Análisis de Varianza para tiempo de fritura final de papa prefrita congelada
44. Prueba de Tukey: Interacción AB (Variedad/Acondicionamiento)
45. Datos experimentales de volumen gastado (ml) en titulación con NaOH 0.1 N del aceite resultante de la prefritura
46. Porcentaje de Acidez e Índice de Acidez en aceite resultante de la prefritura
47. Análisis de Varianza para acidez de aceite (% Acido Palmítico) para Variedades I-Fripapa y Única; después de proceso de prefritura
48. Análisis de Varianza para Índice de acidez en aceite para Variedades I-Fripapa y Única; después de proceso de prefritura
49. Volumen gastado en titulación con Tiosulfato de Sodio 0,002N del aceite resultante de prefritura
50. Índice de Peróxido (m_{eq} de O_2/kg) del aceite resultante de prefritura
51. Análisis de Varianza para Índice de Peróxido (m_{eq} de O_2/kg) en aceite para Variedades I-Fripapa y Única; después de proceso de prefritura
52. Costos de materia prima e insumos
53. Costos de mano de obra directa
54. Costos de maquinarias y equipos
55. Costos de utensilios
56. Costos de suministros
57. Comparación de Valores de F
58. Plantilla de control de puntos críticos para elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón
59. Plantilla de control del Producto Terminado
60. Plan de acción
61. Administración de la propuesta
62. Previsión de la evaluación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Estructura de la planta de papa

2. Representación estructural de PPO de batata (*Ipomea batata*)

3. Esterografía de un detalle del centro activo de PPO de batata

4. Reacción de pardeamiento enzimático

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico

1. Árbol de problemas

2. Diagrama de flujo del proceso de papa prefrita congelada tipo bastón

3. Representación de Absorbancia (A_{420nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad I-Fripapa, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

4. Representación de Absorbancia (A_{420nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

5. Representación de Color (A_{447nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad I-Fripapa, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

6. Representación de Color (A_{447nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

7. Representación de textura (kg/sq cm) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad I-Fripapa, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

8. Representación de Textura (kg/sq cm) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos
9. Cálculo de Orden de Reacción “n” en Papa Prefrita Congelada Variedad I-Fripapa
10. Promedios atributo sensorial color
11. Promedios atributo sensorial olor
12. Promedios atributo sensorial sabor
13. Promedios atributo sensorial textura
14. Promedios atributo sensorial aceitosidad residual
15. Promedios atributo sensorial aceptabilidad
16. Aporte energético (Kcal/100 g)
17. Resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de la fritura final
18. Diagrama de balance de materiales para papa prefrita congelada tipo bastón
19. Diagrama de flujo de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón
20. Flujo de maquinaria para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

A. Metodología
A1. Hortalizas Frescas, Papa-Requisitos-Norma INEN 1516:1987
A2. Determinación de Humedad-Método 930,15 A.O.A.C. 1996
A3. Determinación de Cenizas-NTE INEN 0401:79 Voluntaria AL 02.01-326
A4. Determinación de Azucares Reductores-Lane y Eynon, 1923
A5. Determinación de Actividad de Polifenoloxidasa-Ranganna, 1986
A6. Determinación de Color-Ott, 1992 y Ranganna, 1986

A7. Determinación de Resistencia a la rotura

A8. Análisis de Aceite

A8.1. Determinación de Acidez titulable de aceite-Norma INEN 162

A8.3. Ácidos grasos libre-“SHORTENING MONITOR 3M”

A8.2. Índice de Peróxido-Norma INEN 277:1978:02

A9. Análisis Microbiológico

A9.1. Recuento Total de microorganismos-NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303

A9.2. Recuento de Mohos y Levaduras-NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308

A9.3. Recuento de Coliformes y *Eschericha coli*-Método 3M Center,Building 275-5w-05 St Paul, MN 55144-1000-NTE INEN 1529-13:98 Voluntaria AL 01.05-310

A9.4. Recuento de *S. aureus*-NTE INEN 1529-14:98 Voluntaria AL 01.05-312

A10. Análisis sensorial-Hoja de catación

B. Manejo cultivo de papa

C. Fotografías

C.1. Elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

C.2. Análisis microbiológico

C.3. Análisis sensorial

C.4. Análisis Físicos-Químico

C.5. Composición Proximal

D. Resultados Análisis de Proteína y Grasa-LACONAL

RESUMEN EJECUTIVO

La papa, a nivel nacional, es un producto básico en la dieta de la población. En el Ecuador la industrialización de la papa es insuficiente, sin embargo el consumo de productos procesados de papa va en aumento, especialmente los bastones de papa frita; esto se debe a que el incremento de la población urbana y el ritmo de vida han originado un crecimiento de locales de comidas rápidas, pero cuya demanda es actualmente abastecida con producto importado proveniente de Bélgica, Holanda, EE.UU., y Canadá.

El objetivo general de este trabajo fue evaluar una tecnología de acondicionamiento que permitió reducir la cantidad de azúcares reductores, la actividad de la Polifenoloxidasa (PPO), mejorar el color y mantener una textura aceptable del bastón de papa para la elaboración de papa prefrita congelada. Para cumplir los objetivos se estudiaron: el lavado sucesivo de la papa pelada y picada, seguido de inmersión en una solución de 1,5% p/v de Ácido Cítrico y 0,01% p/v de Metabisulfito de Sodio por 30 minutos y la aplicación de escaldado. Se aplicó un diseño experimental factorial A*B*C cuyos factores fueron **A**: variedad de papa (I-Fripapa y Única); **B**: temperatura de escaldado (50, 60 y 70°C) y **C**: tiempo de escaldado (3, 4 y 5 minutos). Las respuestas experimentales analizadas en todos los tratamientos fueron: constante de velocidad de inactivación de la enzima PPO, color y resistencia a la rotura.

En consecuencia al aplicar el acondicionamiento a los bastones de papa, se concluye estadísticamente que el mejor tratamiento es $\mathbf{a_0b_2c_2}$ que corresponde a I-Fripapa escaldada a 70°C por 5 minutos, presentó mayor velocidad de inactivación de la PPO, en función de los factores tiempo y temperatura. Similarmente, la combinación temperatura y tiempo (70°C/5 minutos) es el mejor tratamiento para la variedad Única; con la ventaja de

que esta variedad como materia prima presenta mejor rendimiento agrícola y es más económica.

En los mejores tratamientos para las dos variedades, el tiempo de vida útil calculado es 6,7 meses en condiciones de congelación (-10°C). Las muestras fueron sometidas a un análisis sensorial para conocer el criterio del consumidor, mostrándose preferencias altas en los atributos: color, textura y aceitosidad residual para las muestras con acondicionamiento. La calidad nutricional en lo referente al aporte energético es superior en las muestras con acondicionamiento. El análisis de la calidad del aceite no presentó diferencias significativas al aplicar los procesos de acondicionamiento. En el análisis del producto terminado, el proceso de acondicionamiento mejoró las propiedades texturales del bastón luego de fritos, además que disminuyó el tiempo de fritura final.

El rendimiento del proceso fue 50,26%. El costo unitario de producción de una bolsa de papa prefrita congelada tipo bastón de 2 kg es de 2,58 USD$ y el precio de venta al público 3,40 USD$ (incluido 12% IVA); precio asequible al compararlo con las marcas importadas.

Palabras clave: acondicionamiento de papa, papa prefrita, inactivación de enzima Polifenoloxidasa (PPO).

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA

"APLICACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA DE ACONDICIONAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PAPA PREFRITA CONGELADA TIPO BASTÓN"

1.2. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

1.2.1.1. Contextualización macro

La papa es un tubérculo que se produce y se consume en todo el mundo, es uno de los diez cultivos alimenticios más importantes debido a su gran valor nutritivo y su capacidad de incrementar los ingresos de las personas que se dedican a su cultivo. La producción mundial de papa entre 1991 y 2007 en los países desarrollados y en vías de desarrollo ascendió de 267 a 325 millones de Toneladas (t), además se verificó un incremento en la participación de los países en desarrollo del 12% al 38%. La producción de papa a nivel mundial para el procesamiento industrial pasó del 4% en 1960 al 7% en 1994; es decir un volumen de 19 millones de t [34].

El consumo de papa en fresco está disminuyendo en muchos países, sobretodo en países en desarrollo y se relaciona con la expansión internacional de los "*fast-food"* y su incorporación como producto de conveniencia que sustituye a la papa en fresco por productos procesados

para satisfacer una demanda en aumento de las industrias de alimentos rápidos, aperitivos y de fácil preparación [34].

A continuación se presenta en el Cuadro 1, el área cosechada, producción, rendimiento y consumo mundial de papa por regiones.

Cuadro 19. Área cosechada, producción, rendimiento y consumo mundial de papa por regiones, 2007

Regiones	Área cosechada (Ha)	Producción (millones t)	Rendimiento (t/Ha)	Consumo anual (kg/p)
Asia y Oceanía	8’732.961	137’343.664	15,7	13,9
Europa	7’473.628	130’223.960	17,4	23,9
América del Norte	615.878	25’345.305	41,2	87,8
África	1’541.498	16’706.573	10,8	20,7
América Latina	963.766	15’682.943	16,3	60,0
Mundo	19’327.731	325’302.445	16,8	34,2

Fuente: FAOSTAT, 2007
Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

De acuerdo a los datos del Cuadro 1, el cultivo de papa a nivel mundial asciende a 19’327.731 Hectáreas (Ha). La producción mundial de papa totaliza 325’302.445 (millones de t), siendo los principales productores: Asia y Oceanía con 137’343.664 (42%), Europa con 130’223.960 (40%), América del Norte con 25’345.305 (8%), África con 16’706.573 (5%) y América Latina con 15’682.943 (5%). Se observa también que el mayor rendimiento en la producción tiene América del Norte con 41,2 t/Ha y el menor rendimiento África 10,8 t/Ha. América del Norte es el principal consumidor de papa con un promedio anual de 87,8 kg/p, seguido de América Latina 60 kg/p, Europa 23,9 kg/p, África 20,7 kg/p, y el menor consumo se registra en Asia y Oceanía 13,9 kg/p.

De otro lado, los principales países exportadores de papas prefritas congeladas se presentan en el Cuadro 2, donde se observa que Holanda, EE.UU., Canadá y Bélgica, coinciden con los principales productores y

además abarcan el 95% de las exportaciones y el restante 5% corresponden a países en desarrollo. Los principales países exportadores de papas prefritas congeladas a nivel mundial alcanzan un volumen total de producción en 1999 de 2.665 (miles de t), donde se destaca Holanda con 972 (miles de t), seguido de Canadá con 485 (miles de t) y EE.UU. con 478 (miles de t) [34].

Cuadro 20. Principales países exportadores de papas prefritas congeladas

País	Volumen (miles de t)			Valor(Millones USD$)		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999
Holanda	800	967	972	598	584	619
Canadá	275	403	485	179	255	313
EE.UU.	399	448	478	293	330	350
Bélgica	292	288	379	192	151	23
Francia	81	103	123	61	62	78
Alemania	51	48	48	45	34	33
Argentina	16	30	44	16	30	41
Otros	100	124	136	92	114	113
Total	2.014	2.411	2.665	1.476	1.560	1.778

Fuente: FAO Agriculture and Food audit System, 2000

Ahora es importante indicar que la capacidad de producción mundial de papa prefrita congelada se estima alrededor de 9.6 millones de t. En la industria mundial se destacan cinco firmas líderes: Simplot y LambWeston, originarias de EE.UU.; McCain de Canadá y Aviko y Farm Frites de Holanda [34]. Aproximadamente un tercio de la producción de papas prefritas congeladas del mundo son producidos por la compañía McCain Foods, que tiene más de 18.000 empleados en los 5 continentes y puede producir más de un millón de libras de productos de papa cada hora en las 30 plantas procesadoras alrededor del mundo [60].

En EE.UU., Canadá y la Unión Europea existen organizaciones que vinculan a todos los actores de la cadena de cultivo de la papa con diferentes tipos de financiación. A través de ellas se procura disminuir las asimetrías de información y aumentar el poder de negociación de los productores agrícolas, además se benefician de programas de asistencia

(créditos, seguros, obras de riego, programas de promoción de mercados, etc.) [34].

De otro lado, es importante destacar los principales países importadores de papa prefrita congelada, en primer lugar está EE.UU., seguido de Japón y luego Alemania, Francia e Inglaterra, este conjunto de países corresponden al 70% del total de las importaciones. Los nuevos países importadores en la década del noventa son asiáticos y latinoamericanos, destacándose: Brasil, México, Venezuela, Chile, Trinidad-Tobago, Guatemala, Uruguay y Costa Rica que suman importaciones por alrededor de 150 millones de USD$ en 2001, correspondiendo a Brasil y México cerca del 70% del total [34].

1.2.1.2. Contextualización meso

El origen del consumo de papa se remonta a Sudamérica, donde los habitantes de Perú ya comían estos tubérculos hace 2000 años. A continuación se presenta en el Cuadro 3, los principales productores de papa en América Latina.

Cuadro 21. Principales países productores de papa en América Latina, 2007

Países	Área cosechada (Ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/Ha)	Consumo anual (kg/p)
Perú	269.441	3’388.147	12,57	80
Brasil	142.327	3’375.054	23,71	14
Argentina	68.000	1’950.000	28,68	44
Colombia	110.000	1’900.000	17,27	47
México	64.709	1’750.797	27,06	17
Chile	54.528	831.054	15,24	51
Bolivia	135.600	755.000	5,57	56
Venezuela	24.552	456.661	18,60	12
Ecuador	52.000	355.000	6,83	25
Guatemala	11.000	300.000	27,27	24
Cuba	12.000	290.000	24,17	30

Fuente: FAOSTAT, 2007
Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

En el Cuadro 3, se aprecia que Perú, Brasil, Argentina, Colombia y México tienen la mayor producción (t). Además el mayor rendimiento en la producción se registra en Argentina 28,68 t/Ha y el menor rendimiento en Bolivia 5,57 t/Ha. Cabe mencionar que el país que más consume papa es Perú 80,0 kg/p. En Sudamérica según un reporte de CIP/FAO, en Colombia se procesa 170-250.000 t/año, la mayoría se emplea para producir papas fritas en hojuelas y papas a la francesa (bastones).

En Argentina se ha constituido una industria filial de McCain y Farm Fries con una capacidad de producción que creció de 5.000 t en 1994, a 72.000 t en 1998, actualmente con 200.000 t/año. Estas firmas poseen filiales comerciales en varios países de América del Sur que son abastecidos principalmente con producción local. En América Latina los países exportadores son Argentina, Colombia y Guatemala. El primero exporta a Brasil, Venezuela y Ecuador, mientras que Colombia exporta a El Salvador y Guatemala a Nicaragua [31].

A continuación en el Cuadro 4, se presenta el volumen de importaciones de papa prefrita congelada (t) en América Latina.

Cuadro 22. Importación de papa prefrita congelada (t) en América Latina

	(1991-1992)				(1994-1995)			
	EE.UU.	**Holanda**	**Canadá**	**Total**	**EE.UU.**	**Holanda**	**Canadá**	**Total**
México	14.618	0	540	15.158	33.316	0	1.155	34.471
Venezuela	1.516	0	1.221	2.737	2.229	0	6.778	9.007
Brasil	218	987	575	1.780	12.159	5.986	13.874	32.019
Argentina	150	0	502	652	1908	572	4.717	7.197
Guatemala	428	0	19	447	3.942	0	3.140	7.082
Chile	134	10	108	252	3.726	612	2.192	6.530
Uruguay	0	10	149	159	930	3.483	1.016	5.429
Perú	0	0	83	83	220	0	1.608	1.828
Colombia	7	0	16	23	191	42	495	728
Ecuador	20	0	0	20	947	0	16	963

Fuente: US. National Potato Board. Informe preparado por Trade status North-westpacific Visión, 1996. Citado por: Scott, G. Maldonado L y Suárez V "Nuevos senderos de la Agroindustria de la papa", cit. Mateos, M. (2003)

Como se puede observar en el Cuadro 4, las importaciones de papa prefrita congelada a América Latina, desde 1991 hasta 1995, se ha

incrementado y la mayoría de importaciones proviene de países industrializados como EE.UU., Holanda y Canadá. Se puede indicar que México ocupa el primer lugar en importación y su principal proveedor es EE.UU.

1.2.1.3. Contextualización micro

En el Ecuador un total del 0,4% del territorio de uso agropecuario se dedica a la producción de papa, lo que corresponde a 52.000 Ha, este cultivo se siembra en alturas comprendidas entre los 2.700 a 3.400 msnm, sin embargo los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2.900 y 3.300 msnm donde las temperaturas fluctúan entre 11 y 9°C [14].

En nuestro país se identifican tres regiones diferentes que se dedican a este cultivo: al Norte se siembra en las provincias de Carchi e Imbabura, al Centro: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar; al Sur: Cañar, Azuay y Loja. Destacándose la provincia del Carchi por producir el 40% de la cosecha anual del país. Las variedades de papa más cultivadas en el país en la zona Norte son: Superchola, I-Gabriela, I-Esperanza, Roja, I-Fripapa e I-María; en la zona Centro: I-Gabriela, I-Esperanza, I-María, I-Fripapa, nativas: Uvilla y Leona blanca; en la zona Sur: Bolona, I-Esperanza, I-Gabriela y Jubaleña [33].

Según datos de SIGAGRO/-MAG-BCE a través del Proyecto SICA, en el país se siembra 52.000 Ha/año con un incremento anual de 1,2% y un rendimiento de 6,83 t/Ha [19]. Esta actividad concentra a 88.130 productores, que corresponde al 10,46% de los productores agrícolas del país. De este total, el 32,24% son productores pequeños, con unidades menores a 5 Ha; el 29,54% producen papa como cultivo solo y el 2,7% la cultivan en asociación con otros productos [53].

De acuerdo al Cuadro 5, se puede señalar que entre los años 2000-2007, la producción total de papa alcanzó una tasa de crecimiento promedio anual de 1,10% debido al incremento del rendimiento en la producción (71%); en cambio la superficie decreció en el 1,23% [33].

Cuadro 23. Producción de papa en el Ecuador (t)

Años	Producción Total
2000	239.715
2001	406.257
2002	375.315
2003	396.639
2004	431.510
2005	441.123
2006	404.276
2007	429.119

Fuente: SIGAGRO/MAG-BCE

En el Cuadro 6, se indica el tipo de papa que elabora la industria nacional, del cual se puede apreciar que el 64,18% utiliza para procesar papa frita tipo chip lisa y ondulada, y solo un 4% procesa papa prefrita y congelada.

Cuadro 24. Tipo de papa procesada que elabora la industria nacional

Tipo de preparado	Porcentaje (%)
Papa frita tipo chip lisa y ondulada	64,18
Papa frita tipo francesa	7,92
Puré	4,00
Precocida y congelada	4,00
Prefrita y congelada	4,00
Minibuds	4,00
Otras formas	11,90
TOTAL	100,00

Fuente: Montesdeoca F, INIAP 2000

En el Ecuador las importaciones alcanzaron una tasa de crecimiento de 3,37% debido a que actualmente las cadenas alimenticias y restaurantes, utilizan papa importada para asegurar su nivel de producción y la calidad final del producto, pues al momento en el país no se ha consolidado la industria de procesamiento de papa [8].

En el Cuadro 7, se indica la cantidad total de papa importada al Ecuador, entre los años 2000-2007, este valor se ha incrementado, llegando en el 2007 a 5.557 (t), por un valor de 5.120 millones (USD$).

Cuadro 25. Importaciones de papa en el Ecuador (t)

Años	Importaciones Total
2000	3.877
2001	1.950
2002	3.954
2003	4.327
2004	4.461
2005	5.341
2006	5.631
2007	5.557

Fuente: SIGAGRO/MAG-BCE

En el Cuadro 8, se describe los tipos de papas importadas al Ecuador donde se destacan las papas preparadas o conservas, congeladas; cuyo valor se ha incrementado de 71 (t) en el 2000 a 5.135 (t) en el 2007.

Cuadro 26. Descripción de las importaciones de papa en el Ecuador (t)

Descripción	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Papa para siembra	60	0,12	0,0	0,0	0,0	0,0	150	50
Papa fresca	2.951	66	296	97	0,01	0,0	0,0	0,0
Papa cocida en agua, a vapor, congeladas	783	1.718	1.843	1.544	19	0,01	0,01	0,0
Papas preparadas o conservas, congeladas	71	129	1.718	2.644	4.264	5.139	5.244	5.135
Papas preparadas o conservadas, sin congelar	11	36	65	42	179	202	236	373
Total	3.877	1.950	3.954	4.327	4.461	5.341	5.631	5.557

Fuente: Banco Central del Ecuador/SICA

Es importante indicar que las principales marcas de papa prefrita congelada comercializada en el país son: Lutosa, Aviko, Languestone y McCain. Las presentaciones de papas prefrita congelada son: corte recto/ondulado, con/sin cáscara y con/sin sazón. Los tamaños: largo superior a los 4,5 cm, corte delgado (0,6*0,6 cm) y corte grueso (1,1*0,9

cm). Al analizar la información sobre marca y país de origen, se encuentra que la marca predominante es Lutosa (Bélgica), seguida Aviko (Holanda), Languestone (EE.UU.), McCain y Valley Farms (Canadá); todos los productos ingresan al país sujeto a un régimen impositivo del 20% en derechos arancelarios AD-VALOREM y 12% por Impuesto al Valor Agregado (IVA) [8].

1.2.2. Análisis crítico del problema

En el árbol de problemas se identifica como problema la insuficiente industrialización de la papa, por tanto la utilización y aprovechamiento de materia prima y maquinaria existente en el Consorcio de Productores de papa del Ecuador (CONPAPA) y en la Planta Hortifrutícola de Ambato (PLANHOFA C.A.); permitirá crear incentivos dirigidos al sector agrícola para que se revalorice la calidad de la papa y se planifique una producción constante; y que abastezca la demanda insatisfecha del mercado que requiere papa prefrita congelada.

La utilización de una adecuada tecnología para el acondicionamiento de papa prefrita congelada tipo bastón permitirá que el producto presente un mejor color, se inactive la enzima responsable del pardeamiento enzimático; y se mantenga una textura aceptable del bastón de papa. Los distintos tiempos y temperaturas de proceso de escaldado planteados en el diseño experimental y evaluados a través de respuestas experimentales, permitirán escoger la mejor tecnología para el consumidor.

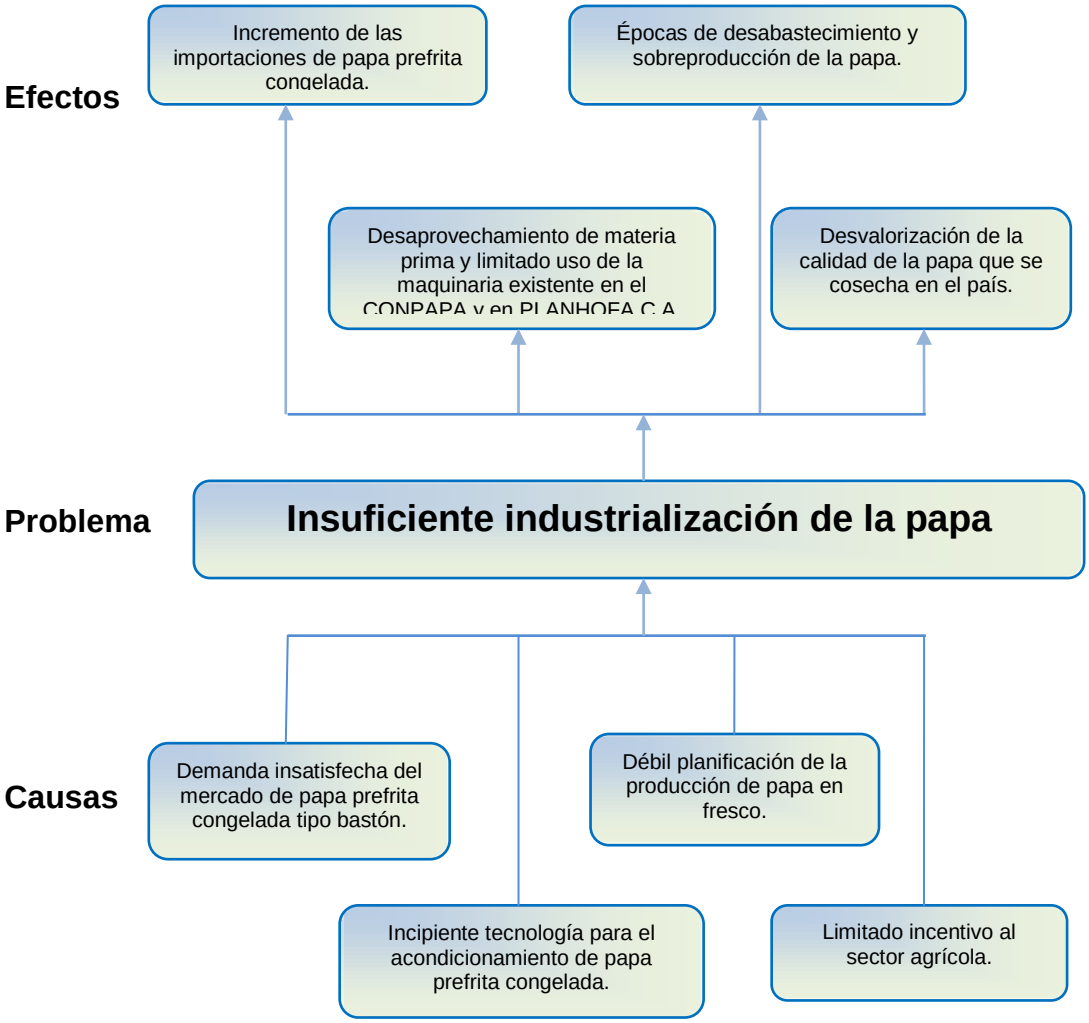


Gráfico 21. Árbol de problemas
Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

1.2.3. Prognosis

Si no se da una alternativa tecnológica a la industrialización de la papa, se continuará la producción en pequeños volúmenes de papa procesada y se estará generando la salida de divisas debido al incremento de las importaciones de papa prefrita congelada.

Una de las consecuencias del desconocimiento sobre el procesamiento de papas prefritas congeladas, como un producto novedoso, apetecible, listo para freír, de buena calidad y de un costo

accesible es que no pueda competir con marcas internacionales, evitando las importaciones y dando un valor agregado al producto nacional; lo que permitirá mejorar la calidad de vida de las productores que se dedican a este cultivo.

Además al no realizarse este proyecto, se estaría dejando a un lado el "Estudio de Mercado de papas prefritas congeladas en Quito, Guayaquil y Cuenca" (2009), que es la base para que el proyecto sea viable en lo referente a su aplicación práctica en la etapa de comercialización, y por lo tanto se aproveche investigaciones realizadas que conlleven a una acertada tecnología de procesamiento de papas prefritas congeladas tipo bastón.

Es importante considerar que en el presente estudio se trabajó con dos variedades de papa: INIAP-Fripapa y Única; pero al no realizar esta investigación se estaría desvalorizando la producción nacional, no se aprovecharía de forma eficiente los grandes volúmenes de producción y los requerimientos que tienen estas dos variedades por los consumidores de cadenas de comidas rápidas, restaurantes y supermercados; para así evitar la importación de papas prefritas, y lo más importante se estaría dando un mayor uso y rentabilidad a la maquinaria del CONPAPA Y PLANHOFA C.A.

1.2.4. Formulación del problema

¿Cómo se aplicará la tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón en la provincia del Tungurahua durante el período Agosto del 2009 y Marzo del 2010?

1.2.5. Interrogantes

- ¿Los cinco lavados sucesivos, el uso de inhibidores del pardeamiento enzimático acompañados de temperaturas y tiempos de escaldado,

tendrá influencia en la actividad enzimática de la PPO, color y textura de los bastones para elaborar papa prefrita congelada?

- ¿Cuál será la aceptabilidad de la papa prefrita congelada tipo bastón mediante un análisis sensorial?

- ¿Cuál será la composición proximal proveniente del mejor tratamiento?

- ¿Cuál será el tiempo de vida útil del producto?

- ¿Cómo se analizarán los costos de producción del mejor tratamiento?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1. Delimitación científica

Área : Investigación Tecnológica

Sub-área : Agrícola

Sector : Tubérculos

Sub-sector : Papa Procesada

1.2.6.2. Delimitación tiempo-espacial

El presente proyecto de investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y en la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA); conjuntamente en las instalaciones de CONPAPA y PLANHOFA C.A., durante el período comprendido entre Agosto del 2009 y Marzo del 2010.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el mundo, la ampliación de la demanda por productos procesados se ha visto favorecida por el crecimiento de la población urbana. Así mismo, la presencia más activa de la mujer en la actividad laboral, la disminución en el tiempo destinado para la preparación de alimentos y la rápida expansión de la industria de comidas rápidas, tanto de cadenas locales como extranjeras, son factores influyentes en la demanda de alimentos de fácil preparación.

El CONPAPA preocupado por la disminución de precios de la papa en el mercado, plantea la necesidad de buscar mejores opciones de comercialización del producto. Es así como el CONPAPA propone estrategias de diversificación “generando valor agregado para captar nuevos nichos de mercado, acercándose más al consumidor final” [57]. Para lo cual ha instalado su maquinaria de procesamiento de papa en PLANHOFA C.A., donde se ha establecido convenios de cooperación entre las partes para emprender esta iniciativa de procesamiento.

Además se han realizado estudios de mercado para determinar la oferta de la papa prefrita congelada y se ha impulsado a definir la tecnología de procesamiento para ofertar un producto de calidad. El interés en esta investigación por parte del CONPAPA se basa en reportes de fuentes oficiales que afirman que la industrialización de la papa en el país tiene un amplio campo para la inversión, en la producción de almidón, harina, papa procesada, precocida, prefrita, y otros, cuya demanda actualmente es abastecida con producto importado [8].

Lo anterior permite determinar la importancia de la industrialización de la papa prefrita congelada en forma de bastones para iniciar una nueva opción de mercado y sustentar con una tecnología de procesamiento la calidad del producto en dos variedades de papa: I-Fripapa y Única; y de

esta manera contrarrestar a las compañías transnacionales a que instalen fábricas en la región pretendiendo atender estas necesidades [28].

Cabe destacar que el presente estudio permite ofrecer una alternativa para reducir los volúmenes de importación de papas prefritas congeladas, aprovechar la maquinaria del CONPAPA y retomar un papel importante en la economía del país al trabajar con variedades I-Fripapa y Única, provenientes de los productores del CONPAPA que poseen amplia disponibilidad de semilla certificada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), asegurando de esta manera calidad del producto terminado dentro de la cadena alimentaria, desde su producción, procesamiento, comercio hasta su consumo final.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- Aplicar una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa (*Solanum tuberosum*) prefrita congelada tipo bastón.

1.4.2. Específicos

- Establecer el mejor tratamiento de acondicionamiento en las variedades de papa I-Fripapa y Única para inactivar enzimas.

- Realizar los análisis físicos del bastón de papa después del proceso de acondicionamiento y químico del aceite resultante de la prefritura.

- Determinar la vida útil de la papa prefrita congelada tipo bastón a través de análisis microbiológicos de los mejores tratamientos.

- Realizar un análisis sensorial de los mejores tratamientos para conocer la aceptación del producto.

- Realizar un balance de materia para determinar los costos de producción de los mejores tratamientos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se citan trabajos realizados acerca del procesamiento de la papa:

ARTHEY, D. y DENNIS, C. (1992), en la publicación: “Procesado de Hortalizas” se describe las etapas de fritura: la primera, se evapora el agua libre de la superficie y de los macro y microcapilares a velocidad constante. En la segunda etapa se desplaza la zona de evaporación al interior del producto disminuyendo la velocidad de evaporación de agua. Además a temperaturas menores a 160ºC, se produce una capa exterior deshidratada y saturada de grasa. Esta capa opone gran resistencia a la penetración del calor en el producto [1].

Se establece que el tiempo de la fritura depende de: variedad y tamaño del producto, se indica que la temperatura óptima del aceite para fritura es de 140 a 180ºC. Las temperaturas demasiado bajas prolongan el tiempo de fritura, temperaturas altas aumentan las reacciones de oscurecimiento de la superficie del producto. Además se establece que la instalación para freír debe ser de acero inoxidable, para evitar la influencia catalítica de los iones de los metales pesados. Señalándose además que la proporción óptima de las papas con respecto al aceite es 1:20 [1].

CAMPOVERDE, C. y ZUMBANA, J. (2001); se estudia el efecto del escaldado sobre la actividad pectin metil esterasa en patatas (*Solanum tuberosum*) para fritura, en variedades: Cecilia y Uvilla; se señala como mejor tratamiento una temperatura de 65ºC por un tiempo de 45 minutos

de escaldado para la variedad Cecilia, lo cual mejora considerablemente los factores de calidad, como: color uniforme debido a una reducción de los oscurecimientos por reacciones de Maillard, mejor textura y disminución del contenido de azúcares reductores [4].

HENSEN, J.C. (1974), en el artículo: “International Course on Potatoe Production” se describe el proceso productivo de las papas prefritas o fritas, congeladas o refrigeradas indicando los parámetros más adecuados; así: las papas refrigeradas alcanzan un tiempo de vida útil de 4 a 5 días, cuando son enfriadas a una temperatura por debajo de 3ºC. Además se señala que la cantidad de materia seca influye directamente sobre el sabor. Cit. Banda, C. *et al.,* (1998).

HENSEN, J.C. (1991), en su publicación “Current Technology for Processing of Chips and French Fries” se describe el proceso productivo y recomendaciones de maquinarias. Se indica parámetros de calidad del producto terminado como que el contenido de humedad durante la fritura se reduce de 80% a 65%. Además se señala que para las papas prefritas congeladas, el aceite a utilizar debe tener un punto de solidificación mayor a la temperatura de congelación para que el producto no adquiera un sabor ceroso. Cit. Banda, C. *et al.,* (1998).

LISINSKA Y LESZCZYNNKI (1989), en su publicación “Potatoe Science and Technology” se describe la calidad de la materia prima (materia seca), tamaño y forma de los tubérculos, tamaño y forma de las tiras, encontrándose que para tamaños de 1,57 cm*1,57 cm el contenido de aceite varia inversamente al peso específico, así de 9,3% de peso en seco (1,090 peso específico) pasa a 14,8% (1,065 peso específico). Con cortes más pequeños (1,27 cm *1,27 cm) el contenido de aceite varia de 0,6% en papas con mayor peso específico y 18,6% para aquellos de menor peso específico. De esta manera se señala que el contenido de

aceite debe ubicarse dentro del rango de 5 a 7% para las papas fritas y hasta 4% para las papas prefritas. Cit. Banda, C. *et al.,* (1998).

Además, se describe los procesos productivos que afectan la absorción de aceite en la fritura, maquinaria, rendimientos originados durante todo el proceso; señalando que se originan por la remoción de la humedad, la cual es recompensada por el peso de la grasa absorbida. Se recomienda un previo secado. Se indica que la textura de las papas fritas no debe ser dura o gomosa y la parte interna no debe ser débil; no debe existir separación entre la parte central y la capa externa. En cuanto al sabor y olor se señala que las tiras deben estar libres de sabores amargos, dulces, quemados o cualquier otro sabor ajeno. Cit. Banda, C. *et al.,* (1998).

PEDRESCHI, F. y MOYANO, M. (2006), se estudia la textura y color de las papas prefritas congeladas; indicándose que las papas blanqueadas prefritas presentan contenidos de humedad ligeramente mayores que las muestras provenientes de papa cruda para los mismos tiempos de fritura. Esta diferencia de contenido de humedad se incrementa luego del horneado. Además se señala que las papas prefritas a 190ºC presentan contenidos de humedad mucho menores que las muestras prefritas a 160ºC luego del horneado final para el mismo tiempo de fritura. También se señala que no existe un efecto notorio de la temperatura de fritura ni del blanqueado en la textura final de las papas prefritas congeladas cocinadas por horneado [38].

SILVA, M. y SARABIA, S. (2005), se determina parámetros para evitar el pardeamiento enzimático en la variedad I-Fripapa, señalandose que es importante eliminar el almidón de los bastones de papa mediante 5 lavados sucesivos hasta que el agua de enjuague sea lo más clara posible, se menciona la inmersión en la solución inhibidora de 0,05% Hipoclorito de Sodio + 0,01% Metabisulfito de Sodio por 30 minutos, lo

cual mantiene la textura de la papa y corresponde a uno de los mejores tratamientos [17].

VILLACRÉS, E. *et al.,* (2003), se estudia la influencia de la materia prima y del proceso sobre la calidad y la vida útil de la papa prefrita, precocida y frita en bastones en los genotipos de: I-Fripapa, Papa Pan, Superchola, clon Semiuvilla, clon 97-1-8; a través de los análisis físico-químicos se determina que la variedad I-Fripapa reúne las especificaciones de calidad para el proceso de fritura y que la variedad Superchola alcanza el mayor puntaje en la evaluación del nivel de aceptabilidad; aplican además condiciones de atmósferas modificadas para determinar tiempos de vida útil al empacar con CO_2 al 10% en bolsas de polietileno de baja densidad y almacenadas en condiciones medio ambientales, con lo cual se alcanza una vida útil de 4 días; de esta manera se contribuye a reforzar el efecto de la refrigeración, permitiendo extender la vida útil de los bastones prefritos hasta 12 días. Los ensayos de almacenamiento en congelación presentaron una vida útil superior a los 3 meses [46].

2.1.1. Tubérculos

Tubérculo, tallo subterráneo engrosado por las sustancias de reserva que almacenan nutrientes, como la papa o patata; el tubérculo se caracteriza por formar yemas u ojos que originan nuevas plantas. Las plantas jóvenes que se desarrollan a partir de tubérculos se nutren del almidón acumulado en ellos hasta que maduran lo suficiente como para formar un sistema de raíces [10].

2.1.2. Papas

La papa, cuyo nombre científico: *Solanum tuberosum,* es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce tubérculos. La papa pertenece a la familia Solanaceae, del Género Solanum,

Subgénero: Potatoe, Sección: Petota, Serie: tuberosa. Se la conoce comúnmente como: papa o patata.

2.1.3. Morfología de la papa y sus partes

La planta de papa se describe en la Figura 1, está conformada por tallos aéreos y subterráneos, donde se sostienen las hojas, flores y los tubérculos, respectivamente.

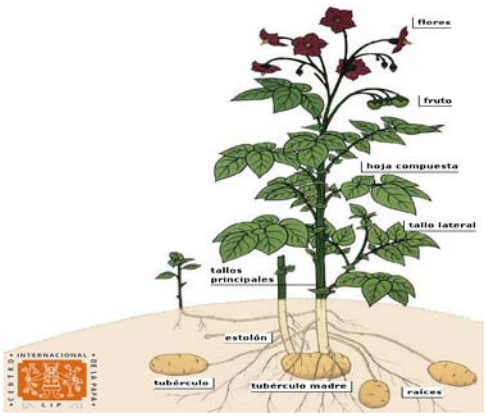


Figura 5. Estructura de la planta de papa

Tallo principal: nace del brote del tubérculo de la semilla.

Tallo secundario: nace de la yema subterránea del tallo principal

Rama: se origina de una yema aérea del tallo principal.

Raíces: responsables de la absorción del agua.

Hojas: transforma energía solar en alimenticia (varían en forma, tamaño y color).

Flores: de cinco pétalos soldados, con colores que varían desde el color blanco al color morado, son las encargadas de la reproducción sexual.

Frutos: en estado maduro es una baya (tzímbalo, papa lulu) de forma redonda u oval, de color que va desde el verde amarillo hasta violeta, su tamaño alrededor de 5 cm de diámetro. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas.

Semilla: se denomina al tubérculo utilizado para la producción de la papa. La fruta o tzimbalo contiene la semilla sexual; se la usa para mejoramiento genético.

Estolón: tallo que transporta los azúcares que se depositan en los tubérculos como almidones.
Tubérculos: es la porción apical del tallo que crece, almacena reservas y se la usa como semilla para la reproducción. La formación de los tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de las células hasta un factor de 64 veces.

Brote: es un tallo que crece en el ojo del tubérculo, tiene como fin dar origen a otra planta. Al crecer, las hojas compuestas de la planta de la papa producen almidón, el cual se desplaza hacia la parte final de los tallos subterráneos, también llamados estolones. Estos tallos sufren en consecuencia un engrosamiento y así se producen unos cuantos o hasta 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes del suelo. El tubérculo puede tener formas y tamaños distintos, y por lo general pesa hasta 300 g.

Al terminar el período de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan y los tubérculos se desprenden de los estolones. A partir de este momento, los tubérculos funcionan como depósito de nutrientes que permite a la planta subsistir en el frío y posteriormente reverdecer y reproducirse. Cada tubérculo tiene de 2 hasta 10 brotes laterales (los

"ojos"), distribuidos en espiral en toda la superficie. De estos ojos brotan las nuevas plantas, cuando las condiciones vuelven a ser favorables [28].

2.1.4. Manejo del cultivo

Preparación del terreno: Es necesario preparar el terreno con anticipación. El arado debe profundizar por lo menos 30 cm, dejando expuesta la capa de arado unos diez días con el objeto de destruir pupas, larvas, malezas por la acción del clima. Colocación de trampas para el monitoreo y control del gusano blanco; las mismas que deben colocarse un mes antes de la siembra y se mantiene hasta realizar el primer rascadillo o primer aporque.

Siembra: Las distancias de siembra más usada son de 1,10 m entre surcos y 0,30 m entre plantas.

Fertilización: La mitad de Nitrógeno, todo Fósforo, Potasio y Azufre es mejor aplicarlos al momento de la siembra, la otra mitad de nitrógeno se aplica entre los 45 a 60 días después de la siembra. También es importante la incorporación de abono orgánico.

Aporque: Se realizan dos aporques; el primero a los 50 días para aflojar la tierra, incorporar nitrógeno y eliminar malezas. Luego un aporque alto a los 80 días que sirve para obtener una buena tuberización y dar protección a los tubérculos contra plagas y enfermedades.

Controles fitosanitarios: Para obtener buenos rendimientos en el cultivo debe estar libre de enfermedades y plagas durante todo el ciclo, por lo que se debe planificar y tomar todas las acciones preventivas para un manejo adecuado del cultivo.

Cosecha: Se realiza cuando el cultivo haya alcanzado la madurez fisiológica, es decir que la piel del tubérculo ya no se pela. El producto

cosechado se clasifica en: Gruesa: 7 cm en adelante; Pareja: 5-7 cm y Tercera: menor a 5 cm.

2.1.5. Composición química

La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos. Recién cosechada, contiene 80% de agua y 20% de materia seca. Entre el 60% y el 80% de esta materia seca es almidón. Las papas tienen abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C, una papa media de 150 g consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias del adulto (100 mg).

La papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral. Además, este tubérculo tiene vitaminas B_1, B_3 y B_6, y otros minerales como Potasio, Fósforo y Magnesio, así como Folato, Ácido Pantoténico y Riboflavina.

También contiene antioxidantes alimentarios, los cuales pueden contribuir a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y tiene fibra, cuyo consumo es bueno para la salud [28].

El contenido nutricional por 100 gramos (g) de papa varía de acuerdo a los diferentes estados de preparación así: cruda, cocida, asada, frita, puré y almidón, como se muestran en los Cuadros 9, 10 y 11.

Cuadro 27. Composición nutricional en base a 100 g

Estado	Energía (Kcal)	Proteína	Grasa	Hidratos Carbono	Agua
Cruda	85	2,10	0,20	19,00	77,80
Cocida	65	1,70	0,30	15,40	82,00
Asada	110	2,60	0,70	29,40	65,20
Frita	230	3,30	10,60	30,10	55,00
Puré	121	1,80	5,50	16,30	75,60
Almidón	350	1,80	0,90	81,80	14,10

Cuadro 28. Vitaminas (UI) por 100 g de porción asimilable

Estado	A	B_1	B_2	C	Niacina
Cruda	30	100	45	16000	1200
Cocida	10	45	25	9000	700
Asada	20	110	50	16000	1200
Frita	30	105	67	16000	1800
Puré	150	80	50	7000	800
Almidón	220	273			

Cuadro 29. Sustancias minerales (mg) por 100 g

Estado	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	P	S	Cl
Cruda	6,50	430,00	10,10	26,00	0,75	0,16	52,00	30,00	56,00
Cocida	225,00	280,00	6,10	15,00	0,48	0,11	32,00	22,20	40,70
Asada	8,60	745,00	12,00	32,00	0,90	0,20	29,00	56,30	103,00
Frita	11,70	1020,00	16,00	43,30	1,20	0,27	82,00	44,70	140,00
Puré	24,00	302,00	21,00	14,40	0,50	0,10	42,00	23,50	71,00
Almidón	6,10	426,00	6,50	20,30	0,74	0,13	31,20	28,30	71,20

Fuente: Departamento de Agricultura de los EE.UU. Base de datos nacional de nutrientes

2.1.6. Papa prefritas congeladas

Se entiende por papas fritas congeladas rápidamente el producto preparado con tubérculos limpios, maduros y sanos de la planta de la papa que se ajuste a las características de la especie *Solanum tuberosum* L. Estos tubérculos deberán haber sido seleccionados, lavados, pelados, cortados en tiras y sometidos a la elaboración necesaria para lograr un color satisfactorio, y haber sido fritos en aceite o grasa comestible. Las operaciones de elaboración y de fritura deberán ser suficientes para garantizar una estabilidad adecuada de color y sabor durante los ciclos normales de comercialización [61].

La empresa McCain fue la pionera en el procesamiento y comercialización de este tipo de producto. McCain nació en Canadá en el año de 1957 cuando los hermanos McCain de Florenceville empezaron su propia empresa familiar, las ventas desde 1957 han ascendido desde USD$ 152.678 a USD$ 5.3 billones en el año 2001 (McCain Foods, 2003. Cit. Correa, T. 2004).

2.1.7. Variedades idóneas

A nivel internacional las variedades usadas por la Asociación de Compañías Procesadoras de Papa en el estado de Idaho en EE.UU. son: Shepody, Ranger, Norkotah, Russet, Burbano, Irish, Cobbler, Sebazo, Kennebec, y Katahdin. Las líneas de producto que distribuyen van desde papas frescas, puré de papas y papas prefritas congeladas en diferentes tamaños y figuras. Las características buscadas para la producción agroindustrial son ojos poco profundos, forma oval plana [22].

A nivel nacional las variedades más cotizadas en locales de comidas rápidas, restaurantes y servicios de catering son: Superchola (79%), Única (10%), Gabriela (10%), Cecilia (9%), I-Fripapa (1%), y en menor porcentajes: Esperanza, Roja, María, y las nativas Uvilla, Leona Blanca, Bolona y Jubaleña [32].

Las variedades de papa utilizadas en la presente investigación fueron:

a. INIAP-Fripapa *(Solanum andigenum)*: Proviene de material mejorado del Centro Internacional de la Papa (CIP), su selección se inicio en 1991 con la identificación del Clon C-399 en la Estación Experimental Santa Catalina y desde 1992 en campos de productores. Su pedigri es 381397.36 por I-1039.

Características morfológicas: planta de tamaño medio, tallos en número de cuatro, color morado con pigmentación verde, presencia de alas dentadas. Hojas compuestas, color verde intenso, con tricomas en haz y envés; tamaño medio, cuatro pares de foliolos primarios; el foliolo terminal es mediano, asimétrico, foliolos secundarios pequeños. Flores abundantes a moderadas; color morado y tamaño medio. Tubérculos, de forma oblonga, piel de color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla; ojos superficiales y bien distribuidos; dormancia de 120 días.

Días a la floración 104. Días a la cosecha 171 (Semitardía). Hábito de crecimiento semierecto. Tipo de planta andígena/tuberosum, número de tubérculos por planta 22.

Su cultivo se recomienda para la zona norte: Carchi, Pichincha y en la zona centro: Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. De tamaño grande, forma oblonga, piel color rosado intenso, sin color secundario, pulpa amarilla y ojos superficiales. Se utiliza para: papas chips y a la francesa, sopas, puré y tortillas.

La composición química: materia seca 23,9%, gravedad específica 1,10, azucares reductores 0,12%, almidón 18,40%, proteína 8,32%, absorción de aceite en chips 29,51% (INIAP 2009). Textura interna (kgf) 10,26, rendimiento en bastones crudos (%) (Sin presecado) 82,10; rendimiento en bastones crudos (%) (Presecado) 72,13; rendimiento en bastones fritos (%) (Sin presecado) 42,03; rendimiento en bastones fritos (%) (Presecado) 40,12 [26].

b. Única: Es el resultado de las investigaciones participativas con los agricultores (Asociaciones de Productores), las instituciones nacionales de investigación en el sector agrícola (Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica y el CIP). El nombre de ÚNICA, es un reconocimiento a la indicada Universidad, como alma mater de los profesionales de dicha región y representa una abreviación e iníciales de dicha universidad.

La variedad Única (1998), fue liberada a los agricultores por la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica y en 2005 fue inscrita en el Registro Nacional de Cultivares con registro Nº 001-2005-AGSENASA-DGSV (SENASA, 2005) con el apoyo de los fondos provenientes del Proyecto FONTAGRO. El clon identificado con el código del investigador o

campo: C92.140 y con el código del CIP No. 392797.22, posteriormente fue denominado la variedad ÚNICA.

Esta variedad se utiliza principalmente para elaboración de papa a la francesa en razón del buen tamaño que alcanza y de su alto nivel de contenido de materia seca (19%). No obstante el contenido de azúcares reductores es bastante variable (va desde 0,19 a 1,59%), por lo que regularmente no se usa para la elaboración de "chips". Igualmente presenta limitaciones por su imposibilidad de almacenamiento prolongado (fuerte susceptibilidad al ataque de microorganismos y hongos patógenos). Las buenas características para el consumo en fresco y para el procesamiento en tiras, representa una alternativa de mejores ingresos para los agricultores por la demanda que puede generar en el mercado [62].

En el Cuadro 12, se puede apreciar una comparación de las principales características de las variedades de papa I-Fripapa y Única.

Cuadro 30. Principales características de las variedades a procesar

Características	**Variedad**	
	INIAP-Fripapa[1]	**Única[2]**
Forma	Oblonga	Oblongo y alargado
Color	Piel rosada intensa, sin color secundario, Pulpa amarilla	Piel crema con puntos morados, Pulpa crema
Tamaño	Grande	Grande
Profundidad de los ojos	Superficial	Superficial
Materia seca (%)	23,9	19 ± 2,64
Azúcares reductores (%)	0,12	0,19 a 1,59

Fuente: [1] INIAP, 2009 - [2] Revista Latinoamericana de la Papa, 2007 [62]
Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

2.1.8. Estándares de calidad de la papa

El surgimiento de papa prefrita congelada “pide” más esfuerzos en pro de la obtención de nuevas variedades para la industria de transformación de la papa.

De aquí parten diferentes objetivos de mejoramiento, tales como tamaño pequeño, aspectos visuales después de la cocción, y el sabor. Un reto particular es la obtención de variedades que tengan un rendimiento suficiente para el agricultor en aquellos tamaños pequeños de clasificación. La calidad de la papa está determinada por:

Calidad externa, comprende: forma uniforme, alargada u oblonga; tamaño uniforme (40 y 50 mm de diámetro), mediano o grande; la forma y tamaño de las papas, así las para hojuelas (chips), con ojos superficiales; completamente sanos y libres de enfermedades fisiológicas, con piel suave.

Calidad interna, esta determinada por la composición química de la papa, que es uno de los factores más utilizados para la clasificación y compra de variedades para la elaboración de diferentes productos de papa.

Los componentes químicos de la papa más significativos para la industria de procesamiento son:

Materia Seca o Contenido de Extracto Seco: Las papas son alimentos harinosos y contienen del 12-18% de almidón. El contenido de almidón debe ser alto (22-25%), lo que determina el rendimiento del producto terminado. Un adecuado contenido de materia seca permite obtener productos con consistencia, textura, apariencia y sabor adecuado (Young, N. 1981 cit. Banda, C. *et al.,* 1998). Si el contenido de materia

seca es bajo, los rendimientos en peso final es bajo y las pérdidas en aceite son mayores, incrementándose los costos de producción (Wiertsema, 1972 cit. Banda, C. *et al.,* 1998). Por el contrario, si el contenido de materia seca es muy alto, el producto que se obtiene es bastante seco.

Azucares Reductores: Los azúcares reductores, se forman a partir del almidón de los tubérculos. Este proceso implica la acción de la enzima invertasa, la cual se incrementa a temperaturas bajas y disminuye a temperaturas altas, de ahí que para disminuir la cantidad de azúcares reductores es fundamental controlar la temperatura de almacenamiento.

Es recomendable, dejar la materia prima durante varios días en locales con altas temperaturas (entre 10 y 20ºC). Si se reducen las temperaturas de almacenamiento para evitar la germinación por debajo de 10ºC, se reducen las velocidades de las reacciones de forma desigual generándose tubérculos dulces y con una mala textura. Si se mantienen las temperaturas entre 15-20ºC se produce disminución del contenido de azúcares [9].

En el Cuadro 13, se muestran las variables afectadas por las características de la materia prima.

Cuadro 31. Variables afectadas por las características técnicas de la materia prima

Característica técnica	Variable afectada
Forma y tamaño del tubérculo	Rendimiento del producto final
Profundidad de los ojos	Tiempo requerido para mover los ojos
Cáscara delgada/grosor	Cantidad de desecho, rendimiento
Porcentaje de defectos	Rectificado, rendimiento
Gravedad específica	Absorción de aceite, tiempo de fritura, rendimiento
Materia seca	
Contenido de azúcares	Color, sabor y textura del producto

Fuente: Lisinska y Leszczynsky, 1989; Talburt y Smith, 1975 cit. Linares, 1992 cit. Banda, C. *et al*., 1998

2.1.9. Pardeamiento enzimático en alimentos

El pardeamiento es un problema de primera magnitud en la industria alimentaria y se reconoce como uno de los principales de las pérdidas de calidad y valor comercial. El pardeamiento produce cambios en la apariencia (colores oscuros) y propiedades organolépticas (sabor, textura) de vegetales comestibles principalmente papas, manzanas y bananas cuando el tejido es dañado, cortado, pelado, enfermo o expuesto a cualquier número de condiciones anormales. Pero es importante mencionar que la formación de este color obscuro no es inconveniente cuando se busca un ligero pardeamiento en la preparación de: sidra, té, cacao, tabaco, etc. (Mayer, 1987 cit. Muñoz, K. *et al*., 2007).

Las reacciones de oxidación que provocan el pardeamiento de frutos y vegetales son de origen enzimático y están catalizadas principalmente por la enzima Polifenoloxidasa (PPO) y la peroxidasa (POD). A pesar que las PODs están ampliamente distribuidas en el reino vegetal, su papel de pardeamiento enzimático de frutos y vegetales está todavía bajo discusión, debido a que el nivel de H_2O_2 interno en las plantas limita la actividad de la POD. Se ha propuesto que en las reacciones de oxidación se genera H_2O_2 [64].

Sin embargo, la principal enzima responsable del pardeamiento enzimático es la PPO, que además es conocida por varios nombres tales como: tirosinasa, catecol oxidasa, catecolasa, cresolasa, o fenolasa (*o*-difenol oxigeno oxigenoreductasa, EC 1.10.3.1), monofenol oxigenasa, polifenolasa, catecol oxidasa y lacasa.

Distribución y localización de la PPO

La PPO es una enzima ampliamente distribuida en la escala filogenética, encontrándose tanto en organismos procariotas como eucariotas. Se trata de una enzima distribuida ampliamente en el reino

vegetal, siendo detectadas en algas, briófitos, pteridófitos, gimnospermas y angiospermas. Las PPO se encuentran asociadas a membranas tilacoidales del cloroplasto. (Mayer y Harel, 1979 cit. Muñoz, K. *et al*., 2007).

La enzima presente en los tejidos vegetales de papas es la PPO responsable del pardeamiento enzimático originando formación de color indeseable (usualmente café) y la pérdida del valor nutritivo. Los derivados del ácido cinámico son compuestos fenólicos simples que contienen un solo anillo bencénico, como por ejemplo, el ácido clorogénico en las papas.

Estructura y mecanismo catalítico

La PPO se describe como metaloenzimas que contienen dos átomos de cobre en el sitio activo. El pH óptimo para su actividad se encuentra en el rango de 5 a 7, a pH más bajos su actividad decrece rápidamente. La única estructura de PPO descrita hasta la fecha es de la batata, a partir de cristales por difracción de Rayos X. Como se muestra en la Figura 2, la PPO de la batata es un monómero de 39 kDa, que presenta una forma elipsoidal, con dimensiones 55*45*45 A°.

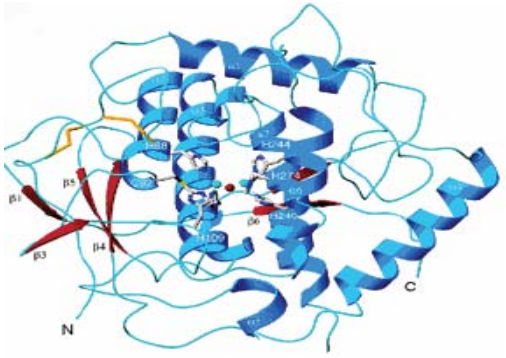


Figura 6. Representación estructural de PPO de batata (*Ipomea batata*)
Fuente: Klabunde y col, 1998 cit. Muñoz, K. *et al*., 2007

En la Figura 3, se ilustra cada uno de los átomos de cobre en el centro catalíco (CuA y CuB), se encuentran complejado mediante tres residuos de histidina. CuA se encuentra coordinado a los residuos de

histidina 88, 109 y 118, mientras que CuB se encuentra unido a los residuos de histidina en las posiciones 240, 244 y 274.

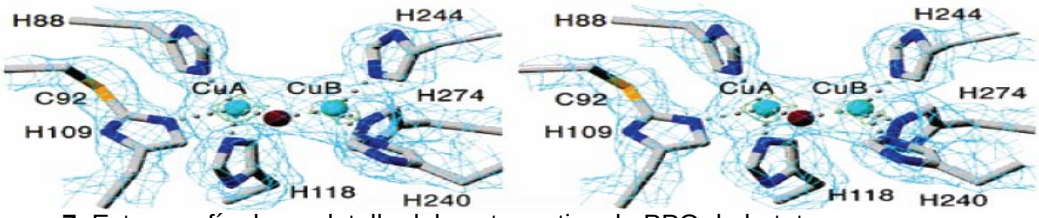
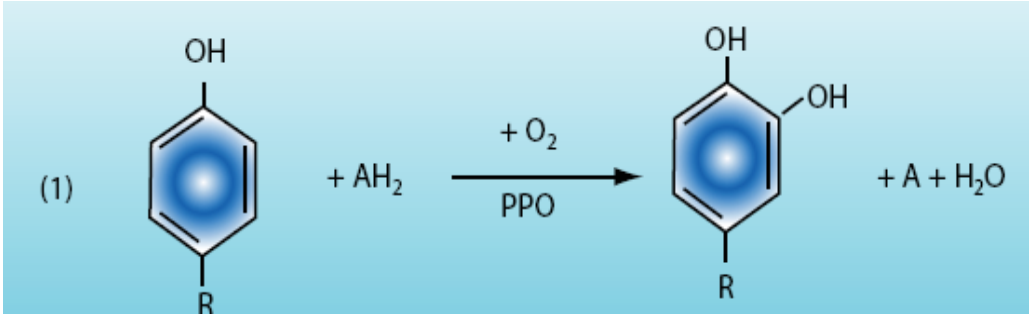


Figura 7. Esterografía de un detalle del centro activo de PPO de batata
Fuente: Klabunde y col, 1998 cit. Muñoz, K. *et al*., 2007

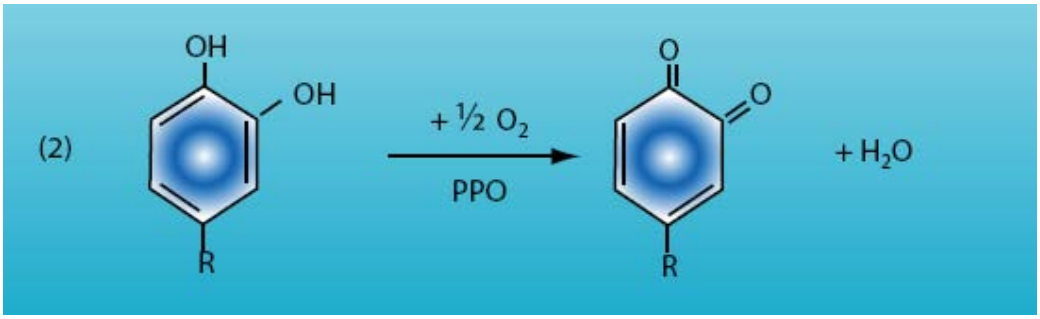
La mayoría de reacciones catalizadas por enzimas, la PPO puede catalizar dos tipos de reacciones (ambas involucran compuestos fenólicos), y se presenta en la Figura 4.

1. La actividad de la cresolasa o fenol hidroxilasa: el sustrato es un monofenol que sufre una hidroxilación para producir o-difenoles. El oxígeno para la hidroxilación proviene directamente del O_2.



monofenol (C_6H_5OH) o-difenol

2. La actividad de la catecolasa o polifenoloxidasa: el sustrato es un o-difenol, el cual sufre una remoción de hidrógenos para producir una o-quinona.



o-difenol o-quinona

Figura 8. Reacción de pardeamiento enzimático
Fuente: Fresh-cut Fruits and Vegetables Science, Technology and Market [63].

Las quinonas formadas reaccionan con agua formando trihidroxibencenos, luego al reaccionar con éstos con otras quinonas forman hidroxiquinonas que conduce a polímeros, este proceso se llama polimerización o condensación; las que conducen a la formación de pigmentos rojos, morados, pardos y negros. Se los designa bajo el término de melaninas.

2.1.10. Uso de inhibidores

Se utilizan varios tipos de inhibidores químicos para el control del pardeamiento. Algunos tipos actúan directamente como inhibidores de la PPO, otros propician un medio inadecuado para el desarrollo de la reacción de oscurecimiento y otros reaccionan con los productos de la reacción de PPO antes de que lleguen a formar los pigmentos oscuros [63].

Los inhibidores utilizados en la presente investigación fueron:

Metabisulfito de Sodio ($Na_2O_5S_2$)-E223

Es un polvo o cristal con una alta solubilidad en agua (la menor es de 250 mg/ml). Se recomienda de 0,01 a 0,05% p/v. La proporción de cada especie química que se produce está en función del pH, ya que, a

4,5 se tiene una alta cantidad de bisulfito y a medida que se reduce el pH se favorece la forma no disociada del ácido sulfuroso, considerado como el agente propiamente activo contra los microorganismos: hongos, levaduras y bacterias [17]. Los sulfitos presentan las siguientes funciones en los alimentos:

a) Inhiben las reacciones de oscurecimiento de Maillard, ya que bloquean los grupos carbonilo libres de los azúcares y evitan que éstos interaccionen con otros aminoácidos; además, ejercen una acción decolorante sobre los pigmentos melanoidinas, productos finales de estas transformaciones.

b) Evitan las reacciones de oscurecimiento enzimático, pues su poder reductor inhibe la síntesis de quinonas, además que pueden tener una acción inhibitoria sobre las PPO, en su poder reductor y la incorporación del ión sulfito a las o-quinonas con la producción de fenoles sulfonados, productos estables y no reactivos evitando su polimerización a pigmentos oscuros [12].

A veces se utiliza en combinación con acidulantes, siendo el más utilizado el ácido cítrico debido a su presencia natural en los tejidos.

Acido Cítrico ($C_6H_8O_7$)-E330

Es un aditivo especialmente eficaz para evitar el oscurecimiento que se produce rápidamente en las superficies cortadas de algunas frutas y vegetales [12].

El acido cítrico tiene un doble efecto: baja el pH y quelación de Cu del lugar activo de la PPO. Frecuentemente se usa en combinación con otros agentes antipardeamiento, ya que es muy difícil lograr una inhibición completa del oscurecimiento únicamente con el control del pH.

Teóricamente, se logra la inhibición bajando el pH 2,0 o más unidades bajo el pH óptimo de la PPO 6,0-6,5; se puede detectar poca actividad por debajo de un pH de 4,5. También se ha reportado que una inactivación irreversible de la PPO se puede lograr a un pH menor a 3,0. Su concentración es de 0,5 a 2% (p/p). Es perfectamente inocuo a cualquier dosis concebiblemente presente en un alimento [63].

2.1.11. Escaldado

Se entiende por escaldado o blanching a un proceso térmico de corta duración y a una temperatura moderada. El escaldado no es un sistema de conservación en sí mismo, es una operación previa de suma importancia en los procesos de conservación por calor de productos envasados, congelación y deshidratación de productos sólidos. En el caso de la congelación el objetivo es la inactivación enzimática, eliminación de los gases ocluidos en los tejidos, que se debe eliminar antes que comience la cristalización, reduciendo de forma importante los fenómenos de oxidación y reducción de la carga microbiana superficial en un 90% [50].

El escaldado hace que el producto tenga un color más uniforme, reduce la absorción de grasa en la fritura por la gelatinización de la capa de almidón de la superficie, evita que las papas se peguen la capa de almidón de la superficie, evita que las papas se peguen al freír, reduce el tiempo de fritura y mejora la textura.

Se debe mantener un control estricto de la temperatura de operación ya que las papas bajan la temperatura del agua al ingresar a la marmita [17]. El tiempo de calentamiento dependerá del método de calentamiento, la temperatura empleada y la propiedades físicas de producto; tamaño, forma de corte, etc.

Los medios de calefacción más usuales son el agua caliente y el vapor de agua. Los escaldadores que utilizan agua tienen el inconveniente de que se produce una mayor pérdida de nutrientes por lixiviación. Además existe un mayor riesgo de contaminación por bacterias termófilas, un mayor gasto por el consumo de agua que además generará un gran volumen de efluentes de difícil desecho. Por el contrario, serán necesarias menores inversiones en los aparatos y habrá una mayor eficiencia energética, se perderá el 60% de energía consumida.

En cambio, los escaldadores de vapor húmedo provocarán menores pérdidas de componentes hidrosolubles, menor volumen de efluentes y por tanto menor gasto por consumo de agua. Son fáciles de limpiar y de esterilizar. En el lado negativo, se puede decir que tienen una menor capacidad limpiadora y gastos de inversión mayores que en los escaldadores de agua. Asimismo, habrá una menor eficiencia energética en el proceso, se perderá el 95% de la energía consumida [50].

2.1.12. Prefritura

La papa es el alimento más importante que se fríe por inmersión, siendo este un método rápido, práctico y económico, debido a que todo el calor se concentra en una pequeña unidad y hay poco desperdicio de gas y electricidad. Además los alimentos fritos por inmersión son apetecibles por su sabor y textura [16].

La mayoría de alimentos se fríen a intervalos de 163-191°C. Temperaturas demasiado bajas provoca que los mismos atrapen más cantidad de grasa en su interior, temperaturas mayores a 204°C suelen producir un pardeamiento superficial antes de que el interior del alimento este completamente hecho [16]. Las investigaciones efectuadas en Polonia en el Laboratorio Central de Técnica Frigorífica establecen los

parámetros óptimos para el tratamiento térmico: 5 min por 180ºC para papas fritas, y 3 minutos a 180ºC para papas prefritas.

La prefritura es un proceso físico-químico complejo, donde ocurre una rápida coagulación de las proteínas de la superficie del producto y provoca una casi impermeabilización del mismo, la que controla la pérdida de agua desde su interior, convirtiéndose en vapor. El espacio libre que deja el agua que escapa es ocupado por el aceite. El objetivo de la prefritura es conseguir un producto que pueda ser posteriormente frito en un tiempo muy breve.

El producto frito posee una estructura distintiva. Su parte externa es una superficie que contribuye al impacto visual inicial debido a su tostado, presentando un color entre dorado y pardo, resultante de las reacciones de las proteínas y los azúcares por acción del calor, produciéndose el pardeamiento no enzimático (Reacción de Maillard).

2.1.13. Aceite

El aceite de fritura actúa como medio transmisor de calor y, por otro lado, llega a ser un ingrediente del producto frito al ser absorbido por el mismo. Por esta última función tiene especial interés la estabilidad del aceite y grado de alteración que influirán directamente en la duración del producto frito.

Especificaciones para el aceite de fritura

Es importante utilizar un aceite adecuado para realizar la fritura en profundidad. El aceite no es sólo un medio para transferir calor del recipiente al alimento, es en sí mismo un alimento. Las grasas insaturadas son las más adecuadas desde el punto de vista nutricional, pero su estabilidad es menor durante la fritura.

De ahí que los aceites más saturados tienen mayor estabilidad y son menos propensos a los procesos oxidativos; lo cual indica que cuando el aceite se utiliza continuamente se emplean grasas más sólidas que maximicen la estabilidad para muchas horas de fritura. Otro aspecto de las grasas saturadas que se considera es que su consumo excesivo puede ser la principal causa de arterosclerosis, por lo que se recomienda que no represente más del 10% de calorías de una dieta.

Por lo que los aceites pueden ser sometidos a reacciones físico-químicas que cambian las propiedades funcionales, haciéndolas más apropiadas para la fabricación de alimentos como: grasas para freír. Los métodos de modificación de aceites son la hidrogenación, interestificación y fraccionamiento.

El proceso de la hidrogenación se desarrolló como una necesidad en la industria de los fritos a: (1) aumentar la estabilidad frente a la oxidación de la grasa, (2) proporcionar estabilidad máxima en altas temperaturas, (3) inducir puntos de fusión bajos a fin de reducir la sensación de grasa en la boca [10] [16]. El aceite puede ser hidrogenado de una manera selectiva para minimizar el desarrollo de ácidos grasos trans o para maximizar la conversión de ácido linolénico en ácido linoleico cuando cualquiera de los dos es deseable.

En el presente proyecto se trabajó con aceite de palma tri-refinado; este aceite es semisólido porque es saturado en un 50%, su composición en promedio es: 50% ácidos grasos saturados (principalmente palmítico), 40% ácidos grasos monoinstaurados (principalmente oleico) y 10% ácidos grasos poliinsaturados. El aceite para la fritura debe ser fresco y sujeto a ciertos criterios de calidad, esto se aprecia en el Cuadro 14.

Cuadro 32. Especificaciones de aceite comestible para la fritura

Criterio	Unidad	Especificación	Aceite de palma africana
Gusto	-	ninguno	ninguno
Índice de peróxidos	meq O_2/kg	1-2 (<1.0)	10,00
Punto de humo	ºC	200-220 mín.	2750
Humedad	%	0,05-0,1 máx.	0,10
Acidez (Ácido oleico)	%	2-3 máx.	0,20
Índice de yodo	cg/g	<100	58,00

Fuente: Navas (2003) cit. Guayta, J. (2006), Normas INEN 1640:1988-04

2.1.14. Equipos de frituras

Los modernos equipos de fritura por inmersión producidos por fabricantes acreditados son fáciles de usar y, generalmente fáciles de mantener en buenas condiciones. En el proyecto se utilizó una freidora discontinua, donde la fritura se lleva a cabo por lotes o en "batch", es decir, se introduce una cantidad adecuada de alimento y se fríe, y hasta que este no se retira, no se introduce más producto. El tipo de calentamiento del equipo es en espiral donde la resistencia forma un espiral alrededor de todo el recipiente, lo que permite que el aceite reciba el calor con mayor uniformidad y menor agresividad, permitiendo ligero incremento de su vida útil.

Los equipos de fritura por inmersión deben cumplir con una serie de requisitos para garantizar resultados satisfactorios con su utilización, entre los que se encuentran:

- No aportar trazas de metales al aceite, especialmente como el Cobre. La presencia de pequeñísimas cantidades de Cobre en el aceite de fritura acortan su vida útil en un 20-30%. Las freidoras deben estar hechas de acero inoxidable.

- Existencia de tapa para evitar que la luz incida sobre el aceite. La misma debe permitir la instalación de un sistema de extracción de

humos, que recogerá y canalizará el vapor, las sustancias volátiles y las pequeñas gotas de aceite arrastradas.

Es importante que la posible condensación de estos humos no gotee dentro de la freidora. Una aspiración muy intensa puede producir el enfriamiento del aceite.

- Ubicación de un filtro, en la propia freidora o cerca del intercambiador de calor, que elimine las partículas de producto que se requeman y carbonizan en el aceite.

2.1.15. Las buenas prácticas en la fritura

Obtener alimentos fritos con calidad sanitaria requerida y calidad sensorial característica, que el aceite se mantenga dentro de los límites de calidad adecuados y que además la fritura sea lo más rentable posible, requieren de la aplicación de las buenas prácticas durante el proceso de fritura.

Entre las buenas prácticas del proceso de fritura por inmersión se encuentran:

- Retirar el exceso de humedad antes de comenzar la fritura o prefritura.
- Aceite de buena calidad y estabilidad frente al calentamiento, a las temperaturas requeridas por el proceso.
- Proporción correcta entre aceite/producto, 4,5 kg de aceite por cada 450 g de producto.
- Frecuente análisis del aceite durante su uso.
- Conservación y reutilización adecuada del aceite. En la mayoría de "*fast-food"* se precisa desechar el aceite cada 7-10 días.
- Procesos de limpieza mediante la eliminación mecánica de los residuos del fondo y de las superficies laterales de la freidora.

2.1.16. Principales alteraciones del aceite

Los cambios físicos y químicos que ocurren durante el proceso de fritura y prefritura tanto en el alimento como en el aceite estarán determinados por: tipo, características y calidad del aceite a utilizar, condiciones del proceso de fritura, temperatura y tiempo, características de la freidora, grado y velocidad de renovación del aceite en el transcurso del proceso. Los cambios químicos más importantes durante el uso de aceite son: (1) formación de color, (2) oxidación, (3) polimerización y (4) hidrólisis. Además de estas transformaciones químicas, se observa otros cambios físicos como el desarrollo de olor y sabor [16].

Los procesos y alteraciones que sufre el aceite durante el proceso son:

a) Oxidación. El oxígeno del aire reacciona con el aceite de la freidora. Algunos productos de esta reacción son eliminados de la freidora por el vapor desarrollado en la fritura del alimento, pero otros productos permanecen en el aceite como son: hidroperóxidos y en las reacciones posteriores aparecen, hidrocarburos, lactonas, alcoholes, compuestos carbonilos, ácidos, epóxidos, etc.

La presencia de estas sustancias provoca cambios sensoriales, alteraciones del olor y sabor, conocidos como rancios, también el oscurecimiento del producto y la afectación de su palatabilidad. El sabor rancio se debe a la presencia de ácidos orgánicos de cadena corta como fórmico, acético y propiónico. Por lo tanto, para mantener un nivel de oxidación al mínimo en el aceite de fritura es necesaria la eliminación regular de partículas de alimento que se encuentren en el aceite de fritura, evitar la contaminación con Cobre.

b) Polimerización. Una oxidación excesiva va a menudo acompañada de una polimerización. Cuando los aceites sufren

calentamiento en el proceso de fritura en profundidad, se forman varios productos de descomposición, algunos volátiles como los peróxidos y otros no volátiles como los compuestos polares, monómeros y dímeros, muchos de ellos son tóxicos, además oscurecen el aceite.

Los polímeros favorecen la formación de espuma y por tanto se incrementa el proceso oxidativo. Hay aumento de la viscosidad y un mayor arrastre de aceite por el producto frito. Aparece una capa de polímeros adherida a las paredes de la freidora e inclusive en la superficie del aceite que es difícil de eliminar. Los monómeros y dímeros, polímeros de baja masa molar, si son absorbidos por la pared intestinal y muchas de estas sustancias están reconocidas como tóxicas o potencialmente cancerígenas, por ejemplo el benzopireno producido por la ciclación del colesterol.

Es necesario destacar que las cantidades altas de alimento al freírse muestran una reducción de la tendencia de la formación de espuma; debido a mayor cantidad de alimento friéndose más rápida es la sustitución del aceite usado por el aceite nuevo.

c) Hidrólisis. Es la reacción del agua del alimento con la grasa de fritura para formar ácidos grasos libres. Como consecuencia de la hidrólisis hay un incremento de ácidos grasos libres por lo que se favorece la autoxidación del aceite. Pero la calidad de los aceites juega un papel menor en la reacción de hidrólisis que en la formación de color, oxidación y polimerización.

Las diferencias de ácidos grasos libres no indican necesariamente entre aceites de buena y mala calidad para el sistema de fritura. Además que tampoco con la calidad del alimento frito, debido a que los ácidos grasos libres son algo volátiles a las temperaturas de fritura. Con relación al punto de descarte del aceite en la fritura, los criterios propuestos son

múltiples, dependiendo del tipo de aceite, las características del proceso, el control analítico y las legislaciones al respecto.

2.1.17. Congelación

Las papas fritas congeladas se conservan en almacenamiento a bajas temperaturas por más tiempo y con mejor calidad a diferencia de la mayoría de vegetales congelados (Shiun y Woodroof, 1988 cit. Correa, T. 2004). La calidad de los productos congelados depende de: características de la materia prima, las condiciones de elaboración, envasado, temperatura y duración del periodo de almacenamiento. Los congelados constituyen uno de los productos más seguros del mercado y raramente se producen intoxicaciones alimentarias.

La congelación trata de producir la suficiente disminución de temperatura en el alimento, mediante la eliminación del calor del alimento y la velocidad con la que esta se produce. En el proceso de congelación se produce la congelación del agua que este conlleva influyendo esto posteriormente en la calidad del alimento [48].

La congelación comprende tres etapas: (1) enfriamiento, fase que abarca desde la temperatura inicial del producto hasta aquella en que comienza la congelación, (2) cambio de estado, se inicia con la formación de cristales de hielo y la liberación de calor, (3) enfriamiento posterior, cuando toda el agua se ha transformado en hielo, se reinicia el descenso de temperatura.

En el proceso de congelación las dos variables más importantes son la velocidad y el tiempo de congelación. Atendiendo al primer factor, se tienen 2 clases de congelación, lenta y rápida.

La congelación lenta se realiza mediante aire de circulación natural o mediante ventiladores. Las temperaturas pueden variar entre -15°C a -29°C y el tiempo oscila entre 30 a 72 horas, este tipo de congelación es el que se utilizó en PLANHOFA C.A. En cambio, la congelación rápida individual (IQF) en solo 12 minutos a una temperatura de -40°C. El sistema IQF tiene la ventaja de dar al producto final una apariencia libre de escarcha, es por lo común el método principal porque se forman cristales de hielo más pequeños y así hay menor destrucción de las células del alimento.

Según el Instituto Internacional del Frío para congelar hortalizas como papas fritas se recomienda: una temperatura de -18ºC, y se obtiene una conservación de 6 meses. Las papas fritas congeladas, son de 30-45% de la papa fresca, con un contenido de grasa de 5-7%. Las papas fritas congeladas, procedentes de variedades adecuadas, manifiestan cambios ligeros de calidad tras un año de almacenamiento a -24ºC. Según datos de origen norteamericano, se conservan bien por un año y más a -18ºC [13].

2.1.17.1. Propiedades de los alimentos congelados

El proceso de congelación produce un drástico cambio en las propiedades térmicas de los alimentos. Las propiedades de los alimentos cambian debido a la pérdida de agua que experimentan así como al efecto que el cambio de fase produce en el agua. El agua es más densa que el hielo por lo que ocupa menos volumen [49]. Cuando el agua dentro del producto pasa al estado sólido también cambia de forma gradual propiedades como:

Densidad. La densidad del agua en estado sólido es menor que en estado líquido. La densidad de un alimento congelado será, por tanto, menor que la del producto no congelado, existiendo una dependencia con la temperatura.

Conductividad térmica. La conductividad térmica del hielo es aproximadamente 4 veces superior a la del agua líquida. Esta relación tiene un efecto similar sobre la conductividad térmica del alimento congelado.

2.1.17.2. Almacenamiento de alimentos congelados

La eficacia de la congelación de alimentos depende directamente del proceso de congelación. El factor más importante que influye sobre la calidad de los alimentos congelados son las fluctuaciones de temperatura de almacenamiento, que producen cambios en la temperatura del producto.

Se ha demostrado que la temperatura de -18ºC es un nivel adecuado y seguro para conservar los alimentos congelados. Los microorganismos no pueden crecer a esta temperatura y la acción de los enzimas es muy lenta, pero el propio almacenamiento produce alteraciones en el alimento. Todos estos procesos dan lugar a tensiones internas que pueden llegar a producir agrietamientos o fracturas del alimento congelado. Así:

Recristalización. Durante el almacenamiento hay una tendencia de los pequeños cristales a unirse entre ellos formando otros de mayor tamaño. Esto se debe a que los pequeños cristales resultan más inestables que los grandes al poseer más energía en la superficie por unidad de masa. Este fenómeno es más acentuado si se almacena el producto a temperaturas cercanas a 0ºC. Cuanto más baja es la temperatura, menores son los efectos, considerándose casi despreciables por debajo de -60ºC.

Quemadura por frío. Cualquier entrada de aire caliente al interior de la cámara de congelación da lugar a un gradiente de temperatura entre el aire frío interno y el caliente que penetra. Aparece en la superficie del

tejido como manchas de color oscuro, también aparecen zonas blanco-grisáceas debidas a los huecos dejados por el hielo después de su sublimación. Si el fenómeno se mantiene durante suficiente tiempo, las capas superficiales se van esponjando y empiezan a deshidratarse las inferiores. Si la quemadura es pequeña, el fenómeno es reversible por exposición a la humedad y rehidratación. Esto se comprueba sometiendo a cocción una zona ligeramente quemada. Si la quemadura ha sido por el contrario más profunda, se han producido oxidaciones, cambios químicos que ya no son reversibles.

Bolsas de hielo. Cuando en un alimento que tiene bolsas de aire, huecos o el envase está deficientemente llenado y hay además un gradiente de temperatura en él, el alimento desprende humedad, se produce la sublimación en el interior de dichos huecos o en la pared interior del envase, formando una capa de escarcha y cristales de hielo denominados bolsa de hielo.

Desnaturalización proteica. Cuando el producto se ha congelado lentamente o cuando ha habido fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento, los cristales de hielo que se forman crecen extrayendo agua ligada a las proteínas, de tal forma que estas se desorganizan siendo luego incapaces de recuperar dicha agua durante la descongelación, de manera que esta agua al perderse arrastra los nutrientes hidrosolubles. Este proceso cambia la textura del alimento, produciendo un endurecimiento e incluso disminuyendo su solubilidad y valor nutritivo.

Contracción de los lípidos. Un lípido en estado sólido se denomina grasa, mientras que si está líquido se llama aceite. El cambio de estado de sólido a líquido depende de la temperatura de fusión del lípido. Al congelar un alimento los aceites se solidifican y pueden llegar a contraerse [28].

2.1.18. Empaque

Para el envasado de alimentos congelados se utiliza polietileno de baja densidad debido a su escaso costo y resistencia a las bajas temperaturas y al desgarro, tiene una permeabilidad relativamente baja al vapor de agua. No es conveniente una impermeabilidad excesiva al vapor, pues supone un riesgo para el crecimiento de mohos y para el ablandamiento de la corteza del producto. El empaque que se utilizó en la presente investigación son bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE) con 0,2 mm de espesor y con capacidad de 2 kg.

2.1.19. Vida útil

La vida útil es el tiempo que un alimento antes de ser declarado no apto para el consumo humano. La durabilidad de la papa prefrita congelada se determina en base a las especificaciones microbiológicas establecidas por AVIKO (exportador de papas prefritas congeladas) en los que constan: Aerobios, Coliformes, Hongos y *S. aureus.* En base a las especificaciones de calidad AVIKO establece como aceptables los requisitos microbiológicos para papas prefritas congeladas los siguientes niveles que se presentan en el Cuadro 15.

Cuadro 33. Requisitos Microbiológicos para papa prefrita congelada

Microorganismos	Mínimo	Máximo
Aerobios	10^4/g	10^5/g
Coliformes	10^2/g	10^3/g
Hongos	-	10^3/g
S. aureus	-	Ausencia

Fuente: AVIKO

Alvarado, JD. (1996), cit. Campoverde, C. y Zumbana, J. (2001), menciona que el crecimiento de microorganismos en los alimentos obedece a una reacción de primer orden, la cinética de deterioro en el alimento causada por reacciones de este tipo puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$\ln C = \ln Co + k * t$$

Siendo **C** = parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil, **Co** = concentración inicial, **t** = tiempo de reacción y **k** = constante de velocidad de reacción.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se basa en un paradigma Positivista según:

Reichart y Cook (1986), este paradigma tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño preestructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencial e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados.

Además la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente, y la relación sujeto-objeto es independiente. Para este enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo y puede y debe ser estudiada y por tanto conocida.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En la Fundamentación legal se consideran los métodos utilizados para cada uno de los ensayos, los establecidos en las Normas elaboradas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, para productos procesados prefritos congelados, vigentes a la fecha de estudio, y de otros autores.

Cuadro 34. Normas Técnicas

Descripción	Norma Técnica
Hortalizas Frescas, Papas-Requisitos	INEN 1516:1987-01
Determinación de Humedad	Método 930.15 A.O.A.C. 1996
Determinación de Cenizas	NTE INEN 0401:79 Voluntaria AL 02.01-326
Determinación de Azucares Reductores	Lane y Eynon, 1923
Actividad de la Polifenoloxidasa	Raganna, 1986
Análisis de Color	Ott, 1992 y Ranganna, 1986
Determinación de Acidez Titulable del Aceite	Norma INEN 162
Determinación de Índice de Peróxido del Aceite	Norma INEN 277:1978:02
Ácidos Grasos Libres	Shortening monitor de 3M.
Recuento total de microorganismos	Aerobios Mesófilos: NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303
S. aureus	NTE INEN 1529-14:98 Voluntaria AL 01.05-312
Coliformes	NTE INEN 1529-13:98 Voluntaria AL 01.05-310
Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308

Fuentes: INEN; AOAC, 1996
Elaborado por: Lucia Pazmiño G, 2010

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1. Diagrama de flujo del proceso para papa prefrita congelada tipo bastón

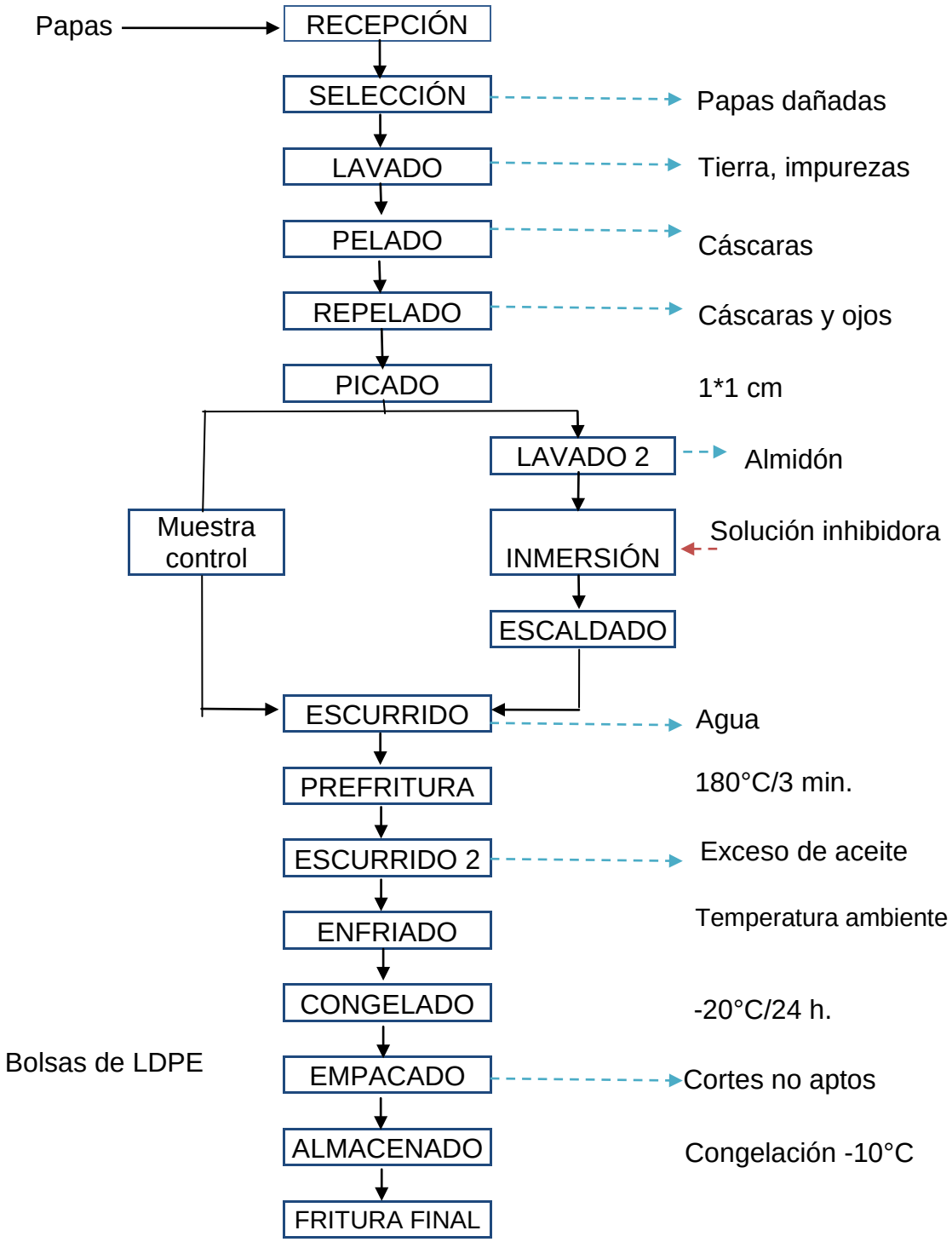


Gráfico 22. Diagrama de flujo del proceso de papa prefrita congelada tipo bastón
Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

2.4.2. Descripción del proceso

1. Recepción: Las papas de las variedades: I-Fripapa y Única, procedentes de zonas de cultivo de bajío a 2.800 msnm del Cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua; de forma regular y en perfectas condiciones higiénico-sanitarias, fueron proporcionadas por el CONPAPA. Se tomaron muestras mediante un muestreo aleatorio para señalar diámetro y longitud de la papa. Además se analizaron en los bastones: % de humedad, % de materia seca, textura (kg/sq cm) y % de azucares reductores.

2. Selección y lavado: Se retiraron las papas dañadas, y las demás se lavaron para eliminar tierra y otras impurezas, con el objeto que queden limpias y reducir considerablemente la carga bacteriana superficial.

3. Pelado y Repelado: Una vez limpias las papas, se pelaron con la ayuda de una peladora eléctrica para quitar la corteza. Se procuró que el pelado sea lo más uniforme posible. Finalmente con el repelado se elimina cáscaras y ojos profundos.

4. Picado: El picado se realizó con una máquina manual con cortes uniformes de 1 x 1 cm de sección, por el largo de la papa, lo que da lugar a la formación de los bastones.

5. Acondicionamiento: Los bastones de papa se acondicionaron mediante las siguientes operaciones: lavado 2, inmersión, escaldado y escurrido, como se detalla a continuación:

5.1. Lavado 2: El lavado de las papas picadas en forma de bastones constituye el inicio del acondicionamiento, para lo cual se lavaron con agua por cinco veces consecutivas hasta que el agua de lavado quede lo

más clara posible, con el fin de eliminar el almidón. Paralelamente se retiraron los bastones que presenten defectos.

5.2. Inmersión: A los bastones de papa se les sometió imnediatamente a una inmersión en una solución de 0,01% p/v de Metabisulfito de Sodio y de 1,5% p/v de Ácido Cítrico por un lapso de 30 minutos.

5.3. Escaldado: Los bastones se sometieron a escaldado en un escaldador con control automático de temperatura y tiempo; utilizando agua potable a tres temperaturas: 50, 60 y 70ºC y aplicando tiempos de 3, 4 y 5 minutos. El tiempo de escaldamiento se contó desde que los bastones ingresan a escaldador.

5.4. Escurrido: Se eliminó el exceso de agua de los bastones ya acondicionados permitiendo que el agua se escurra, por un tiempo de 5 minutos.

6. Prefritura: Una vez escurridos, los bastones de papa acondicionados se sometieron a la prefritura, con la ayuda de la freidora industrial, sumergiéndoles en aceite caliente a una temperatura de 180ºC por 3 minutos. La marca de aceite vegetal comestible utilizado fue de palma trirefinado “El Cocinero”.

7. Escurrido 2: Luego de la prefritura se eliminó el exceso de aceite de la superficie de las papas, inclinando la canasta de la freidora a 45° por 20 segundos.

8. Enfriado: Se enfriaron los bastones prefritos a temperatura ambiente para evitar choques térmicos bruscos que pueden provocar daño a la calidad del producto y al equipo de congelación.

9. Congelado: Los bastones prefritos se colocaron en bandejas de acero inoxidable y se distribuyeron en forma individual para evitar acumularlos y de esta manera impedir que se adhieran entre sí. Luego se congelaron en cámaras de congelación a una temperatura de -20ºC por 24 horas.

10. Empacado: Las papas prefritas congeladas se empacaron en fundas de 2 kg de LDPE. Se removieron además las unidades cortas (por rotura) o quebradas.

11. Almacenado: Las papas prefritas congeladas y empacadas se almacenaron a -10ºC en las cámaras de congelación. Se determinó su vida útil por 30 días a través de análisis microbiológicos: Recuento Total, Mohos y Levaduras, Coliformes Totales y *S. aureus*.

12. Fritura final: Se realizó una fritura final para el respectivo análisis sensorial (color, olor, sabor, textura, aceitosidad residual y aceptabilidad) con un panel de 10 catadores semi-entrenados.

2.5. HIPÓTESIS

Las hipótesis que se plantearon en la investigación son:

Hipótesis nula (Ho) T1 = T2 = T3……..n

Interpretación: No hay diferencia significativa en la calidad del producto al aplicar condiciones de acondicionamiento.

Hipótesis alternativa (H_1) T1 ≠ T2 ≠ T3…….n

Interpretación: Hay diferencia significativa en la calidad del producto al aplicar condiciones de acondicionamiento.

2.6. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1. Variable independiente

Aplicación de una tecnología de acondicionamiento.

2.6.2. Variable dependiente

Elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón en la variedad: Única y I-Fripapa.

2.6.3. Unidad de observación

Muestras de bastones de papa prefrita congelada tipo bastón para evaluaciones fisico-químicas, microbiológicas, nutricionales y sensoriales.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Las modalidades básicas de la investigación son: bibliográfica y experimental, considerando los siguientes aspectos:

En la investigación bibliográfica se revisaron trabajos de investigación tecnológica en tesis de grado, estudios de mercado, revistas científicas, folletos, boletines de prensa, etc.; para respaldar con datos bibliográficos y resaltar la importancia social del estudio para la economía local.

La modalidad experimental se aplicó al desarrollar el diseño experimental para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón y mediante la recopilación de información obtenida del análisis estadístico de los factores en estudio.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel o tipo de investigación del presente proyecto, se basó en un estudio de asociación de variables que aspira responder preguntas de investigación relacionados a los niveles de tiempo y temperaturas aplicados a dos variedades de papas, pretendiendo evaluar la dependencia y interacción entre las variables estudiadas o factores y sus distintos niveles. Por lo tanto, el presente estudio fue de tipo correlacional y exploratorio.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Para el proyecto investigativo se tiene como población la papa comercial en fresco, que son comercializadas por el CONPAPA, provenientes del Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua.

3.3.2. Muestra

De la población de papa en fresco comercializada por el CONPAPA, se utilizó papas de dos variedades: I-Fripapa y Única.

3.3.3. Diseño experimental

La presente investigación corresponde a un diseño experimental de clasificación triple, denominado diseño factorial A*B*C, dado que se ensayaron tres factores de estudio diferentes, así el Factor A: 2 variedades de papa, Factor B: 3 temperaturas de escaldado y Factor C: 3 tiempos de escaldado. El diseño factorial fue (2*3*3) lo que equivale a 18 tratamientos, cada tratamiento con una réplica. Por lo tanto se tuvo un total de 36 tratamientos.

Si se denota por A*B*C a los factores que actúan respectivamente con a, b y c niveles, las respuestas experimentales pueden explicarse por el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkr} = \mu + \alpha_i + \beta_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (ABC)_{ijk} + \Gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

u= efecto global

A_i= efecto del i-ésimo nivel del factor A; i=1,…a

B_j= efecto del j- ésimo nivel del factor B; j= 1,…b

C_k= efecto del k-ésimo nivel del factor C; k= 1,…c

$(AB)_{ij}$= efecto de la interacción entre los factores A, B

$(AC)_{ik}$= efecto de la interacción entre los factores A, C

$(BC)_{jk}$= efecto de la interacción entre los factores B, C

$(ABC)_{ijk}$= efecto de la interacción entre los factores A, B, C

R_l= efecto de la replicación del experimento l= 1,…, r

E_{ijkl}= residuo o error experimental

Los factores y los niveles se detallan a continuación:

Factor A: Variedad de papa

a_o= I-Fripapa

a_1= Única

Factor B: Temperatura de escaldado

b_0= 50ºC

b_1= 60ºC

b_2= 70ºC

FACTOR C: Tiempo de escaldado

c_0= 3 minutos

c_1= 4 minutos

c_2= 5 minutos

A continuación se presenta la notación de tratamientos aplicados al diseño experimental:

A	B	C	Tratamientos
I-Fripapa	50ºC	3 minutos	$a_0b_0c_0$
I-Fripapa	50ºC	4 minutos	$a_0b_0c_1$
I-Fripapa	50ºC	5 minutos	$a_0b_0c_2$
I-Fripapa	60ºC	3 minutos	$a_0b_1c_0$
I-Fripapa	60ºC	4 minutos	$a_0b_1c_1$
I-Fripapa	60ºC	5 minutos	$a_0b_1c_2$
I-Fripapa	70ºC	3 minutos	$a_0b_2c_0$
I-Fripapa	70ºC	4 minutos	$a_0b_2c_1$
I-Fripapa	70ºC	5 minutos	$a_0b_2c_2$
Única	50ºC	3 minutos	$a_1b_0c_0$
Única	50ºC	4 minutos	$a_1b_0c_1$
Única	50ºC	5 minutos	$a_1b_0c_2$
Única	60ºC	3 minutos	$a_1b_1c_0$
Única	60ºC	4 minutos	$a_1b_1c_1$
Única	60ºC	5 minutos	$a_1b_1c_2$
Única	70ºC	3 minutos	$a_1b_2c_0$
Única	70ºC	4 minutos	$a_1b_2c_1$
Única	70ºC	5 minutos	$a_1b_2c_2$

Respuestas experimentales:

- Absorbancia (A_{420nm}) utilizado como referencia para expresar la actividad de la enzima Polifenoloxidasa (PPO).
- Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color.
- Resistencia a la rotura utilizado como referencia para expresar la textura (kg/sq cm).

Es importante señalar que después de determinar los mejores tratamientos de escaldado para las dos variedades de papa estudiadas, se analizó el factor acondicionamiento en dos niveles.

Nivel 1: llamado Con Acondicionamiento (CA); en el que consta el lavado sucesivo por cinco veces con agua potable, luego inmersión en solución 0,01% p/v de Metabisulfito de Sodio y 1,5% p/v de Ácido Cítrico por 30 minutos, escurrido y escaldado.

Nivel 2: llamado Sin Acondicionamiento (SA), sin someter a acondicionamiento.

Respuestas experimentales:

- Microbiológicos para determinar vida útil: Recuento Total, Mohos y Levaduras, Coliformes Totales y *S. aureus.*
- Composición Proximal (%): humedad, ceniza, grasa total, proteína, carbohidratos y energía (Kcal/100 g).
- Rendimiento (%) y costos de producción (USD$)
- Para el aceite resultante de prefritura: Acidez e Índice de Acidez, Índice de Peróxido y Shortening Monitor 3M.

Para el producto terminado:

- Físicos: textura (kg/sq cm) y tiempo de fritura final (min).
- Análisis sensorial de acuerdo a una escala hedónica de 5 puntos; con las características: color, olor, sabor, textura, aceitosidad residual y aceptabilidad. Utilizando un diseño de Bloques Balanceados.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro 35. Variable Independiente: Aplicación de una tecnología de acondicionamiento

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas e instrume
plicación de una tecnología de acondicionamiento mplica aplicar los conocimientos e la ciencia en el proceso de oducción con un costo mínimo y daptable al sistema; utilizando bérculos limpios, maduros y anos de la planta de la papa; ometidos a un proceso de ongelación.	Tecnología de papa prefrita congelada tipo bastón	Calidad de la materia prima	¿Cuál es el contenido de materia seca y azucares reductores de la materia prima?	Hortalizas Frescas, Requisitos (Norma INEN 1516:198 Determinación de hume (Método 930,15. A 1996 Balanza KERN/MLS 50- Determinación de A Reductores (Lane y Eynon ,1923)
		Tiempo y temperatura de acondicionamiento de las papas	¿Cuál es el tiempo y temperatura más adecuado para el acondicionamiento de las papas?	Análisis de Activid Polifenoloxidasa (Ra 1986) Análisis de Color (Ott, Ranganna, 1986) Análisis de textura (Texturómetros)
		Tiempos de procesos	¿Cuál es el tiempo más adecuado para una papa prefrita congelada de calidad?	Diseño experimental y s e informes por diseño
		Consumidores	¿Qué beneficios se obtienen de la investigación tecnológica?	Difusión de tecnología prefrita congelada tipo b (Manual de Tecnología)

Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

Cuadro 36. Variable Dependiente: Elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón en la variedad: Única y I-Fripapa.

Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Íte
Elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón en la variedad: Única y I-Fripapa. Consiste en establecer procedimientos para que el producto reuna las caracteristicas: físicas, químicas, nutricionales, microbiológicas y sensoriales durante un tiempo máximo de consumo.	Mantener las características físicas y químicas de forma aceptable.	Pruebas fisicoquímicas	¿ Cuál se nutriciona papa pre bastón? ¿Cual ser aceite des prefritura?
	Conocer el tiempo de vida útil de los productos	Pruebas microbiológicas	¿Cuál ser útil de las congelada
	Determinar las características sensoriales del producto	Pruebas organolépticas	¿Se realiz para conc del produ
	Costos de producción	Balance de materia	¿Cual ser producció del produ

3.5. PLAN DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de la información necesaria del presente proyecto de investigación en la fase experimental implicó la caracterización de la materia prima; análisis físico químico, microbiológico, sensorial, composición proximal y caracterización del producto terminado; costos de producción de los bastones de papa prefrita congelada y la calidad del aceite resultante de la prefritura.

Se requirieron los siguientes equipos, materiales y reactivos disponibles en la Planta y Laboratorios de PLANHOFA C.A., así como también en los laboratorios de la FCIAL-UOITA:

3.5.1. Equipos

- Balanza Eléctrica Digital
- Lavadora de papas
- Pelador de papas
- Cortadora manual de papas tipo bastón
- Máquina freidora de papas tipo discontínua, con calentamiento en espiral, con control automático de temperatura y tiempo
- Máquina escaldadora de papas, con control automático de temperatura y tiempo
- Espectrofotómetro Spectronic 20, de doble haz, equipado con celdas de cuarzo de 1 cm de camino óptico
- Cámara de congelación por aire frío
- Balanza analítica
- Computadora

- Autoclave
- Incubadora Memmert regulable de 25 a 60^{o}C
- Estufa
- Estantería
- Bandejas 1mm de espesor dobladas en acero inoxidable
- Termómetro
- Contador de Colonias Québec
- Cámara de flujo laminar
- Licuadora
- Mesa de de acero inoxidable
- Selladora de pedal para fundas

3.5.2. Materiales

- Agar Manitol Salt (MSA)
- Plate Count Agar (PCA)
- Potato Dextrosa Agar (PDA)
- Balones volumétricos de 10-200 ml
- Bureta de 50 ml
- Cajas petri de 90 x 15 mm
- Condensadores esmerilados
- Erlenmeyer 100, 250 y 500 cm^{3} (Pirex)
- Embudos
- Estuche de disección
- Frasco lavador
- Bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE)
- Fundas estériles
- Fundas Ziploc
- Jarras Masón
- Matraz de 250 ml
- Marcadores permanentes punto fino

- Papel filtro Whatman
- Papel absorbente
- Papel Aluminio
- Algodón
- Pera
- Pinza de bureta
- Pipetas de 0,5 y 2 ml
- Pipetas volumétricas de 1 y 10 cm^3
- Placas petrifilm de 3M
- Probetas de 100 y 25 cm^3
- Shortening Monitor de 3M
- Tubos bacteriológicos (Pirex)
- Tubos graduados de 50 ml
- Vasos de precipitación de 500 ml (Pirex)

3.5.3. **Reactivos**

- Acido Acético Glacial
- Acetato Básico de Plomo
- Ácido Cítrico grado comercial
- Ácido Clorhídrico
- Acido Sulfúrico
- Azul de Metileno
- Cloroformo
- Cloruro de Sodio
- Etanol
- Fenolftaleína
- Hexano
- Hidróxido de Sodio para análisis
- Metabisulfito de Sodio grado comercial
- Oxalato de Sodio

- Peróxido de Hidrógeno
- Pirocatecol
- Reactivo de Cobre
- Solución de ácido Acético Glacial y Cloroformo
- Solución saturada de Yoduro de Potasio
- Solución 0,01 N de Tiosulfato de Sodio ($Na_2S_2O_3$)
- Solución de almidón 1%
- Sulfato de Cobre pentahidratado
- Tartrato de Sodio
- Tiosulfato de Sodio 0,002 M (N)
- Yoduro de Potasio

3.5.4. Metodología

- Hortalizas Frescas, Papas-Requisitos-Norma INEN 1516:1987. (ANEXO A1)
- Determinación de Humedad-Método 930.15 A.O.A.C. 1996. (ANEXO A2)
- Determinación de Cenizas-NTE INEN 0401:79 Voluntaria AL 02.01-326 (ANEXO A3)
- Determinación de Azúcares Reductores-Lane y Eynon, 1923. (ANEXO A4)
- Actividad de Polifenoloxidasa-Ranganna, 1986. (ANEXO A5)
- Color-Ott, 1992 y Raganna, 1986. (ANEXO A6)
- Textura. (ANEXO A7)
- Calidad del aceite. (ANEXO A8)
  Acidez titulable del aceite-Norma INEN 162
  Índice de Peróxido-Norma INEN 277:1978:02
  Ácidos grasos libres a través del “SHORTENING MONITOR 3M”
- Análisis microbiológico. (ANEXO A9)
  Recuento Total de microorganismos Aerobios Mesófilos-NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303

S. aureus-NTE INEN 1529-14:98 Voluntaria AL 01.05-312

Coliformes-NTE INEN 1529-13:98 Voluntaria AL 01.05-310

Mohos y Levaduras-NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308

- Análisis sensorial-Hoja de Catación (ANEXO A10)

3.6. **PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Implicó la tabulación de datos obtenidos según las variables de cada hipótesis; manejo de información y estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

Para comprobar las hipótesis se realizó un ANOVA generado en los paquetes informáticos: Excel 2007, STATGRAPHICS®Plus versión 4.0; para determinar los mejores tratamientos y las semejanzas o diferencias. Además se empleó la Prueba de Tukey con los paquetes STATGRAPHICS®Plus versión 4.0 y MSTATC.EXE; paquetes estadísticos disponibles en la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Las representaciones en tablas y gráficas de dispersión se realizaron en hojas electrónicas de EXCEL 2007. Finalmente el trabajo de investigación se redactó en Microsoft Word 2007.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Desde la tabla 1 hasta la 51 se puede observar los datos obtenidos de los siguientes análisis: caracterización de la materia prima, análisis físico-químicos del bastón de papa (actividad de la PPO, color y textura), análisis microbiológicos, tiempo de vida útil y composición proximal de la papa prefrita congelada; además la calidad del aceite resultante de la prefritura (acidez, índice de acidez, índice de peróxido y Shortening Monitor) y balance de materia. Adicionalmente se analizó las características finales del producto terminado mediante análisis sensoriales, resistencia a la rotura y tiempo de fritura final.

4.1.1. Caracterización de la materia prima

La caracterización de la materia prima en la elaboración de papa prefrita congelada involucra la calidad externa e interna del tubérculo. La variedad de papa es considerada como el factor más importante, influenciando en la calidad de papa procesada [48]. La calidad externa viene determinada por características técnicas, como la forma, diámetro, longitud y profundidad de los ojos estos factores influyen en el rendimiento del proceso, ya que la presencia de áreas planas, ojos profundos y pieles gruesas ásperas, se consideran como una desventaja debido a considerables pérdidas en el pelado mecánico.

Anteriormente en el Cuadro 12 (p. 27), se presentó una comparación de las principales características de las variedades a

procesar, en el cual se indica que l-Fripapa tiene forma oblonga, piel color rosado intenso y profundidad de ojos superficial; mientras Única es de forma oblonga y alargada, piel crema con puntos morados y profundidad de los ojos superficial. En cuanto al color de la pulpa I-Fripapa posee un color amarillo y Única es color crema; el color de la pulpa depende enteramente de la variedad, aunque las condiciones de crecimiento, particularmente el tipo de suelo, afectan a la intensidad de cualquier color desarrollado.

A continuación en la Tabla 1, se reporta los datos experimentales de diámetro y longitud de la papa en las variedades I-Fripapa y Única; procedentes de la misma colecta y localidad geográfica.

Tabla 63. Datos experimentales de diámetro y longitud de la papa en las variedades: I-Fripapa y Única

Réplicas	I-Fripapa		Única	
	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
R_1	83,00	105,00	60,00	70,00
R_2	78,30	107,00	74,00	107,00
R_3	71,60	96,60	105,00	150,00
Promedio	77,60	102,80	79,60	109,00

Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

La Tabla 1, presenta los datos de diámetro para las dos variedades de papa, el menor valor promedio es 77,60 mm corresponde a I-Fripapa, y el mayor valor promedio 79,60 mm pertenece a Única. Se observa que las variedades: I-Fripapa y Única, de acuerdo al diámetro (mm), se clasifican como Tipo Primera, según la clasificación de las Normas Ecuatorianas INEN 1516.

En lo que respecta a la longitud del tubérculo, el menor valor promedio es 102,80 mm pertenece a I-Fripapa y el mayor valor promedio 109,00 mm pertenece a Única. Nótese que Única presenta un buen tamaño, con respecto a I-Fripapa.

Ahora es importante destacar la calidad interna de los tubérculos para procesamiento, misma que está determinada por la composición química de la papa. En la Tabla 2, se detallan valores de textura, humedad (%), sólidos totales (%), azúcares reductores (%) de los bastones de papa de las dos variedades.

Tabla 64. Datos Experimentales de textura, humedad (%), sólidos totales (%) y azucares reductores (%) de las variedades I-Fripapa y Única

Réplica	I-Fripapa				Única			
	Textura (kg/sq cm)	Humedad (%)	Contenido de Sólidos Totales (%)	Azúcares Reductores (%)	Textura bastón (kg /sq cm)	Humedad (%)	Contenido de Sólidos Totales (%)	Azúcares Reductores (%)
R_1	2,25	73,28	26,72	0,138	2,75	76,45	23,55	0,160
R_2	1,70	73,14	26,86	0,088	1,62	78,42	21,58	0,161
R_3	2,50	83,31	16,69	0,128	1,70	76,40	23,60	0,157
Promedio	2,15	76,58	23,42	0,110	2,02	77,09	22,91	0,150
Desviación Estándar	±0,40	±5,83	±5,83	±0,02	±0,63	±1,15	±1,15	±0,002

Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 2, se observa que el porcentaje de Sólidos Totales (materia seca), con un valor promedio menor de 22,91% pertenece a Única, y un mayor valor promedio de 23,42% corresponde a I-Fripapa. Mientras que valores promedios de textura tienen un valor menor de 2,02 (kg/sq cm) pertenece a Única, y un valor mayor de 2,15 (kg/sq cm) corresponde a I-Fripapa. Se puede notar que la textura de los bastones tiene relación directa con el contenido de sólidos totales.

Consecuentemente se comprueba que I-Fripapa presenta características favorables para su industrialización, pero también la variedad Única se halla dentro de las especificaciones de calidad para su industrialización. Pues en la industria de frituras se prefieren altos contenidos de materia seca (> 20%) para reducir el consumo o gasto de aceite durante la fritura y dan mayores rendimientos en el producto final [5]. En general cuanto mayor sea el contenido de materia seca resultará un producto más seco y harinoso. En la actualidad se considera que la textura comprende la desintegración, dureza, sequedad y harinosidad y

está íntimamente relacionada con el contenido de materia seca de la papa.

En lo que respecta al contenido de Azúcares Reductores, el menor valor promedio es 0,110% corresponde a I-Fripapa, y el mayor valor promedio es 0,150% corresponde a Única. Nótese que I-Fripapa contiene el menor porcentaje de azúcares reductores que Única, sin embargo estos valores se hallan dentro de las especificaciones apropiadas para su industrialización.

Los fabricantes consideran importante que tengan una baja proporción de azúcares reductores (<0,25%) debido a que cuando el contenido es alto, el producto toma un color pardo oscuro que se considera inaceptable [5]. Los azúcares reductores influyen en el color, sabor y textura del producto final. La pequeña cantidad de azúcares contenidas en las papas se encuentran en tres formas: sacarosa, glucosa y fructosa. Los dos últimos se conocen como “azúcares reductores” y de su contenido depende en gran parte el color de las papas fritas.

La cantidad de azúcares reductores depende en parte a la variedad del tubérculo, madurez de la cosecha, la estación y condiciones de almacenamiento. Así a menores temperaturas de almacenamiento hay mayor cantidad de azúcares reductores. Las mejores condiciones de almacenamiento para conseguir el contenido ideal es 10°C. Las cosechas totalmente maduras tienen por lo general un mayor contenido de materia seca y menor cantidad de azúcares reductores que las inmaduras [5].

4.1.2. Análisis físicos y químicos del bastón de papa después de proceso de escaldado

A los bastones de papa de las variedades I-Fripapa y Única, luego de aplicar los cinco lavados sucesivos en agua potable y la inmersión en solución 1,5% Ácido Cítrico y 0,01% Metabisulfito de Sodio; se les

sometió al proceso de escaldado, y se realizaron los análisis de: inactivación de la enzima Polifenoloxidasa (PPO), color y textura.

4.1.2.1. Análisis de la Polifenoloxidasa (PPO) (A_{420nm})

La actividad de la PPO fue determinada aplicando el método propuesto por Ranganna (1986), en el cual a 2 ml de muestra escaldada se adicionó 1 ml de solución alcohólica de pirocatecol al 1% y se determinó la Absorbancia de cada muestra por espectroscopia a 420nm. Se realizó la curva de calibración obteniéndose el máximo de Absorbancia a 420nm correspondiente a la máxima absorción para los pigmentos (quinonas) (Ver Anexo A5). Los resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 65. Datos Experimentales de Absorbancia (A_{420nm}) utilizado como referencia para expresar la actividad de la PPO, en las variedades I-Fripapa y Única, luego del escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

Tratamientos		Réplicas		
		R_1	R_2	Promedio
T1	$a_0b_0c_0$	1,818	1,820	1,819
T2	$a_0b_0c_1$	1,815	1,812	1,814
T3	$a_0b_0c_2$	1,730	1,742	1,736
T4	$a_0b_1c_0$	1,810	1,823	1,817
T5	$a_0b_1c_1$	1,760	1,748	1,754
T6	$a_0b_1c_2$	1,690	1,705	1,698
T7	$a_0b_2c_0$	1,650	1,687	1,669
T8	$a_0b_2c_1$	1,630	1,622	1,626
T9	$a_0b_2c_2$	1,580	1,600	1,590
T10	$a_1b_0c_0$	1,830	1,821	1,826
T11	$a_1b_0c_1$	1,800	1,811	1,805
T12	$a_1b_0c_2$	1,750	1,793	1,772
T13	$a_1b_1c_0$	1,720	1,821	1,771
T14	$a_1b_1c_1$	1,728	1,720	1,724
T15	$a_1b_1c_2$	1,750	1,700	1,725
T16	$a_1b_2c_0$	1,730	1,725	1,728
T17	$a_1b_2c_1$	1,650	1,731	1,690
T18	$a_1b_2c_2$	1,640	1,620	1,630
Papa I-Fripapa (control)			Promedio	1,914
Papa Única (control)			Promedio	1,825

Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

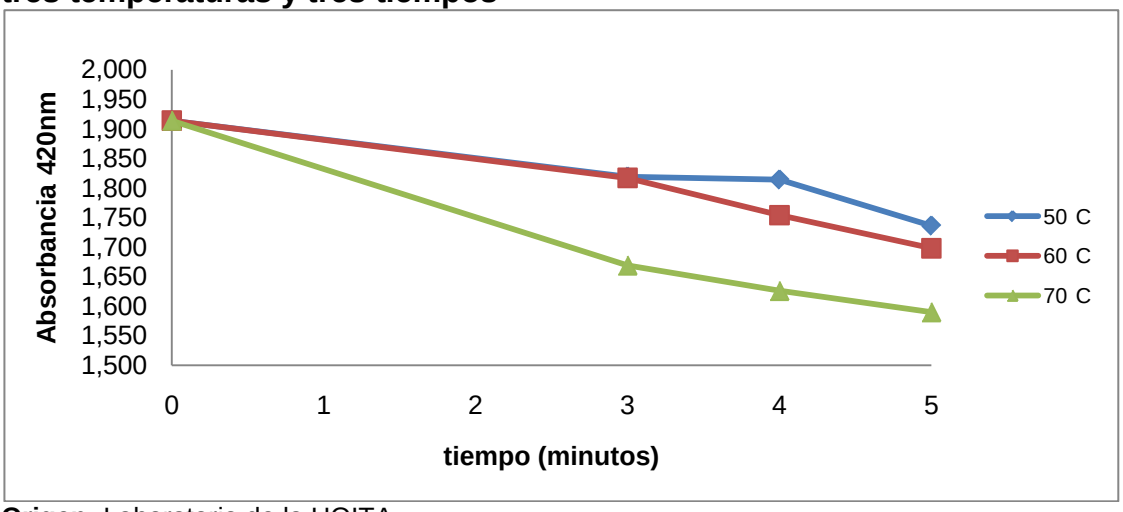
En la Tabla 3, se presenta los datos experimentales de Absorbancia (A_{420nm}) utilizados como referencia para expresar la actividad de la PPO, los valores promedios tienen un mínimo de 1,590 perteneciente al tratamiento $a_0b_2c_2$ (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos) y un máximo de 1,826 correspondiente al tratamiento $a_1b_0c_0$ (Única, 50°C, 3 minutos). Para el caso de los controles, I-Fripapa y Única presentan valores de Absorbancia (A_{420nm}) de 1,914 y 1,825, respectivamente.

En general, los valores obtenidos en los tratamientos son menores a los de los controles, y esto se debe a una reducción de la actividad enzimática de la PPO por la acción de temperaturas y tiempos de escaldado, mismos que inhiben la acción enzimática de la PPO, bloqueando la catálisis de hidroxilación de monofenoles a ortoquinonas, evitándose así la formación de colores indeseables (usualmente café) en los bastones de papa. Valores altos de Absorbancia expresan mayor actividad enzimática y valores bajos menor actividad enzimática. En este caso se desea obtener los valores más bajos.

En los Gráficos 3 y 4 se representan los datos de la Tabla 3, donde se observa una representación de la relación Absorbancia (A_{420nm}) vs tiempo (minutos) aplicando tres temperaturas de escaldado y tres tiempos para las dos variedades de papa estudiadas.

Nótese en ambos gráficos que a medida que aumenta el tiempo y la temperatura de escaldado, el valor de Absorbancia (A_{420nm}) disminuye, pudiéndose observar una disminución de la actividad de la PPO para las dos variedades estudiadas.

Gráfico 23. Representación de Absorbancia (A_{420nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad I-Fripapa, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos



Origen: Laboratorio de la UOITA
Fuente: Lucía Pazmiño G, 2010

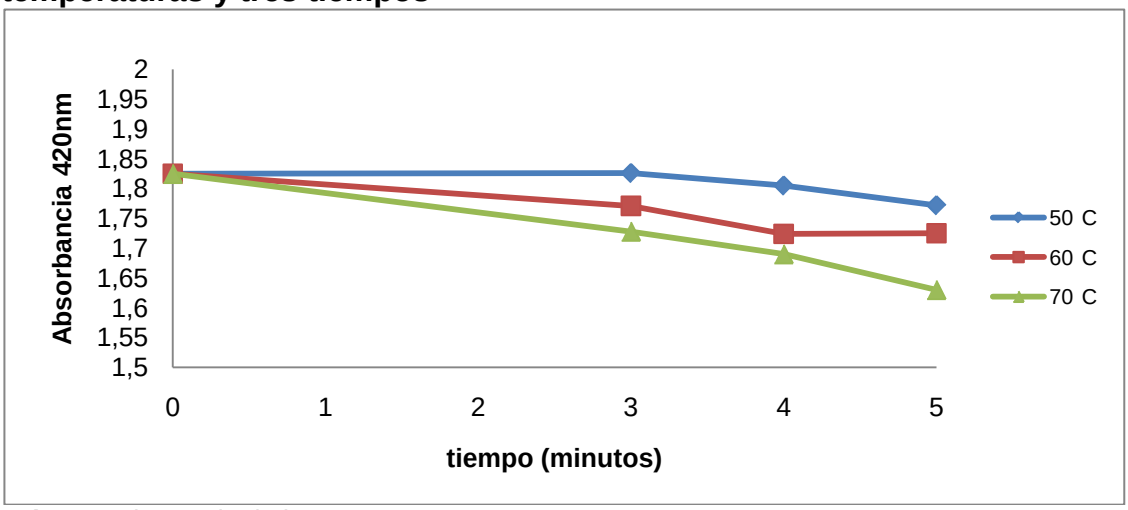
Por regresion se tiene:

$T_{50°C}$ = -0,032 t + 1,918 r= 0,965

$T_{60°C}$ = -0,042 t + 1,992 r= 0,985

$T_{70°C}$ = -0,066 t + 1,900 r= 0,995

Gráfico 24. Representación de Absorbancia (A_{420nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos



Origen: Laboratorio de la UOITA
Fuente: Lucía Pazmiño G, 2010

Por regresion se tiene:

$T_{50°C}$ = -0,009 t + 1,834 r= 0,769

$T_{60°C}$ = -0,021 t + 1,825 r= 0,971

$T_{70°C}$ = -0,037 t + 1,830 r= 0,989

A continuación en la Tabla 4, se presenta el resultado estadístico de la actividad de la PPO aplicando un Análisis de Varianza con**α= 0,05** de significancia, donde se establece que existe diferencia significativa entre efectos principales: B (Temperatura), C (Tiempo) y la interacción ABC (Variedad/Temperatura/Tiempo).

Tabla 66. Análisis de Varianza para valores de Absorbancia (A_{420nm}) utilizado como referencia para expresar la actividad de la PPO, en las variedades I-Fripapa y Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM
EFECTOS PRINCIPALES			
A:Variedad	0,00246678	1	0,002466
B:Temperatura	0,121275	2	0,060637
C:tiempo	0,0381372	2	0,019068
D:Replica	0,00134444	1	0,001344
INTERACCIONES			
AB	0,00761339	2	0,003806
AC	0,00143039	2	0,000715
BC	0,00202333	4	0,000505
ABC	0,00286944	4	0,000717
RESIDUAL	0,0108206	17	0,000636
TOTAL	0,187981	35	

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Las Tablas 5, 6 y 7 muestran las pruebas de Tukey para factores que mostraron diferencia altamente significativa (α=0,05).

Tabla 67. Prueba de Tukey para Factor B (Temperatura)

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Temperatura (°C)	Promedios	Grupos Homogéneos
70	1,65542	c
60	1,74792	b
50	1,79517	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 68. Prueba de Tukey para Factor C (Tiempo)

Method: 95,0 percent Tukey HSD		
tiempo (min)	Promedios	Grupos Homogeneos
5	1,69167	c
4	1,73558	b
3	1,77125	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 69. Prueba de Tukey: Interacción AB (Variedad/Temperatura)

Diferencia significativa de la Prueba de Tukey s/x=0,01783 α=0,050

ORDEN ORIGINAL		ORDEN ARREGLADO		TRATAMIENTOS
Promedio 1 = 1,819	A	Promedio 10 = 1,826	A	$a_1b_0c_0$
Promedio 2 = 1,814	A	Promedio 1 = 1,819	A	$a_0b_0c_0$
Promedio 3 = 1,736	ABC	Promedio 4 = 1,817	A	$a_0b_1c_0$
Promedio 4 = 1,817	A	Promedio 2 = 1,814	A	$a_0b_0c_1$
Promedio 5 = 1,754	ABC	Promedio 11 = 1,805	A	$a_1b_0c_1$
Promedio 6 = 1,698	BCD	Promedio 12 = 1,772	AB	$a_1b_0c_2$
Promedio 7 = 1,669	CDE	Promedio 13 = 1,771	ABC	$a_1b_1c_0$
Promedio 8 = 1,626	DE	Promedio 5 = 1,754	ABC	$a_0b_1c_1$
Promedio 9 = 1,590	E	Promedio 3 = 1,736	ABC	$a_0b_0c_2$
Promedio 10 = 1,826	A	Promedio 16 = 1,728	ABCD	$a_1b_2c_0$
Promedio 11 = 1,805	A	Promedio 15 = 1,725	ABCD	$a_1b_1c_2$
Promedio 12 = 1,772	AB	Promedio 14 = 1,724	ABCD	$a_1b_1c_1$
Promedio 13 = 1,771	ABC	Promedio 6 = 1,698	BCD	$a_0b_1c_2$
Promedio 14 = 1,724	ABCD	Promedio 17 = 1,690	BCDE	$a_1b_2c_1$
Promedio 15 = 1,725	ABCD	Promedio 7 = 1,669	CDE	$a_0b_2c_0$
Promedio 16 = 1,728	ABCD	Promedio 18 = 1,630	DE	$a_1b_2c_2$
Promedio 17 = 1,690	BCDE	Promedio 8 = 1,626	DE	$a_0b_2c_1$
Promedio 18= 1,630	DE	Promedio 9 = 1,590	E	$a_0b_2c_2$

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

La prueba de Tukey para el factor B (Temperatura) en la Tabla 5, determina que existe una diferencia significativa (α 0,05) al aplicar temperaturas de 50, 60 y 70ºC, donde el menor valor de Absorbancia (A_{420nm}) en la actividad de la enzima PPO presentan los bastones de papa sometidos a la temperatura de 70ºC.

La prueba de Tukey para el Factor C (Tiempo) en la Tabla 6, determina que existe diferencia significativa (α 0,05) al aplicar tiempos de 3, 4 y 5 minutos, donde se observa que el tiempo que más contribuye a la disminución de la actividad de la PPO es 5 minutos, y el tiempo que menos contribuye a la disminución de la actividad enzimática es 3 minutos.

Lo descrito anteriormente se refiere al análisis individual para cada factor, sin embargo es interesante observar la Tabla 7, que muestra la prueba de Tukey para la interacción doble AB (Variedad/Temperatura), donde se encontraron cinco grupos, de los cuales se destaca el Grupo E que abarca los tratamientos: $a_0b_2c_0$, $a_0b_2c_1$, $a_0b_2c_2$ y $a_1b_2c_1$ y $a_1b_2c_2$. En consecuencia podemos afirmar que el mejor tratamiento es $a_0b_2c_2$ (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos); y en el caso que se desee trabajar con la variedad Única se puede considerar el tratamiento $a_1b_2c_2$ (Única, 70°C, 5 minutos), como una alternativa para ese tipo de papa.

- ***Determinación de la Actividad Relativa de la PPO***

Para la determinación de la actividad relativa, se tomó en cuenta el cálculo de las constantes de velocidad reacción (k), utilizando las relaciones para una cinética de primer orden.

$$\mathbf{k = (1/t)\ ln\ (R1/R2)}$$

Siendo

k = constante de velocidad de reacción (s^{-1})

t = tiempo (s)

R1 = % de Absorbancia al inicio

R2 = % de Absorbancia en el tiempo t

El porcentaje de inactivación se calcula con la relación existente entre la diferencia de lecturas desde el tiempo (t) y tomando en consideración la relación siguiente, según Zambrano (1994).*et al*., cit. Jiménez, M. *et al* (2004).

% Inhibición: ∆muestra*100/∆t

Los resultados constan en la tabla 8.

Tabla 70. Constante de velocidad de inactivación de la enzima PPO

Tratamiento		%Inactivación	k (s^{-1})
T1	$a_0b_0c_0$	0,053	0,042
T2	$a_0b_0c_1$	0,042	0,032
T3	$a_0b_0c_2$	0,059	0,025
T4	$a_0b_1c_0$	0,054	0,042
T5	$a_0b_1c_1$	0,067	0,030
T6	$a_0b_1c_2$	0,072	0,024
T7	$a_0b_2c_0$	0,136	0,037
T8	$a_0b_2c_1$	0,120	0,028
T9	$a_0b_2c_2$	0,108	0,023
T10	$a_1b_0c_0$	0,001	0,067
T11	$a_1b_0c_1$	0,008	0,039
T12	$a_1b_0c_2$	0,018	0,029
T13	$a_1b_1c_0$	0,030	0,045
T14	$a_1b_1c_1$	0,042	0,032
T15	$a_1b_1c_2$	0,033	0,027
T16	$a_1b_2c_0$	0,054	0,042
T17	$a_1b_2c_1$	0,056	0,031
T18	$a_1b_2c_2$	0,065	0,024

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

La Tabla 8, indica los valores de las constantes de velocidad (s^{-1}) de inactivación de la enzima PPO, los valores promedios tienen un mínimo de 0,023 correspondiente al tratamiento $a_0b_2c_2$ (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos) y un máximo de 0,067 correspondiente al tratamiento $a_1b_0c_0$ (Única, 50°C, 3 minutos).

De la Tabla 8 se deduce que, valores bajos de constantes de velocidad (s^{-1}) expresan mayor inactivación de la PPO y valores altos menor inactivación. Por lo que se desea obtener los valores más bajos. Nótese que los mejores resultados son los tratamientos: $a_0b_2c_2$ (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos), $a_0b_1c_2$ (I-Fripapa, 60°C, 5 minutos) y $a_1b_2c_2$ (Única, 70°C, 5 minutos). En consecuencia se puede concluir que a mayor

temperatura y tiempo de escaldado, la velocidad de inactivación se incrementa y por ende la enzima responsable del pardeamiento enzimático se desnaturaliza y pierde su capacidad catalizadora.

Jiménez, M. *et al*., (2004) indicaron valores de constantes de velocidad (s^{-1}) de inactivación de la PPO en frutas escaldadas a 80°C por tiempos de 2 a 70 segundos. Los valores obtenidos fueron 0,0082 para mamey, 0,1017 para ciruela, 0,013 para aguacate, 0,015 para kiwi, 0,024 para fresa, 0,029 para mango.

Obsérvese que el mejor tratamiento en el presente estudio es $a_0b_2c_2$ (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos) con un valor de 0,023; mostrando coherencia en valores de la constante de velocidad de inactivación para la PPO. Vale destacar que debido a que la mayoría de enzimas actúan en el intervalo de 25-90°C, temperaturas en las que la actividad catalítica es máxima se llama temperatura óptima y comprende el intervalo de 45-60°C. Pero a partir de 60°C en un tiempo suficiente se empiezan a desnaturalizar por la acción del calor. Por encima de esta temperatura disminuye la velocidad de la reacción, debido a que la actividad enzimática decrece rápidamente hasta anularse [53].

4.1.2.2. Análisis de color (A_{447nm})

El color de los alimentos se debe a diferentes compuestos orgánicos, o a pigmentos naturales que son sustancias con una función biológica muy importante en el tejido, entre ellos, los carotenoides. Cuando son sometidos a tratamientos térmicos, los alimentos generan tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un intenso café, mediante las reacciones de Maillard (Badui,1999 cit. Jiménez, M. *et al* 2004).

El color en la presente investigación fue determinado aplicando el método propuesto por Ott (1992) y Ranganna (1986); mediante la

extracción del pigmento presente en la muestra con la mezcla acetona/éter de petróleo, lo cual permite leer la Absorbancia en un rango de 400 a 500 nm. Se realizó la curva de calibración, obteniéndose el máximo de Absorbancia a 447nm correspondiente a la máxima absorción para los pigmentos (carotenoides) (ver Anexo A6). Los resultados se detallan en la tabla 9.

Tabla 71. Datos Experimentales de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

Tratamientos		Réplicas		
		R_1	R_2	Promedio
T1	$a_0b_0c_0$	0,1520	0,160	0,1560
T2	$a_0b_0c_1$	0,1910	0,190	0,1905
T3	$a_0b_0c_2$	0,2220	0,210	0,2160
T4	$a_0b_1c_0$	0,1490	0,148	0,1485
T5	$a_0b_1c_1$	0,4430	0,444	0,4435
T6	$a_0b_1c_2$	0,4170	0,415	0,4160
T7	$a_0b_2c_0$	0,4000	0,380	0,3900
T8	$a_0b_2c_1$	0,8810	0,790	0,8355
T9	$a_0b_2c_2$	0,9770	0,924	0,9505
T10	$a_1b_0c_0$	0,0020	0,001	0,0015
T11	$a_1b_0c_1$	0,0250	0,021	0,0230
T12	$a_1b_0c_2$	0,0960	0,092	0,0940
T13	$a_1b_1c_0$	0,0130	0,010	0,0115
T14	$a_1b_1c_1$	0,1770	0,173	0,1750
T15	$a_1b_1c_2$	0,2130	0,212	0,2125
T16	$a_1b_2c_0$	0,1270	0,119	0,1230
T17	$a_1b_2c_1$	0,1630	0,160	0,1615
T18	$a_1b_2c_2$	0,2120	0,209	0,2105
Papa I-Fripapa (control)			Promedio	0.1583
Papa Única (control)			Promedio	0.0012

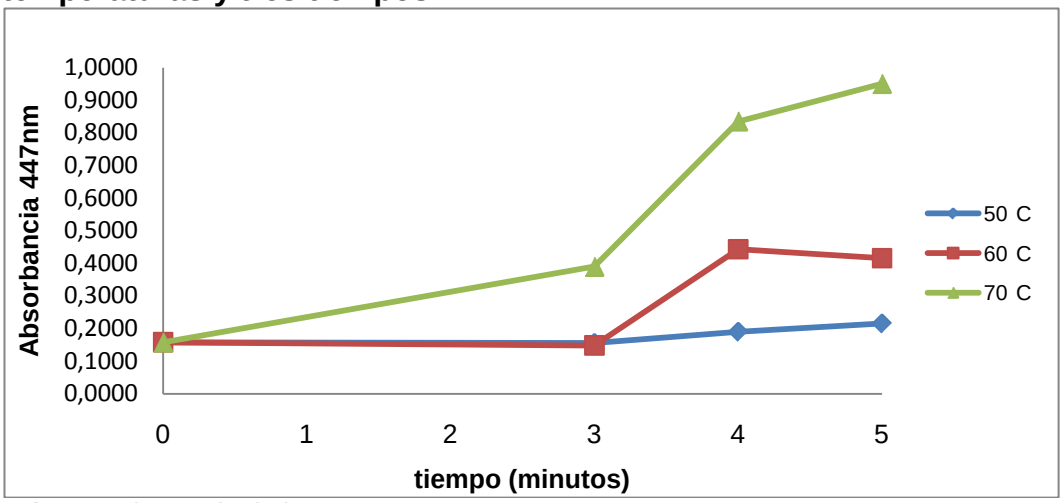
Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010.

La Tabla 9, presenta los datos de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color; los valores promedios tienen un mínimo de 0,0015 correspondiente al tratamiento $a_1b_0c_0$ (Única, 50°C, 3 minutos) y un máximo de 0,9505 correspondiente al tratamiento (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos). Para el caso de los controles I-Fripapa y Única,

los valores de Absorbancia (A_{447nm}) son 0,1583 y 0,0012, respectivamente.

Los Gráficos 5 y 6, provienen de los datos de la Tabla 9, donde se observa una representación de la relación Absorbancia (A_{447nm}) vs tiempo (minutos) aplicando tres temperaturas de escaldado para las dos variedades de papa estudiadas. Nótese que a medida que aumenta el tiempo y la temperatura de escaldado, el valor de Absorbancia (A_{447nm}) aumenta; pudiéndose observar un favorecimiento del color del bastón de la papa en las dos variedades estudiadas.

Gráfico 25. Representación de Color (A_{447nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad I-Fripapa, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos



Origen: Laboratorio de la UOITA
Fuente: Lucía Pazmiño G, 2010

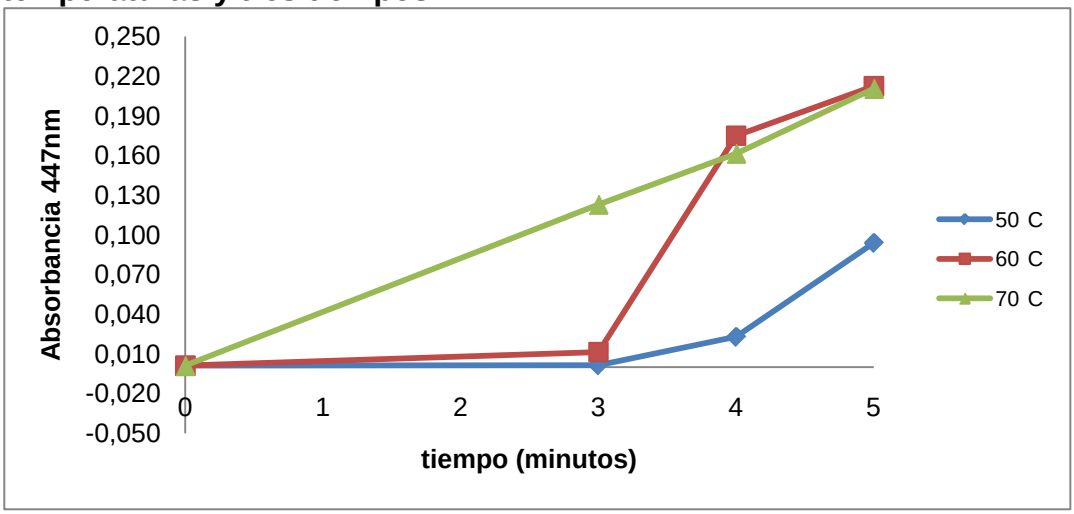
Por regresion se tiene:

$T_{50°C} = 0,010\,t + 0,148$ r= 0,796

$T_{60°C} = 0,057\,t + 0,12$ r= 0,772

$T_{70°C} = 0,161\,t + 0,098$ r= 0,936

Gráfico 26. Representación de Color (A_{447nm}) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos



Origen: Laboratorio de la UOITA
Fuente: Lucía Pazmiño G, 2010

Por regresion se tiene:

$T_{50°C} = 0,014\,t - 0,014$ r= 0,728

$T_{60°C} = 0,042\,t - 0,027$ r= 0,841

$T_{70°C} = 0,041\,t - 0,000$ r= 0,998

En la Tabla 10, se reporta el resultado estadístico de valores de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos, para Análisis de Varianza con α=0,05 de significancia, donde se establece que existe diferencia significativa entre los efectos principales: A (Variedad), B (Temperatura) y C (Tiempo); además en las interacciones: AB (Variedad/Temperatura), AC (Variedad/Tiempo), BC (Temperatura/Tiempo) y ABC (Variedad/Temperatura/Tiempo).

Tabla 72. Análisis de Varianza para valores de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Variedad	0,830528	1	0,830528	2947,87	4,45
B:Temperatura	0,676097	2	0,338048	1199,87	3,59
C:tiempo	0,297837	2	0,148919	528,57	3,59
D:Replica	0,00113344	1	0,00113344	4,02	4,45
INTERACCIONES					
AB	0,300731	2	0,150365	533,71	3,59
AC	0,0625757	2	0,0312879	111,05	3,59
BC	0,0843546	4	0,0210887	74,85	2,96
ABC	0,0784139	4	0,0196035	69,58	2,96
ERROR	0,00478956	17	0,000281739		
TOTAL	2,33646	35			

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Las Tablas 11, 12, 13 y 14 muestran las pruebas de Tukey para factores que mostraron diferencia altamente significativa (α= 0,05).

Tabla 73. Prueba de Tukey para Factor A (Variedad)

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Variedad	Promedios	Grupos Homogeneos
I Fripapa	0,1125	b
Unica	0,416278	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 74. Prueba de Tukey para Factor B (Temperatura)

Method: 95,0 percent Tukey HSD

Temperatura (°C)	Promedios	Grupos Homogéneos
50	0,1135	c
60	0,2345	b
70	0,445167	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 75. Prueba de Tukey para Factor C (Tiempo)

Method: 95,0 percent Tukey HSD

tiempo (minutos)	Promedios	Grupos Homogéneos
3	0,138417	c
4	0,304833	b
5	0,349917	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 76. Prueba de Tukey: Efecto ABC: Valores de Absorbancia (A_{447nm}) utilizado como referencia para expresar el color, para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

Diferencia significativa de la Prueba de Tukey s/x= 0,02307 α =0,050

ORDEN ORIGINAL		ORDEN ARREGLADO		TRATAMIENTOS
Promedio 1 = 0.1560	DEF	Promedio 9 = 0.9505	A	$a_0b_2c_2$
Promedio 2 = 0.1905	DE	Promedio 8 = 0.8655	B	$a_0b_2c_1$
Promedio 3 = 0.2160	D	Promedio 5 = 0.4435	C	$a_0b_0c_1$
Promedio 4 = 0.1485	DEF	Promedio 6 = 0.4160	C	$a_0b_1c_1$
Promedio 5 = 0.4435	C	Promedio 7 = 0.3900	C	$a_0b_2c_0$
Promedio 6 = 0.4160	C	Promedio 3 = 0.2160	D	$a_0b_0c_2$
Promedio 7 = 0.3900	C	Promedio 15 = 0.2125	D	$a_1b_1c_2$
Promedio 8 = 0.8655	B	Promedio 18 = 0.2105	D	$a_1b_2c_2$
Promedio 9 = 0.9505	A	Promedio 2 = 0.1905	DE	$a_0b_0c_1$
Promedio 10 = 0.001500	G	Promedio 14 = 0.1750	DE	$a_1b_1c_1$
Promedio 11 = 0.02300	G	Promedio 17 = 0.1615	DEF	$a_1b_2c_1$
Promedio 12 = 0.09400	F	Promedio 1 = 0.1560	DEF	$a_0b_0c_0$
Promedio 13 = 0.01150	G	Promedio 4 = 0.1485	DEF	$a_0b_1c_1$
Promedio 14 = 0.1750	DE	Promedio 16 = 0.1230	EF	$a_1b_2c_0$
Promedio 15 = 0.2125	D	Promedio 12 = 0.09400	F	$a_1b_0c_2$
Promedio 16 = 0.1230	EF	Promedio 11 = 0.02300	G	$a_1b_0c_1$
Promedio 17 = 0.1615	DEF	Promedio 13 = 0.01150	G	$a_1b_1c_0$
Promedio 18 = 0.2105	D	Promedio 10 = 0.001500	G	$a_1b_0c_0$

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Las pruebas de Diferenciación permiten establecer mediante la prueba de Tukey que para el Factor A (Variedad) en la Tabla 11, se observa que mejor color presenta la variedad I-Fripapa (nivel a_0). En el caso del Factor B (Temperatura) en la Tabla 12, se observa que el mejor color se alcanza al aplicar una temperatura de 70ºC (nivel b_2). Al tratarse del Factor C (tiempo) en la Tabla 13, se nota que el tiempo que más contribuye al color es 5 minutos (nivel c_2).

Lo descrito se refiere al análisis individual para cada factor, sin embargo es interesante observar que el análisis de interacción triple en la Tabla 14, se encontraron siete grupos, de los cuales se destaca el Grupo A que corresponde al mejor tratamiento: $a_0b_2c_2$ (I-Fripapa, 70°C, 5 minutos).

En el caso que se desee trabajar con la variedad Única se podrá considerar el tratamiento $a_1b_1c_2$ (Única, 60°C, 5 minutos), como una alternativa para esta variedad de papa.

4.1.2.3. Análisis de textura (kg/sq cm)

El cambio de textura de los bastones de papa, luego de aplicar los tratamientos de escaldado, se midió usando un penetrómetro manual, el cual mide la firmeza, resistencia a la rotura o fuerza a la penetración llamada "penetromía", causando el rompimiento del producto por lo cual es considerado un método de naturaleza destructiva. Las unidades don: Newton, kg-Fuerza, kgf/cm^2 y kg/ sqcm. Los resultados se reportan en la Tabla 15

Tabla 77. Datos Experimentales de Resistencia a la rotura utilizado como referencia para expresar la textura (kg/sq cm) para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

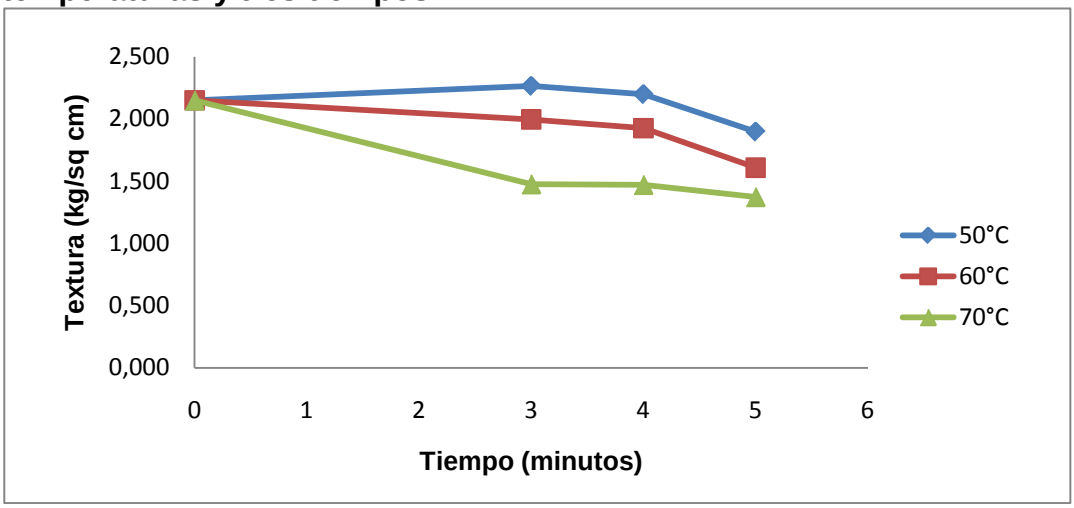
Tratamientos		Réplicas		
		R1	R2	Promedio
T1	$a_0b_0c_0$	2,279	2,250	2,265
T2	$a_0b_0c_1$	2,220	2,179	2,199
T3	$a_0b_0c_2$	1,794	2,000	1,897
T4	$a_0b_1c_0$	1,793	2,200	1,996
T5	$a_0b_1c_1$	1,776	2,075	1,925
T6	$a_0b_1c_2$	1,558	1,657	1,608
T7	$a_0b_2c_0$	1,517	1,433	1,475
T8	$a_0b_2c_1$	1,508	1,432	1,470
T9	$a_0b_2c_2$	1,495	1,250	1,372
T10	$a_1b_0c_0$	1,639	1,944	1,791
T11	$a_1b_0c_1$	1,400	1,775	1,588
T12	$a_1b_0c_2$	1,163	1,592	1,377
T13	$a_1b_1c_0$	1,215	1,827	1,521
T14	$a_1b_1c_1$	1,027	1,150	1,089
T15	$a_1b_1c_2$	0,813	1,127	0,970
T16	$a_1b_2c_0$	0,888	1,250	1,069
T17	$a_1b_2c_1$	0,746	1,082	0,914
T18	$a_1b_2c_2$	0,542	0,988	0,765
Papa I-Fripapa (control)			Promedio	2,150
Papa Única (control)			Promedio	2,020

Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 15, se puede observar que los valores promedios tienen un mínimo de 0,765 correspondiente al tratamiento $a_1b_2c_2$ (Única, 70°C, 5 minutos) y un máximo de 2,265 perteneciente al tratamiento $a_0b_0c_0$ (I-Fripapa, 50°C, 3 minutos). Para el caso de los controles de I-Fripapa y Única, los valores de textura (kg/sq cm) son 2,150 (kg/sq cm) y 2,020 (kg/sq cm), respectivamente. Los valores de textura demuestran que a medida que aumenta el tiempo y la temperatura de escaldado la resistencia a la rotura, disminuye en las dos variedades estudiadas.

A continuación los Gráficos 7 y 8 provienen de los datos de la Tabla 15, donde se observa la representación de la relación textura (kg/sq cm) vs tiempo (minutos) aplicando tres temperaturas de escaldado para las dos variedades de papa estudiadas. Nótese que a medida que aumenta el tiempo y la temperatura de escaldado, el valor de textura del bastón (kg/sq cm) disminuye.

Gráfico 27. Representación de textura (kg/sq cm) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad I-Fripapa, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos



Origen: Laboratorio de la UOITA
Fuente: Lucía Pazmiño G, 2010

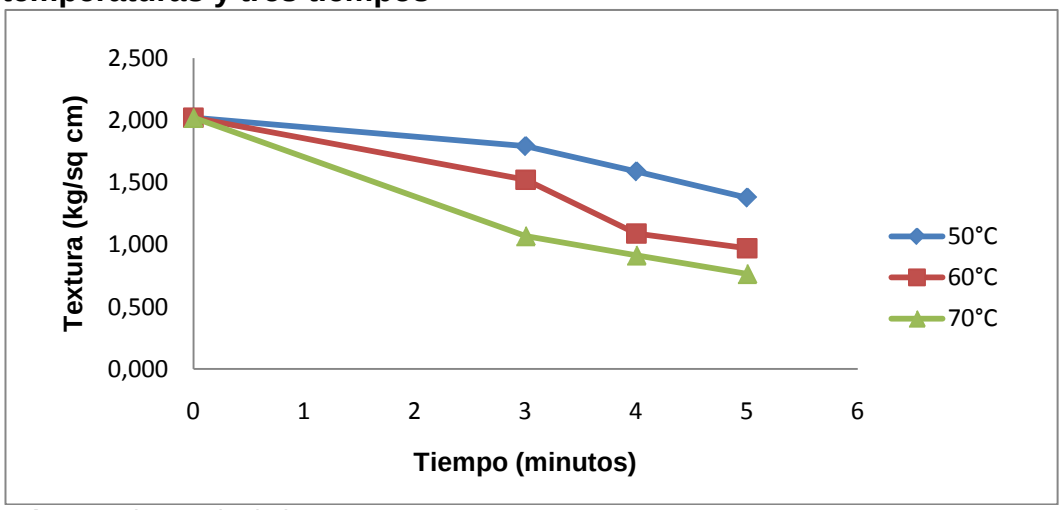
Por regresion se tiene:

$T_{50°C} = -0,032\,t + 2,225$ r= 0,438

$T_{60°C}$ = -0,093 t + 2,200 r= 0,885

$T_{70°C}$ = -0,159 t + 2,095 r= 0,961

Gráfico 28. Representación de Textura (kg/sq cm) vs tiempo (minutos) de escaldado en Variedad Única, luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos



Origen: Laboratorio de la UOITA
Fuente: Lucía Pazmiño G, 2010

Por regresion se tiene:

$T_{50°C}$ = -0,122 t + 2,062 r= 0,962

$T_{60°C}$ = -0,216 t + 2,049 r= 0,981

$T_{70°C}$ = -0,258 t + 1,966 r= 0,985

En la Tabla 16, se presenta el resultado estadístico de los valores de Resistencia a la rotura utilizado como referencia para expresar la textura (kg/sq cm) en Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos, del Análisis de Varianza con α= 0,05 de significancia se establece que existe diferencia significativa entre los factores: A (Variedad), B (Temperatura) y C (Tiempo).

Tabla 78. Análisis de Varianza para valores de Resistencia a la rotura utilizado como referencia para expresar la textura (kg/sq cm) para Variedades I-Fripapa y Única luego de escaldado a tres temperaturas y tres tiempos

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
MAIN EFFECTS						
A:Variedad	2,91726	1	2,91726	108,62	4,45	0,0000
B:Temperatura	2,73652	2	1,36826	50,95	3,59	0,0000
C:tiempo	0,758573	2	0,379287	14,12	3,59	0,0002
D:Replicas	0,409173	1	0,409173	15,24	4,45	0,0011
INTERACTIONS						
AB	0,0294862	2	0,0147431	0,55	3,59	0,5875
AC	0,0721212	2	0,0360606	1,34	3,59	0,2875
BC	0,0830961	4	0,020774	0,77	2,96	0,5574
ABC	0,0253857	4	0,00634642	0,24	2,96	0,9140
RESIDUAL	0,456568	17	0,0268569			
TOTAL	7,48819	35				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

A continuación en las Tablas 17, 18 y 19 se presentan las pruebas de Tukey para los factores que mostraron diferencia altamente significativa (α= 0,05).

Tabla 79. Prueba de Tukey para Factor A (Variedad)

Method: 95,0 percent Tukey HSD		
Variedad	LS Mean	Grupos Homogéneos
I Fripapa	1,23156	b
Unica	1,80089	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 80. Prueba de Tukey para Factor B (Temperatura)

Method: 95,0 percent Tukey HSD		
Temperatura (°C)	Promedios	Grupos Homogéneos
70	1,17758	c
60	1,51817	b
50	1,85292	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 81. Prueba de Tukey para Factor C (Tiempo)

Method: 95,0 percent Tukey HSD		
tiempo (min)	Promedios	Grupos Homogéneos
5	1,33158	b
4	1,53083	a
3	1,68625	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

De las anteriores pruebas estadísticas de Tukey se puede indicar que el Factor A (Variedad), Tabla 17, dio como mejor tratamiento a_0 (I-Fripapa). Para el Factor B (Temperatura), Tabla 18, se deduce que la temperatura que menos afecta a la textura es 50ºC, seguido 60ºC y la que más afecta es 70ºC. Para el Factor C (Tiempo),Tabla 19, se observa que al aplicar los tiempos de 3 y 4 minutos las texturas son iguales; mientras que el tiempo de 5 minutos afecta significativamente a la textura de los bastones de papa.

4.1.3. Determinación del mejor tratamiento

El mejor tratamiento se determinó mediante un análisis del proceso de acondicionamiento al que se sometieron los bastones de papa de las dos variedades, para lo cual se consideraron: los lavados sucesivos, la inmersión en solución inhibidora del pardeamiento enzimático y el escaldado. Así:

El proceso de lavado sobre los bastones sin freír supone una reducción de azúcares reductores, el agua de lavado puede estar a diferentes temperaturas. Adicionalmente la gelatinización del almidón, que generalmente se inicia a 60ºC ± 5ºC, incide notablemente en la textura y propiedades sensoriales de los bastones de papas.

Los procesos de cortado, pelado, repelado y picado sometidos a la papa causan inevitablemente daños, que traen como consecuencias reacciones indeseables tales como cambios de coloración y desarrollo de aromas y sabores desagradables en el tejido dañado. Razón por la cual en este trabajo, se evita este cambio de color con el uso de la inmersión en solución 1,5% Ácido Cítrico y 0,01% Metabisulfito de Sodio, que actuaron como agentes antiempardeamiento. El mecanismo de acción de cada agente se describe a continuación:

El acido cítrico tiene un doble efecto baja el pH y presenta capacidad reductora porque elimina el Cobre del lugar activo de la PPO [32], pero como los reductores se oxidan irreversiblemente durante la reacción, lo que significa que la protección es temporal, porque se consumen en la reacción. Cuando todo el agente reductor añadido se oxida, las o-quinonas de la reacción pueden sufrir reacciones de oxidación posteriores (sin involucrar PPO) y finalmente una rápida polimerización, produciéndose la formación de pigmentos oscuros.

Es conveniente la combinación con otros agentes antipardeamiento, ya que es muy difícil lograr una inhibición completa del oscurecimiento únicamente con el control del pH, por lo cual se combinó con Metabisulfito de Sodio. Estos sulfitos evitan las reacciones de oscurecimiento enzimático; porque utiliza su poder reductor; debido a que inhibe la síntesis de quinonas y también inhibe la enzima PPO e incorpora el ión sulfito a las o-quininas, produciendo fenoles sulfonados (incoloro), que son estables y no reactivos evitando su polimerización a pigmentos oscuros.

Una reducción de la actividad de la PPO se conseguirá con la aplicación adicional de escaldado, el cual supone la aplicación de temperaturas y tiempos, favoreciendo su desnaturalización y consecuentemente la pérdida de su capacidad catalizadora. Los rangos de temperaturas óptimos pueden llegar a variar sustancialmente de unas enzimas a otras [53]. En conclusión la aplicación de escaldado a 70°C por 5 minutos inactiva la PPO, mejora el color final de los bastones de papas; y adicionalmente se reduce significativamente los azúcares reductores (glucosa y fructosa), como un proceso complementario al lavado.

Después del análisis fisicoquímico realizado a los bastones de papa, al aplicar el escaldado a tres temperaturas combinados con diferentes tiempos, se concluye estadísticamente que el tratamiento

$a_0b_2c_2$ que corresponde a I-Fripapa escaldada a 70°C por 5 minutos, es el que presentó mayor velocidad de inactivación de la PPO, mejorando el color y manteniendo la textura aceptable, debido a que el bastón luego pasará a procesos drásticos de cambios de temperatura (prefritura y congelamiento), y lo que se desea es mantener una textura firme.

Entonces, se puede establecer que el mejor tratamiento de acondicionamiento es $a_0b_2c_2$, el cual corresponde a la variedad I-Fripapa lavada, sometida a inversión en solución de 1,5% Acido cítrico + 0,01% Metabisulfito de Sodio y escaldada a temperatura de 70°C por un tiempo de 5 minutos. Sin embargo, de acuerdo al análisis estadístico en la determinación de actividad de la PPO, color y textura los factores determinantes son el tiempo y la temperatura. De esta manera permite considerar la combinación temperatura y tiempo (70°C/5 minutos) como otro mejor tratamiento para la variedad Única, es por eso que la decisión es más bien de tipo tecnológico.

En conclusión para la elección de la mejor tecnología de acondicionamiento se debe tomar en cuenta las exigencias del producto en términos de calidad sanitaria, organoléptica, nutricional y el sistema de conservación que se aplicará con posterioridad.

4.1.4. Análisis microbiológico de papa prefrita congelada tipo bastón

Se analizaron los principales microorganismos indicadores para la evaluación de la inocuidad microbiológica de la papa prefrita congelada, usando disoluciones 10^{-1}. Los cuales permitieron evaluar: condiciones de manejo o eficiencia del proceso, calidad de la materia prima, problemas de almacenamiento y control de la temperatura.

Se realizó el control microbiológico de papa prefrita congelada de acuerdo a las Normas NTE INEN y especificaciones de AVIKO, de

muestras almacenadas a -10ºC durante un mes. En la Tabla 20, se presenta los datos experimentales microbiológicos de muestras de papa prefrita congelada tipo bastón, mismas que señalan una disminución en la carga microbiana en todos los parámetros microbiológicos (Recuento Total, Mohos y Levaduras, y *S. aureus*) por efecto del proceso de acondicionamiento (CA) y el almacenamiento en congelación.

Tabla 82. Datos experimentales microbiológicos de papa prefrita congelada tipo bastón luego de un mes de almacenamiento

Muestras	Réplica	Recuento Total (UFC/g) PCA	Mohos y Levaduras (UFC/g) PDA	*S. aureus* (UFC/g) MS	Coliformes Totales (UFC/g)
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	1	140	270	40	0
	2	120	250	10	0
	3	130	260	10	0
Promedio		130	260	20	0
Desviación Estándar		±10	±10	±17	±0
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	1	70	10	20	0
	2	80	10	10	0
	3	80	10	10	0
Promedio		77	10	13	0
Desviación Estándar		±6	±0	±6	±0
Única prefrita congelada (SA)	1	130	20	100	0
	2	120	10	110	0
	3	120	10	100	0
Promedio		123	13	103	0
Desviación Estándar		±6	±6	±6	±0
Única prefrita congelada (CA)	1	80	10	20	0
	2	80	10	10	0
	3	70	10	10	0
Promedio		77	10	13	0
Desviación Estándar		±6	±0	±6	±0

(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.4.1. Recuento Total

En la Tabla 20 se puede apreciar los valores promedios de Recuento Total (Aerobios/Aerobios Mesófilos). Así 77 (UFC/g) para I-

Fripapa y Única con acondicionamiento, 130 (UFC/g) para I-Fripapa sin acondicionamiento y 123 (UFC/g) para Única sin acondicionamiento.

Estos resultados se pueden asociar a los Requisitos microbiológicos de este producto, cuyo límite mínimo de Recuento Total es 10^5(UFC/g); por lo tanto las muestras independientemente de variedad y tratamiento no se hallan contaminadas y el producto se ha elaborado higiénicamente. El análisis del Recuento Total indica las condiciones de salubridad, calidad de la materia prima, problemas de almacenamiento y sirven como criterio para definir el tiempo de vida útil.

4.1.4.2. Mohos y Levaduras

La cuantificación de Mohos y Levaduras (UFC/g) es importante en alimentos de baja actividad de agua como los congelados. En la Tabla 20 se observa los valores promedios de 10 (UFC/g) perteneciente a las muestras I-Fripapa y Única Con Acondicionamiento, y 13 (UFC/g) para la muestra Única Sin Acondicionamiento y 260 (UFC/g) correspondiente a la muestra I-Fripapa Sin Acondicionamiento

De acuerdo con los Requisitos microbiológicos del producto, el límite máximo es 10^3 (UFC/g), por lo tanto todas las muestras están dentro de los requisitos microbiológicos establecidos.

4.1.4.3. *Staphylococcus aureus*

En la Tabla 20, se observa los valores promedios de 13 (UFC/g) para las muestras I-Fripapa y Única Con Acondicionamiento, 20 (UFC/g) para la muestra I-Fripapa Sin Acondicionamiento y 103 (UFC/g) para la muestra Única Sin Acondicionamiento. Estos resultados se pueden asociar a los Requisitos microbiológicos de este producto, cuyo requerimiento es ausencia; por lo tanto existió contaminación post manipulación del alimento.

Esto implica que se debe controlar y mejorar la manipulación higiénica de este producto por parte del personal de procesamiento en el proceso de envasado. Se conoce que algunas cepas de *S. aureus* son patógenas para el hombre porque producen enterotoxinas que dan lugar a la intoxicación estafilocócica. La dosis infectiva es alta ya que es necesario un número de al menos 10^6 (UFC/g) para producir cantidad suficiente de enterotoxina para producir la enfermedad en el consumidor.

4.1.4.4. Coliformes Totales

Se observa ausencia de Coliformes Totales (Enterobactereaceas *E. coli*, Anaerobios facultativos) para todas las muestras, es decir, para las dos variedades con y sin acondicionamiento.

Estos resultados se pueden asociar a los Requisitos microbiológicos de este producto, cuyo límite máximo es de 10^3 (UFC/g), por lo tanto las muestras están dentro de los requisitos microbiológicos. Este análisis microbiológico es útil ya que indica potencial contaminación fecal o posible presencia de patógenos, prácticas sanitarias deficientes en el manejo y en la fabricación de los alimentos.

4.1.4.5. Cálculo del tiempo de vida útil de papa prefrita congelada tipo bastón

El tiempo de vida útil de la papa prefrita congelada, de acuerdo a las especificaciones microbiológicas se establece el Recuento Total, debido a que involucra microorganismos aerobios mesófilos, que son la flora total compuesta por bacterias, hongos filamentosos y levaduras, aerobios estrictos o facultativos que presentan unas características térmicas intermedias Las papas prefritas congeladas se conservan en almacenamiento a bajas temperaturas por más tiempo y con mejor calidad a diferencia de la mayoría de vegetales congelados [23].

Luego el cálculo del tiempo de vida útil de papa prefrita congelada se llevó a cabo teniendo presente el incremento de Recuento Total en un medio PCA, para muestras de papa prefrita congelada Con Acondicionamiento y Sin Acondicionamiento en las variedades: I-Fripapa y Única; a continuación se presenta un ejemplo del cálculo para papa prefrita congelada Variedad I-Fripapa Con Acondicionamiento.

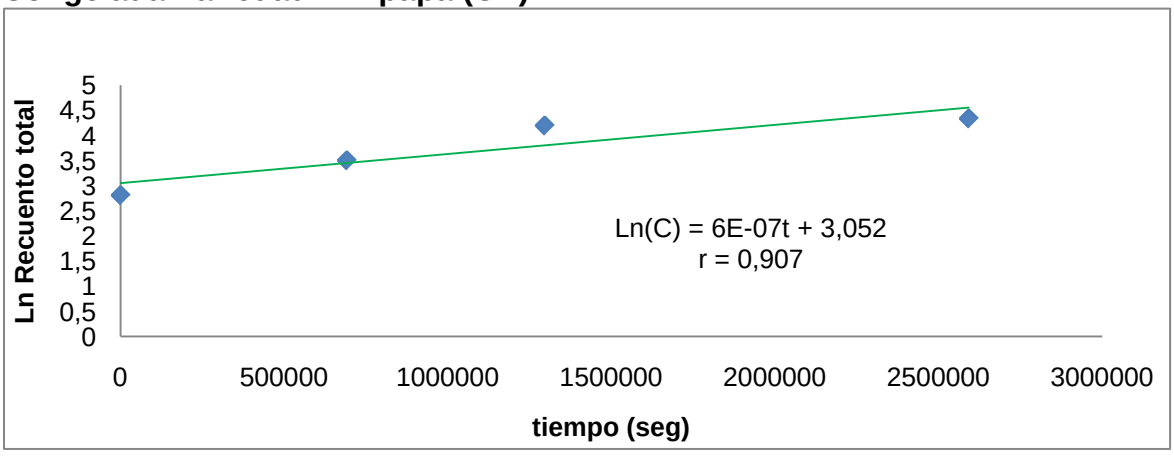
Los datos se reportan en la Tabla 21 y la representación Ln Recuento Total vs tiempo (s) en el Gráfico 9.

Tabla 83. Datos del Recuento Total realizado en medio PCA de papa prefrita congelada Variedad I-Fripapa (CA)

	Recuento Total (UFC/g)				
Tiempo (s)	**R_1**	**R_2**	**R_3**	**Promedio (UFC/g)**	**Ln(C)**
0	10	20	20	17	2,81341
691200	30	30	40	33	3,50655
1296000	60	70	70	67	4,19970
2592000	70	80	80	77	4,33946

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Gráfico 29. Cálculo de Orden de Reacción "n" en Papa Prefrita Congelada Variedad I-Fripapa (CA)



Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En el gráfico 9 se realizó la regresión lineal obteniendo un coeficiente de correlación de 0,907, lo cual quiere decir que los datos

experimentales se ajustan a un modelo lineal. Con los datos de la regresión lineal se procede a reemplazar los valores en ecuación para reacciones de primer orden, donde se despeja la variable de tiempo.

Cálculo de tiempo de vida útil en papa prefrita congelada tipo bastón en Variedad I-Fripapa (CA)

$$\ln C = \ln Co + k * t$$

$$\ln (C) = 3{,}052 + 6E\text{-}07 * t$$

r = 0,907

ln Co = 3,052

k = 6E-07

C = 10^5 (UFC/g) se recomienda como nivel máximo de contaminación para papa prefrita congelada, según especificaciones AVIKO.

Despejando,

ln C - ln Co = k * t

ln (10^5)- ln (3,052) = 6E-07* t

t = 1,73E+07 segundos

t = 200,56 días

t = 6,685 meses

De esta manera se procedió a determinar el tiempo de vida útil para las dos variedades de papa prefrita congelada tipo bastón con y sin acondicionamiento; los resultados se presentan en la tabla 22.

Tabla 84. Tiempos de vida útil (meses) para papa prefrita congelada tipo bastón

Muestras	Con acondicionamiento	Sin acondicionamiento
I-Fripapa prefrita congelada	6,685	4,113
Única prefrita congelada	6,708	6,598
Promedio	6,697	5,355

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

De acuerdo a la Tabla 22, las muestras de papa prefrita congelada de las dos variedades con acondicionamiento, tienen un mayor tiempo de vida útil.

4.1.5. Análisis sensorial de papa prefrita congelada tipo bastón

Se evaluó la calidad sensorial de papa prefrita congelada de muestras fritas de las dos variedades, con y sin acondicionamiento, y una de marca comercial, mediante 10 panelistas semi-entrenados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, y utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor, textura, aceitosidad residual y aceptabilidad.

4.1.5.1. Atributo color

El color es muy importante en las papas fritas, esta característica influye significativamente en la clasificación comercial y en el grado de aceptación por parte de los consumidores. En la Tabla 23, se presentan los datos experimentales de la evaluación sensorial para el atributo color.

Tabla 85. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo color para papa prefrita congelada tipo bastón

C	967			322			839			294			82		
	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X
1	5	4	4,5	4	3	3,5	3	4	3,5	3	3	3,0	4	3	3,5
2	5	5	5,0	5	5	5,0	5	5	5,0	2	2	2,0	4	4	4,0
3	5	5	5,0	4	3	3,5	4	4	4,0	2	4	3,0	3	4	3,5
4	5	4	4,5	4	4	4,0	4	3	3,5	5	3	4,0	2	3	2,5
5	4	4	4,0	5	4	4,5	4	4	4,0	3	4	3,5	3	1	2,0
6	5	5	5,0	4	5	4,5	4	5	4,5	4	4	4,0	3	3	3,0
7	3	2	2,5	4	2	3,0	4	3	3,5	2	4	3,0	2	4	3,0
8	4	5	4,5	5	5	5,0	5	4	4,5	4	3	3,5	4	3	3,5
9	4	4	4,0	4	3	3,5	4	4	4,0	4	2	3,0	3	2	2,5
10	3	3	3,0	5	5	5,0	4	4	4,0	4	4	4,0	3	3	3,0

967=I-Fripapa (SA) frita; **322**=I-Fripapa (CA) frita; **839**=Única (SA) frita; **294**=Única (CA) frita; **082**=papas prefritas congeladas comerciales importadas McCain; **C**=Catador; $\mathbf{R_1}$=Réplica 1; $\mathbf{R_2}$=Réplica 2; **X**=Promedio
Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 24 se presenta el Análisis de Varianza para el atributo color, en ella se observa que hay diferencia con un nivel de significancia de 0,05%, para el factor B (Tratamientos), además no existe diferencia significativa entre catadores.

Tabla 86. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo color

Fuente de Variación	SC	GL	CM	Fc	Ft
Efectos Principales					
A:Tratamientos	10,6444	4	2,66111	6,84	2.6
B:Catadores	6,71111	8	0,838889	2,16	2.2
Error	12,4556	32	0,389236		
TOTAL	29,8111	44			

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 25, se observa que existe diferencia significativa (α 0,05) entre tratamientos para un nivel de confianza de 0,05%, señalando la variedad I-Fripapa con acondicionamiento un promedio de 4,2 que corresponde de acuerdo a la escala hedónica entre “bueno” y “muy bueno”; mientras que la muestra que menos agrada en el atributo color es la muestra comercial con un promedio de 3,0 que está en “ni agrada ni desagrada”. Estos valores se pueden comparar en el Gráfico 10.

Tabla 87. Prueba de Tukey para Tratamientos

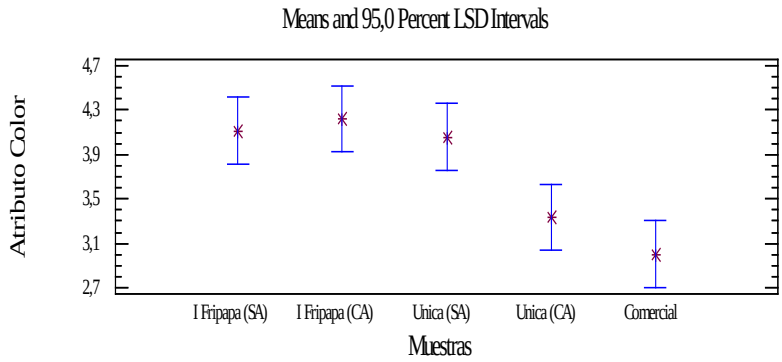
Method: 95,0 percent Tukey HSD

Tratamientos	Promedios	Grupos Homogéneos
5	3,0	c
4	3,33333	cb
3	4,05556	ba
1	4,11111	ba
2	4,22222	a

1: I-Fripapa (SA) frita, **2:** I-Fripapa (CA) frita, **3:** Única (SA) frita, **4:** Única (CA) frita, **5:** papas prefritas congeladas comerciales importadas de la marca McCain, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Gráfico 30. Promedios atributo sensorial color



(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Debe mencionarse que el color depende de la composición química de la papa. Así los azúcares reductores participan en las reacciones de oscurecimiento, pero adicionalmente se encuentran aminoácidos y otros componentes orgánicos para que se produzca la formación del color durante la fritura.

Por lo tanto, probablemente el escaldado mejoró el color del producto final, debido a que causa la remoción parcial de azúcares reductores de la papa.

4.1.5.2. Atributo olor

En la Tabla 26, se presentan los datos experimentales de la evaluación sensorial para el atributo olor.

Tabla 88. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo olor de papa prefrita congelada tipo bastón

C	967			322			839			294			82		
	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X
1	4	5	4,5	3	3	3,0	4	4	4,0	3	3	3,0	3	3	3,0
2	4	3	3,5	4	3	3,5	4	3	3,5	4	3	3,5	5	4	4,5
3	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	3	4	3,5
4	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0
5	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0
6	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0
7	4	4	4,0	4	4	4,0	4	2	3,0	3	3	3,0	1	2	1,5
8	4	3	3,5	4	4	4,0	3	3	3,0	4	4	4,0	3	3	3,0
9	3	3	3,0	2	3	2,5	3	2	2,5	3	3	3,0	3	3	3,0
10	4	3	3,5	4	4	4,0	3	2	2,5	4	5	4,5	3	3	3,0

967=I-Fripapa (SA) frita; **322**=I-Fripapa (CA) frita; **839**=Única (SA) frita; **294**=Única (CA) frita; **082**=papas prefritas congeladas comerciales importadas McCain; **C**=Catador; R_1=Réplica 1; R_2=Réplica 2; **X**=Promedio, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 27 se presenta el Análisis de Varianza para el atributo olor, en ella se observa que no hay diferencia entre tratamientos ni catadores con un nivel de significancia de 0,05%.

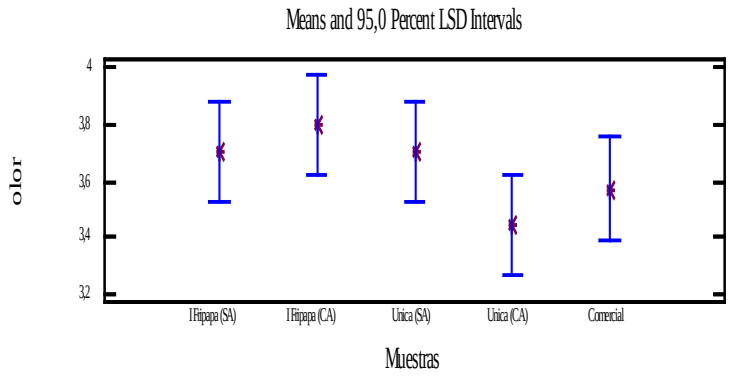
Tabla 89. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo olor

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Tratamientos	1,47234	4	0,368085	1,18	2.642	0,3374
B:Catadores	5,88901	9	0,654334	2,09	2.156	0,0566
ERROR	11,261	36	0,312805			
TOTAL	18,5	49				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En el Gráfico 11 se aprecia que la muestra I-Fripapa (CA) se ubica con un promedio de 3,8 que está entre “ni agrada ni desagrada” y “gusta”; y la muestra que menos agrada en el atributo olor es la muestra de Única (CA) con un promedio de 3,4 “ni agrada ni desagrada”.

Gráfico 31. Promedios atributo sensorial olor



(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.5.3. Atributo sabor

Al atributo sabor se asocian los componentes volátiles que se presentan en los fritos: formaldehido, acetaldehído, acetona, metilacetona y metilsopropilacetona [2]. En la Tabla 28, se presentan los datos experimentales de la evaluación sensorial para el atributo sabor.

Tabla 90. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo sabor de papa prefrita congelada tipo bastón

C	967			322			839			294			82		
	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X
1	5	5	5,0	3	3	3,0	5	5	5,0	4	4	4,0	5	3	4,0
2	3	5	4,0	2	4	3,0	4	4	4,0	1	3	2,0	4	4	4,0
3	5	3	4,0	4	5	4,5	5	5	5,0	2	5	3,5	5	4	4,5
4	5	4	4,5	2	3	2,5	5	5	5,0	5	3	4,0	4	4	4,0
5	4	4	4,0	4	2	3,0	5	4	4,5	3	4	3,5	3	4	3,5
6	5	5	5,0	4	3	3,5	5	4	4,5	3	4	3,5	3	3	3,0
7	2	4	3,0	4	2	3,0	3	3	3,0	2	4	3,0	2	3	2,5
8	4	4	4,0	5	4	4,5	2	1	1,5	4	4	4,0	3	3	3,0
9	3	3	3,0	4	3	3,5	4	2	3,0	2	4	3,0	2	2	2,0
10	4	3	3,5	4	5	4,5	1	1	1,0	4	3	3,5	3	3	3,0

967=I-Fripapa (SA) frita; **322**=I-Fripapa (CA) frita; **839**=Única (SA) frita; **294**=Única (CA) frita; **082**=papas prefritas congeladas comerciales importadas McCain; **C**=Catador; $\mathbf{R_1}$=Réplica 1; $\mathbf{R_2}$=Réplica 2; **X**=Promedio, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 29 se presenta el Análisis de Varianza para el atributo sabor, en ella se observa que no hay diferencia entre tratamientos ni catadores con un nivel de significancia de 0,05%.

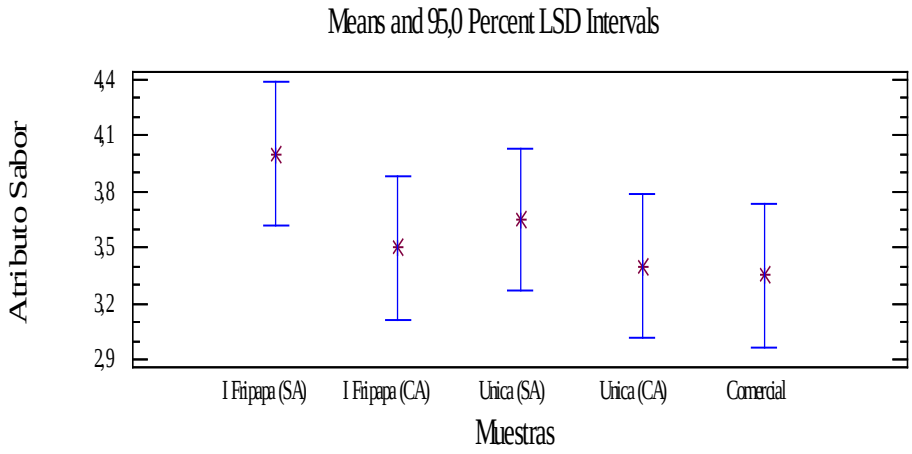
Tabla 91. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo sabor

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Tratamientos	2,73	4	0,6825	0,95	2.642	0,4467
B:Catadores	12,08	9	1,34222	1,87	2.156	0,0892
ERROR	25,87	36	0,718611			
TOTAL	40,68	49				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

De acuerdo a los datos reportados en la Gráfica 12, se aprecia que la muestra de I-Fripapa (SA) tiene un promedio de 4 que según la escala hedónica se ubica en “gusta”, mientras que la marca comercial presentó un promedio de 3,4 que corresponde a “ni agrada ni desagrada”.

Gráfico 32. Promedios atributo sensorial sabor



(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Como se mencionó anteriormente las características depende de la composición de la materia prima empleada; debido a esto la cantidad de materia seca influye directamente sobre el sabor y se considera que con una alta cantidad de materia seca se obtiene el mejor sabor [2].

4.1.5.4. Atributo textura

La firmeza del bastón es una característica de textura que se relaciona con el contenido de almidón y la estructura celular [44]. Los datos experimentales de la evaluación sensorial se detallan en la tabla 30.

Tabla 92. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo textura de papa prefrita congelada tipo bastón

C	967			322			839			294			82		
	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X
1	5	4	4,5	2	3	2,5	4	4	4,0	4	3	3,5	3	3	3,0
2	4	5	4,5	2	3	2,5	5	3	4,0	3	4	3,5	4	2	3,0
3	4	4	4,0	3	2	2,5	4	3	3,5	4	4	4,0	2	3	2,5
4	4	4	4,0	1	4	2,5	4	4	4,0	4	4	4,0	3	4	3,5
5	4	4	4,0	4	3	3,5	4	4	4,0	3	3	3,0	4	3	3,5
6	4	5	4,5	3	3	3,0	5	5	5,0	4	3	3,5	2	3	2,5
7	3	4	3,5	2	2	2,0	3	4	3,5	4	4	4,0	4	2	3,0
8	4	4	4,0	2	2	2,0	5	4	4,5	2	5	3,5	2	2	2,0
9	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0
10	4	4	4,0	4	3	3,5	4	4	4,0	3	3	3,0	4	4	4,0

967=I-Fripapa (SA) frita; **322**=I-Fripapa (CA) frita; **839**=Única (SA) frita; **294**=Única (CA) frita; **082**=papas prefritas congeladas comerciales importadas McCain; **C**=Catador; R_1=Réplica 1; R_2=Réplica 2; **X**=Promedio, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 31, se presenta el Análisis de Varianza para el atributo textura, en ella se observa que existe diferencia con un α 0,05% de significancia para el Factor A (Tratamientos).

Tabla 93. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo textura

Fuente de Variación	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Tratamientos	13,2782	4	3,31954	12,03	2.642	0,0000
B:Catadores	3,04483	9	0,338314	1,23	2.156	0,3099
ERROR	9,93017	36	0,275838			
TOTAL	26,245	49				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 32, se observa que existe una diferencia significativa (α 0,05) entre tratamientos para un nivel de confianza de 0,05%. La prueba de Tukey y el Gráfico 13, señalan que I-Fripapa (CA) tiene un promedio

de 2,8, de acuerdo a la escala hedónica está entre “dura” y “ni suave ni dura”, mientras que la muestra que menos ponderación de textura presenta es I-Fripapa (SA) con un promedio de 4.0 que corresponde a “suave”.

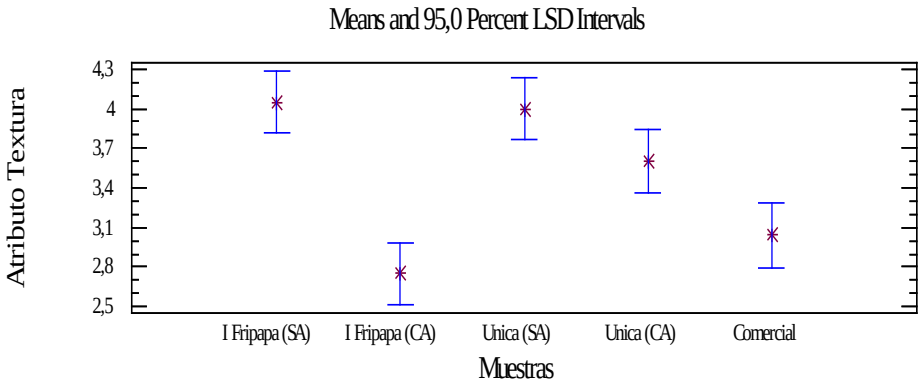
Tabla 94. Prueba de Tukey para Tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD		
Tratamientos	**Promedios**	**Grupos homogéneos**
2	2,75	c
5	3,03966	cb
4	3,6	ba
3	4,0	a
1	4,05	a

1: I-Fripapa (SA) frita, **2:** I-Fripapa (CA) frita, **3:** Única (SA) frita, **4:** Única (CA) frita, **5:** papas prefritas congeladas comerciales importadas de la marca McCain, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Gráfico 33. Promedios atributo sensorial textura



SA= Sin acondicionamiento; CA= Con acondicionamiento

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En papas fritas, la textura es el principal factor que determina la aceptabilidad y depende tanto de la materia prima como del procesamiento y período de posfreído. Una papa frita de buena calidad es aquella que tiene una corteza exterior crocante pero no dura ni “chiclosa” y un centro húmedo. La característica crocante de la corteza proviene probablemente de la condición vítrea del almidón a baja humedad (~2%) la que se pierde al migrar el agua desde el centro húmedo [20].

4.1.5.5. Atributo aceitosidad residual

El contenido de aceite en la papa frita se relaciona con el contenido de almidón y la materia seca del material crudo. Las variedades con alto contenido de materia seca tienen baja absorción de aceite [44]. Los resultados se presentan en la tabla 33.

Tabla 95. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo aceitosidad residual de papa prefrita congelada tipo bastón

C	967			322			839			294			82		
	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X
1	4	3	3,5	4	2	3,0	4	4	4,0	4	2	3,0	4	3	3,5
2	4	1	2,5	4	3	3,5	1	4	2,5	4	2	3,0	2	3	2,5
3	1	1	1,0	2	4	3,0	2	2	2,0	2	1	1,5	4	4	4,0
4	1	4	2,5	3	4	3,5	3	4	3,5	3	4	3,5	3	4	3,5
5	4	1	2,5	4	2	3,0	4	1	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5
6	2	1	1,5	3	3	3,0	1	4	2,5	2	4	3,0	4	4	4,0
7	4	4	4,0	5	5	5,0	2	1	1,5	2	2	2,0	4	3	3,5
8	2	2	2,0	4	4	4,0	2	2	2,0	4	4	4,0	3	4	3,5
9	2	2	2,0	3	2	2,5	1	1	1,0	2	1	1,5	2	2	2,0
10	4	1	2,5	4	2	3,0	4	1	2,5	3	2	2,5	3	3	3,0

967=I-Fripapa (SA) frita; **322**=I-Fripapa (CA) frita; **839**=Única (SA) frita; **294**=Única (CA) frita; **082**=papas prefritas congeladas comerciales importadas McCain; **C**=Catador; R_1=Réplica 1; R_2=Réplica 2; **X**=Promedio, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 34, se presenta el Análisis de Varianza para el atributo aceitosidad residual, en ella se observa que hay diferencia con un nivel de significancia de 0,05%, para el factor A (Tratamientos) y factor B (Catadores).

Tabla 96. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo aceitosidad residual

FUENTES DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Tratamientos	7,0398	4	1,75995	4,10	2.642	0,0077
B:Catadores	12,994	9	1,44377	3,36	2.156	0,0044
ERROR	15,456	36	0,429334			
TOTAL	36,5	49				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

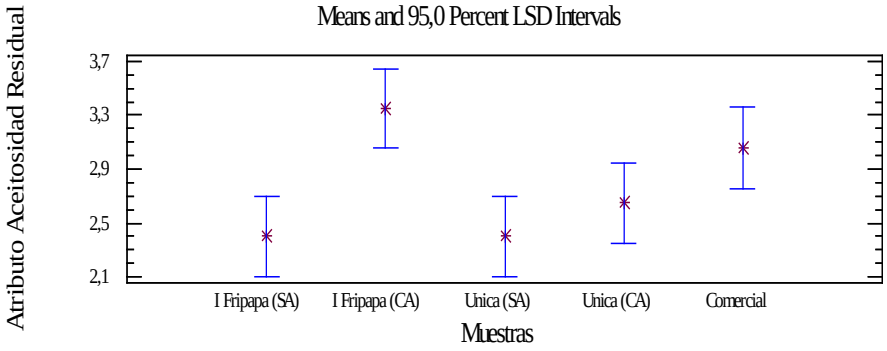
En la Tabla 35, se indica que existe una diferencia significativa (α 0,05) entre tratamientos para un nivel de confianza de 0,05%. La prueba de Tukey y el Gráfica 14 señalan que la variedad I-Fripapa (CA) tiene un promedio de 3,3, de acuerdo a la escala hedónica está entre “ni aceitoso ni muy aceitoso” y “poco aceitoso”. La muestra que más aceitosidad residual presenta es I-Fripapa (SA) con un promedio de 2,4 que está en “aceitoso”.

Tabla 97. Prueba de Tukey para Tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD		
Tratamientos	**Promedios**	**Grupos Homogéneos**
1	2,4	b
3	2,4	b
4	2,65	ba
5	3,05776	ba
2	3,35	a

1: I-Fripapa (SA) frita, **2:** I-Fripapa (CA) frita, **3:** Única (SA) frita, **4:** Única (CA) frita, **5:** papas prefritas congeladas
comerciales importadas de la marca McCain, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Gráfico 34. Promedios atributo sensorial aceitosidad residual



SA= Sin acondicionamiento; CA= Con acondicionamiento

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.5.6. Atributo aceptabilidad

En la Tabla 36, se presenta los datos de la evaluación sensorial para el atributo aceptabilidad.

Tabla 98. Datos experimentales de evaluación sensorial atributo aceptabilidad de papa prefrita congelada tipo bastón

C	967			322			839			294			82		
	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X	R_1	R_2	X
1	5	4	4,5	3	3	3,0	5	5	5,0	4	3	3,5	4	3	3,5
2	2	4	3,0	3	3	3,0	5	3	4,0	3	5	4,0	3	3	3,0
3	5	4	4,5	4	5	4,5	4	4	4,0	2	5	3,5	5	4	4,5
4	1	2	1,5	1	3	2,0	1	4	2,5	1	3	2,0	1	3	2,0
5	4	4	4,0	4	4	4,0	4	4	4,0	3	4	3,5	2	3	2,5
6	4	4	4,0	3	3	3,0	4	5	4,5	3	5	4,0	3	3	3,0
7	3	4	3,5	4	4	4,0	2	2	2,0	2	4	3,0	1	3	2,0
8	4	4	4,0	5	5	5,0	2	2	2,0	4	4	4,0	3	3	3,0
9	4	4	4,0	4	2	3,0	3	2	2,5	3	3	3,0	1	2	1,5
10	3	3	3,0	5	5	5,0	3	2	2,5	3	5	4,0	1	2	1,5

967=I-Fripapa (SA) frita; **322**=I-Fripapa (CA) frita; **839**=Única (SA) frita; **294**=Única (CA) frita; **082**=papas prefritas congeladas comerciales importadas McCain; **C**=Catador; R_1=Réplica 1; R_2=Réplica 2; **X**=Promedio, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Fuente: Laboratorio de la UOITA

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 37, se presenta el Análisis de Varianza para el atributo aceptabilidad, se observa que no existe diferencia con un α 0,05% de significancia para A (Tratamientos) ni para B (Catadores).

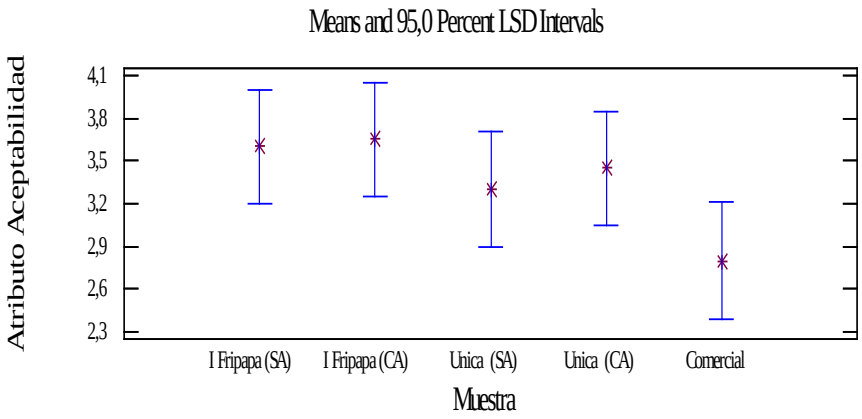
Tabla 99. Análisis de Varianza para evaluación sensorial atributo aceptabilidad

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Tratamientos	4,56739	4	1,14185	1,46	2.642	0,2358
B:Catadores	11,0466	9	1,22739	1,57	2.156	0,1632
ERROR	28,2284	36	0,784124			
TOTAL	45,805	49				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En el Gráfico 15, se indica que I-Fripapa (CA) tiene un promedio de 3,6, que según la escala hedónica se ubica en el rango de “ni agrada ni desagrada”; en cambio la marca comercial tiene un promedio de 2,8, la cual se ubica en la escala de “ni agrada ni desagrada” y “desagradable”.

Gráfico 35. Promedios atributo sensorial aceptabilidad



SA= Sin acondicionamiento; CA= Con acondicionamiento

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.6. Análisis de la composición proximal de papa prefrita congelada tipo bastón

El potencial energético de un producto alimentario es el resultante de su composición bioquímica y de la utilización fisiológica de sus componentes orgánicos mayoritarios (hidratos de carbono, lípidos y proteínas). Para expresar el valor energético, se utilizó los coeficientes de Atwater, «4-9-4», dado que 1 g de glúcidos proporciona aproximadamente 4 Kcal de energía metabolizable, 1 g de lípidos alrededor de 9 Kcal y 1 g de proteínas del orden de 4 Kcal [11]. Los resultados tabulados se presentan en la tabla 38.

Tabla 100. Datos experimentales de composición proximal de papa prefrita congelada tipo bastón

Análisis	(%b. h.) I-Fripapa prefrita congelada (SA)	(%b. h.) I-Fripapa prefrita congelada (CA)	(%b. h.) Única prefrita congelada (SA)	(%b. h.) Única prefrita congelada (CA)
Humedad	67,07	63,14	77,19	72,38
Ceniza	0,40	0,47	0,28	0,27
Proteína	2,73	2,80	2,37	2,41
Grasa total	6,46	6,84	4,34	6,58
Carbohidratos*	23,33	26,74	15,81	18,34
Energía (Kcal/100 g)	162,39	179,72	111,78	142,24

*=Porcentaje reportado por diferencia de pesos; %b. h.= Porcentaje en base húmeda, (SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento

Fuente: Laboratorio de la UOITA/ LACONAL

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 38, se reportaron los valores nutricionales de las papas prefritas congeladas tipo bastón para las dos variedades de papa, expresados en base húmeda, de ahí se estable que:

El porcentaje de Humedad, para la variedad I-Fripapa fue de 63,14 (con acondicionamiento) y 67,07 (sin acondicionamiento). Mientras el porcentaje de humedad para la variedad Única fue de 72,38 (con acondicionamiento) y 77,198 (sin acondicionamiento). En general el porcentaje de humedad fue menor en las muestras de la variedad I-Fripapa con respecto a Única.

El porcentaje de Ceniza, para la variedad I-Fripapa fue de 0,47 (con acondicionamiento) y 0,40 (sin acondicionamiento). Mientras el porcentaje de ceniza para la variedad Única fue de 0,28 (con acondicionamiento) y 0,27 (sin acondicionamiento). Es importante destacar que las pérdidas de vitaminas y minerales son menores en procesos de fritura cuando se compara con otros métodos de cocción, debido a la rapidez y corto tiempo del proceso [43] [55].

El porcentaje de Proteína, para la variedad I-Fripapa fue de 2,80 (con acondicionamiento) y 2,73 (sin acondicionamiento). Mientras el porcentaje de proteina para la variedad Única fue de 2,41 (con acondicionamiento) y 2,37 (sin acondicionamiento). En relación a los contenidos de proteínas y cenizas, las patatas fritas son las más ricas en estos nutrientes. Esto se debe a la deshidratación y pérdidas de almidón que se producen en la fritura [42].

La cantidad de Grasa total, para la variedad I-Fripapa fue de 6,84 (con acondicionamiento) y 6,46 (sin acondicionamiento). Mientras el porcentaje de grasa para la variedad Única fue de 6,58 (con acondicionamiento) y 4,34 (sin acondicionamiento). El proceso de prefritura, normalmente realizado después del escaldado de las papas

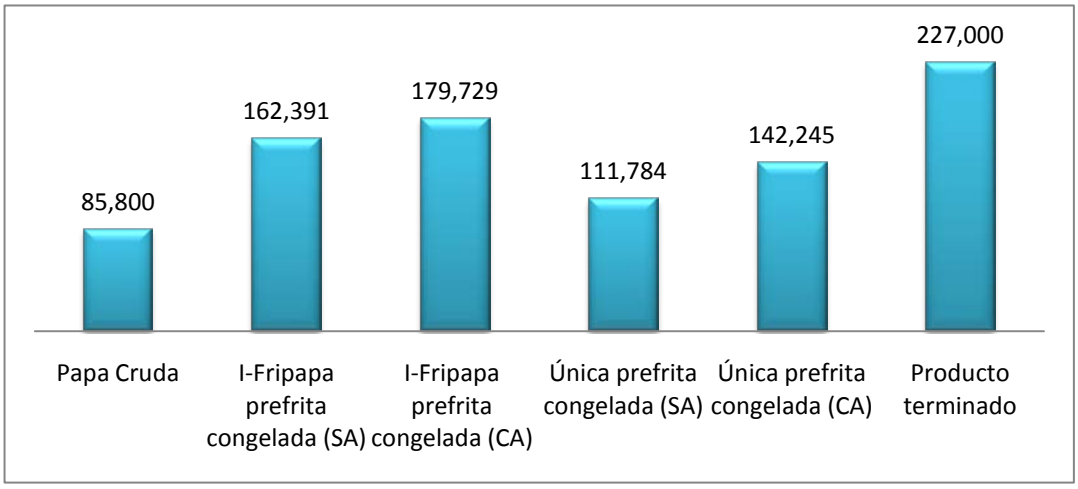
congeladas, aumenta el contenido de grasa de los alimentos. La cantidad de aceite absorbido por un alimento depende en gran medida de su contenido de humedad, porosidad y superficie expuesta al aceite de fritura. Durante el procesamiento las papas prefritas absorben aproximadamente 4 g de aceite por cada 100 g de producto [2].

En porcentaje de Carbohidratos, para la variedad I-Fripapa fue de 26,74 (con acondicionamiento) y 23,33 (sin acondicionamiento). Mientras el porcentaje de carbohidratos para la variedad Única fue de 18,34 (con acondicionamiento) y 15,81 (sin acondicionamiento). Durante la fritura, especialmente de alimentos con alto contenido de carbohidratos, como las papas, se forma otro compuesto tóxico llamado acrilamida, pero la utilización de la técnica de blanqueado de los alimentos disminuye su formación, especialmente si se combina con la utilización de ácido cítrico, acético, ascórbico o vitamina C [43].

El aporte energético (Kcal/100 g), para la variedad I-Fripapa fue de 179,72 (con acondicionamiento) y 162,39 (sin acondicionamiento). Mientras el porcentaje de calórico para la variedad Única fue de 142,24 (con acondicionamiento) y 111,78 (sin acondicionamiento). Nótese que las muestras con acondicionamiento presentaron un valor energético superior con respecto a aquellas sin acondicionamiento. Esto se demuestra en el gráfico 16.

En el Gráfico 16, se establece una comparación del aporte energético (Kcal), considerando la papa cruda con 85,80 Kcal, papa prefrita congelada: el promedio de las cuatro muestras es 149,03 Kcal y papa frita lista para el consumo es 277,00 Kcal. Se observa que el valor calórico de la papa luego de la fritura final se eleva. Consecuentemente se comprueba que el proceso de fritura modifica el valor nutritivo de la papa, pero no porque cause una pérdida de nutrientes naturales sino porque sobre todo, provoca un incremento de grasa y de valor calórico.

Gráfico 36. Aporte energético (Kcal/100 g)



(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

De la Tabla 38 se deduce que, los mayores porcentajes de proteína, grasa, ceniza, carbohidratos y calorías son para las muestras con acondicionamiento. Nótese que los mayores valores de estos nutrientes posee la muestra I-Fripapa con acondicionamiento. En consecuencia se puede concluir que el escaldado puede optimizar la retención de nutrientes.

4.1.7. Análisis de resistencia a rotura del producto terminado y tiempo de fritura final

Se analizó en el producto terminado la resistencia a la rotura como una propiedad estructural y el tiempo de fritura final, como una necesidad de los locales de comida rápida al ofertar este tipo de productos listos para su consumo con una mínima preparación.

4.1.7.1. Resistencia a la rotura (kg/sq cm) después del proceso de fritura final

Los resultados de resistencia a la rotura se presentan en la Tabla 39.

Tabla 101. Datos experimentales de resistencia a la rotura (kg/sq cm) después del proceso de fritura final

Muestras	Réplicas		Promedio	Desviación Estándar
	R_1	R_2		
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	1,00	1,05	1,03	±0,035
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	1,10	1,20	1,15	±0,070
Única prefrita congelada (SA)	0,70	0,60	0,65	±0,070
Única prefrita congelada (CA)	1,00	0,70	0,85	±0,212

(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 39, se reportan los datos de resistencia a la rotura después del proceso de fritura final. Los valores promedios para la variedad I-Fripapa fue de 1,15 (con acondicionamiento) y 1,03 (sin acondicionamiento). Mientras que para la variedad Única fue de 0,70 (con acondicionamiento) y 0,60 (sin acondicionamiento).

De la Tabla 39, se deduce que, valores bajos de resistencia a la rotura expresan mayor rotura y valores altos menor rotura del bastón. Por lo tanto, generalmente se desea obtener valores más altos. Nótese que los mejores resultados presenta la variedad I-Fripapa en las muestras con y sin acondicionamiento con respecto a la variedad Única. En consecuencia se puede concluir que el proceso de acondicionamiento mejora las propiedades texturales del bastón luego de fritos.

En la Tabla 40, se reporta el resultado estadístico de resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de fritura final de papas prefritas congeladas tipo bastón, donde se establece que existe diferencia significativa para el Factor A (Variedad).

Tabla 102. Análisis de Varianza para resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de la fritura final

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fc	Ft	P-Value
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Variedad	0,227813	1	0,227813	14,11	10.13	0,0330
B:Acondicionamiento	0,0528125	1	0,0528125	3,27	10.13	0,1682
C:Replicas	0,0078125	1	0,0078125	0,48	10.13	0,5367
INTERACCIONES						
AB	0,0028125	1	0,0028125	0,17	10.13	0,7045
ERROR	0,0484375	3	0,0161458			
TOTAL	0,339688	7				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 41, se presenta la Prueba de Tukey que muestra que la resistencia a la rotura depende de la variedad y es diferente entre las dos variedades estudiadas, así también se puede apreciar en el Gráfico 17. Consecuentemente se deduce que la variedad I-Fripapa es la que presenta mayor resistencia a la rotura.

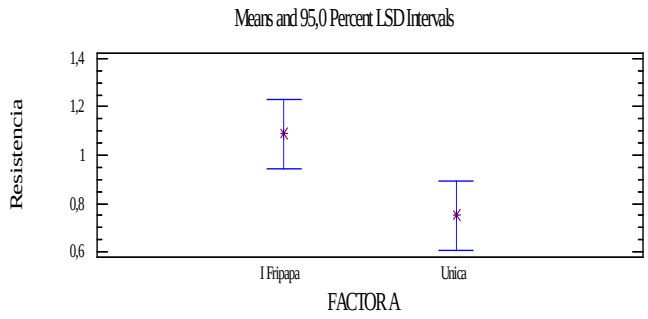
Tabla 103. Prueba de Tukey para resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de la fritura final, para el factor A (Variedad)

Method: 95,0 percent Tukey HSD

FACTOR A	Promedios	Grupos Homogéneos
Unica	0,75	b
I- Fripapa	1,0875	a

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Gráfico 37. Resistencia a la rotura (kg/sq cm) después de la fritura final



Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.7.2. Tiempo (min) de fritura final de papas prefritas congeladas

Los resultados de tiempo de fritura final se presentan en la Tabla 42. Para la variedad I-Fripapa fue de 6,44 (con acondicionamiento) y 8,45 (sin acondicionamiento). Mientras para la variedad Única fue de 8,54 (con acondicionamiento) y 10,07 (sin acondicionamiento). Nótese que los mejores resultados presentan las muestras con acondicionamiento.

Tabla 104. Datos experimentales de tiempo (min) de fritura final de papas prefritas congeladas

Muestras	Réplicas		Promedio (min)	Desviación Estándar
	R_1	R_2		
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	8,46	8,45	8,45	±0,007
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	6,41	6,39	6,44	±0,014
Única prefrita congelada (SA)	10,05	10,10	10,07	±0,035
Única prefrita congelada (CA)	8,59	8,50	8,54	±0,063

(SA)=Sin Acondicionamiento; (CA)=Con Acondicionamiento
Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 43, se reporta el resultado estadístico de tiempo de fritura final de papas prefritas congeladas para variedades I-Fripapa y Única con α=0,05 de significancia donde se establece que existe diferencia significativa para el Factor A (Variedad) y el Factor B (Acondicionamiento).

Tabla 105. Análisis de Varianza para tiempo de fritura final de papa prefrita congelada

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FACTOR A	7,08761	1	7,08761	4306,40	10.13	0,0000
B:FACTOR B	6,42611	1	6,42611	3904,47	10.13	0,0000
C:REPLICA	0,0006125	1	0,0006125	0,37	10.13	0,5849
INTERACCIONES						
AB	0,137813	1	0,137813	83,73	10.13	0,0028
ERROR	0,0049375	3	0,00164583			
TOTAL	13,6571	7				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 44, se indica que existe una diferencia significativa con un α=0,05 de significancia al aplicar acondicionamiento; de las cuales la que menor tiempo de fritura final presenta cuando se aplica acondicionamiento.

Tabla 106. Prueba de Tukey: Interacción AB (Variedad/Acondicionamiento)

Diferencia significativa de la Prueba de Tukey s/x= 0,02868 α= 0,050

ORDEN ORIGINAL	ORDEN ARREGLADO	MUESTRAS
Promedio 1= 8.455	B Promedio 3= 10.07 A	Única prefrita congelada(SA)
Promedio 2= 6.440	C Promedio 4= 8.540 B	Única prefrita congelada(CA)
Promedio 3= 10.07A	Promedio 1= 8.455 B	I-Fripapa prefrita congelada(SA)
Promedio 4= 8.540	B Promedio 2= 6.440 C	I-Fripapa prefrita congelada(CA)

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Según la prueba de comparación múltiple para establecer diferencias entre las interacciones, se puede apreciar que el tratamiento que presenta menor tiempo de fritura final es I-Fripapa (CA), mientras que Única (SA) presenta mayor tiempo de fritura final. Lo que implica que el proceso de acondicionamiento reduce el tiempo de fritura final de las papas prefritas congeladas tipo bastón.

4.1.8. Análisis de calidad del aceite resultante de la prefritura

La importancia del aceite utilizado en la prefritura es determinante, tanto en cuanto a la calidad degustativa y nutricional, como desde un punto de vista del rendimiento y del costo. La función del aceite durante el proceso es ser el medio transmisor del calor y a su vez aportar sabor y textura a los alimentos. El aceite absorbido le imparte al alimento olor, sabor y color y además favorece la palatabilidad. Por esto, si el aceite tiene sabor u olor extraño, el alimento en este caso lo tendrá.

El objetivo de evaluar el estado de alteración del medio de fritura graso consiste en la obtención del máximo rendimiento, pero sin alcanzar niveles excesivos que comprometan la calidad y seguridad del producto prefrito obtenido. Además la utilización de aceite vegetal es una opción

saludable debido a que es libre de colesterol. Para evaluar el aseguramiento de la calidad del aceite resultante de la prefritura se consideró parámetros cuantitativos: acidez, índice de acidez, índice de peróxido y Shortening Monitor 3M.

4.1.8.1. Análisis de Acidez e Índice de Acidez del aceite resultante de prefritura

En la tabla 45, se reporta el volumen gastado en titulación con NaOH 0.1 N del aceite resultante de la prefritura.

Tabla 107. Datos experimentales de volumen gastado (ml) en titulación con NaOH 0.1 N del aceite resultante de la prefritura

Muestras de a	Réplicas		Promedio	Desviación Estándar
	R_1	R_2		
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	0,38	0,34	0,36	±0,028
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	0,34	0,31	0,32	±0,021
Única prefrita congelada (SA)	0,3	0,34	0,32	±0,028
Única prefrita congelada (CA)	0,3	0,32	0,31	±0,014
Blanco	0,22	0,20	0,21	±0,014

Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

Con los datos de la tabla anterior se procedió a calcular la acidez expresada como (% Acido Palmítico) y el índice de acidez (Tabla 46). El Grado de acidez equivale al % de ácidos grasos libres en un aceite, que se expresa como si todos los ácidos libres (oleíco, palmítico,…) fueran ácido oleico.

Tabla 108. Porcentaje de Acidez e Índice de Acidez en aceite resultante de la prefritura

Muestras	Acidez (%Acido Palmítico)				Índice de Acidez			
	R_1	R_2	Promedio	Desviación Estándar	R_1	R_2	Promedio	Desviación Estándar
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	0,190	0,170	**0,180**	±0,014	0,090	0,080	**0,085**	±0,007
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	0,170	0,160	**0,165**	±0,007	0,080	0,070	**0,075**	±0,007
Única prefrita congelada (SA)	0,150	0,170	**0,160**	±0,014	0,070	0,080	**0,075**	±0,007
Única prefrita congelada (CA)	0,150	0,160	**0,155**	±0,007	0,070	0,070	**0,070**	±0,000
Blanco	0,110	0,100	**0,105**	±0,007	0,050	0,040	**0,045**	±0,007

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 46, se puede observar que los valores promedios de Acidez (% Acido Palmítico) tienen un mínimo de 0,155 correspondiente a la muestra Única (CA), y un máximo de 0,180 perteneciente a la muestra I-Fripapa (SA). Para el caso del blanco (aceite sin utilizar) es 0,105.

Como se puede apreciar el porcentaje de acidez para todas las muestras se mantiene dentro de las normas, ya que éste no debe contener más de 2-3% de acidez libre, por lo que no hay deterioro del aceite por efecto de la temperatura después del proceso de prefritura. De hecho, cuando se dice que un aceite contiene dos grados de acidez, quiere decir, que contiene el 2% en peso de ácidos grasos libres. La acidez nos indica la alteración de los triglicéridos por hidrólisis química.

En la Tabla 47, se reporta el resultado estadístico de Acidez de aceite (% Acido Palmítico) con α= 0,05 de significancia, donde se establece que no existe diferencia significativa en los factores e interacciones.

Tabla 109. Análisis de Varianza para acidez de aceite (% Acido Palmítico) para Variedades I-Fripapa y Única; después de proceso de prefritura

FUENTES DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FACTOR A	0,00045	1	0,00045	2,70	10.13	0,1989
B:FACTOR B	0,0002	1	0,0002	1,20	10.13	0,3534
C:REPLICAS	0,0	1	0,0	0,00	10.13	1,0000
INTERACCIONES						
AB	0,00005	1	0,00005	0,30	10.13	0,6220
ERROR	0,0005	3	0,000166667			
TOTAL	0,0012	7				

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

De otro lado, se determinó el índice de acidez del aceite resultante de la prefritura; este índice se utiliza como una medida de la cantidad de ácidos grasos libres presentes en el aceite, lo cual favorece la formación de humo y/o sabores indeseables. Se expresó por el número de mg de Hidróxido de Sodio necesario para neutralizar la acidez presente en 1 g de grasa. En la Tabla 45, se puede observar los valores promedios de Índice de Acidez, con un mínimo de 0,070 correspondiente a la muestra Única (CA), y un máximo de 0,085 perteneciente a la muestra I-Fripapa (SA). Para el caso del blanco (aceite sin utilizar) es 0,045.

En la Tabla 48, se reporta el resultado estadístico de Índice de acidez en aceite con α= 0,05 de significancia, donde se establece que no existe diferencia significativa en los factores e interacciones.

Tabla 110. Análisis de Varianza para Índice de acidez en aceite para Variedades I-Fripapa y Única; después de proceso de prefritura

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FACTOR A	0,0001125	1	0,0001125	2,45	10.13	0,2152
B:FACTOR B	0,0001125	1	0,0001125	2,45	10.13	0,2152
C:REPLICA	0,0000125	1	0,0000125	0,27	10.13	0,6376
INTERACCIONES						
AB	0,0000125	1	0,0000125	0,27	10.13	0,6376
ERROR	0,0001375	3	0,0000458333			
TOTAL	0,0003875	7				

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.8.2. Análisis de Índice de Peróxido del aceite resultante de prefritura

En la tabla 49, se reporta el volumen gastado en titulación con Tiosulfato de Sodio 0,002N del aceite resultante de la prefritura.

Tabla 111. Volumen gastado en titulación con Tiosulfato de Sodio 0,002N del aceite resultante de prefritura

Muestras	Réplicas		Promedio	Desviación Estándar
	R_1	R_2		
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	1,06	1,31	1,19	±0,176
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	0,98	1,16	1,07	±0,127
Única prefrita congelada (SA)	2,34	1,57	1,96	±0,544
Única prefrita congelada (CA)	1,75	1,27	1,51	±0,339
Blanco (aceite sin utilizar)	0,03	0,00	0,01	±0,018

Fuente: Laboratorio de la UOITA
Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

Con los datos de la tabla anterior se procede a calcular el índice de peróxido (m_{eq} de O_2/kg).

Tabla 112. Índice de Peróxido (m_{eq} de O_2/kg) del aceite resultante de prefritura

Muestras	R_1	R_2	Promedio	Desviación estándar
I-Fripapa prefrita congelada (SA)	2,120	2,620	2,370	± 0,354
I-Fripapa prefrita congelada (CA)	1,960	2,320	2,140	± 0,255
Única prefrita congelada (SA)	4,680	3,140	3,910	± 1,089
Única prefrita congelada (CA)	3,500	2,540	3,020	± 0,679
Blanco (aceite sin utilizar)	0,051	0,000	0,025	± 0,036

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

En la Tabla 50, se puede observar los valores promedios de Índice de Peróxido, con un mínimo de 2,140 correspondiente a la muestra I-Fripapa (CA) y un máximo de 3,910 perteneciente a la muestra Única (SA). Para el caso del blanco (aceite sin utilizar) es 0,025. Como se puede apreciar el índice de peróxido para todas las muestras se mantiene dentro

de las especificaciones de normas INEN 1640 ya que éste no debe contener más de 10 (m_{eq} de O_2/kg).

En la Tabla 51, se reporta el resultado estadístico de Índice de peróxido en aceite resultante de la prefritura con α=0,05 de significancia, donde se establece que no existe diferencia significativa en los factores e interacciones.

Tabla 113. Análisis de Varianza para Índice de Peróxido (m_{eq} de O_2/kg) en aceite para Variedades I-Fripapa y Única; después de proceso de prefritura

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	Ft	p
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FACTOR A	2,9282	1	2,9282	5,86	10.13	0,0942
B:FACTOR B	0,6272	1	0,6272	1,25	10.13	0,3443
C:REPLICA	0,3362	1	0,3362	0,67	10.13	0,4723
INTERACCIONES						
AB	0,2178	1	0,2178	0,44	10.13	0,5564
ERROR	1,5002	3	0,500067			
TOTAL	5,6096	7				

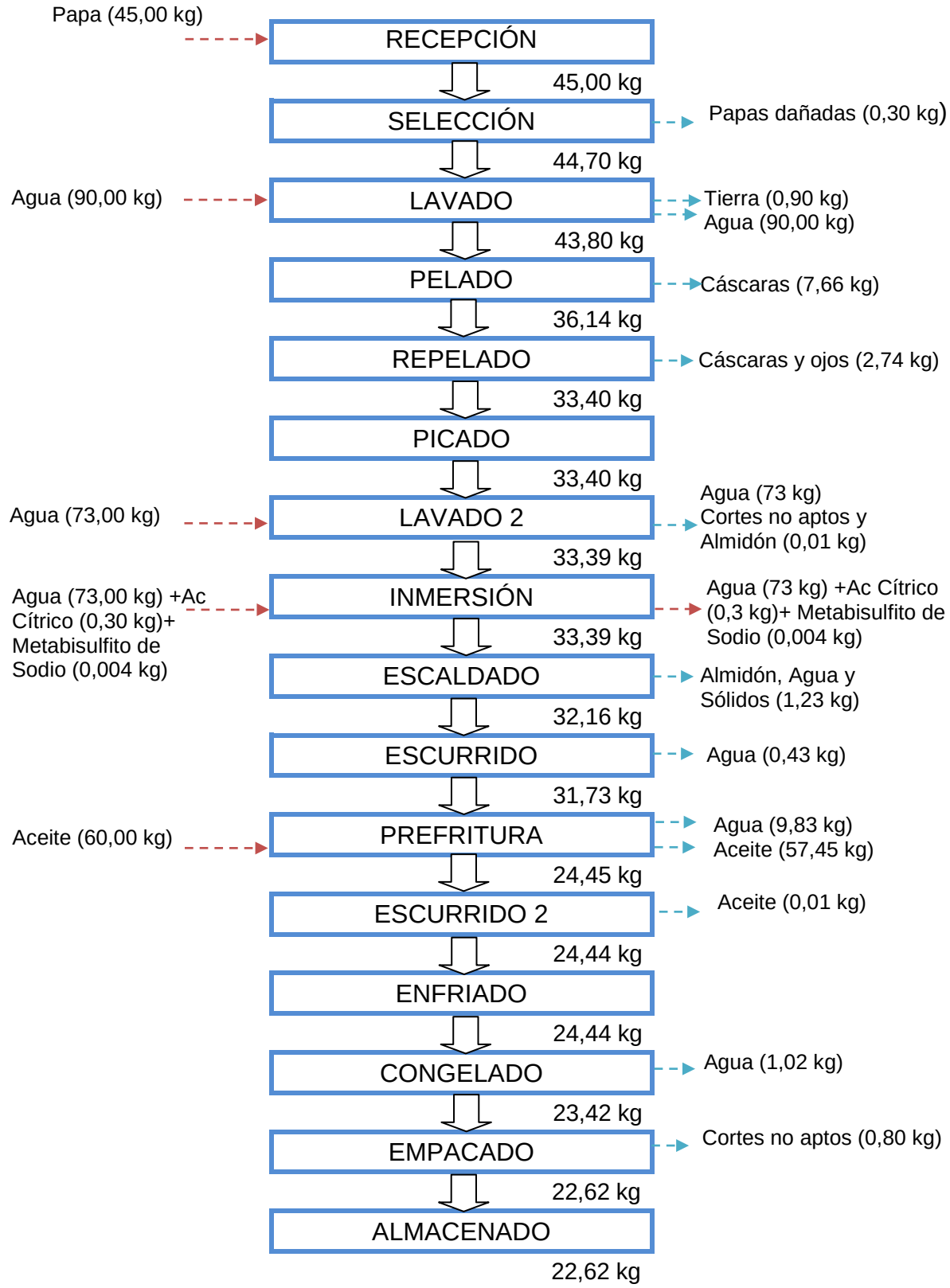
Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.8.3. Análisis de Shorthening Monitor 3M del aceite resultante de prefritura

Dentro de las condiciones del proceso de prefritura y fritura que mayor importancia tienen sobre la absorción de grasa y el perfil final de ácidos grasos de los alimentos se encuentran la temperatura y la calidad y cantidad del aceite o grasa. El análisis de Shorthening Monitor del aceite resultante de la prefritura para las variedades I-Fripapa y Única, presentan promedios de 0 para todas las muestras, lo que indica que no existió cambios en la calidad del aceite y por tanto la calidad del aceite es óptima. Según este método otros valores como 1 (franja amarilla) es aceite apto para el consumo y 2 (franja amarilla) necesita cambio del aceite, y 3 (franja amarilla) es un aceite no apto.

4.1.9. Balance de Materiales

Gráfico 38. Diagrama de balance de materiales para papa prefrita congelada tipo bastón



Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

4.1.9.1. **Determinación de rendimiento**

Se aplica la siguiente fórmula:

Rendimiento= (Pf/Pi)*100

Donde: **Pi**= Peso inicial, **Pf**= Peso final, **R**= Rendimiento

Rendimiento= (22,62 kg / 45,00 kg)*100

Rendimiento= 50,26%

Del balance de materiales, se puede indicar que el rendimiento del proceso de producción de papa prefrita congelada es 50,26%; que comparado con los valores de Campoverde, C. *et al*., (2001), quienes reportan un valor de 48,81% (tomando en cuenta la corteza), por lo tanto en nuestra línea de proceso el rendimiento es óptimo.

4.1.10. Costos de Producción

Calcular el costo de producción es un aspecto clave en el funcionamiento de una empresa. A continuación se describen los pasos a seguir para determinar el costo de producción, tomando como ejemplo a una microempresa agroindustrial que elabora papa prefrita congelada tipo bastón.

4.1.10.1. Descripción de la empresa

Producción Diaria: Se trabajará durante 25 días laborales por mes, y se producirá la cantidad de 35 cajas de papa prefrita congelada tipo bastón, en bolsas de 2 kg (3 unidades x caja) por día

Producción Mensual: Se producirá 875 cajas de papa prefrita congelada tipo bastón, en bolsas de 2 kg (3 unidades x caja).

N° de trabajadores: 5 personas (1 Jefe de producción y 4 operarios).

4.1.10.2. Programa de Producción Mensual

Se producirá 2.625 bolsas de 2 kg de papa prefrita congelada tipo bastón, las cuales se clasifican en:

- 500 cajas de papa prefrita congelada tipo bastón variedad I-Fripapa.
- 375 cajas de papa prefrita congelada, papa prefrita congelada variedad Única.

4.1.10.3. Costos directos de fabricación

Materia prima, insumos y materiales: Se realiza el costeo de la materia prima, insumos y materiales necesarios para la fabricación de papa prefrita congelada en la Tabla 52.

Tabla 114. Costos de materia prima e insumos

Materia Prima	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (USD$)	Costo Total (USD$)
Papa	11.250,00	kg	0,33	3.712,50
Aceite palma	240,00	kg	0,75	180,00
Aditivos	6,40	kg	3,00	19,20
Bolsas de LHPE (Cap. 2 kg)	2.625,00	Unidad	0,03	78,75
Cartones (Cap. 6 kg)	875,00	Unidad	0,05	43,75
			Subtotal (USD$)	4.034,20
			Imprevistos (2,5%)	100,85
			TOTAL (USD$)	**4.135,05**

Elaboración : Lucía Pazmiño G, 2010

Mano de obra

Para este volumen de producción se requiere la participación de 5 personas (1 Jefe de producción y 4 Operarios). Se calcula la remuneración mensual que percibirán, considerando 25 días de trabajo mensual en la Tabla 53.

Tabla 115. Costos de mano de obra directa

Detalle	Cantidad	Sueldo (USD$)	Total Mes (USD$)
Mano de obra directa	4	280,00	1.120,00
Jefe de producción	1	450,00	450,00
		TOTAL (USD$)	**1.570,00**

Elaborador por: Lucia Pazmiño G, 2009

Resumen de costos directos de fabricación mensuales:

- Materia Prima e Insumos = 4.135,05
- Mano de obra = 1.570,00

Total Costos Directos (USD$) = 5.705,05

4.1.10.4. Costos indirectos de fabricación

Depreciación de Equipos, maquinarias y utensilios

Tabla 116. Costos de maquinarias y equipos

Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Tiempo de vida útil por años	Costo Anual	Costo Mensual
Cuarto Frío	1	5.000,00	5.000,00	10,00	500,00	41,67
Balanza plataforma	1	250,00	250,00	10,00	25,00	2,08
Pelador de papas	1	1.600,00	1.600,00	10,00	160,00	13,33
Cortador de bastones	1	80,00	80,00	10,00	8,00	0,67
Freidora de papas	1	1.200,00	1.200,00	10,00	120,00	10,00
Escaldador	1	750,00	750,00	10,00	75,00	6,25
Mesa de acero inoxidable	2	300,00	600,00	10,00	60,00	5,00
Canastas de acero inoxidable	2	125,00	250,00	10,00	25,00	2,08
Cedazo con malla acero inoxidable soporta calor mes 100	1	67,20	67,20	10,00	6,72	0,56
Estantería de 60*60*180 cm	1	100,00	100,00	10,00	10,00	0,83
Bandejas 1mm de espesor dobladas en acero inoxidable	32	16,00	512,00	10,00	51,20	4,27
Balanza de precisión (5 kg)	1	54,00	54,00	10,00	5,40	0,45
Selladora de pedal para bolsas Sulpack	1	248,37	248,37	10,00	24,84	2,07
Lavadora de papas	1	300,00	300,00	10,00	30,00	2,50
Tanque para almacenar aceite	1	80,00	80,00	10,00	8,00	0,67
				TOTAL (USD$)		**92,43**

Elaborador por: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 117. Costos de utensilios

Detalle	Cantidad	Costo Unitario (USD$)	Costo Tota (USD$)	Tiempo de Vida útil por años	Costo Anual (USD$)	Costo Mes (USD$)
Cilindro de gas	2	37,00	74,00	5	14,80	1,23
Jarras acero inoxidable	3	9,00	27,00	5	5,40	0,45
Baldes plásticos, gavetas, tanques plásticos	4	30,00	120,00	5	24,00	2,00
Extintores	2	120,00	240,00	5	48,00	4,00
Cuchillos	6	1,75	10,50	5	2,10	0,18
					TOTAL (USD$)	**7,86**

Elaborador por: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 118. Costos de suministros

Suministro	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Agua	100	m^3	0,20	20,00
Energía eléctrica	300	kw/h	0,15	45,00
Gas	20	kg	2,00	40,00
			TOTAL (USD$)	**105,00**

Elaborador por: Lucía Pazmiño G, 2010

La empresa generará mensualmente la siguiente relación de gastos indirectos:

- Suministros (Luz, Agua y otros) = 105,00
- Depreciación mensual de equipos = 92,43
- Limpieza y desinfección = 50,00
- Reparación y mantenimiento = 12,00
- Depreciación mensual de utensilios = 7,86

Total Costos Indirectos (USD$) = 267,29

4.1.10.5. Gastos del periodo

- Sueldo de administrador =500,00
- Alquiler de local =180,00
- Transporte = 93,26
- Materiales de administración = 12,00

Total Gastos del periodo (USD$) =785,26

COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN

- Total Costos directos = **5.705,05**
- Total Costos indirectos = **267,29**
- Total Gastos del periodo = **785,26**

Total Costos de fabricación (USD$) = **6.757,60**

4.1.10.6. Costo unitario de producción

Para conocer cual es el costo unitario de producción se divide el costo total de fabricación entre el número de bolsas de 2 kg de papa prefrita congelada tipo bastón producidas mensualmente.

Costo Unitario **=Total Costo de Fabricación/Producción Mensual**
Costo Unitario = 6.757,60 (USD$) / 2.625
Costo Unitario = 2,58 (USD$)

El costo unitario de producción de una bolsa de papa prefrita congelada tipo bastón de 2 kg es de USD$ 2,58.

Si la empresa vende a USD$ 3,40 (incluido 12% IVA), su margen de ganancia por bolsa será de USD$ 0,82; multiplicado por 3 bolsas que contienen una caja, se obtiene un margen de ganancia por caja de papa prefrita congelada vendida de USD$ 2,46. Si mensualmente la empresa logra vender toda su producción, el margen de ganancia será: 875 cajas x USD$ 2,49 = USD$ 2.152,50

4.1.10.7. Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es la mínima cantidad de unidades que se debe vender para cubrir los costos fijos de producción. Sobre este nivel de ventas la empresa obtiene ganancias y por debajo de el pierde. Conocer el punto de equilibrio permite saber el mínimo de unidades a producir y

planificar la estrategia de ventas a seguir. Para calcular el punto de equilibrio se debe hacer una clasificación de los costos directos, indirectos y gastos del periodo en las cuales incurre la empresa mensualmente para la fabricación de papa prefrita congelada tipo bastón:

- **Costos variables**

Materia prima e insumos	= 4.135,05
Total Cost. Variables (USD$)	= **4.135,05**

- **Costos fijos**

Mano de obra directa	= 1.570,00
Costos indirectos	= 267,29
Gastos del periodo	= 785,26
Total Costos Fijos (USD$)	= **2.622,55**

Costo Variable Unitario = Total Costo Variable/Total Producción Mensual

Costo Variable Unitario	= 4.135,05/2.625
Costo Variable Unitario	= **1,58**

Punto de Equilibrio = Total Costo Fijo/Precio de Venta-Costo Variable Unitario

Punto de Equilibrio	= 2.622,55/(3,40 - 1,58)
Punto de Equilibrio	= 1.440,96
Punto de Equilibrio	= 1.440,96/3 (unidades x caja)
Punto de Equilibrio	= **480 cajas**

El punto de equilibrio indica que la empresa debe vender mensualmente 480 cajas de papa prefrita congelada tipo bastón, lo que representa el 54,86% de su producción mensual.

En adición, puede apreciar que el precio de venta al público del producto es competitivo con el mercado, siendo un producto nacional de buenas características y adecuada calidad sensorial y nutricional.

Además, se puede optimizar el procesamiento para reducir costos fijos al aplicar estrategias como: a) distribuir y ordenar la planta de forma tal que haya un mayor rendimiento en la producción, b) planear y controlar el trabajo, c) utilizar y mantener en óptimas condiciones equipos y maquinarias, d) mejorar el rendimiento del personal. En el caso de los costos variables es importante mencionar: a) materia prima de calidad, reducción de los desperdicios, b) mejorar y controlar la calidad de los productos, c) introducir mejoras en el diseño del producto.

4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la verificación de la hipótesis se realizó una comparación entre los valores de F calculados con el valor de F de tablas, para poder aceptar o rechazar la hipótesis nula. En la Tabla 57, se presenta los valores de F calculados y de tablas para los diferentes análisis físico-químicos, sensoriales y microbiológicos.

En general, a un nivel de confianza de 95%, existen diferencias en: actividad de la PPO, color y textura; análisis sensorial en atributos: color, textura y aceitosidad residual; y en el producto final: resistencia a la rotura y tiempo de fritura final de la papa prefrita congelada tipo bastón. Esto se ha podido comprobar debido a que el valor de F calculado se encuentra fuera del límite con respecto al valor F de tablas. Rechazando de esta manera la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

Hipótesis alternativa $Ho = T1 \neq T2 \neq T3 \ldots n$

Interpretación: Hay diferencia significativa en la calidad del producto al aplicar condiciones de acondicionamiento.

Tabla 119. Comparación de Valores de F

Determinación		Factores	Valor de F calculado	Valor de F tablas
Análisis de Polifenoloxidasa (PPO)		Temperatura	95,27	3,59
		Tiempo	29,96	3,59
		Variedad/Temperatura	5,98	3,59
Análisis de Color		Variedad	2947,87	4,45
		Temperatura	1199,87	3,59
		Tiempo	528,57	3,59
		Variedad/Temperatura	533,71	3,59
		Variedad/Tiempo	111,05	3,59
		Temperatura/Tiempo	74,85	2,96
		Variedad/Temperatura/Tiempo	69,58	2,96
Análisis de Textura		Variedad	108,62	4,45
		Temperatura	50,95	3,59
		Tiempo	14,12	3,59
Análisis Sensorial		Color	6,84	2,67
		Textura	12,03	2,64
		Aceitosidad Residual	4,10	2,64
Análisis Producto Final	Resistencia a la rotura	Variedad	14,11	10,13
	Tiempo de fritura final	Variedad	4306,40	10,13
		Acondicionamiento	3904,47	10,13

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo se cumplieron los objetivos propuestos, generales y específicos, los cuales se detallan a continuación:

Se aplicó una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa (*Solanum tuberosum*) prefrita congelada tipo bastón en dos variedades de papa: I-Fripapa y Única. El acondicionamiento constó de cinco lavados sucesivos hasta eliminar el almidón, seguido de inmersión en solución de 1,5% p/v de Ácido Cítrico y 0,01% p/v de Metabisulfito de Sodio por 30 min y aplicación de temperaturas de escaldado de 50, 60 y 70°C por un tiempo de 3, 4 y 5 minutos, para controlar el pardeamiento enzimático.

Se estableció el mejor tratamiento de acondicionamiento para las variedades I-Fripapa y Única para inactivar enzimas, se logró al aplicar los cinco lavados sucesivos, seguido de inmersión en solución 1,5% Acido Cítrico y 0,01% Metabisulfito de Sodio, y escaldado a temperatura de 70°C por un tiempo de 5 minutos. Se obtuvo una velocidad de inactivación de la enzima PPO en I-Fripapa 0,023 (s^{-1}) y para Única 0,024 (s^{-1}), además se notó una mejora en el color y se mantuvo una textura aceptable del bastón de papa prefrita congelada.

Se realizaron los análisis físicos del baston de papa acondicionado, además, la calidad del aceite resultante de la prefritura mediante análisis

de acidez, índice de acidez, índice de peróxido y Shortening Monitor 3M, fue el adecuado por mantenerse dentro de las Normas, por lo tanto no existió deterioro del aceite después del proceso de prefritura al aplicar los tratamientos de acondicionamiento. También se determinaron los valores nutricionales de las papas prefritas congeladas para la variedad I-Fripapa y Única, contenido de proteína, grasa, ceniza, carbohidratos y calorías, los cuales son altos para las muestras con acondicionamiento.

Se determinó el tiempo de vida útil de papa prefrita congelada a través de análisis microbiológicos de los mejores tratamientos, basados en especificaciones microbiológicas establecidas por AVIKO, de esta manera se establece un tiempo de conservación para la papa I-Fripapa con acondicionamiento de 6,685 meses y sin acondicionamiento 4,113 meses; y para la variedad Única con acondicionamiento 6,708 meses y sin acondicionamiento 6,598 meses. Lo que indica que el escaldado permite una reducción de la carga microbiana de la superficie del alimento. Con estos resultados se reconoce la asepsia del proceso, garantizando un producto con calidad sanitaria a los consumidores.

Se realizó un análisis sensorial de los mejores tratamientos para conocer la aceptación del producto con un panel semi-entrenado de 10 catadores, que involucraron muestras con y sin tratamiento. Según la escala hedónica utilizada existió mejores preferencias en los atributos: color, textura y aceitosidad residual para las muestras con acondicionamiento en las dos variedades de papa estudiadas, al comparar con marcas comerciales importadas, concluyendo que este producto es competitivo en el mercado.

El balance de materia para determinar los costos de producción de los mejores tratamientos estableció que el rendimiento del proceso es de 50,26%. El costo unitario de producción de una bolsa de papa prefrita congelada tipo bastón de 2 kg es de 2,58 USD$ y el precio de venta al

público 3,40 USD$ (incluido 12% IVA). Se estimó que se pueden producir 875 cajas mensuales de papa prefrita congelada tipo bastón para las dos variedades de papa, las cuales se empacan en bolsas de 2 kg (3 unidades x caja). El punto de equilibrio indica que la empresa debe vender mensualmente 480 cajas de papa prefrita congelada tipo bastón, lo que representa el 54,86% de su producción mensual.

5.2. RECOMENDACIONES

Luego de culminado el presente trabajo investigativo es oportuno sugerir las siguientes recomendaciones:

- De las características de la materia prima dependerá la calidad del producto final, por lo tanto se recomienda papa grande, larga y ancha, de preferencia cultivada en zonas de bajío, debido a los altos contenidos de materia seca (mín 18%) y bajos contenidos de azucares reductores (mín 0,25%).

- Aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) e identificar los Puntos Críticos de Control al procesar este producto, con la finalidad de obtener un producto saludable y de calidad sanitaria.

- Evaluar la reutilización de la solución: 1,5 % Acido Cítrico y 0,01% Metabisulfito de Sodio, manteniendo su efectividad sobre la reducción de actividad de la PPO, cuyo resultado se reflejaría en la disminución de los costos de producción.
- Se recomienda la aplicación de esta tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa (*Solanum tuberosum*) prefrita congelada tipo bastón en las variedades I-Fripapa y Única, con los parámetros seleccionados y la maquinaria existente, para satisfacer la demanda existente con productos nacionales.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Título: “Aplicar la Tecnología de acondicionamiento en la elaboración de papa *(Solanum tuberosum)* prefrita congelada tipo bastón en las variedades I-Fripapa y Única”

Institución Ejecutora: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Laboratorio Unidad Operativa de Investigaciones en Tecnología de Alimentos UOITA.
Planta Hortifrutícola de Ambato “PLANHOFA C.A.”

Beneficiarios: Unión de Asociaciones Agrícolas Basadas en el Rubro Papa “CONPAPA”

Ubicación: Ambato-Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 8 meses

Inicio: Mayo 2010 **Final**: Diciembre 2010

Equipo técnico responsable: Egda. Lucía Pazmiño

Costo: 1.830 (USD$)

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada es importante seleccionar papas frescas con altos contenidos en materia seca (mín. 18%), baja cantidad de azúcares reductores (mín. 0,25%). Los tubérculos deben tener forma ovalada, alargada y ojos superficiales, según la clasificación de las Normas Ecuatorianas INEN 1516 debe ser Tipo Primera.

Se elabora papa prefrita congelada con la aplicación de un acondicionamiento que consta de cinco lavados sucesivos, inmersión en solución inhibidora por 30 minutos y aplicación de escaldado a tres diferentes temperaturas (50, 60 y 70°C) y tres tiempos (3, 4 y 5 minutos); determinando que el mejor tratamiento es el que se logra inactivar la enzima responsable del pardeamiento enzimático Polifenoloxidasa (PPO), mejorando el color, manteniendo una textura firme (aceptable) de los bastones de papas; y reduciendo significativamente los azúcares reductores (glucosa y fructosa).

Se realiza la elaboración utilizando la tecnología apropiada para elaboración de papa prefrita congelada, teniendo en cuenta que cada etapa del proceso cumple con un objetivo en particular que es ayudar a mejorar las características sensoriales finales del producto, además disminuir la carga microbiana, para incrementar el tiempo de vida útil de las papas prefritas congeladas tipo bastón.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La globalización ha provocado la apertura de nuevos mercados, aumentando la competitividad en el campo de la producción de la papa. Con la globalización, la economía ha creado productos homogenizados que el consumidor busca la comida rápida, en donde la papa es uno de

los cultivos más aptos [62]. En la actualidad la producción nacional de papa en su mayoría se comercializa en fresco para consumo doméstico. A nivel industrial las procesadoras de hojuelas y bastones se abastece de papa fresca, sin embargo la papa que actualmente demandan las cadenas alimenticias y restaurantes en su mayoría es importada (5.557 t/año 2007) [8].

Se ha establecido la importancia de la generación de valor agregado a los productos agrícolas, por ello la propuesta de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón es para dar una respuesta a la insuficiente industrialización de la papa a nivel local, lo que permitirá aprovechar la maquinaria e infraestructura que posee el CONPAPA y PLANHOFA C.A.

Es así como ASTEC (2009), en el “Estudio de Mercado de papas prefritas congeladas en Quito, Guayaquil y Cuenca”, establece el producto a desarrollarse por el CONPAPA y PLANHOFA C.A., mismo que debe tener un corte delgado (0,6*0,6 cm) y corte grueso (1,1*0,9 cm), siendo este último el más requerido y las presentaciones en fundas plásticas de 2-3 kg. Este producto se manejará con la marca Raíz de Vida, de propiedad del CONPAPA. El volumen total demandado de papa prefrita congelada por parte de clientes potenciales del CONPAPA es de 540 (t/año) [8].

Entonces, establecer la tecnología de procesamiento dentro del CONPAPA constituye una herramienta importante para su crecimiento empresarial; al ofrecer productos con valor agregado (papa prefrita congelada). Se elaborará un producto que cumpla los requisitos y normas de calidad vigentes, que permitan alcanzar volúmenes de venta significativos y satisfacer la demanda existente en el mercado.

6.4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Aplicar la tecnología de acondicionamiento en la elaboración de papa (*Solanum tuberosum*) prefrita congelada tipo bastón en las variedades I-Fripapa y Única.

Objetivos Específicos

- Implementar la tecnología de acondicionamiento de papa prefrita congelada tipo bastón.
- Identificar el control del proceso que se debe implementar para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón.

- Proporcionar al mercado un producto de buena calidad.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La viabilidad de “Aplicar la tecnología de acondicionamiento en la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón en las variedades I-Fripapa y Única”, será evidente a medida que se los objetivos planteados se hayan desarrollado correctamente.

Es necesaria la aplicación de este estudio ya que la empresa cuenta con materia prima de excelente calidad, equipos, instrumentos, métodos de procesos y recursos humanos. El alquiler de las instalaciones se ha obtenido con alianzas estratégicas, es importante mencionar que la facilidad del CONPAPA para establecer alianzas y convenios interinstitucionales, ha permitido consolidar los procesos de organización, capacitación, producción, comercialización y generación de valor agregado.

El análisis de factibilidad además es de carácter socio económico y ambiental, ya que se potenciará la siembra de papa, logrando de esta manera satisfacer la demanda insatisfecha del mercado, el mismo que se ha visto obligado a adquirir productos importados por la falta de industrialización de la papa en el país. El desarrollo de una tecnología que pueda ser aplicada en una línea de proceso industrial permitirá ofertar al mercado productos con similares características a los importados.

Por otro lado el estudio previo de investigación muestra resultados que podrían predecir parte de la factibilidad de producción, alguno de ellos son:

- El CONPAPA cuenta con la confiabilidad de sus clientes de papa en fresco, su producto es conocido, valorado por su calidad. En el año 2009, el CONPAPA comercializó en las provincias de: Bolívar, Chimborazo y Tungurahua un volumen de 995.310 kg de papa en fresco; además su oferta potencial en el mismo año fue 2’556.000 kg de papa en fresco [59]. Es importante mencionar que del total del volumen ofertado, la empresa con su maquinaria que esta a su disposición, puede procesar una cantidad de papa en fresco de 108.000 kg/año, lo que representa el 10,85% de su comercialización en el 2009.

- Hiber Hibon (2008) indica que un primer escenario posible para CONPAPA es consolidarse en su mercado actual de la papa fresca de calidad con variedades aptas para freír, que se vende a pollerías, restaurantes y locales de comida rápida. Pero recomienda implementar el proyecto de procesamiento en alianza con un inversionista privado, a cargo de las operaciones en la planta procesadora. Que es conveniente mantener al CONPAPA como consorcio privado independiente de la planta procesadora, con un rol

de "facilitador" de los proveedores calificados de materia prima, bajo contrato con la empresa procesadora [57].

- ASTEC (2009), identificó un mercado potencial para papa prefrita congelada de 540.464 kg/año, entre los segmentos de comida rápida y restaurantes en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca. Los principales nichos de mercado a ofertar el producto son locales de comida rápida, restaurantes y supermercados, es importante señalar que las entregas se deberán hacer semanal o quincenalmente. La estrategia de diferenciación para el producto a desarrollarse debe enfocarse al precio y a temas de identidad territorial y responsabilidad social, al ser elaborado por una empresa asociativa de pequeños agricultores.

- Los costos de producción se estableció que el costo unitario de una bolsa de 2 kg es 2,58 USD$ y el precio de venta al público 3,40 USD$ (incluido 12% IVA). ASTEC (2009), indica que los precios de entrega de 1 kg para los segmentos de comidas rápidas y restaurantes es 1,53 USD$ y en supermercados el precio oscila entre 1,76 a 2,97 USD$. Nótese que el precio obtenido del producto es competitivo, un producto nacional de buenas características y calidad para competir y captar parte de la demanda existente, a través de un precio menor al ofertado actualmente en el país.

- De acuerdo al programa de producción mensual se debe producir 875 cajas en bolsas de 2 kg (3 unidades por caja). Para llegar al punto de equilibrio la empresa debe vender mensualmente 480 cajas, lo que representa el 54,86% de su producción mensual.

- Las respuestas experimentales resultantes indican que el rendimiento del proceso de producción de papa prefrita congelada es de 50,26%, con un tiempo de vida útil aproximado de siete meses, lo cual

demuestra que se puede procesar cuando hay sobreproducción y tener un abastecimiento constante de papa para el mercado.

- Por medio de cataciones se demuestra que el producto presenta buena aceptación por los consumidores, el test utilizado consta de preguntas básicas y sencillas.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

La propuesta de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón atiende a las siguientes consideraciones:

- La selección de la formulación se realizará en base a antecedentes de elaboración y aceptación de papa prefrita congelada tipo bastón realizado en la UOITA y PLANHOFA C.A.

- Para la elaboración se considera una formulación seleccionada, tecnología, normas y especificaciones establecidas para la elaboración del producto.

6.7. METODOLOGÍA

PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAPA PREFRITA CONGELADA TIPO BASTÓN

6.7.1. Definición

Las papas prefritas congeladas son el producto resultante del procesamiento (pelado y cortado en tiras) y fritura parcial de la papa blanca. Son envasadas y sometidas a un procedimiento de conservación por frío para prolongar su vida útil. Para su consumo final precisan de una fritura adicional y de una salazón.

6.7.2. Procedimiento

Se detalla a continuación el proceso de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón.

1. Recepción: Es el recibimiento de materia prima y toma de muestra aleatoria al azar de muestras de papa para realizar el correspondiente análisis de: % humedad, % materia seca y % azúcares reductores.

2. Selección y lavado: Se retiran las papas defectuosas y las demás se lavan para eliminar tierra y otras impurezas.

3. Pelado y repelado: Se debe realizar un pelado con la ayuda de una peladora eléctrica para quitar la corteza. El repelado se realiza manualmente con un cuchillo para eliminar cáscaras y ojos profundos.

4. Picado: El picado se realiza con una máquina manual con cortes uniformes de 1 x 1 cm de sección, por el largo de la papa.

5. Acondicionamiento:

5.1. Lavado 2: Se lavan los bastones de papa con agua por cinco veces consecutivas hasta que ésta quede transparente.

5.2. Inmersión: Se debe realizar en la solución inhibidora del pardeamiento enzimático por un lapso de 30 min.

5.3. Escaldado: Se someten a escaldado en agua potable a 70ºC, aplicado tiempo de 5 minutos.

5.4. Escurrido: Eliminación del exceso de agua de los bastones ya acondicionados por un tiempo no menor de 5 minutos.

6. Prefritura: Se someterá al proceso de prefritura por inmersión en aceite y se aplicará una temperatura de 180ºC por 3 minutos.

7. Escurrido 2: Eliminación del exceso de aceite, inclinando la canasta de la freidora a 45° por 20 segundos.

8. Enfriado: Se enfriarán los bastones prefritos a temperatura ambiente.

9. Congelado: Las papas prefritas se congelaran a -20ºC por 24 horas, en bandejas de acero inoxidable, distribuidas en forma individual, evitando acumular las papas.

10. Empacado: Una vez que el producto este congelado pasa directamente a la sala de envasado, etiquetado y paletizado. La sala se encontrará refrigerada, siendo las condiciones de 7°C y 65% Humedad Relativa. Primero se desmoldará de las bandejas de acero inoxidable y se empacarán en bolsas de polietileno de bajad densidad de 2 kg de capacidad, se sellarán y empacarán la cantidad de 3 unidades por caja, las cuales serán introducidas manualmente. Las cajas serán montadas y precintadas manualmente.

11. Etiquetado: Las cajas serán posteriormente etiquetadas y en la etiqueta deberá figurar: marca, nombre, número de registro del fabricante, día de producción, fecha de caducidad, peso bruto, peso neto.

12. Paletizado y Almacenado: Una vez que el producto final ha sido envasado, se paletizará y se colocará en el almacén de producto terminado, listo para su expedición. Los palets utilizados según las normas A.E.C.O.C. “Recomendaciones sobre dimensiones, pesos y alturas de las cargas paletizadoras” tendrá dimensiones de la base: 0,80*1,20 m. Una vez formados los palets, éstos se llevarán al almacén de producto terminado, con una carretilla elevadora, donde deben almacenase a -10ºC y Humedad Relativa 65%.

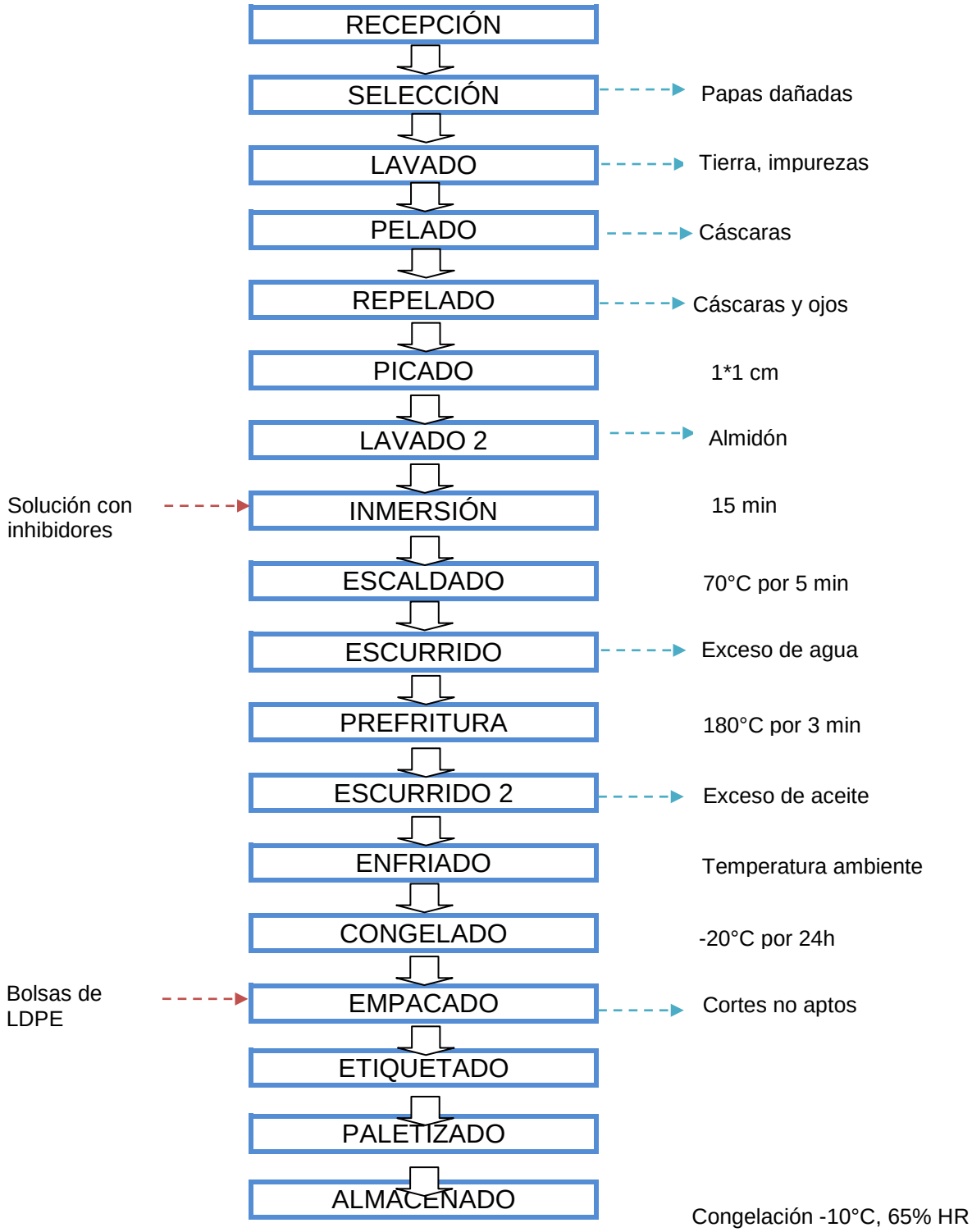
6.7.3. Diagrama de Flujo de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

En el gráfico 19, se especifica el diagrama de Flujo de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

6.7.3.1. Diagrama de Flujo de maquinaria para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

En el gráfico 20, se representa el diagrama de Flujo de maquinaria para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

Gráfico 39: Diagrama de flujo de elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón



Elaborado por: Lucía Pazmiño G, 2010

Gráfico 40: Flujo de maquinaria



Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

6.4.5. Control de Puntos Críticos

Se debe realizar un análisis de los Puntos Críticos de Control con la finalidad de obtener un producto de calidad, es decir libre de agentes perjudiciales que puedan alterar dicha calidad, así como también para evitar el rápido deterioro del mismo.

Además, la identificación de los Puntos Críticos de Control requiere de un cuidadoso análisis, los peligros pueden identificarse en las etapas del proceso. Algunos de éstos son: tiempos y temperaturas de tratamientos térmicos, temperatura de congelación, procedimientos de sanitización específicos de cada equipo, control en la formulación de un producto y prevención de la contaminación cruzada. Se describe en la tabla 58.

6.7.5. Control de evaluación del producto terminado

Con los análisis de calidad sanitaria: El conjunto de requerimientos microbiológicos, físico-químico y sensorial, que deben cumplir el alimento para que sea considerado inocuo para el consumo humano. Cabe mencionar que la mano de obra directa e indirecta que esté relacionada con la elaboración, transporte y comercialización del producto terminado serán los encargados de garantizar su calidad.

Durante el almacenamiento se pueden producir dos fenómenos, como son la recristalización y pérdida de peso. En ambos casos, si se produjese se tendría una pérdida de calidad del producto, y por tanto una pérdida económica. Esto se debe evitar controlando la temperatura de la cámara de almacenamiento e intentando que no se rompa la cadena de frío, desde que se expide el producto hasta que llega al consumidor. Se describe en la tabla 59.

Tabla 120. Plantilla de control de puntos críticos para elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón

Descripción	Especificación
Puesta en marcha	Abastecimiento normal de suministros Limpieza inicial de equipos y maquinarias Calibración de equipos y maquinaria de proceso Calibración de equipos de medida
Recepción	% Azucares reductores: mín. 0,25% % Materia seca: mín. 18% *G. específica: mayor a 1,090 *Forma: Ovalado, alargado, ojos superficiales Tipo Primera según INEN 1516 Dañadas: máximo de tolerancia 5% del peso entregado
Picado	Afilado de cuchillas
Lavado	Agua potable
Inmersión	Solución: 1,5% Acido cítrico + 0,01% Metabisulfito de sodio Tiempo: 15 minutos
Escaldado	Temperatura: 70°C Tiempo: 5 minutos
Prefritura	Temperatura: 180°C Tiempo: 3 minutos
Congelado	Temperatura: -20ºC Tiempo: 24 horas
Empacado	Sala refrigerada : 7°C y 70% H.R Empaques: primario (bolsas de polietileno de baja densidad, capacidad 2 kg) y secundario (cartones corrugados rectangulares, capacidad 6 kg).
Paletizado	Dimensiones pallet: 0,8*1,20 m
Almacenado	Temperatura: -10ºC, H.R. 70%

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010-*[58]

Tabla 121. Plantilla de control del Producto Terminado

Descripción	Especificación
Análisis Externo (papa prefrita congelada)	% Bastones rotos, deformes (1,5%) % Materiales extraños (0,0%) Peso completo bolsa (2 kg ± 0,01)
Análisis microbiológicos (papa prefrita congelada)	Recuento Total, Mohos y Levaduras, *S. aureus* y Coliformes Totales (Especificaciones AVIKO)
Análisis Sensoriales (papa fritura final)	* Crocancia: interior arenosa y exterior crocante Resistencia a la rotura Sabor Color anormal: manchas Aceitosidad residual Olor Aceptabilidad

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010-*[58]

6.7.6. Modelo operativo

La propuesta consta de las siguientes fases, se detalla en la tabla 60.

6.8. ADMINISTRACIÓN

Con la producción de papa prefrita congelada, el CONPAPA tendrá mayores ingresos, lo cual garantizará el crecimiento de la misma, se aprovechará la maquinaria existente, ya que se ofrecerá una nueva alternativa de consumo. Se detalla en la tabla 61.

Tabla 122. Plan de acción

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Tiempo (mes)	Presupuesto (USD$)
1. Formulación de la propuesta	Identificar la importancia de la aplicación de acondicionamiento de los bastones de papa	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	1	250,00
2. Financiamiento de la propuesta	Destinar recursos económicos para desarrollo de la propuesta	a) Convenios de Cooperación b) Destinar recursos	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	2	200,00
3. Desarrollo preliminar de la propuesta	Elaborar lo que se propone en propuesta en un 100%	Elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	1	300,00
4. Implementación de la propuesta	Ejecutar la propuesta en un 100%	Tecnología de elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	3	800,00
5. Evaluación de la propuesta	Comprobar errores y aciertos en el proceso de la implementación	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	1	280,00
					TOTAL	1.830,00

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

Tabla 123. Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
Demanda insatisfecha del mercado de papa prefrita congelada tipo bastón.	Incremento de las importaciones de papa prefrita congelada tipo bastón.	Aprovechamiento de materia prima y uso de la maquinaria existente en el CONPAPA y en PLANHOFA C.A.	Determinar la mejor tecnología de acondicionamiento para elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón Capacitar al personal que trabajara en el procesamiento Determinar los puntos críticos de control durante el procesamiento	Investigador: Lucía Pazmiño G.

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Son necesarios para la toma de decisiones y obtener un producto de calidad, para contar con clientes satisfechos, obteniendo ganancias y beneficios para la sostenibilidad de la empresa CONPAPA.

Tabla 124. Previsión de la evaluación

Preguntas básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	- Consumidores - Dueños de restaurantes, pollerías, comidas rápidas
¿Por qué evaluar?	- Evaluar tecnología - Corregir errores
¿Para qué evaluar?	- Determinar la tecnología con temperaturas/tiempos en la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón
¿Qué evaluar?	- La materia prima utilizada - La tecnología desarrollada - Análisis realizados - Producto terminado
¿Quién evalúa?	- Director del proyecto - Tutor - Calificadores
¿Cuándo evalúa?	- Todo el tiempo, desde pruebas preliminares hasta producto terminado
¿Cómo evaluar?	- Mediante instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	- Experimentación - Normas establecidas

Elaboración: Lucía Pazmiño G, 2010

CAPITULO VII

MATERIALES DE REFERENCIA

7.1. Bibliografía

1. Arthey, D. y Dennis, C. 1992. **“Procesado de Hortalizas”**. Editorial Acribia. Zaragoza-España, 136-138 p.
2. Banda, C.; Liu, S.; Castañeda, O.; y Morales, P. 1998. **“Estudio de pre factibilidad para instalación de una planta procesadora de papas prefritas para el mercado de pollerías y restaurantes de Lima Metropolitana”.**Tesis Ing Ind. Aliment.e Ing.Agr**.** Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 228 p.
3. Consorcio de Productores de papa del Ecuador (CONPAPA) 2007, Plan Rector Fase V 2007 “**Proyecto de Fortalecimiento de capacidades del Consorcio CONPAPA en el Ecuador “FORTIPAPA**” Quito- Ecuador. 30 p.
4. Campoverde, C. y Zumbana, J. 2001. **“Efecto del escaldado sobre la actividad pectin metil esterasa en patatas (*Solanum tuberosum*) para fritura”**.Tesis Ing.Alim. Universidad Técnica de Ambato-FCIAL, Ecuador. 101p.
5. Cullen, J. y Wilson, R. 1971. **“Producción comercial de patatas y su almacenamiento”** Editorial Acribia, Zaragoza España. 139 p.
6. Desrosier, N. 1996. **"Elementos de Tecnología de Alimentos”.** Décimo Tercera Edición. Compañía Editorial Continental. México. Páginas: 230-239.
7. Dómenech J. 1960. **“Congelación de alimentos”**. Tomo II. Editorial Sintes. Barcelona-España. Páginas: 47-64,83-90.

8. Gavilanes, M. y Jiménez, J. 2009 "**Estudio de Mercado de papas prefritas en Quito, Guayaquil y Cuenca".** Informe de Consultoría para el CONPAPA. Ambato Ecuador. 41 p.
9. Gruda, Z. y Postolski, J. 1989. **"Tecnología de la Congelación de los Alimentos"** Editorial Acribia, Zaragoza- España. Páginas: 353-357.
10. Guayta, J. 2006**. "Evaluación de la calidad química de los aceites reutilizados en la fritura de papas y salchichas en los Restaurantes del Cantón Ambato"** Tesis Ing. Alim, Universidad Técnica de Ambato-FCIAL, Ecuador.
11. Jean, A. Jacques, P. y Anme, P. "**Análisis nutricional de los alimentos**", Editorial Acribia Zaragoza, España. Páginas: 93
12. Keenan, W. 1975. "**Química general universitaria**". Compañía Editorial continental, S.A., Tercera impresión, México. 175 p.
13. Herrman, K. 1976 **"Alimentos Congelados Tecnología y Comercialización"** Editorial Acribia, Zaragoza-España. Páginas: 194-196, 202,12-14, 155,153.
14. Heiss. 1970**. "Principios de envasado de alimentos**". Guía Internacional. Editorial Acribia, Zaragoza- España. 80 p.
15. Holdsworth. 1988. **"Congelación".** Editorial Acribia, Zaragoza-España. 40 p.
16. Lawson, H. 1999 **"Aceites y Grasas".** Editorial Acribia, Zaragoza-España. Páginas: 67-113, 277-301.
17. Silva, M. y Sarabia, S. 2005 **"Control del pardeamiento enzimático en papa fripapa (Bulk México 378158721) Variedad INIAP**". Proyecto de Investigación. Universidad Técnica de Ambato-FCIAL. Ecuador. http://fcial.uta.edu.ec
18. Singh, P. y Heldman, D. "**Introducción a la ingeniería de los alimentos**". Editorial Acribia.
19. Dilmer Moreno "**Calidad de la papa para usos industriales"** 7p.

7.2. WEB-grafía:

20. Alvis, A. y Vélez, C. 2008. "Modelado **del Proceso de Fritura del Ñame (*Dioscorea alata*) mediante mediciones Reológicas usando la Metodología de Superficie de Respuesta**" Cali Colombia http://74.125.47.132/search?q=cache:ltYDSSqPOVkJ:es.
21. Arias, K. 2004. "**Papa Prefrita Congelada**" Boletín # 1 Subgerencia de Desarrollo Agropecuario Dirección Mercadeo y Agroindustria-Concejo Nacional de Produccion.
22. **Agroindustria Papas Prefritas Congeladas** Argentina ADI – Agencia De Desarrollo De Inversiones.http://www.redepapa.org
23. Correa, T. 2004. "**Estudio de factibilidad de producción y comercialización de papas prefritas congeladas en la Planta de Procesamiento de Frutas y Hortalizas de Zamorano**". Tesis Ing. Agroind.Zamorano carrera de agroindustria Honduras. http://zamo-oti-02.zamorano.edu
24. Fresh, P. "**Noticias del sector de frutas y verduras**". www.freshplaza.es
25. Fasciglione, G. Yeannes, M. y Lute A "**Elaboración de papas chips reducidas en el contenido de materia grasa"** http://images.google.com.ec
26. **Industrialización de la papa en Ecuador**. http://www.iica-ecuador.org
27. IICA IICA-INIAP. **"La papa: un producto con identidad territorial**" http://www.iicaecuador.org
28. http://www.iicaecuador.org
29. Jiménez, M. Zambrano, L. y Aguilar, M. 2004 **"Estabilidad de Pigmentos en frutas sometidas a tratamientos con Energía de Microondas"**. Biblioteca digital de la Universidad de Chile, Sistema de Servicios de Informacion y Bibliotecas. SISIB http://www.scielo.cl
30. **La producción de papa** y la información del III censo nacional agropecuario. Análisis de los resultados del III censo nacional agropecuario.http://www.sica.gov.ec

31. **La industria procesadora de papa, plátano y yuca: el mercado de pasabocas (snacks) y congelados en COLOMBIA.** AGROCADENAS. http://www.agrocadenas.gov.
32. Mundo Alimentario "**Control del Pardeamiento Enzimático**" info@mundoalimentario.com
33. Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca del Ecuador. http://www.sica.gov.ec
34. Mateos, M. 2003 **"Papa Prefrita Congelada**". Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA-ARGENTINA). http://www.iica.int
35. Muñoz, J. 2007 "**Reducción del contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas por aplicación de pre tratamientos y diferentes temperaturas de fritura**" Santiago-Chile.

Manual de manipulación de alimentos PRESCAL http://www.ikerlarre.ec

37. .**Norma del Codex** para las Patatas (papas) Fritas Congeladas Rápidamente. http://www.alimentosargentinos.gov.ar
38. Pedreschi, F. y Moyano M. 2006. "**Estudio de las propiedades físicas de chips de papa bajo diferentes condiciones de procesamiento y fritura".** http://74.125.47.132/search?q=cache:f-
39. Papas Prefritas Supercongeladas Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentos. www.alimentosargentinos.gov.ar
40. Samah, A. y Fyka, E. "**Mejora del valor nutricional y tiempo de almacenaje de patatas fritas en presencia de vitaminas con actividad antioxidante"** El-Sayed Oils and Fats Research Department, Food Technology Research Institute, Agriculture Research Center. http://grasasyaceites.revistas.csic.es
41. Segura, C." 2002. **Estudio de factibilidad para el establecimiento de una planta procesadora de papas *solanum tuberosum* en hojuelas"** Guácimo, Costa Rica, 114 p.
42. Suárez, P.; Romero, C. y Rodríguez, E." **Cambios en el valor nutritivo de patatas durante distintos tratamientos culinarios".** Ciencia y tecnología alimentaria". Revista de la Asociación de

Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia, ISSN 1135-8122, Vol. 4, Nº. 4, 2004 http://dialnet.unirioja.es

43. Suaterna, A. "**La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos"** ND, Esp en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Profesora Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia adrisu@pijaos.udea.edu.co.
44. Trinchero, J. Monti, M. y Ceroli, P. "**Características sensoriales de papas fritas en bastones**". Revista Latinoamericana de la Papa. (2007). 14(1): 33-40 33.
45. Trinchero J., Ceroli P., Monti M.C., Daniel P. y. Huarte M. **"Variación de las características sensoriales de papa frita en bastones durante el almacenamiento"**
46. Villacrés, E., Coba, V. Monteros, C., y Lucero, O. 2003. **"Influencia de la materia prima y del proceso sobre la calidad y la vida útil de la PAPA frita, prefrita y precocida en bastones".** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito-Ecuador). http://www.iniap-ecuador.gov.ec
47. http://es.wikipedia.org/wiki/Congelaci%C3%B3n
48. http://74.125.93.132/search?q=cache:JX8sxPS9VzAJ:www.elergonomista.com
49. http://74.125.93.132/search?q=cache
50. http://www.ikerlarre.e.telefonica.net
51. http://turnkey.taiwantrade.com.tw
52. http://74.125.47.132/search?q=cache:CyJ31VEp958J:www2.udec.cl
53. www.agroecuador.com
54. www.freshplaza.es
55. http://es.wikipedia.org
56. La Papa o patata, "el alimento del futuro" http://www.alimentacionsana.com.ar

7.3. REVISTAS

57. Albéric, H. 2008 "**Informe de Consultoría: Apoyo a la implementación de procesos de generación de valor agregado en el CONPAPA**", Ambato, Ecuador

58. Reinoso, R. y Rivadeneira, J. 2004. "**Avances del Proyecto FORTIPAPA. Fase III"**. Primera Edición. Editorial Ideaz.

59. Locro informativo-Boletín N°2 del CONPAPA. Febrero 2010

60 Pico H, 2009 **"La importancia de la papa".** CONPAPA, Ambato-Ecuador.

61 Codex Alimentarius, 2003. (CODEX STAN 11985 (Rev. 1-1991), Volumen 1 del Codex Alimentarius).

62. Gutiérrez, R.; Espinoza, J.; y Bonierbale, M. 2007. **"Revista Latinoamericana de la papa".** 14(1):41-50

63. Morales V. **"Fresh-cut Fruits and Vegetables Science, Technology and Market. USA"**, 2002. Revista Mundo alimentario. Disponible en: info@mundoalimentario.com

64. Muñoz, K.; Bravo, K.; Zapata, P.; y Londoño, J.; 2007. **"Caracterización preliminar del enzima polifenol oxidasa en frutas tropicales: implicaciones en su proceso de industrialización**". Scientia et Technica Año XIII, No 33, UTP. ISSN 0122-1701

ANEXOS

ANEXO A

METODOLOGÍA

ANEXO A1

Hortalizas Frescas Papas-Requisitos Norma INEN 1516:1987

Norma Ecuatoriana Obligatoria	HORTALIZAS FRESCAS PAPAS REQUISITOS	INEN 1516 1987-01

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos mínimos generales que deben cumplir las variedades comerciales de papas, para consumo humano.

2. ALCANCE

2.1. Esta norma se aplica a la papa, tubérculo fresco, que no ha sufrido ningún proceso de transformación.

2.1.1. Se incluyen las variedades siguientes:
a) *Nativas:* chola, bolona, violeta, 4-50, leona blanca, leona negra, Santa Rosa.
b) *Foráneas:* ICA-HUILA, mora surco, colorada o rubí-roja, parda pastusa, San Jorge.
c) *Mejoradas:* I-Santa Catalina; I-María; I-Gabriela; I-Esperanza.

3. TERMINOLOGÍA

3.1. Papa. Tubérculo de tallo subterráneo ensanchado y modificado para el almacenamiento del almidón, proveniente de la planta *Solanum Tuberosum L*.
3.2. Hortalizas. Tubérculo, raíces, bulbos, hojas, verduras y de más plantas hortenses comestibles.
3.3 Papa madura. Tubérculo proveniente de plantas que han alcanzado su ciclo vegetativo o su desarrollo normal fisiológico y cuya epidermis no si desprende fácilmente por los métodos ordinarios de manejo.
3.4. Papa limpia. Tubérculo libre de tierra u otras impurezas adheridas al tubérculo o sueltas dentro del envase y que contiene hasta un 2% de impurezas.
3.5. Variedad. Tubérculos que presentan las mismas características externas e internas como: forma, profundidad de ojos, color de la piel y de la carne.
3.6. Diámetro. Máxima distancia que se toma en ángulo recto sobre el eje más largo del tubérculo. El eje más largo se determina sin tomar en cuenta la posición de la inserción del estolón, (vástago, rastrero que arraigando a trechos produce nuevas plantas). Prácticamente la medida del diámetro se toma por el paso de la papa por tamices de orificios circulares.
3.7. Papa contaminada. Cuando los tubérculos se encuentran impregnados de plaguicidas, combustibles o cualquier otro producto químico nocivo para la salud humana y animal.

(Continúa)

3.8. Papa dañada o defectuosa. Son tubérculos con lesiones o

alteraciones de magnitud variable que presentan y que afectan notoriamente la presentación y al eliminarse causan un desperdicio mayor de 5% en peso, o los tejidos son afectados en una profundidad mayor de 0,5 cm.

3.8.1. Papa con daño mecánico. Son tubérculos con lesiones causadas por agentes físicos y roedores (cortes, magulladuras, peladuras y otros).

3.8.2. Papa con daño o defecto fisiológico. Son tubérculos con lesiones o defectos provenientes de alteraciones no patógenas de origen interno o externo, (arrugas, brotes, corazón hueco, corazón negro, cambios de color internos o externos, grietas, deformidad, heladas, verdeadas y otros).

3.8.3. Papa con daño o defecto causado por patógenos. Son tubérculos con lesiones o defectos causados por hongos y bacterias, (bulba, gota, lama, pudriciones, humedad parda seca) y otras enfermedades).

f

3.8.4. Papa con daño por insectos. Son tubérculos dañados o alterados en su apariencia y estructura por el ataque de insectos y moluscos; se presentan en forma de horadaciones, túneles o galerías de diámetro y longitud variable, (gusano alambre, gusano blanco minador del tubérculo, pulguilla, babosa y otras plagas).

3.9. Desperdicio. Es toda papa que no entre dentro de la presente norma de comercialización.

4. CLASIFICACIÓN

4.1. La papa destinada a la alimentación. Se clasifica, de acuerdo a su tamaño, en cuatro tipos de acuerdo lo establecido en la Tabla 1.

TABLA 1. Límites de tamaño de la papa

TIPO	DIÁMETRO EN mm
De primera	65 en adelante
De segunda	45-64
De tercera	30-44
De cuarta	10-29

4.2. Según la ausencia de daños o defectos: se establecen los grados A y B para los cuatro tipos de papa.

4.2.1. Grado A. Será aquella que cumpla con los requisitos establecidos en el numeral 6.1, teniendo además no cuenta las tolerancias establecidas en el numeral 6.2.2.1.

4.2.2. Grado B. Será aquella que cumpla con los requisitos establecidos en el numeral 6.1, teniendo además en cuenta las tolerancias establecidas en el numeral 6.2.2.2.

(Continúa)

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. Designación. La papa destinada a la alimentación se designará por su nombre, variedad, tipo, grado y diámetro, seguido de la referencia de esta norma.
Ejemplo: Papa bolona, tipo 2 grado A. (INEN 1 516).

6. REQUISITOS

6.1. La papa destinada a la alimentación, clasificada de acuerdo con el numeral 4.1 debe ser de tal variedad con características externas iguales: madura, bien formada, limpia, no contaminada con productos químicos; sin daños: mecánicos, fisiológicos, patógenos, ni causada por insectos, y debe estar de acuerdo a las tolerancias establecidas en el numeral 6.2.2.
6.2. Tolerancias. Las tolerancias serán consideradas en base a porcentajes de peso.
6.2.1. Tolerancias máximas para el tamaño. Para todos los cuatro tipos, se admitirá un 5% en peso de papa del tipo inmediato inferior y un 10% en peso del tipo inmediato superior.
6.2.2. Tolerancias máximas para daños y defectos externos e internos. La papa destinada a la alimentación, según las especificaciones de la Tabla 2, se establecen las tolerancias máximas.
6.2.2.1. Grado A. 10% con no más de 1% de pudriciones húmeda y parda.
6.2.2.2 Grado B. 20% con no más de 2% de pudriciones húmeda y parda.

TABLA 2. Tolerancias de daños y defectos internos y externos máximos

	%máximo 50 kilos
Contaminación con productos químicos	0
Tubérculos de otras variedades	2
Tierras y otras impurezas	2*
Daños mecánicos	5
Daños y defectos fisiológicos	5
Daños causados por patógenos	2
Daños causados por insectos	3
* Si la tierra y otras impurezas son superiores a la tolerancia indicada, el porcentaje adicional debe descontarse del peso.	

7. MUESTREO

7.1. Lote. Es el total del producto motivo de la transacción envasada en unidades de características y capacidad similares.
7.2 De cada lote, según su tamaño, se extraerán al azar las unidades indicadas en la Tabla 3.

(Continúa)

TABLA 3. Número de unidades a tomar para el análisis de calidad de

materia prima

Unidades similares en el lote	Hasta 100	101-300	301-500	501-1000	A más de 1000
Numero de unidades a tomar	5	7	9	10	15

7.3. La toma de muestra debe efectuarse en la bodega o durante el embarque, en tránsito o al llegar a su destino.

8. ACEPTACIÓN O RECHAZO

8.1. Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta Norma, se considerará no clasificada. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para considerar el lote como grado muestra.
8.2. Grado muestra. Será la papa que no cumpla con los requisitos de calidad establecidos en esta norma.
8.3. Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos para el tipo y grado declarado en el rótulo del envase, el lote será rechazado.

9. MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE

9.1. Envasado. La papa podrá comercializarse en envases o, sacos o fundas limpias, de material resistente a la acción del producto (aeración adecuada, conveniente protección a la luz) de tal manera que no afecte o altere las características o la composición del mismo. Se usarán sacos o fundas de 50 kg cada uno.
9.2. Rotulado. Los envases y las guías de despacho deben llevar etiquetas con caracteres legibles e indelebles, redactado en español en tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte, con la información siguiente:
a) Nombre del producto
b) Designación de acuerdo con lo especificado en el numeral 5.1.
c) Masa neta en kilogramos.

10. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

10.1. La inspección de la papa para consumo humano debe efectuarse inmediatamente de tomada la muestra. Cada lote o unidad debe inspeccionarse separadamente y el grado final será dado por el promedio de las unidades inspeccionadas.
10.2. Los métodos de ensayo se realizarán de acuerdo con el Anexo A de esta Norma.

(Continúa)

ANEXO A

A.1. Preparación de la muestra para análisis
A.1.1. De la muestra global (ver muestreo) se separa valiéndose del divisor o por cuarteo manual, una porción representativa

de aproximadamente 1000 g de papa y, de inmediato, se procede a realizar los ensayos.
A.2. Análisis preliminar. Este análisis consiste en hacer e! reconocimiento general de la papa, como: variedades extrañas, tubérculos verdeados con podredumbre y heladas; tubérculos brotados, tubérculos con alteraciones internas, sarnas, enfermedades, lesiones y olores extraños.
A.2.1. Determinación de variedades extrañas y tubérculos fuera de límites.
A.2.1.1. Pesar con exactitud aproximadamente 1000 g de la muestra de laboratorio.
A.2.1.2. Separar manualmente los tubérculos correspondientes a otras variedades.
A.2.1.3. Pesar individualmente los tubérculos y separar manualmente los que están fuera de los límites mínimo y máximo.
A.2.1.4. Pesar con exactitud los tubérculos de otras variedades y los que están fuera de los límites mínimo y máximo.
A.2.1.5. El contenido de variedades extrañas y tubérculos fuera de límites se expresa en porcentaje en masa y se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P= m1/m *100$$

Siendo:
P= porcentaje en masa de variedades extrañas y tubérculos fuera de límites
m1= masa de la muestra correspondiente a variedades extrañas y tubérculos fuera de límites, en gramos.
m= masa de la muestra de laboratorio, en gramos.

A.2.2. Determinación de tubérculos verdeados con podredumbres y heladas.
A.2.2.1. Pesar con exactitud, muestra original de laboratorio.
A.2.2.2. Separar manualmente tos tubérculos verdeados con podredumbres y heladas.
A.2.2.3. Pesar con exactitud los tubérculos.
A.2.2.4. El contenido de tubérculos verdeados con podredumbre y heladas se expresa en porcentajes, en masa, y se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P= m2/m *100$$

Siendo:
P= porcentaje en masa de tubérculos verdeados con podredumbres y heladas.
m2= masa de la muestra correspondiente a tubérculos verdeados con podredumbre y heladas, en gramos.
m= masa de la muestra de laboratorio, en gramos.

A.2.3. Tubérculos brotados
A.2.3.1. Pesar con exactitud aproximadamente 1000 g de la muestra de laboratorio.
A.2.3.2. Separar manualmente los tubérculos brotados
A.2.3.3. Pesar con exactitud los tubérculos brotados.
A.2.3.4. El contenido de tubérculos brotados se expresa en porcentaje en masa y se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P= m3/m *100$$

Siendo:
P= porcentaje en masa de tubérculos brotados
m3= masa de la muestra correspondiente a tubérculos brotados, en gramos.
m= masa de la muestra de laboratorio, en gramos.

A.2.4. Tubérculo con alteraciones internas, sarnas, enfermedades, lesiones y con olores extraños.
A.2.4.1. Pesar con exactitud la muestra original de laboratorio.
A.2.4.2. Separar manualmente los tubérculos con alteraciones internas, sarnas, enfermedades, lesiones y con olores extraños.
A.2.4.3. Pesar con exactitud el total de tubérculos separados de acuerdo con el numeral 2.4.2.
A.2.4.4. El contenido de tubérculos brotados se expresa en porcentaje en masa y se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P= m4/m *100$$

Siendo:
P= porcentaje en masa de tubérculos brotados
m4= masa de la muestra correspondiente a tubérculos con alteraciones internas, sarnas, enfermedades, lesiones con olores extraños, en gramos.
m= masa de la muestra de laboratorio, en gramos.
A.2.5. Determinación del olor. Se determinará en forma organoléptica.
A.2.6 Se usará una balanza sensible al 0,1 g

APÉNDICE Z

Z.1. NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Anita von Kahler Gumpert. La papa tesoro de los Andes. Agence France Press para América Latina. Francia, 1986
Informe de INIAP. Características de las principales hortalizas que se cultivan en el Ecuador, Quito, 1982. Norma ISO 5525 Storage in the open. International Organization for Standardizaron. Ginebra, 1978.
Norma Colombiana ICONTEC 341 Industria alimentaria. Papa para consumo. Clasificación. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, Colombia, 1969.

ANEXO A2

Determinación de humedad-Método 930,15 A.O.A.C. 1996

- Pesar 3 g de muestra.
- Proceder a determinar la humedad en la balanza.

ANEXO A3

Determinación de Cenizas-NTE INEN 0401:79 Voluntaria AL 02.01-326

La determinación debe hacerse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a 550 +/- 15°C, durante 30 minutos.
- Enfriar en el desecador y pesar con aproximación a 0,1 mg
- Transferir al crisol y pesar, con aproximación a 0,1 mg, 5 g de la muestra.
- Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de Mufla abierta y mantenerla allí durante unos pocos minutos, para evitar perdidas por proyección del material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente en la mufla.
- Introducir el crisol en la mufla a 550+/-15°C hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.

ANEXO A4

Determinación de Azucares Reductores-Lane y Eynon, 1923

Principio: Existen diversos métodos de cuantificación de carbohidratos basados en la capacidad reductora de los azúcares que

tienen libre el grupo carbonilo. Estos carbohidratos son capaces de reducir elementos como el Cobre (Cu^{+2}), el Hierro, (Fe^{+3}) o el Yodo (I^{0}).

En el caso específico del cobre, este es reducido desde Cu^{+2} a Cu^{+1}. En este sentido, en el método de Lañe y Eynon (1923) se hace reaccionar sulfato cúprico con azúcar reductor en medio alcalino, formándose oxido cuproso, el cual forma un precipitado rojo ladrillo. Este método utiliza azul de metileno como indicador, el cual es decolorado una vez que todo el cobre ha sido reducido, lo que indica el fin de la titulación.

A. Reactivos:

- Solución de Fehling A (34,639 g de $CuSO_4.5H_2O$ en 500 ml de agua)
- Solución de Fehling B (173 g de tartrato de sodio y potasio, y 50 g NaOH en 500 ml de agua)
- Azul de metileno (1%)
- Solución patrón de glucosa al 1%
- Solución diluida de glucosa (50 mg/ml), preparada a partir de la solución patrón de glucosa (1%)
- Solución de acetato básico de plomo al 30%
- Oxalato de sodio o potasio en polvo
- Solución de HC11: 1
- Solución de NaOH 6 N

B. Procedimiento:

A. Estandarización de la solución de Fehling:

- Colocar la solución diluida de glucosa en una bureta.
- Colocar en una fióla de 250 ml 5 ml de solución de Fehling A y 5 ml de solución de Fehling B. Añadir 2 o 3 gotas de solución de azul de metileno.

- Diluir con aproximadamente 20 ml de agua destilada y agregar perlas de vidrio.
- Llevar a ebullición la solución de Fehling y agregar lentamente la solución de glucosa sin dejar de calentar, hasta que desaparezca la coloración azul. En el momento en que desaparece el color del indicador, en los bordes del fondo de la fióla se puede observar cierto tono rojizo.

Nota: durante todo el tiempo en que se añade la solución de glucosa, la solución de Fehling debe mantenerse en ebullición.

B. Preparación de la solución clarificada de azúcares:

- Pesar una cantidad de muestra tal que en la solución final clarificada, la concentración de azúcares reductores sea de 2 a 5 mg/ml (para gastar entre 10 y 25 ml de dicha solución por cada 10 ml de solución de Fehling).
- Homogeneizar la muestra con 50 ml de etanol al 80% (v/v) y traspasar cuantitativamente a un matraz aforado de 250 ml; aforar con etanol (80%), mezclar bien y filtrar.
- Tomar una alícuota de 25 ml de la solución filtrada y colocarla en una matraz aforado de 250 ml. Diluir con 50 ml de agua destilada y añadir unos pocos mililitros de solución de acetato de plomo (30%), hasta lograr la precipitación completa (en el caso de jugos, pulpas y mermeladas de frutas es suficiente añadir 1 o 2 gotas de la solución de acetato de plomo (30%). Mezclar bien y filtrar.
- Agregar al filtrado oxalato en polvo en pequeñas porciones (una cantidad muy pequeña tomada con la punta de una espátula para evitar el profusión de oxalato) hasta eliminar el exceso de acetato de plomo. Mezclar y filtrar descartando los primeros mililitros. El filtrado debe quedar perfectamente transparente.

C. Determinación de azúcares reductores (originalmente presentes):

- Tomar una alícuota de 25 ml, colocarla en un matraz aforado de 100 ml aforar con agua, mezclar bien y colocar la solución en una bureta.
- Colocar en una fióla de 250 ml los 5 ml de solución de Fehling A y 5 ml de solución de Fehling B.
- Añadir 2 o 3 gotas de solución de azul de metileno. Diluir con aproximadamente 20 ml de agua destilada y agregar perlas de vidrio.
- Llevar a ebullición la solución de Fehling y proceder igual a como se hizo durante la estandarización de la solución de Fehling.

ANEXO A5

Determinación de Actividad de Polifenoloxidasa - Ranganna.1986

Principio: La actividad de Polifenoloxidasa fue determinada aplicando el método propuesto por Ranganna (1986), utilizando un espectrofotómetro Spectronic 20, de doble haz, equipado con celdas de cuarzo de 1 cm de camino óptico. Se determinó experimentalmente la longitud de onda correspondiente a la máxima absorción para el pigmento, formados por la oxidación de pirocatecol por PFO de papa. Estos valores están de acuerdo con el rango de máxima absorción (415-432 nm) para quinonas reportado por Stauffer (1989).

A: Reactivos

- Solución alcohólica de pirocatecol al 1% p/v

B. Procedimiento

- A 2 ml de la muestra escaldada se adiciona 1 ml de solución alcohólica de pirocatecol al 1% p/v.

- Se determina las absorbancias de cada muestra por espectroscopia a 420 nm (Ranganna, 1986).
- Para la determinación de la actividad relativa se toma en consideración el cálculo de las constantes de velocidad de reacción (k), utilizando las relaciones para una cinética de primer orden (ec. 1).

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{R1}{R2} \qquad (1)$$

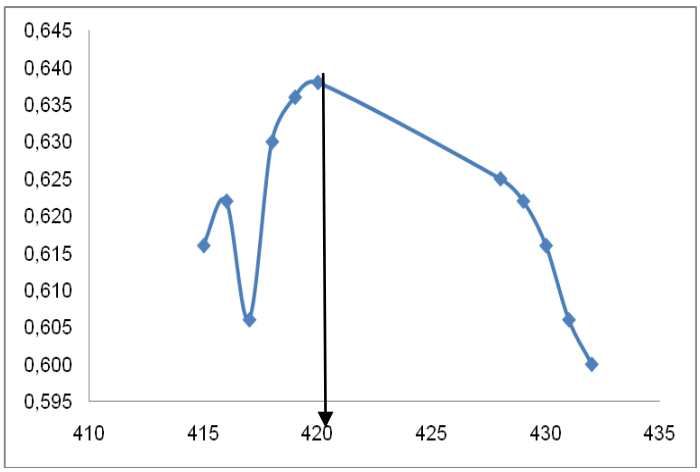
Donde, k= constante de velocidad de reacción (s^{-1}) t= tiempo (s), R_1=% de Absorbancia al inicio, R_2= % de Absorbancia al tiempo t

El porcentaje de inhibición se calcula de acuerdo con la relación existente entre la diferencia de lecturas desde el tiempo t, tomando en consideración lo siguiente:(Zambrano et al., 1994)

$$\%Inactivación = \frac{\Delta muestra * 100}{\Delta t} \qquad (2)$$

Determinación de la longitud de onda para medir actividad de la enzima Polifenoloxidasa

Longitud de onda	Absorbancia
415	0,616
416	0,622
417	0,606
418	0,630
419	0,636
420	**0,638**
428	0,625
429	0,622
430	0,616



431	0,606
432	0,600

ANEXO A6

Determinación de Color-Ott, 1992 y Ranganna, 1986

A.- Reactivos:

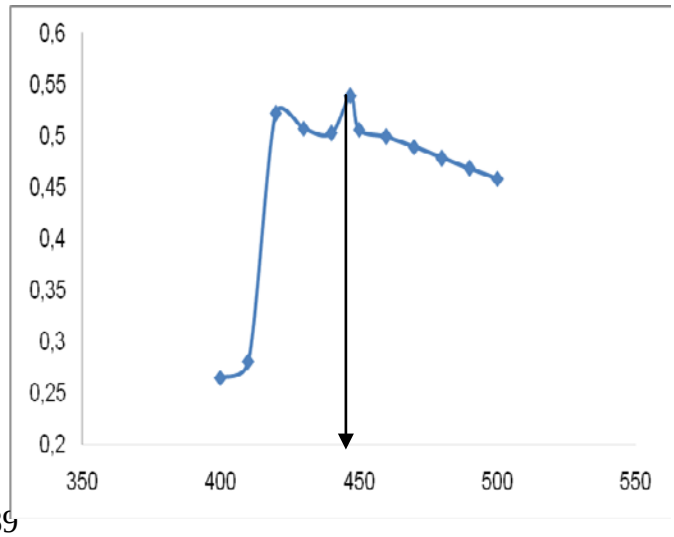
- Acetona
- Éter de petróleo
-

B.- Procedimiento:

- Se utiliza mezcla de Acetona (5 ml)/éter de petróleo (5 ml)/muestra (4 g)
- Se lee las absorbancias en el rango de 400 a 500 nm, obteniéndose el máximo de absorbancia a 447nm. (Ott, 1992; Raganna, 1986).

Determinación de la longitud de onda determinación color

Longitud de onda	Absorbancia
400	0,265
410	0,281
420	0,521
430	0,507
440	0,502
447	**0,538**
450	0,506
460	0,499
470	0,489



480	0,478
490	0,468
500	0,458

ANEXO A7

Determinación de Resistencia a la Rotura

La resistencia a la rotura se determinará con un Penetrómetro manual, el cual mide la firmeza o fuerza de penetración llamada “penetromía” causando el rompimiento del producto por lo cual es considerado un medidos de naturaleza destructiva. El penetrómetro consiste en un dinamómetro acoplado a un vástago de determinado diámetro que se introduce en la pulpa o tejido del producto al ejercer cierta presión. Las unidades de este instrumento son: Newton, kg- Fuerza, kg/sq cm o kg/cm^2

ANEXO A8

Análisis del aceite

ANEXO A8.1. Determinación de Acidez titulable de aceite-Norma INEN 162

Principio: En una grasa o aceite la acidez se expresa como el contenido de ácidos grasos libres expresado convencionalmente como gramos de ácido oleico, láurico, palmítico por cada 100 g de sustancia.

El contenido de acidez se obtiene valorando una muestra de aceite disuelta en alcohol etílico, con solución de NaOH, utilizando fenolftaleína como indicador.

$$A= (V*N)/ (10*m)$$

Donde:

A= Acidez titulable del aceite, en porcentaje, en masa de ácido oleíco
V= Volumen de la solución de NaOH, empleado en la titulación, en m^3
N= Normalidad de la solución de NaOH
m= masa de la muestra analizada en g

La acidez libre se considera de hecho como impureza y en los aceites de origen vegetal para el uso comestible no se permite un contenido de acidez >1% (porcentaje en ácido oleico), por esta razón se considera de importancia la determinación de este valor.

ANEXO A8.2. Índice de Peróxido-Norma INEN 277:1978:02

Principio: Es el número de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, determinado de acuerdo con esta norma.

Mide el contenido total de peróxido lipídicos. Durante el almacenamiento, la formación de peróxidos es lenta en el periodo de inducción, que varía desde algunas semanas hasta varios meses, según el aceite o grasa que se trate.

A. Reactivos:

- Solución de ácido acético y cloroformo. Mezclar tres volúmenes de ácido acético glacial con dos volúmenes de cloroformo.
- Solución saturada de yoduro de potasio, recientemente preparada
- Solución 0,1 N de tiosulfato de sodio, debidamente estandarizada
- Solución de almidón. Disolver 1 g de almidón soluble en agua destilada fría (formando una pasta), añadir 100 cm^3 de agua hirviente, agitar rápidamente la solución y enfriar.

B. Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

- Pesar, con aproximación a 0,1 mg, aproximadamente 5 g de muestra.
- Transferir la muestra al matraz Erlenmeyer de tapa esmerilada de 250 cm^3 y agregar 30 cm^3 de la solución de Ácido acético y Cloroformo.
- Agitar el matraz Erlenmeyer hasta completa disolución del contenido y luego añadir 0,5 cm^3 de la solución saturada de Yoduro de Potasio, usando de preferencia la pipeta de Mohr.
- Agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante un minuto y añadir 30 cm^3 de agua destilada.
- Usando la solución 0,1 N de Tiosulfato de Sodio titular gradualmente y con agitación constante e! contenido en el matraz Erlenmeyer, hasta que el color amarillo haya casi desaparecido.
- Añadir 0,5 cm^3 de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto fina!, agitando constantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de Tiosulfato de Sodio gota a gota, hasta que el color azul desaparezca completamente.
- Si en la titulación se ha obtenido un valor menor de 0,5 ml, repetir el ensayo usando solución 0,01 N de Tiosulfato de Sodio.
- Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento a partir de para cada determinación o serie de determinaciones.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I= (V*N/m)*1000$$

Donde:

I= Índice de peróxido en meq. De O_2 por kg de producto

V= Volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra en cm^3

N= Normalidad de la solución de Tiosulfato de sodio

m= masa de la muestra analizada en gramos

ANEXO A8.3. Ácidos grasos libres-“SHORTENING MONITOR 3M”

Para la prevención de la oxidación de la oxidación excesiva de aceites de fritura se utiliza el Shortening monitor 3M que permite determinar el tiempo apropiado de recambio del aceite, es un instrumento de medición de AGL para aceites y grasas comestibles, permite medir el nivel de ácidos grasos desde 1 hasta 25 %. Si la medición arroja valores de sobre 25% significa que el aceite debe ser cambiado. Esta alternativa entrega resultados de forma inmediata de 15 segundos. Usando todos los días, una tira por cada piscina de aceite, permite un control exacto del nivel de acidez.

Modo de uso

1. Abra la botella que contiene las tiras de prueba.
2. Saque una (1) tira de prueba de la botella.
3. Cierre inmediatamente la botella firmemente y regrésela a su lugar de almacenamiento recomendado.
4. Tome la tira de prueba por el extremo blanco mas largo (arriba). Se recomienda usar tenazas.
5. Sumerja la tira de prueba en manteca caliente (temperatura operativa) de modo que todas las franjas azules
6. Mantenga la tira sumergida 1-2 segundos.
7. Saque la tira de la manteca.
8. Después de 15 segundos por lo menos, sostenga la tira de prueba a contraluz.
9. Lea la tira de prueba contando el número de franjas sin nada de color azul. Una franja con partes azules se considera enteramente azul.
10. Basándose en este recuento, continúe usando o deseche la manteca según lo recomienda la guía de evaluación de 3M o las normas establecidas por la gerencia.
11. Deseche la tira de prueba usada.

Pautas Generales:

a. El cambio de color indica el grado de degradación de la manteca.
b. Lea la tira de prueba contando el número de franjas sin ningún color azul. Una franja con partes azules se considera enteramente azul.
Una (1) franja amarilla. La manteca ha comenzado a degradarse.
Dos (2) franjas amarillas. Deseche la manteca si la calidad de los alimentos empanizados (pollo, pescado, etc.) es inaceptable.
Tres (3) franjas amarillas. Deseche la manteca si la calidad de los alimentos empanizados y fritos (pollo, pescado, papas fritas, etc.) es inaceptable.
Cuatro (4) franjas amarillas. Se recomienda desechar la manteca para todos los alimentos.
1. Mantenga un frasco disponible para uso diario. Almacénelo firmemente cerrado a temperatura ambiente (70 °F/21°C) o menos.
2. Mantenga todos los demás frascos que no estén en uso dentro de un refrigerador o congelador.
3. 3M recomienda utilizar las tiras antes de la fecha de vencimiento.
4. 3M recomienda realizar pruebas de sabor para determinar los puntos de desecho para el tipo de alimentos específico y la manteca específica que se use.
5. Si se cambia el tipo de manteca, vuelva a evaluar los puntos de desecho.

ANEXO A9

Análisis microbiológico

ANEXO A9.1. Recuento Total de microorganismos-NTE INEN 1529-5:06 Voluntaria AL 01.05-303

Principio: Este procedimiento microbiológico de carácter general indica el número de microorganismos aerobios por cantidad de alimento, el estado de conservación de un alimento y mide el número de

microorganismos aerobios por cantidad de alimento. El método consiste en cuantificar la cantidad de bacterias vivas o de unidades formadoras de colonias que se encuentran en una determinada cantidad de alimento.

A. Materiales y equipos

- Medio Agar para recuento en Placas (PCA)
- Pipetas
- Matraz de 250 ml
- Contador de Colonias Québec

B. Procedimiento

- Preparación del Medio de Cultivo PCA: Disolver 23,5 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en la autoclave a 121°C por 15 minutos.
- Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en caja petri, unos 10 ml en cada caja.
- Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Con una pipeta perpendicular a la caja petri colocar 1 ml de muestra
- Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Se incuban las cajas petri invertidas en las estufa a 35+/-°C.
- No apilar más de 6 placas.
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento.

ANEXO A9.2. Recuento de Mohos y Levaduras-NTE INEN 1529-10:98 Voluntaria AL 01.05-308

Principio: Los recuentos de mohos y levaduras sirven como criterio de recontaminación en alimentos que han sufrido un tratamiento higienizante y que han sido sometidos a condiciones de conservación.

Los mohos se desarrollan en una actividad de agua de 0,62 a 0,93 a temperaturas de 25 a 30°C; con un pH de 2-8,5. Las colonias de mohos son: grandes bordes difusos de color variable (el moho puede producir su pigmento propio), planos, usualmente presentan un núcleo central.

Las levaduras son hongos verdaderos que han adoptado una morfología unicelular, que se reproducen asexualmente por gemación. Su actividad de agua es de 0,88 a 0,94. El intervalo de temperatura es de 25 a 30°C Su pH es de 4-4,5. Son pequeñas, de bordes definidos, cuyo color varía de rosado obscuro a verde-azul, tridimensionales, usualmente aparecen en el centro.

A: Materiales y Equipos

- Cajas Petri
- Medio de Cultivo PDA
- Pipetas
- Erlenmeyers
- Matraz de 250 ml
- Estufa de incubación
- Contador de Colonias Québec

B: Procedimiento

- Preparación del Medio PDA: Disolver 39 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en la autoclave a 121°C por 15 minutos.
- Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en caja petri, unos 10 ml en cada caja.
- Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Con una pipeta perpendicular a la caja petri colocar 1 ml de muestra.

- Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Se incuban las cajas petri invertidas en las estufa a 35+/-°C.
- No apilar más de 6 placas.
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento.

ANEXO A9.3. Recuento de Coliformes y *Eschericha Coli*-Método 3M Center, Building 275-5w-05 St Paul, MN 55144-1000-NTE INEN 1529-13:98 Voluntaria AL 01.05-310

Principio: Las bacterias coliformes pertenecen a la familia enterobacteriaceae, son anaerobios facultativos que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo, etc. El más conocido de los microorganismos es la *E coli* y su presencia en los alimentos indica falta de higiene. Por ello en los sistemas de limpieza de equipos, utensilios, suelos y demás instalaciones en la industria alimentaría se toma como prueba definitiva la presencia o ausencia de coli.

A: Materiales y equipos

- Placas petrifilm
- Pipetas estériles
- Matraz de 250 ml estéril
- Contador de Colonias Québec
- Autoclave

B: Procedimiento:

- Licuar la muestra con agua destilada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Colocar la placa petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.

- Con una pipeta perpendicular a la placa petrifilm colocar 1 ml de muestra en el centro del film inferior.
- Bajar el film superior, dejar que caiga. No deslizarlo hacia abajo.
- Con la cara lisa hacia arriba, colocar el aplicador en el film superior sobre el inóculo.
- Con cuidado ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.
- Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Incubar las placas caras arriba en pilas de hasta 20 placas a 37ºC por 48 horas
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento. La presencia d colonias azules asociadas con burbujas de gas corresponden a *E. coli*, mientras que las colonias rojas asociadas con burbujas de gas corresponden a los coliformes.

ANEXO A9.4. Recuento de *S. aureus*-NTE INEN 1529-14:98 Voluntaria AL 01.05-312

A: Materiales y Equipos

- Medio de Cultivo MSA
- Pipetas estériles
- Matraz de 250 ml estéril
- Contador de Colonias Québec
- Autoclave

B: Procedimiento

- Preparación del Medio PDA: Disolver 111 g en un litro de agua desmineralizada, calentando en un baño de agua hirviendo.
- Luego disolver el medio de cultivo, se lo esteriliza colocándolo en la autoclave a 121°C por 15 minutos.

- Se deja enfriar el medio más o menos a 40°C y procedemos a colocarlas en caja petri, unos 10 ml en cada caja.
- Licuar la muestra con agua desmineralizada, centrifugar y operar con el sobrenadante.
- Con una pipeta perpendicular a la caja petri colocar 1 ml de muestra.
- Esperar un minuto a que se solidifique el gel.
- Se incuban las cajas petri invertidas en las estufa a 35+/-°C.
- No apilar más de 6 placas.
- Leer las placas en un contador de colonias estándar tipo Québec o una fuente de luz con aumento.

ANEXO A10

Análisis sensorial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
PRUEBA DE ANÁLISIS SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DE PAPA PREFRITA CONGELADA TIPO BASTÓN

NOMBRE……
FECHA……..
Instrucciones: Usted tiene las siguientes muestras para que las deguste. Sea justo, evalué cada una de las muestras marque con una X la alternativa que mejor describa su percepción.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	# MUESTRA				
		322	967	294	839	082
COLOR	Muy desagradable					
	Desagradable					
	Ni agrada ni desagrada					
	Bueno					
	Muy Bueno					
OLOR	Muy desagradable					
	Desagradable					

	Ni agrada ni desagrada					
	Gusta					
	Gusta mucho					
SABOR	Muy desagradable					
	Desagradable					
	Ni agrada ni desagrada					
	Gusta					
	Gusta mucho					
TEXTURA	Muy dura					
	Dura					
	Ni suave ni dura					
	Suave					
	Muy suave					
ACEITOSIDAD RESIDUAL	Muy aceitoso					
	aceitoso					
	Ni aceitoso ni muy aceitoso					
	Poco aceitoso					
	No aceitoso					
ACEPTABILIDAD	Muy desagradable					
	Desagradable					
	Ni agrada ni desagrada					
	Gusta					
	Gusta mucho					

COMENTARIOS:……

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO B

MANEJO CULTIVO DE PAPA

1. Preparación del Terreno



2.Siembra



3. Fertilización



4. Aporque



5. Control Fitosanitario



6. Cosecha



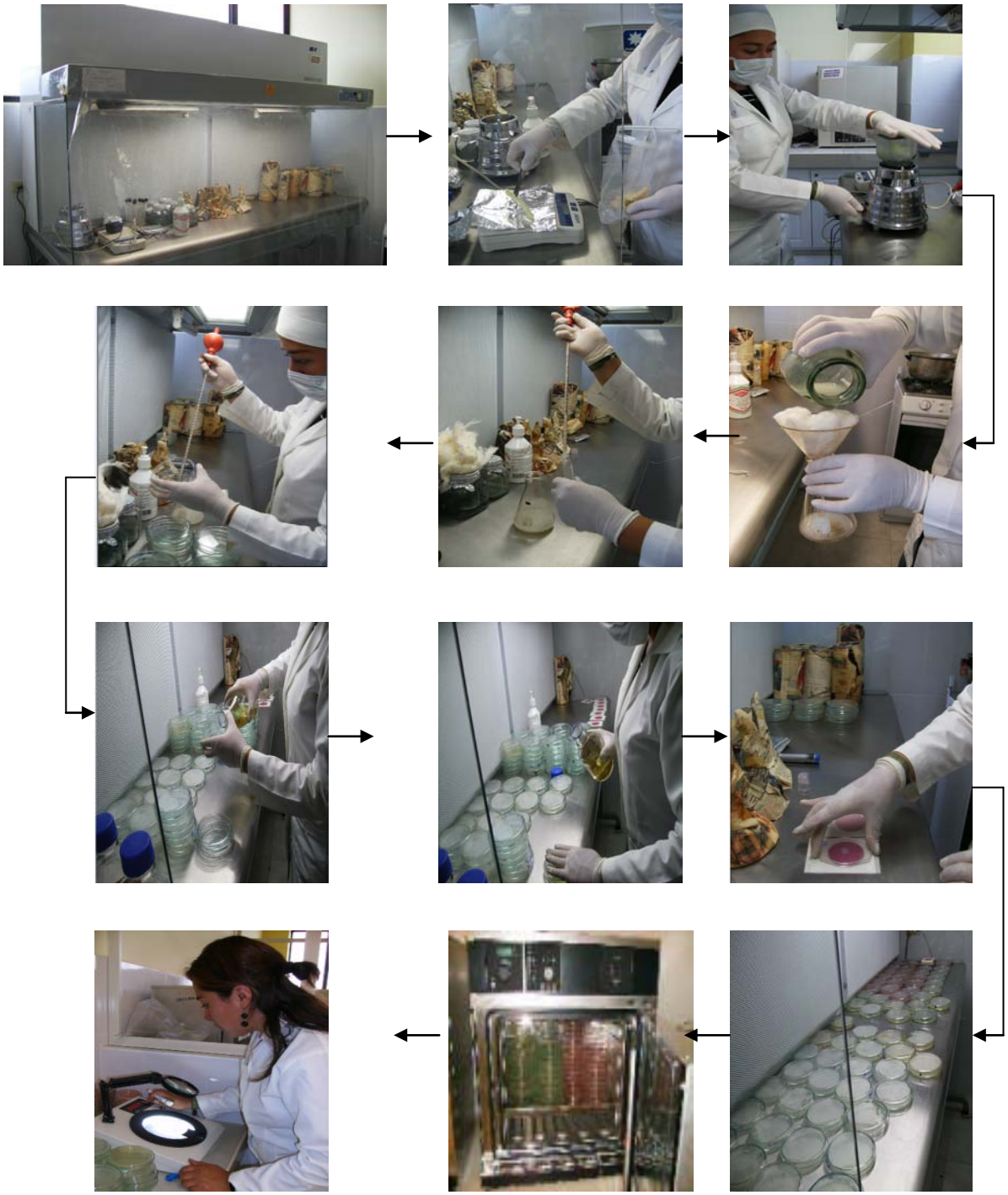
ANEXO C

FOTOGRAFÍAS

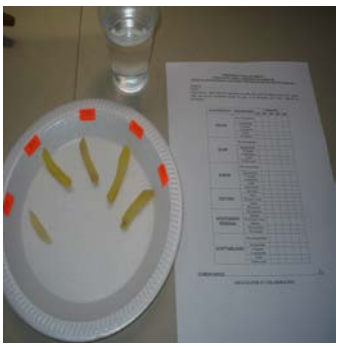
ANEXO C.1. "Aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón"

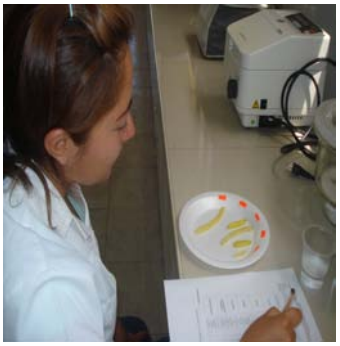


ANEXO C.2. Análisis microbiológico de papa prefrita congelada tipo bastón

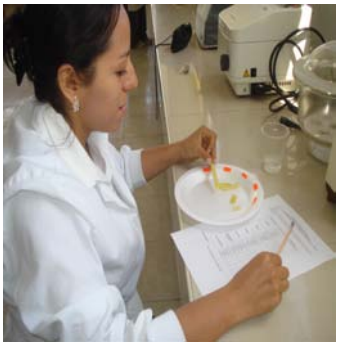


ANEXO C.3. Análisis sensorial de papa prefrita congelada tipo bastón

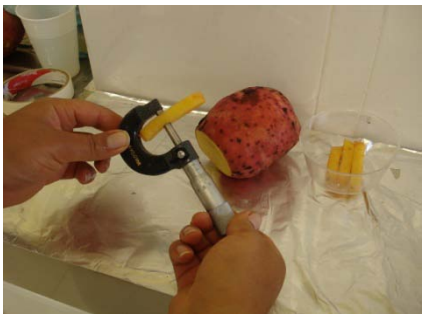




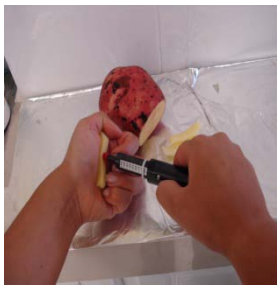




ANEXO C.4. Análisis físicos del bastón de papa



Dimensiones



Resistencia a la Rotura





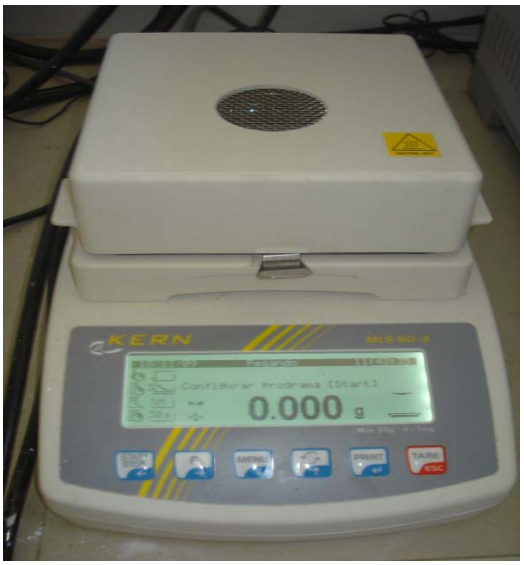
Azúcares reductores



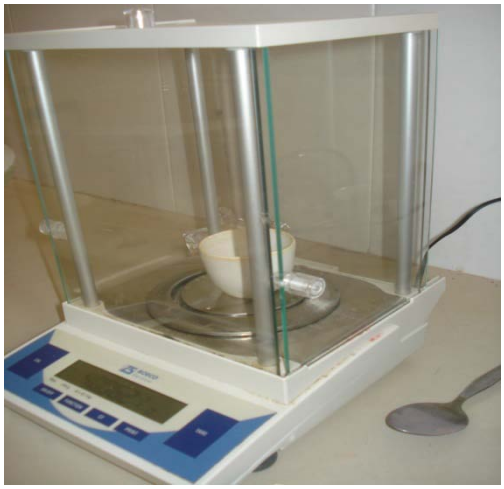
Espectrofotómetro

ANEXO C.5. Composición proximal

Determinación de Humedad



Determinación Cenizas





ANEXO D

Resultados Análisis de Proteína y Grasa-LACONAL

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS

Dirección: Av. Los Chasquis y Rio Cutuchi, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400989-2400987 Fax: 2400998

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:09-159 R01-5.10

Pág.:1 de 1

Fecha solicitud: 17 NOVIEMBRE 2009		Fecha certificado: 20 NOVIEMBRE 2009

Solicitud No: 159

Información del cliente:

Empresa: CONPAPA	C.I./RUC: 1891721559001
Representante: Sr. Manuel Chimbo	Tlf: 032400990
Dirección: Av. El Cóndor y Batalla de Tarqui	Celular:
Ciudad: Ambato	Fax: 032400990

Descripción de las muestras:

Producto: Papa prefrita congelada	Peso: 500g c/muestra
Marca comercial: Raiz de vida	Tipo de envase: Funda polietileno
Lote: s/n	No de muestras: Cuatro
F. Elb.: 23 septiembre 2009	F. Exp.: s/a
Conservación : Ambiente: Refrigeración: Congelación:X	T. almacenamiento: 30 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Fecha de muestreo : 17 nov/ 2009

Resultados obtenidos

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos empleados	Unidades	Resultados
Papa prefrita congelada	15909363	T1	Proteína	PE03-5.4-FQ	% (Nx6.25)	2.80
			Grasa	PE04-5.4-FQ	%	6.84
	15909364	T3	Proteína	PE03-5.4-FQ	% (Nx6.25)	2.73
			Grasa	PE04-5.4-FQ	%	6.46
	15909365	T5	Proteína	PE03-5.4-FQ	% (Nx6.25)	2.41
			Grasa	PE04-5.4-FQ	%	6.58
	15909366	T7	Proteína	PE03-5.4-FQ	% (Nx6.25)	2.37
			Grasa	PE04-5.4-FQ	%	4.34

LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS FCIAL - UTA

Ing. Carlos Romero V.
Director Técnico LACONAL

DIRECTOR

Ing. Marcelo Soria V.
Director de la Calidad

Entregado: 09.11.23
Firma

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto que se hiciere de este certificado.No es un documento negociable. Prohibida su reproducción total o parcial.