

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROCESO PARA LA
EXTRACCIÓN DE ALMIDON A PARTIR DE GUINEO
MAJONCHO VERDE (*Musa sp. Variedad Cuadrado*), PARA
SU USO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

PRESENTADO POR:

ERIKA NEYMIE GUADRÓN DE DELGADO

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERA DE ALIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTOR :

ING. TANIA TORRES RIVERA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Título :

**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROCESO PARA LA
EXTRACCIÓN DE ALMIDON A PARTIR DE GUINEO
MAJONCHO VERDE (*Musa sp. Variedad Cuadrado*), PARA
SU USO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

Presentado por :

ERIKA NEYMIE GUADRÓN DE DELGADO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Directora :

LICDA. ANA ISABEL PEREIRA DE RUÍZ

Docente Directora Externa :

ING. EDITH MARLENE CANALES GARCÍA

San Salvador, Octubre 2013

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Directora :

LICDA. ANA ISABEL PEREIRA DE RUÍZ

Docente Directora Externa :

ING. EDITH MARLENE CANALES GARCÍA

AGRADECIMIENTOS

Estoy enormemente agradecida con Dios nuestro señor que me permitió llegar hasta este punto de mi vida y culminar mi carrera; donde puso en mi camino muchísimo ángeles que me ayudaron de alguna manera a estar en este lugar justo en este momento.

A la Universidad de El Salvador por darme la oportunidad de poder sobresalir con esta carrera que es bastante potencial como la Ingeniería de Alimentos, en especial a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura por ayudar a fomentar la educación para jóvenes y adultos salvadoreños.

A mis asesoras de tesis Licda. Isabel de Ruiz e Inga. Edith Canales; por guiarme en el proceso de este Trabajo de Graduación, por corregirme, darme ideas, por su enseñanza Gracias!!!. Aunque sé que las apesure por ratitos. A la Inga. Canales por darme la idea de buscarle alternativas de desarrollo de productos a partir del Guineo Majoncho y aventurarse con el tema por el que opte; sin saber muchos datos del fruto al igual que yo. Y que sin ser docente de la UES acepto ser mi asesora externa y comprometerse con este Trabajo de Graduación.

A los docentes y personal administrativo de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos por ayudarme y proporcionarme la enseñanza en la educación en todas áreas de la Ingeniería de Alimentos. A la Licda. Xochilt de Villatoro que ya se retiró y ya no es docente de la universidad pero que fue un pilar muy fuerte en el proceso de mi carrera; por enseñarnos muchas cosas en especial proporcionarnos las herramientas de la ingeniería de alimentos e incentivarnos a buscar alternativas diferentes para la industria. A la Inga. Cecilia de Flamenco que desinteresadamente me ofreció su ayuda en el proceso de este trabajo y que sé, que siempre pasa bien ocupada pero busco el espacio para brindarme su ayuda. A la Inga. Eugenia Gamero por instruirme en el proceso inicial y darme las herramientas para iniciar el proceso de este trabajo.

Y demás docentes de las escuelas de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Ciencias agronómicas, escuela de Química y CENSALUD área de microbiología, por sus aportes en el desarrollo general de este trabajo de graduación.

Agradezco al Ing. Francisco Orellana y al Ing. Miguel Hernández que decidieron confiar en mi persona para que desarrollara este tema de Trabajo de Graduación y poder buscar esta alternativa de desarrollo para la población salvadoreña.

Agradezco al Ing. Julio Torres que mostro un total interés en ayudarme con el proceso de extracción de almidón con solo el hecho de recibir nuevos aprendizajes y de aportar sus conocimientos desinteresadamente a quien lo necesite para el mejoramiento de los procesos.

Gracias al personal de los Laboratorios de Química Agrícola y de Tecnología de Alimentos del CENTA por mostrar interés en el desarrollo de este trabajo.

A mi familia mis padres, mis hermanas y hermanos que siempre me apoyaron y estuvieron pendientes de la culminación de mi carrera, gracias por estar ahí siempre. A la familia de mi esposo que es ahora mi familia también, que me apoyaron.

A mis amigos que estuvieron siempre ahí, donde muchos fueron mis guardianes y mis compañeros de tesis con los que compartimos, tristezas, alegrías, momentos de tensión por notas, por exámenes etc., fue un placer compartir todos estos momentos con ustedes. Se les quiere y aprecia mucho. Agradezco a mi amiga Griselda Martínez quien fue como mi compañera de tesis, de laboratorio que sabía que me ayudaba con solo darme un SI o un NO como respuesta para seguir adelante. Néstor López que también me ayudó mucho desde que compartíamos materias juntos hasta finalizar esta etapa de mi vida. Bertha Arenivar intentando ayudarme aun cuando estaba muy ocupada. Hassel Funes que me ayudó en este proceso de mi vida. A Rocío Flores con quien nos apoyábamos mutuamente en este proceso de Trabajo de Graduación. A mis demás amigos Roberto Cuellar, Krisia Vásquez, Pablo Mendoza, bueno ya casi todos ingenieros! Y que sé que siempre me estuvieron apoyando en todo momento. De todo corazón gracias a todos, y mis disculpas si no menciono alguien más, pero es tan grande la lista pero quiero que sepan que estoy muy agradecida de compartir este logro con todos.

Y por último no quiere decir el menos importante, es más, es una de las personas más importantes que me apoyo en todo este proceso, que fue mi compañero de tesis, mi mejor amigo, mi esposo Henri Delgado; gracias a ti mi amor por tu incondicional apoyo siempre estuviste ahí para ayudarme, darme ánimos para seguir luchando y no dejar tirado tanto esfuerzo. Gracias!

I. RESUMEN

El almidón es un polisacárido de alto contenido en las especies vegetales, y proporcionan un alto contenido de energía al ser humano en todo el mundo. De igual forma, es utilizado en la preparación de muchos productos alimenticios de manera industrial por lo que posee una gran aplicabilidad.

Por tanto se llevó a cabo el desarrollo y diseño para extracción de Almidón de Guineo Majoncho (*Musa sp.* Variedad cuadrado), haciendo uso como método principal Método Seco y como método secundario el Método Húmedo.

Debido a la ausencia de información de la extracción de almidón del fruto de Guineo Majoncho, se diseñó la metodología de extracción en base a otras especies, como maíz, yuca, papa, etc. Por tanto, este trabajo se convirtió en una investigación enfocada a generar la información sobre la industrialización del fruto.

Para caracterizar el Fruto fue necesario realizar una caracterización tanto física como química donde se obtuvieron resultados que favorecían la investigación, como contenido de carbohidratos de 94.26%, contenido de humedad de 56.35% capaz de ser reducido en el proceso, cantidad mínima de azúcares solubles totales °Brix de 1.5 máximo para evaluar el contenido de azúcar presente en la etapa ideal de 75-85 días.

Se realizó una caracterización para el almidón extraído aplicando técnicas de análisis y pruebas de calidad para almidones de referencia como los principales yuca y maíz; para verificar sus propiedades tanto físicas, químicas como microbiológicas. Los resultados de los análisis y pruebas han demostrado que el almidón extraído por el método seco propuesto en la metodología de extracción, contiene amilosa en 37.41% y amilopectina determinado por diferencia un 62.59%. A la vez, se determinó que el almidón extraído contiene 80.85% de Carbohidratos

base húmeda. Estos resultados permiten confirmar que el producto obtenido cuenta con propiedades o características que favorecen una amplia gama industrial.

Se verificó la aplicabilidad del almidón extraído utilizándolo como sustituto de otros almidones o gomas en un alimento de amplio consumo como salsa tipo kétchup, donde se llevó a cabo un análisis sensorial para verificar la aceptabilidad o rechazo del uso del almidón en otros productos comparándolos con productos comercializados; los resultados fueron favorables lo cual permite establecer que el almidón puede ser usado para espesar o como agente que permite proveer viscosidad a productos como salsas en la industria de alimentos.

II. INDICE

III. INTRODUCCION	xx
IV. OBJETIVOS.....	xxi
CAPITULO 1.0. FUNDAMENTO TEORICO.....	1
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.1.1. ESPECIES DE MUSÁCEAS.....	1
1.1.2. CLASIFICACIÓN DE VARIEDADES	3
1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL GUINEO MAJONCHO (MIRÓN, 1996) 11	
1.2.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	12
1.3. PROPIEDADES DE GUINEO MAJONCHO.....	15
1.4. VARIEDADES DE GUINEO MAJONCHO	16
1.5. ENFERMEDADES Y PLAGAS.....	19
1.6. AGRICULTURA DE SOBREVIVENCIA PARA EL CULTIVO DE GUINEO MAJONCHO	21
1.6.1. ZONA DE CULTIVO EN EL SALVADOR.....	21
1.6.2. ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	23
1.7. COSECHA Y POSTCOSECHA.....	28
1.7.1. COSECHA	28
1.7.2. MANEJO POSTCOSECHA	29
1.8. USOS INDUSTRIALES Y ARTESANALES	31
1.9. COMERCIALIZACIÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	32
1.10. GENERALIDADES DEL ALMIDÓN	35
1.10.1. LOS CARBOHIDRATOS	35
1.10.2. DEFINICIÓN DE ALMIDÓN.....	35
1.10.3. ESTRUCTURA DEL ALMIDÓN	36
1.11. CLASIFICACIÓN DE LOS ALMIDONES.	38
1.11.1. ALMIDONES MODIFICADOS.....	39
1.11.2. ALMIDONES NATURALES	40
1.12. PROPIEDADES DE LOS ALMIDONES.....	43

1.13. IMPORTANCIA DE LOS ALMIDONES EN LA INDUSTRIA	44
1.13.1. APLICACIONES Y USOS DEL ALMIDÓN.....	44
1.14. COMERCIALIZACIÓN DEL ALMIDÓN	46
1.14.1. COMERCIO DE ALMIDÓN EN EL SALVADOR	46
1.14.2. MERCADO MUNDIAL DE ALMIDÓN (35 MILLONES).....	48
1.14.3. COMERCIALIZACIÓN ENTRE MÉXICO Y EL SALVADOR.....	51
1.15. EXTRACCIÓN DE ALMIDONES.....	52
1.15.1. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS OPERACIONES.....	55
1.16. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS PARA ALMIDONES.....	56
CAPÍTULO 2.0. DESARROLLO EXPERIMENTAL	60
2.1. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA	60
2.1.1. MÉTODO SECO	60
2.1.2. MÉTODO HÚMEDO	62
2.2. EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN	65
2.2.1. MATERIALES	65
2.2.2. PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN POR MÉTODO SECO	66
2.2.3. PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN POR MÉTODO	
HÚMEDO	84
CAPÍTULO 3.0.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	90
3.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN	
DE MATERIA PRIMA.....	90
3.1.1. RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE GUINEO	
MAJONCHO	90
3.1.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE GUINEO	
MAJONCHO	92
3.2. EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	95
3.2.1. RESULTADOS DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN.....	95
3.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN.....	100
3.3. CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN EXTRAÍDO	103
3.3.1. PRUEBA CUALITATIVA DE ALMIDÓN.....	104
3.3.2. PRUEBA CUANTITATIVA DE ALMIDÓN EXTRAÍDO.....	106

3.3.3. DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN	116
3.3.4. IDENTIFICACIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA.....	118
3.3.5. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.....	119
3.3.6. DETERMINACIÓN DE PH.....	121
3.3.7. DETERMINACIÓN ACIDEZ TITULABLE.....	123
3.3.8. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE	125
3.3.9. ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA, ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA Y PODER DE HINCHAMIENTO.....	126
3.3.10. DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE AMILOSA Y AMILOPECTINA	130
3.3.11. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE AMILOSA Y AMILOPECTINA	131
3.3.12. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA	132
3.3.13. CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA.....	134
3.4. COMPARACIÓN DE ALMIDÓN EXTRAÍDO DE GUINEO MAJONCHO CON OTROS ALMIDONES, A NIVEL TEÓRICO	135
CAPITULO 4.0. PROPUESTA DE APLICACIÓN.....	140
4.1. PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO	140
4.1.1. ELABORACIÓN DE PRODUCTO.....	141
4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL.....	143
4.2.1. PRUEBAS PARA EVALUACIÓN SENSORIAL	145
4.2.2. LOS JUECES.....	148
4.2.3. ESTABLECIMIENTOS PARA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	148
4.2.4. ÁREA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS O CITACIÓN DE LAS MUESTRAS	149
4.2.5. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	149
4.3. ANÁLISIS SENSORIAL PARA SALSA TIPO KETCHUP	150
4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	157
5.0. CONCLUSIONES.....	159
6.0. RECOMENDACIONES	162
7.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163

7.1. DOCUMENTOS	163
7.2. PÁGINAS WEB.....	165
8.0. GLOSARIO.....	167
9.0. ANEXOS	169
ANEXO 1. IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE ALMIDONES	170
ANEXO 2. METODOLOGIA PARA CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN EXTRAÍDO.....	176
ANEXO 3. TEST DE VALORACIÓN SENSORIAL.....	195

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1. CLASIFICACIÓN DE PLOIDIA DE LA EUMUSA SEGÚN NOTAS DADAS POR EL AUTOR	3
CUADRO 1.2. COMPOSICIÓN DE GUINEO MAJONCHO/CUADRADO SEGÚN EL INCAP, POR CADA 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE	16
CUADRO 1.3. VARIEDADES DE GUINEO MAJONCHO CON SUS CARACTERÍSTICAS.....	17
CUADRO 1.4. ENFERMEDADES Y PLAGAS	19
CUADRO 1.5. PRODUCCIÓN DE FRUTAS POR ÁREA MZ Y PRODUCCIÓN QQ.....	25
CUADRO 1.6. NÚMERO DE PLANTAS DE FRUTAS POPULARES Y TRADICIONALES QUE SE PRODUCEN EN PATIO	27
CUADRO 1.7. RESULTADO DE SONDEO DE PRECIOS DE VENTA DE GUINEO MAJONCHO EN ALGUNOS MUNICIPIOS	34
CUADRO 1.8. EJEMPLO DE PORCENTAJE DE AMILOSA Y AMILOPECTINA .	37
CUADRO 1.9. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS DIFERENTES ALMIDONES	44
CUADRO 1.10. CÓDIGO ARANCELARIO DE ALMIDÓN Y FÉCULA; INULINA..	47
CUADRO 1.11. PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE ALMIDONES Y FÉCULAS (EXC. DE TRIGO, MAÍZ, PATATA PAPA Y MANDIOCA YUCA) 2008	49
CUADRO 1.12. PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE ALMIDONES Y FÉCULAS (EXC. DE TRIGO, MAÍZ, PATATA PAPA Y MANDIOCA YUCA) 2008	50
CUADRO 1.13. INTERCAMBIO MUNDIAL 2008 DE PRODUCTOS AFILIADOS A: ALMIDONES Y FÉCULAS (EXC. DE TRIGO, MAÍZ, PATATA PAPA Y MANDIOCA YUCA) 2008.....	50
CUADRO 1.14. MÉXICO- EXPORTACIONES- EVOLUCIÓN. NCE: PRODUCTOS DE LA MOLINERÍA; MALTA; ALMIDÓN, Y FÉCULA; INULINA; GLUTEN DE TRIGO- ANUAL FOB USD.....	51

CUADRO 1.15. TERMINOS RECOMENDADOS POR LA FARMACOPEA BRITÁNICA EN PARTÍCULAS EN FORMA DE POLVO.....	56
CUADRO 1.16. DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DEL GRANULO DE VARIOS ALMIDONES.....	57
CUADRO 2.1 TAMICES UTILIZADOS PARA LA EXTRACCIÓN, CON EL CÓDIGO DEFINIDO Y TAMAÑO DE PARTÍCULA PARA CADA TAMIZ.....	82
CUADRO 3.1. FUNDAMENTO PARA CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE GUINEO DE GUINEO MAJONCHO.....	90
CUADRO 3.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE GUINEO MAJONCHO.....	90
CUADRO 3.3. FUNDAMENTO PARA CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE GUINEO MAJONCHO.....	91
CUADRO 3.4. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE GUINEO MAJONCHO EN ESTADO VERDE EN BASE SECA Y HÚMEDA EN G/100G DE MUESTRA	91
CUADRO 3.5. RESUMEN COMPARATIVO DE PARÁMETROS DE ANÁLISIS PROXIMAL CON OTRAS FUENTES CON BASE DE 100G DE MUESTRA	93
CUADRO 3.6. OBJETIVO PARA EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	95
CUADRO 3.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DE GUINEO MAJONCHO NECESARIAS PARA EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN	96
CUADRO 3.8. RESULTADOS DE LA OPERACIÓN DE MOLIENDA DE GUINEO MAJONCHO SECO NECESARIOS PARA EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN.....	97
CUADRO 3.9. DATOS DE TAMIZADOS DE MALLA 100-200 U.S.	98
CUADRO 3.10 RESULTADOS MÉTODO HÚMEDO	99
CUADRO 3.11. % PÉRDIDAS EN PROCESO DE TAMIZADO MÉTODO SECO..	99
CUADRO 3.12. FUNDAMENTO PARA CARACTERIZACIÓN PARA ALMIDÓN EXTRAÍDO.....	104
CUADRO 3.13. FUNDAMENTO PARA PRUEBA CUALITATIVA DE ALMIDÓN	104
CUADRO 3.14. FUNDAMENTO DE PRUEBA DE CUANTIFICACIÓN DE ALMIDÓN EXTRAÍDO.....	106

CUADRO 3.15. DATOS OBTENIDOS EN PRUEBA DE ESPECTROFOTOMETRÍA PARA ALMIDÓN DE MAÍZ.....	106
CUADRO 3.16. DATOS DE ABSORBANCIA PARA LAS MUESTRAS PROBLEMAS.....	108
CUADRO 3.17. CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN EN %P/P PARA MUESTRAS DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	110
CUADRO 3.18. RESULTADOS MÁS SELECTOS PARA EL ANÁLISIS.....	111
CUADRO 3.19. % ALMIDÓN CON SU RESPECTIVO TIEMPO DE CORTE PARA CADA MUESTRA.....	114
CUADRO 3.20. FUNDAMENTO PARA DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN	116
CUADRO 3.21. PROMEDIO DE TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN PARA ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	116
CUADRO 3.22. FUNDAMENTO TEÓRICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA.....	118
CUADRO 3.23. TAMAÑO DE PARTÍCULA.....	118
CUADRO 3.24. FUNDAMENTO DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL ALMIDÓN EXTRAÍDO.....	119
CUADRO 3.25. FUNDAMENTO PARA DETERMINACIÓN DE PH.....	121
CUADRO 3.26. pH PROMEDIO DE MUESTRAS DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	122
CUADRO 3.27. CUADRO COMPARATIVO PH DE DIFERENTES ESPECIES CON ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	122
CUADRO 3.28. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE EN ALMIDÓN.....	123
CUADRO 3.29. FUNDAMENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE MAJONCHO.....	125
CUADRO 3.30. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA, ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA Y PODER DE HINCHAMIENTO. MAJONCHO.....	126

CUADRO 3.31. RESULTADOS DE PROCESO PARA DETERMINACIÓN DEL IAA, ISA Y PH	127
CUADRO 3.32. CUADRO RESUMEN DE VALORES DE IAA, ISA Y PH.....	128
CUADRO 3.33. FUNDAMENTO PARA LA DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE AMILOSA Y AMILOPECTINA	130
CUADRO 3.34. RESULTADOS DE PRUEBA DE CONSISTENCIA DEL GEL ...	130
CUADRO 3.35. FUNDAMENTO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE AMILOSA Y AMILOPECTINA	131
CUADRO 3.36. FUNDAMENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	132
CUADRO 3.37. ANÁLISIS PROXIMAL DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO, EN BASE SECA EN G/100G DE MUESTRA..	132
CUADRO 3.38. FUNDAMENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	134
CUADRO 3.39. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	134
CUADRO 3.40. CUADRO COMPARATIVO DE PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO CON ALMIDONES DE OTRAS ESPECIES.	137
CUADRO 3.41. DATOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA MEDIA. ...	139
CUADRO 4.1. FORMULACIÓN PARA SALSA TIPO KETCHUP.....	142
CUADRO 4.2. PRUEBAS PARA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	146
CUADRO 4.3. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE APARIENCIA COMO ESCALA HEDÓNICA	151
CUADRO 4.4. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE COLOR COMO ESCALA HEDÓNICA	152
CUADRO 4.5. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE TEXTURA COMO ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	153
CUADRO 4.6. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE SENSACIÓN (AROMA) COMO ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	154

CUADRO 4.7. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE SABOR COMO ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	155
CUADRO 4.8. RESULTADOS DE NIVEL DE PREFERENCIA PARA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS SALSAS	156
CUADRO 4.9. RESUMEN DE RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL	157

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. BANANO TITIARO EN ESTADO MADURO	4
FIGURA 1.2. BANANO GROS MICHEL EN ESTADO MADURO	5
FIGURA 1.3. BANANO CAVENDISH	5
FIGURA 1.4. BANANO ROBUSTA RECIÉN COSECHADO	6
FIGURA 1.5. LACATÁN DESPUÉS DE LA COSECHA	7
FIGURA 1.6. BANANO RED EN COLOR ROSADO Y MORADO.....	7
FIGURA 1.7. BANANO GREEN RED	8
FIGURA 1.8. PLÁTANO	8
FIGURA 1.9. BANANO CAMBUR	9
FIGURA 1.10. BANANO MYSORE	9
FIGURA 1.11. GUINEO MAJONCHO (TOPOCHO).....	10
FIGURA 1.12. GUINEO MAJONCHO VERDE	11
FIGURA 1.13. PLANTA CORMO, HOJA Y RACIMO DEL BANANO	12
FIGURA 1.14. CORMO DE GUINEO MAJONCHO.....	13
FIGURA 1.15. HOJAS DE GUINEO MAJONCHO	13
FIGURA 1.16. TALLO DE GUINEO MAJONCHO	14
FIGURA 1.17. FRUTO Y FLOR DE GUINEO MAJONCHO	15
FIGURA 1.18. CULTIVO DE GUINEO MAJONCHO.....	21
FIGURA 1.19. SUPERFICIE POR MZ DE FRUTAS ENTRE ELLAS EL PLÁTANO	24
FIGURA 1.20. SUPERFICIE DE CULTIVO DE GUINEO MAJONCHO	24
FIGURA 1.21. FRUTAS CON MAYOR PRODUCCIÓN EN EL PAÍS.....	26
FIGURA 1.22. DISTRIBUCION DE VIVIENDAS CON PRODUCCIÓN DE PATIO EN EL PAÍS.....	27
FIGURA 1.23. MAPA DE EL SALVADOR CON LOS DOS DEPARTAMENTOS DE SONDEO.....	33
FIGURA 1.24. ESTRUCTURA DE AMILOSA.....	37
FIGURA 1.25. ESTRUCTURA DE AMILOPECTINA.....	38

FIGURA 1.26. DIAGRAMA DE ALGUNOS TIPOS DE ALMIDÓN	39
FIGURA 1.27. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALMIDÓN (35 MILLONES).....	48
FIGURA 1.28. DISTRIBUCION DEL CONSUMO MUNDIAL DE ALMIDÓN (35 MILLONES).....	49
FIGURA 1.29. DIAGRAMA DE PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN POR MÉTODO SECO	53
FIGURA 1.30. DIAGRAMA DE PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN POR MÉTODO HÚMEDO	54
FIGURA 2.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO POR EL MÉTODO SECO Y HÚMEDO.....	64
FIGURA 2.2. FORMA DE CORTE DE FRUTOS.....	67
FIGURA 2.3. PLANTACIÓN D E GUINEO MAJONCHO A MAYOR ESCALA	67
FIGURA 2.4. IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS.....	68
FIGURA 2.5. COSECHA DE GUINEO MAJONCHO.....	69
FIGURA 2.6. GUINEO MAJONCHO EN BUEN ESTADO.....	69
FIGURA 2.7. ALGUNOS CASOS QUE SE CONSIDERAN DAÑOS Y QUE SE OBSERVAN EN LAS PLANTACIONES	70
FIGURA 2.8. CARTA DE COLOR PARA BANANO	71
FIGURA 2.9. MUESTRA DE MATERIA PRIMA	72
FIGURA 2.10. MEDICIÓN DE LADOS DE GUINEO MAJONCHO	72
FIGURA 2.11. MEDICIÓN DE LONGITUD DE GUINEO MAJONCHO	73
FIGURA 2.12. PROCESO PARA MEDIR °BRIX	74
FIGURA 2.13. LIMPIEZA DE FRUTOS.....	74
FIGURA 2.14. CORTE DE PUNTAS DE GUINEO MAJONCHO	75
FIGURA 2.15. RETIRO DE CÁSCARA DE PULPA DE GUINEO MAJONCHO	75
FIGURA 2.16. REBANADO DE GUINEO EN LASCAS	76
FIGURA 2.17. PESADO DE PULPA Y DE CASCARA	76
FIGURA 2.18. SECADOR SOLAR DE BANDEJAS	77
FIGURA 2.19. BANDEJAS CON LAS MUESTRAS DE GUINEO MAJONCHO ...	78

FIGURA 2.20. COLOCACIÓN DE BANDEJAS CON GUINEO EN SECADOR SOLAR	78
FIGURA 2.21. MUESTRAS DE GUINEO MAJONCHO SECO	79
FIGURA 2.22. OPERACIÓN DE MOLIENDA DE GUINEO MAJONCHO SECO .	79
FIGURA 2.23. HARINA DE GUINEO MAJONCHO	80
FIGURA 2.24. OPERACIÓN DE PESADO DE HARINA DE GUINEO MAJONCHO.....	80
FIGURA 2.25.MUESTRAS DE HARINA Y ALMIDÓN RESULTADO DEL PROCESO DE TAMIZADO.....	81
FIGURA 2.26. MALLAS UTILIZADAS PARA LA OPERACIÓN DE TAMIZADO ...	81
FIGURA 2.27.ESPECIFICACIONES DE LOS TAMICES USADOS PARA LA EXTRACCIÓN.....	82
FIGURA 2.28. OPERACIÓN DE PESADO DE ALMIDÓN EXTRAÍDO	83
FIGURA 2.29. EJEMPLO DE MATERIAL RETENIDO Y MATERIAL QUE PASA EN TAMICES	83
FIGURA 2.30. EMPACADO DE ALMIDÓN EXTRAÍDO EN BOLSAS.....	84
FIGURA 2.31.MACERACIÓN DEL FRUTO CON AGUA EN UNA CORTADORA DE CUCHILLAS	85
FIGURA 2.32. TAMIZADO DE PASTA.....	85
FIGURA 2.33. TAMIZADO Y LAVADO DE MEZCLAS PARA LA EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN.....	86
FIGURA 2.34.RESIDUOS DE MEZCLA EN EL TAMIZ.....	86
FIGURA 2.35. RECIPIENTE PARA DEJAR REPOSAR LA SOLUCIÓN	87
FIGURA 2.36. SEPARACIÓN DE SOBRENADANTE.....	87
FIGURA 2.37. OPERACIÓN DE DECANTACIÓN	88
FIGURA 2.38. PASTA BLANCA DENOMINADA ALMIDÓN	88
FIGURA 2.39. PASTA DE ALMIDÓN EMPACADA Y MUESTRA PARA SECAR .	89
FIGURA 2.40. A) PARTÍCULAS DE TAMAÑO MAYOR QUE SE LLEVA A TRITURACIÓN Y B) PARTÍCULAS MÁS FINAS DESPUÉS DE LA TRITURACIÓN.....	89

FIGURA 3.1. REACCIÓN DE PRUEBA CUALITATIVA CON ALMIDÓN DE MAÍZ.....	105
FIGURA 3.2. REACCIÓN DE PRUEBA CUALITATIVA CON ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO.....	105
FIGURA 3.3. GELATINIZACIÓN DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	117
FIGURA 3.4. USO DEL MICROSCOPIO PARA VERIFICAR LA FORMA DEL GRÁNULO.....	119
FIGURA 3.5. MUESTRAS DE ALMIDÓN DILUIDAS	120
FIGURA 3.6. FOTOGRAFÍA AL MICROSCOPIO DE GRÁNULOS DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO (40X).....	120
FIGURA 3.7. MICROFOTOGRAFÍA DE ALMIDÓN DE MAÍZ (X700)	121
FIGURA 3.8. REQUISITOS DE ALMIDÓN DE MAÍZ PARA COMPARAR CON LA CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	133
FIGURA 4.1. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE SALSA TIPO KETCHUP CON ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO	142
FIGURA 4.2. SENSOGRAMA	144
FIGURA 6.1. PROPUESTA DE DISEÑO DEL PROCESO PARA EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO POR MÉTODO SECO CON PARÁMETROS DEFINIDO EN LOS RESULTADOS.....	161

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 3.1. COMPARACIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS (PROTEÍNAS, GRASA, FIBRA Y CENIZA) DE GUINEO MAJONCHO PELIPITA (OBJETO DE ESTUDIO) CON VALORES DADOS POR EL INCAP PARA GUINEO MAJONCHO	94
GRAFICA 3.2. COMPARACIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS (%HUMEDAD Y CARBOHIDRATOS (G)) DE GUINEO MAJONCHO PELIPITA (OBJETO DE ESTUDIO) CON VALORES DADOS POR EL INCAP PARA GUINEO MAJONCHO	94
GRAFICA 3.3. PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS DE PULPA CON RESPECTO A LA CASCARA DE GUINEO MAJONCHO.....	100
GRAFICA 3.4. DISTRIBUCIÓN DE %PULPA CON RESPECTO A LA MEDIA ..	101
GRAFICA 3.5. PÉRDIDAS EN TAMICES	102
GRAFICA 3.6. CURVA DE ABSORBANCIA VRS CONCENTRACIÓN UTILIZANDO COMO ESTÁNDAR ALMIDÓN DE MAÍZ.....	107
GRAFICA 3.7. %P/P DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO CUANDO ESTE YA EMPIEZA A PINTAR AMARILLO	112
GRAFICA 3.8. %P/P DE ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO DESDE QUE ESTA MAS VERDE (TIERNO) HASTA ANTES DE LLEGAR A PINTAR AMARILLO ...	112
GRAFICA 3.9. %P/P DE ALMIDÓN DE TODAS LAS MUESTRAS EN ORDEN ASCENDENTE DE COSECHA	113
GRAFICA 3.10. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE %P/P DE ALMIDÓN CON RESPECTO A LA MEDIA	115
GRAFICA 3.11. TEMPERATURA (°C) DE GELATINIZACIÓN	117
GRAFICA 3.12. pH DE TRES DIFERENTES ESPECIES DE ALMIDÓN.....	123
GRAFICA 3.13. PARÁMETROS DE COMPARACIÓN A (A=TEMPERATURA DE GELATINIZACIÓN °C, %HUMEDAD Y % AMILOSA) DEL ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO CON OTROS ALMIDONES	138

GRAFICA 3.14. PARÁMETROS DE COMPARACIÓN B (B=PROTEÍNA CRUDA (%), FIBRA CRUDA (%) Y GRASAS (%), FORMAN PARTE DEL ANÁLISIS PROXIMAL DEL ALMIDÓN) DEL ALMIDÓN DE GUINEO MAJONCHO EN COMPARACIÓN CON OTROS ALMIDONES.....	138
GRAFICA 4.1. RESULTADOS DE APARIENCIA EN LA ESCALA HEDÓNICA .	152
GRAFICA 4.2. RESULTADOS DE COLOR ESCALA HEDÓNICA.....	153
GRAFICA 4.3. RESULTADOS DE TEXTURA COMO ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	154
GRAFICA 4.4. RESULTADOS DE SABOR POR ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	155
GRAFICA 4.5. RESULTADOS DE PREFERENCIA DE LAS SALSAS	156

III. INTRODUCCION

El almidón es una de las fuentes de energía con mayor proporción, es utilizado en muchas industrias, tanto alimentarias como no alimentarias, ya sea proveniente directamente de especies vegetales y nativos, o haciendo uso de almidones ya degradados intencionalmente por la acción de agentes químicos como oxidantes, ácidos o enzimas. Es usado como espesante, aglutinante, gelatinizante, estabilizante, emulsificante, entre otras aplicaciones de la industria.

Por lo anterior y haciendo uso de los recursos naturales se desarrolla el diseño y la extracción de almidón proveniente de una fuente natural vegetativa como lo es el Guineo Majoncho Verde (Musa sp. Variedad Cuadrado) enfocado principalmente en la extracción por método seco; utilizando operaciones unitarias de secado, molienda y tamizado. Se realiza una identificación física y química del fruto, de manera de establecer las propiedades para su clasificación, y que permitan clasificarlo y darle un enfoque industrial como lo es la extracción del almidón.

Posterior a la extracción del almidón se lleva a cabo una caracterización física, química y microbiológica; con el fin de determinar la calidad del producto obtenido e identificar el tipo de industria a la cual se podría enfocar para la comercialización. Adicionalmente, los resultados del producto extraído son utilizados para compararse en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de almidones a escala industria, esta comparación conlleva a determinar el uso potencial en la industria de alimentos y una aplicación práctica del producto extraído. Se lleva a cabo un análisis sensorial de manera general, realizando un test para verificar la aceptabilidad o rechazo del alimento procesado para confirmar la aplicación del almidón de Guineo Majoncho.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Efectuar el diseño y desarrollo del proceso para la extracción de almidón a partir de Guineo Majoncho Cuadrado en estado verde, para su uso en la industria de alimentos.

Objetivos Específicos:

1. Desarrollar una caracterización de la materia prima que será utilizada para el desarrollo del diseño experimental.
2. Realizar el diseño de la metodología para la extracción de almidón a partir de Guineo Majoncho Cuadrado en estado verde.
3. Aplicar las herramientas de las operaciones unitarias para la extracción del almidón a partir de Guineo Majoncho Cuadrado en estado verde.
4. Desarrollar una caracterización del almidón extraído estableciendo los parámetros de calidad del producto final
5. Efectuar una comparación de las características del almidón extraído a partir del Guineo Majoncho Cuadrado con respecto a las características de otros almidones usados en la industria de alimentos.
6. Desarrollar una propuesta de aplicación del almidón de Guineo Majoncho Cuadrado como sustituto de otros almidones usados en la industria de alimentos.

CAPITULO 1.0. FUNDAMENTO TEORICO

1.1. GENERALIDADES

El Guineo Majoncho pertenece a la familia de las Musáceas que son originarias de la zona Indomalaya en el sur-este Asiático; esta familia es muy pequeña. Por lo general la clasificación taxonómica se puede dar de la siguiente manera:

Orden: Zingiberales

Familia: Musáceas

Género: Musa

Sección: Musa Acuminata, Musa Balbisiana

Las musáceas “son hierbas altas con bases foliares unidas, dispuestas en espiral, flores masculinas y femeninas (o hermafroditas) separadas dentro de una misma inflorescencia, cada una naciendo en la axila de una bráctea, perianto presente, estambres generalmente en número de seis, un pistilo; el ovario superior trilocular, el fruto una cápsula de tres celdas o una baya alargada. En relación al término “Banana”, el cual se emplea en forma general para las Musáceas de frutas comestibles, en muchos países está referido a las variedades cultivares o clones cuya fruta se come fresca; denominándose “Plátanos”, a los que generalmente se comen cocinados o asados” (AVILAN, BAUTISTA & LEAL, 1988).

1.1.1. Especies de Musáceas

Especies como *Musa paradisíaca* y *Musa sapientum*; se aplican al banano y plátano respectivamente; así como también se tienen las especies *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, estas entre sí, dieron origen a los frutos comestibles por si solos y son las más importantes de toda la clasificación.

Tal sección se da en su mayoría porque así mismo, las producciones más cultivadas del fruto dan origen a una hibridación *M. Acuminata* que corresponde al código A y *M. Balbisiana* que corresponde al B, donde se forman aploides, diploides, triploides y tetraploides.

El término *musa* es un género que según Valdivia (2012) es clasificado en cuatro secciones, de los cuales solo dos son cultivados:

- *Australimusa* ($2n=20$ cromosomas)
- *Eumusa* ($2n=22$ cromosomas en la forma silvestre) los más cultivados

Sin embargo de forma más detallada se dice que la *Eumusa* es $n=11$, pero los que son diploides $n=22$, triploides $n=33$ y tetraploides $n=44$ cromosomas respectivamente.

Esta forma de ploidia se refiere al factor de variación más importante en “banano”. Las plantas poliploides, son más vigorosas y resistentes de mayor productividad y más amplia adaptación. Los clones triploides son mucho más numerosos que los diploides y tetraploides. (Adaptado de Martínez, 1993).

La clasificación de ploidia de la *Eumusa* se realiza de la siguiente manera en el Cuadro 1.1. , según AVILA, BAUTISTA & LEAL, (1988).

“De los siete grupos presentados en el Cuadro 1.1. Los grupos más raros y que no poseen mucha importancia son el AB y el ABBB, el AAAA recientemente originado artificialmente y se conoce como “Golden Beauty”” (AVILA, BAUTISTA & LEAL, 1988).

Cuadro 1.1. Clasificación de ploidia de la Eumusa según notas dadas por la fuente.

Nota	Ploidia genotipo	Fenotipo
Cultivares Acuminata		
15-23	2 x AA	Exclusividad Acuminata
	3 x AAA	Exclusividad Acuminata
	4 x AAAA	Exclusividad Acuminata
Cultivares híbridos		
Naturales		
24-26	3 x AAB	Dominancia Acuminata
Próxima de 49	2 x AB	Dominancia Acuminata
59-63	3 x ABB	Dominancia Balbisia
Próxima de 67	4 x ABBB	Dominancia Balbisia
Nota A= Acuminata B= Balbisia		

Fuente: AVILA, BAUTISTA & LEAL (1988).

Los triploides más cultivados como se menciona al inicio son la *M. Acuminata* AAA caracterizada por ser bananos con muy bajo contenido de almidón y mayor contenido de azúcar y los triploides híbridos *M. Balbisia* AAB, se le denomina a plátanos de cocción con dominancia acumita y ABB, para plátanos o bananos con dominancia Balbisia, con alto contenido de almidón y bajo contenido de azúcar. (Adaptado de Martínez, 1993)

1.1.2. Clasificación de variedades

a) Resumen de clasificación según grupo cromosómico según (AVILA, BAUTISTA & LEAL, 1988).

Se creó un sistema para clasificar los bananos de acuerdo a su grupo cromosómico, la cual se presenta a continuación; indicando en cada caso los materiales o variedades más importantes.

Diploide Acuminata (Partenocárpico, AA)

- Titiaro: banano de importancia comestible en Venezuela, posee un follaje característico de color verde-amarillento (ver Figura 1.1.), exento de cera, frutos cortos y pulpa azucarada. La fruta es de excepcional calidad para el consumo al natural por ser muy dulce. Conocido como Azúcar, Bocadillo, Almíbar (Venezuela), Sucrier (Trinidad y Tobago) y Banana ouro (Brasil). Es muy susceptible a la enfermedad de Sigatoka pero resistente a la enfermedad de Panamá.



Figura 1.1. Banano Titiaro en estado maduro

- Gros Michel: conocido generalmente con el nombre de Cuyaco, Guineo o bien Cambur Quinientos (Venezuela). Es una planta grande y muy vigorosa que produce racimos pesados y simétricos, de frutos de gran tamaño como los que pueden ser observados en la Figura 1.2. . Constituye la base de los

grandes comercios americanos desde la América central y nor-este de la América del Sur. Susceptible a la enfermedad de Panamá.



Figura 1.2. Banano Gros Michel en estado maduro

- Cavendish: caracterizado por presentar especialmente los retoños jóvenes, las vainas interiores de color rojo brillante y los frutos de punta roma y de color verdoso cuando alcanzan la madurez (ver Figura 1.3.), se encuentran los siguientes: Dwarf Cavendish, Giant Cavendish. Inmunes al Mal de Panamá



Figura 1.3. Banano Cavendish

- Robusta (Figura 1.4.): constituye la base del comercio de exportación de las Antillas, y sus sinónimos principales son Valery y Poyo. Son altamente susceptibles a la enfermedad de Sigatoka pero inmune a la enfermedad de Panamá.



Figura 1.4. Banano Robusta recién cosechado

- Pisang masak hijau: Banano de color verde al madurar (ver Figura1.5.); tiene como sinónimos principales: Lacatán (Jamaica, Antillas), Monte Cristo (Puerto Rico), Banana mestica (Brasil). Es menos resistente y tolerante a las condiciones del suelo que el Gros Michel, es más susceptible a la Sigatoka, pero inmune a la enfermedad de Panamá, sus racimos son manifiestamente más susceptibles al magullamiento y a la merma en el almacenamiento.



Figura 1.5. Lacatán después de la cosecha

- Red: Se caracteriza por el color rosado oscuro a morado tanto de la planta como el de los frutos inmaduros; como puede observarse en la Figura 1.6. El Red tiene como sinónimos principales Morado, Colorado, Figue rouge, etc.



Figura 1.6. Banano Red en color rosado y morado

- Green Red: se origina a partir del Red y parece ser una equimera compuesta por una cubierta roja que cubre a un cuerpo verde.



Figura 1.7. Banano Green Red

Triploides con genoma acuminata y balbisiana

Triploides con dominancia acumita AAB

- Plátanos (Platain): se distinguen dos grupos que tienen numerosas formas intermedias: a) racimos en que las flores masculinas terminales son persistentes, producen frutas delgadas y numerosas como French y platain y b) en que las flores masculinas faltan o desaparecen, en estos hay pocas frutas de buen tamaño como Horn platain; ver figura 1.8.



Figura 1.8. Plátano

- Sijk (Figura 1.9.): llamado también Cambur (Venezuela) y por su agradable sabor cuando está completamente maduro es muy apreciado. Es altamente

resistente a la Sigatoka pero muy susceptible al Mal de Panamá, aspecto que ha limitado su importancia económica en países como Brasil.



Figura 1.9. Banano Cambur

- Mysore (Figura 1.10.): Sus plantas son muy grandes y los nervios centrales presentan una coloración púrpura-rosado y grandes racimos cilíndricos. Es resistente al Mal de Panamá y a la Sigatoka



Figura 1.10. Banano Mysore

Grupo triploide con dominancia balbisiana (ABB)

- Topochos: frutos cortos, pulpa compacta y cascara bastante gruesa que en ocasiones es el peso de la mitad de la pulpa. Conocidos también Majoncho, Cuadrado, Chamaluco, Cuatrofilos, Bluggoe; ver Figura 1.11.



Figura 1.11. Guineo Majoncho (Topocho)

Tetraploides

- Natural (ABBB): el Klueteparod que significa “plátano manjar de ángeles”, ha sido hallado en Tailandia y se cultiva en la India y ha sido introducido en América Central.
- Artificial (AAAA): Algunos de estos son el IC-2 o Golden Beuty, Boadles Altafor, Calypso y el SH 3436.

Debido a lo anterior se identifica que el Guineo Majoncho pertenece a los triploides con genoma Acuminata y Balbisiana pero con dominancia Balbisiana ABB; conocido con diferentes sinónimos como: Topochos, Cuatrófilos, Cuadrados, Chamaluco y conocido mundialmente como Bluggoe. Se describe como frutos cortos, de forma cuadrada o que posee un filo en cada lado de la cascara (ver figura 1.12.), se caracteriza por poseer pulpa compacta, la cascara es bastante gruesa; su consumo es en general utilizando cocción, y en otros países su uso se requiere solamente para proporcionar sombra a otros árboles.



Figura. 1.12. Guineo Majoncho verde
Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

El Guineo Majoncho es un fruto climatérico, es decir que es capaz de seguir madurando aun después de su cosecha, y una vez cortado de la mata inicia el proceso de maduración aceleradamente, con lo cual ocasiona pérdidas durante la cosecha y postcosecha, por lo que se busca alternativas tecnológicas que diversifiquen su uso, ya sea antes de la cosecha o después. En su estado verde o inmaduro puede tener un alto contenido de almidón, se presume que podría poseer el contenido de almidón similar al del plátano de un 70%. Su proceso de extracción puede llevarse a cabo mediante métodos en seco o húmedo.

1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL GUINEO MAJONCHO (MIRÓN, 1996)

Orden: Scitaminales
Familia: Musáceae

Sub-Familia: Musoidea
Género: Musa
Sub-genero: Eumusa
Especie: sp ABB

1.2.1. Características Botánicas.

Según (AVILAN, BAUTISTA & LEAL, 1988), se describe en resumen de la siguiente manera (ver figura 1.13)

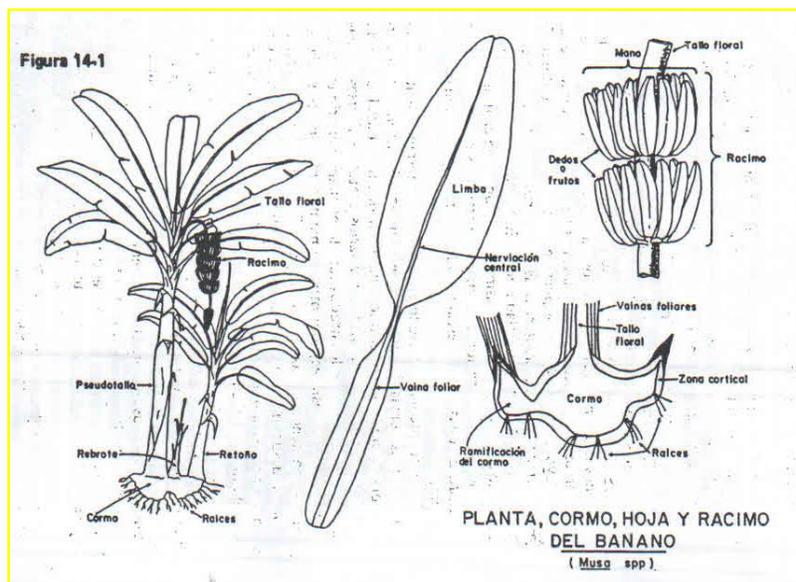


Figura.1.13. Planta, cormo, hoja y racimo del banano

Fuente: AVILAN, BAUTISTA & LEAL (1988)

- Tallo subterráneo o cormo: Las musas son hierbas perennes de gran tamaño, de cuyos tallos subterráneos surgen pseudotallos aéreos. Estos están constituidos por las bases envolventes de las hojas; en cuyo centro aparece después de cierto tiempo, el eje floral. El tallo subterráneo reúne características de un rizoma y también de un cormo que es una estructura cónica o asimétrica. Con el eje central curvo y doblado hacia arriba,

formado por muchos entrenudos cortos, marcados por la cicatriz de las hojas y escamas que lo atraviesan en gran parte de su anchura. Las raíces se originan en grupo de 3 a 4, de los nudos del cormo (ver figura 1.14.) y las hojas de la parte apical, que al inicio constituyen un cono sólido. Nace de una zona meristemática, la única activa en el tallo situado en la parte superior, en la que se desarrollan muchas hojas y el escapo floral. Esa zona mide unos 3 cm a cada lado del punto apical del cormo.



Figura. 1.14. Cormo de Guineo Majoncho

Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

- Las hojas (ver figura 1.15.): elseudotallo es la parte aérea de la planta y está formado por las vainas envolventes de las hojas. La hoja a la edad intermedia de la planta es de forma ovada oblonga, con el ápice obtuso y un lado ligeramente mayor que el otro. Consta de cuatro partes: apéndice, lámina, pecíolo y vaina.



Figura. 1.15. Hojas de Guineo Majoncho

Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

- El tallo floral: se forma en el apéndice del cormo, cuando este ha producido una veintena de hojas adultas, se abre paso por el centro del seudotallo y al crecer hacia arriba desarrolla un escapo floral cilíndrico grueso, de 5 a 9 cm. Poseen flores de tres tipos pistiladas en los glomérulos iniciales, flores neutras o hermafroditas y flores estaminadas. Donde se dan flores femeninas y masculinas (Ver Figura 1.16).



Figura. 1.16. Tallo de Guineo Majoncho
Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

- El fruto: las flores femeninas se transforman en frutos partenocápicamente, mediante el aumento en volumen de las paredes de las tres celdas del ovario. Existen frutos de color amarillo, rojo bronceado, listado de amarillo y verde (ver Figura 1.17.)



Figura. 1.17. Fruto y flor de Guineo Majoncho
Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

1.3. PROPIEDADES DE GUINEO MAJONCHO

El Guineo Majoncho posee una composición muy importante a tomar en cuenta para su consumo y uso, que por lo general se ignoran, ya que este fruto no es muy consumido en la población salvadoreña; las cuales se presentan en el Cuadro 1.2. como composición de Guineo Majoncho/ Cuadrado según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Cuadro 1.2. Composición de Guineo Majoncho/ Cuadrado según el INCAP, por cada 100 gramos de porción comestible

Propiedad	Valor	Propiedad	Valor
%Agua	66.20	Vit. A. Equiv. Retinol (mcg)	62
Energía (Kcal)	120	Ác. grasos mono-insaturados (g)	-
Proteínas (g)	1.10	Ác. grasos poli-insaturados (g)	-
Grasa Total (g)	0.40	Ác. grasos saturados (g)	-
Carbohidratos (g)	31.40	Colesterol (mg)	-
Fibra Dietética Total (g)	-	Potasio (mg)	370
Ceniza (g)	0.90	Sodio (mg)	1
Calcio (mg)	8	Zinc (mg)	0.17
Fósforo (mg)	33	Magnesio (mg)	-
Hierro (mg)	0.80	Vit.B6 (mg)	0.50
Tiamina (mg)	0.06	Vit. B12 (mg)	0.0
Riboflavina (mg)	0.03	Ác. Fólico (mcg)	22
Niacina (mg)	0.63	Folato Equiv. FD (mcg)	-
Vitamina C (mg)	22	Fracción comestible %	0.47

Fuente: INCAP (2012)

1.4. VARIEDADES DE GUINEO MAJONCHO

El Guineo Majoncho tiene variedades distintas, las cuales poseen diferencias notables como número de dedos, sabor y algunos hasta forma; como se puede observar en el cuadro resumen 1.3 que se presenta a continuación.

Cuadro 1.3. Variedades de Guineo Majoncho con sus características

Variedad de Majoncho	Nombres comunes	Origen	N°. Dedos/Racimo	Dimensiones (cm)	Resistencia a enfermedades	Otras características
Pelipita	Felipita, piña, y piñita	Islas Filipinas y Honduras	100	Altura: 350-400 Diámetro de pseudotallo: 19 - 60	Muy resistente al ataque del <i>Mal de Panamá</i> (<i>Fusarium oxis porum</i>) y <i>Moko del guineo</i> (<i>Pseudomonas solanacearum</i>); bastante tolerante al ataque de la Sigatoka negra	Es más vigorosa que otros cultivos su pseudotallo es verde pálido sus dedos son cortos
Criollo	Majoncho	El Salvador	70	Altura: 300-400 Diámetro de pseudotallo: 19 - 60	-	Sabor más dulce en comparación con los otros, su pseudotallo no tiene coloraciones negras, hojas más pequeñas y fuertes, resistentes a las adversidades del viento.

Variedad de Majoncho	Nombres comunes	Origen	N°. Dedos/Racimo	Dimensiones (cm)	Resistencia a enfermedades	Otras características
Chato enano	Enano	Hondureña	75	Altura : 200 Diámetro de pseudotallo: 20	Resistencia moderada a Moko y Mal de Panamá	Variedad criolla mejorada con crecimiento rápido
Cenizo	Cenizo	Hondureña	55	Altura: 350-400 Diámetro de pseudotallo: 17	Resistente al Mal de Panamá	Su crecimiento es rápido
Porrillo	Santa Cruz Porrillo	El Salvador	65-87	Altura: 190 Diámetro de pseudotallo: 18	Muy tolerante a la enfermedad del Moko del guineo.	No se conocen más datos
San Andrés	San Andrés	El Salvador	106	Altura: 330 Diámetro de pseudotallo: 19 – 60	Es muy resistente al Moko y mal de panamá	Su madurez es bastante uniforme, sabor más dulce que variedad Pelipita.

1.5. ENFERMEDADES Y PLAGAS

Los cultivos de musáceas pueden ser atacadas por diferentes tipos de enfermedades y plagas que atacan a cada parte de la planta, las cuales pueden llegar a causar daños elevados; algunas de estas se muestra en el Cuadro 1.4.

Cuadro 1.4. Enfermedades y Plagas

Enfermedades	
Enfermedad	Características
Moko del Guineo (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	<p>En años atrás los géneros de Majoncho no necesitaban un control de plagas como ahora en día, ya que las enfermedades que existían no eran tan destructivas.</p> <p>Se dice que antes del año 1964, el cultivo del género Majoncho Criollo <i>Musa ABB</i>, no requería control de plagas, la aparición de la enfermedad llamada moko del guineo fue causada por la bacteria <i>Pseudomonas solanacearum</i>, destruyó la mayoría de las plantaciones existentes. Esta enfermedad hizo su aparición en el país en 1964 en la zona norte del departamento de Chalatenango, luego en Cabañas y Morazán. El primer síntoma de la enfermedad es un amarillamiento de las hojas jóvenes u hojas del centro, las hojas se van muriendo del centro hacia afuera, se doblan y se secan; los racimos son pequeños y mal formados, algunos dedos maduran y otros aun verdes; los frutos amarillos al ser cortados presentan una pulpa de color marrón oscuro o negro y se observa un exudado (Adaptado de Mirón, 1996).</p>

<p>Mal de Sigatoka</p>	<p>El agente causal es el hongo <i>Mycosphaerella musicola</i> Leach (en su forma perfecta); <i>Cercospora musae</i> Zimm (forma imperfecta) (AVILAN, BAUTISTA & LEAL, 1988). Este mal es una enfermedad que afecta la hoja y produce racimos bastante pequeños, la madurez del fruto se adelanta y presenta un color externo verde normal pero al interior un color amarillento. Los Guineos Majonchos y algunas variedades de plátanos son bastante resistentes a esta enfermedad.</p>
<p>Mal de Panamá</p>	<p>Agente causal es el hongo <i>Fusarium osysporum</i>. Es la enfermedad más seria que ataca a las musáceas en regiones tropicales; mas sin embargo, muchas variedades son bastante resistentes; el nombre como lo indica Mal de Panamá es derivado de áreas Panameñas. Los síntomas se inician en las hojas más externas y bajas, las hojas se marchitan, se secan y se quiebran en la unión con el pseudotallo, quedando suspendidas (AVILAN, BAUTISTA & LEAL, 1988).</p>
<p style="text-align: center;">Plagas</p>	
<p>Plagas</p>	<p>Características</p>
<p>Plagas del cormo</p>	<p>Gorgojo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar), Gorgojo rayado (<i>Metamasius hemipterus</i> L.).</p>
<p>Plagas del follaje</p>	<p>Gusano verde (<i>Opsiphanes tamarindi</i> Felder), Mariposa lechuzas. (<i>Caligo memmon</i> Felder y <i>Caligo eurilochus</i> Felder), Gusano Mota (<i>Antichloris viridis</i> Druce), Gusano Pinito (<i>Automeris incarnata</i> Walker), Gusano Pollo (<i>Podalia sp</i>).</p>
<p>Plagas de los frutos</p>	<p>Coquito del racimo (<i>Maecolaspis musae</i> Bench), Pegones (<i>Trigona trinidadensis</i> Provancher).</p>

1.6. AGRICULTURA DE SOBREVIVENCIA PARA EL CULTIVO DE GUINEO MAJONCHO

El cultivo de Guineo Majoncho en El Salvador esta subvalorado pese a esto se presentan los requerimientos que se necesitan para dicha actividad, las cuales nos mostraran un escenario favorable para el desarrollo de este fruto y la factibilidad que tiene su cultivo.

1.6.1. Zona de cultivo en El Salvador

Las condiciones climáticas de El Salvador son favorables para el cultivo de musáceas. El Guineo Majoncho se condiciona mejor a temperaturas tropicales de nuestro medio; lo que difiere de otros tipos de musáceas (ver Figura 1.18.) y además las zonas cultivadas que van desde el nivel del mar hasta 1000 msnm (metros sobre el nivel del mar), son óptimos para el cultivo de Majoncho; zonas que se encuentran de 100 a los 1000 msnm, son propicias para cultivar guineo de seda y desde el nivel del mar hasta 900msnm., son óptimos para plátano (Mirón, 1996).



Figura. 1.18. Cultivo de Guineo Majoncho
Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

Condiciones ambientales para el crecimiento de musáceas

a) Exigencias climáticas

El clima idóneo para el crecimiento de las musáceas es en condiciones tropicales, donde la luz no tiene tanto efecto como en condiciones subtropicales, aunque al disminuir la luz, el ciclo vegetativo se alarga. Las condiciones ambientales tienen un amplio gradiente donde se considera una altitud entre los 0 a 1000 msnm (metros sobre el nivel del mar), sin embargo se dice que el banano puede crecer a más de 2000 msnm.

b) Temperatura

La temperatura ideal para el banano no debe ser menor a 15.6 °C ni mayores de 35°C, su óptima es de 26.5°C; si la temperatura es mayor de 35°C puede provocar un calentamiento y deterioro posterior de la hoja. Las temperaturas muy elevadas como esta última producen además algunas veces hojas muy horizontales, mas sin embargo le dan a esta una compensación donde la lámina se dobla más rápidamente, sin embargo este doblez está asociado también al contenido relativo de agua en la misma; aspecto muy importante en el comercio de la hoja.

A temperaturas alrededor de 12°C por algunas horas causa paralización en la actividad de la planta. Agregando, los frutos cualquiera que sea su estado de desarrollo, pueden presentar coagulación de las células lactíferas que son visibles en la parte interna de la cáscara, donde surge una pigmentación marrón oscura, este fenómeno se le denomina "chilling". (AVILA, BAUTISTA & LEAL, 1988).

c) Humedad

Los requerimientos hídricos de la planta son muy importantes y exigentes; ya que el banano suele ser más sensible a la deficiencia de agua que la mayoría de

especies frutales. Los efectos que se pueden presentar son la disminución de tamaño de planta y racimo.

d) Viento

Los efectos del viento pueden variar dependiendo de la velocidad así como también de la temperatura a la que está expuesta; puede venir desde provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de los estomas hasta la laceración de la lámina foliar que es el daño más generalizado, provocando pérdidas en el rendimiento hasta de un 20%. Teniendo vientos muy fuertes, mayores de 64 KPH, rompen las hojas en los pecíolos, quiebran losseudotallos o arrancan las plantas enteras inclusive. No se recomienda sembrar en áreas expuestas a velocidades del viento mayores a 20 KPH.

1.6.2. Área de Producción

Según el IV Censo Agropecuario de 2007-2008 la distribución de superficie destinada a frutas se presenta en la Figura 1.19., tomando como base la superficie para plátano que en este Censo se cuentan con 1,178 MZ de superficie para cosecha. Pero según el censo la superficie para el plátano ha bajado considerablemente y en forma negativa con respecto al censo anterior a este.

Es de suma importancia retomar este dato para el caso del Guineo Majoncho (ver Figura 1.20.), ya que es de la misma familia del plátano y su cultivo y cosecha se realiza de manera similar.

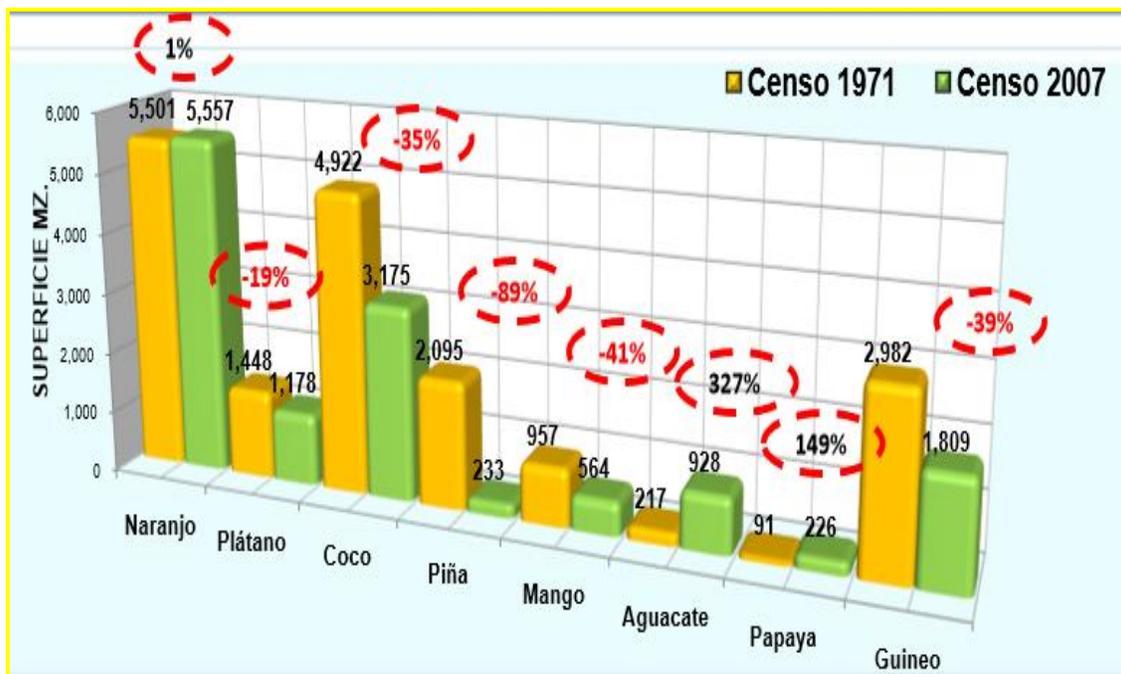


Figura 1.19. Superficie por MZ de frutas, entre ellas el plátano
Fuente: IV CENSO AGROPECUARIO (2009)



Figura. 1.20. Superficie de cultivo de Guineo Majoncho
Fuente: HERNÁNDEZ & ORELLANA (2013)

En el Cuadro 1.5. se muestra la producción de frutas de acuerdo al área que ocupa y reflejando además la producción en quintales que se tiene para este último Censo. Definiendo el factor de “otros frutales” como: marañón, guanaba, anona, maracuyá, mamón, nance, fresa, zapote, granada níspero, limón orgánico, manzana, granadilla, toronja, mamey, noni orgánico, jocote orgánico, carambola,

coco orgánico, tamarindo, mora, sincuya, arrayan, naranja orgánica, uva orgánica, higo, ciruela, pitahaya, melocotón y marañón japonés. Considerando que el guineo y plátano poseen grandes cantidades de producción en comparación con otras frutas.

En la Figura 1.21. se observan las frutas que contienen mayor cantidad de porcentaje de producción, notando que el guineo se encuentra entre las cinco frutas con mayor producción en el país.

Cuadro 1.5. Producción de frutas por área MZ y producción QQ

CULTIVO	ÁREA MZ.	PRODUCCIÓN QQ
TOTAL	19,122	3,756,666
NARANJA	5,557.4	1,291,652
COCO	3,175.5	609,417
LIMÓN	2,296.0	493,901
GUINEO	1,809.1	289,440
JOCOTE	1,679.1	131,572
PLÁTANO	1,718.4	333,211
AGUACATE	928.3	58,097
MANGO	564.3	82,639
MANDARINA	545.3	149,117
PIÑA	233.3	49,326
PAPAYA	226.1	116,342
PATERNA	200.5	12,491
GUAYABO	184.8	51,293
MANGO (ORGANICO)	97.0	5, 238
OTROS FRUTALES	446.7	82,929

Fuente: IV CENSO AGROPECUARIO (2009)

Tomando en cuenta que la mayoría del cultivo de Guineo Majoncho se realiza en patios, es muy importante considerar la producción que se tiene contabilizada hasta ahora en el espacio de este tipo. La producción se realiza tanto a escala pequeña como a gran escala. Y si observamos en la Figura 1.22. la mayor proporción la ocupa el pequeño productor, siguiéndole viviendas con producción solo patio y por último el productor comercial.



Figura 1.21. Frutas con mayor producción en el país
Fuente: IV CENSO AGROPECUARIO (2009)

Si observamos detenidamente en el Cuadro 1.6. de los frutos que se cosechan en patio se encuentra el guineo con una mayor producción que los demás, por lo que se hace notar que el guineo o la familia de las musáceas es un fruto con muchas probabilidades de sobresalir en todo el país de acuerdo a las estadísticas del IV CENSO AGROPECUARIO 2007-2008.

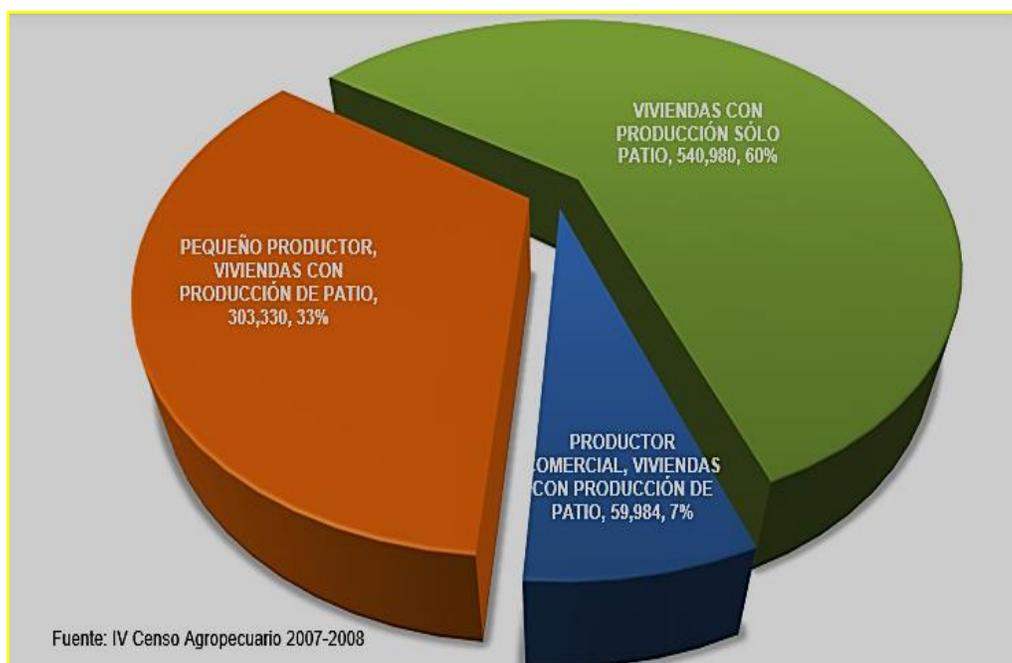


Figura 1.22. Distribución de viviendas con producción de patio en el país

Fuente: IV CENSO AGROPECUARIO (2009)

Cuadro 1.6. Número de plantas de Frutas populares y tradicionales que se producen en patio

FRUTAS POPULARES Y TRADICIONALES	PRODUCCIÓN DE PATIO (NÚMERO DE PLANTAS)
GUINEO	2,876,807
MANGO	1,224,319
JOCOTE	717,074
COCO	644,322
NARANJA	604,969
LIMÓN	487,944
MARAÑÓN	360,466
AGUACATE	280,954
TOTAL	7,196,855

Fuente: IV CENSO AGROPECUARIO (2009)

1.7. COSECHA Y POSTCOSECHA

1.7.1. Cosecha

La época de cosecha para Guineo Majoncho es durante todo el año, el tiempo está en función del mercado de destino, por ejemplo para los mercados formales se puede realizar un cinteo de los racimos al momento de la aparición de todas las manos o de la inflorescencia (llamada también pochota) para conocer la edad más o menos exacta de la fruta y programar su cosecha; se estima un periodo de 90 a 110 días de floración; esto también dependerá de la cercanía del destino, si el mercado es cercano se puede realizar la cosecha cuando empieza a pintar amarillo y si es mercado lejano se realiza estando aun verde los frutos, también conocidos como dedos.

Es de hacer notar que en El Salvador, como consecuencia de que el cultivo de Guineo Majoncho no es elevado y que no se realiza para exportación, los niveles de exigencia en la cosecha son bajos, por lo tanto no se siguen los criterios técnicos de cosecha por grado o por edad; sin embargo se muestra algunos criterios para evaluar la maduración según AVILAN, BAUTISTA & LEAL (1988) en general para las Musáceas:

- Relación pulpa/piel
- Días a partir de la emergencia de la inflorescencia
- Desaparición de la angularidad de los dedos
- Secado de las hojas
- Fragilidad de las extremidades florales
- Consistencia de la pulpa.

Además, se debe tomar en cuenta que conforme va transcurriendo el proceso de maduración, se van dando cambios en la composición interna del fruto como: el almidón que se va convirtiendo en azúcares, sacarosa, dextrosa y levulosa.

Además se debe tomar en consideración que la cosecha debe ser en un punto en el cual la maduración continúe y sin detrimento de la calidad; si lo que se quiere obtener es un fruto maduro de muy buena apariencia y calidad.

Una vez determinado el punto de maduración se procede a la operación de cosecha. En las variedades de porte bajo, los racimos pueden ser retirados por una persona donde se sujetara fuertemente el terminal del eje de inflorescencia y realizando un corte en el eje frutero. Las variedades de porte alto como el Guineo Majoncho se debe realizar entre dos personas, donde una de ellas realizara un corte superficial en el tercio inferior del pseudotallo para que este se doble, la otra persona cargara en el hombro el racimo antes de que lo corten, para evitar que este caiga directo al suelo.

1.7.2. Manejo Postcosecha

Debido a lo aclarado en la sección anterior de que este fruto es comercializado en cantidades bajas se realiza una descripción de manera resumida para manejo postcosecha de musáceas en general. El primer paso para este manejo es la cosecha, la cual ha sido descrita anteriormente. Una vez realizada la cosecha se realiza lo siguiente:

- a) Se realiza un transporte de racimos desde la plantación hasta la empacadora o distribuidora; esta operación la puede realizar el obrero colocando un material acolchonado (como almohadillas) sobre sus hombros para que no se golpeen ya que de lo contrario se producirán magulladuras que pueden ser notorias cuando el fruto entre en el proceso de maduración; también se puede contar con un sistema de cables vías que son muy usadas donde se sostienen los racimos y así se trasladan directamente a la zona requerida; otra opción es un sistema de trailers sujetadas a tractores.

- b) En la zona de verificación de la calidad de los racimos, se toma en cuenta defecto y heridas que causen el desprendimiento del dedo o la pudrición acelerada del fruto como: quemaduras típicas provocadas por el sol, defectos causados por insectos, daños causados por aves; entre otros.
- c) Limpieza del racimo: se debe retirar desechos florales, nidos de aves y frutos en mal estado.
- d) Si el comercio se realizara por racimo, debe hacerse usando transporte protegido y ventilado para no acelerar su maduración, el transporte de racimos no es muy recomendado ya que puede sufrir altos daños mecánicos si no se protege; sin embargo, para ello se recomienda acolchonar (como almohadillas) el empaque primario que sostendrá el racimo.
- e) Clasificación de racimos: después de verificar la calidad de estos y el transporte, se realiza una clasificación tomando como base la mayor frecuencia de dedos y manos que se tienen, se cuantifica el número total de cada racimo y si este, es el que más se repite en cuanto a número, este es el parámetro que se tomara como base; por lo tanto todo racimo con número de dedos o manos similar al de base puede ser clasificado en la categoría de mayor importancia.
- f) Desmane: es el desprendimiento del mástil los dedos o gajos sin dañarlos mecánicamente, el corte se realiza de forma ascendente con instrumentos filosos y limpios como cuchillas.

Tomar en cuenta defectos como: punta de cigarro, mancha roja, cicatrices, quemaduras de sol, longitudes menores del dedo, dedos delgados y gruesos (visual), cuello roto, fruta quebrada, magullada, deformidades u otro (De León, 2001).
- g) Lavado: se introducen en recipientes como pilas dispuestos en serie, el primero con agua para remover suciedades como polvo, restos florales y goma exudada o savia de los cortes y el segundo recipiente que contenga agua con suspensores de látex y también con el propósito de coagular el

látex y reducir la mancha sobre la cascara. Tomar en cuenta que la cantidad de agua o líquidos dispuestos en las pilas o recipientes no debe ser total, ya que la fruta ocupa un volumen, por lo tanto tomar en cuenta un 75% de llenado.

- h) Tratamientos químicos: este se realiza en un recipiente diferente de los demás, el tratamiento químico ayuda a evitar el derrame de látex por los cortes practicados en los dedos, se aplica una sustancia cicatrizante, conocida como sulfato amónico de aluminio según De León (2001) y el fungicida como benzimidazole o thiabendazole los cuales ayudan a preparar una fruta más limpia.
- i) Selección: posterior a los procesos de lavado y desinfección, la fruta es colocada en mesas de acero inoxidable o madera para evitar los roces o daños en el traslado, se realiza una selección por segunda vez aplicando los criterios de calidad descritos en el desmane.
- j) Pesado y empacado: se pesan según lo indicado por el empresario o consumidor y se coloca en cajas preferentemente de cartón y a razón de 18 kg de frutas para su fácil manejo.
- k) Transporte final: luego del empacado se efectúa el transporte en contenedores refrigerados a temperatura de 12-13°C preferentemente, con ventilación del contenedor fijada en un 30-50% abierta según De León (2001), estos datos puede variar de acuerdo a la variedad que se esté manejando, sin embargo, la variación es mínima ya que se trata de la misma familia.

1.8. USOS INDUSTRIALES Y ARTESANALES

Su consumo puede ser de diferentes maneras: en el caso de los frutos acuminatas se pueden consumir al natural o por cocción, y en el caso de las balbisianas ABB su consumo por lo general es en cocción. En cuanto a la industrialización se cuenta con harina del fruto verde, que según AVILAN, BAUTISTA & LEAL, (1988)

se inició con esta operación a nivel industrial en 1850 en Francia y mezclada con cacao se utilizó para elaborar productos destinados a los niños.

También se han elaborado harinas para consumo animal y humano, pulpa confitada, en almíbar, deshidratada, mermelada, puré, helados, alcoholes, vinos, vinagres azucares y almidones.

El Guineo Majoncho es usado por lo general en cocción, como el plátano; sin embargo, tiene otros usos en estado maduro y verde:

- Asado (verde y maduro).
- Frito (verde y maduro).
- Pasteles horneados (maduro)
- Budín (maduro)
- Empanadas: se dice que es una de las mejores musáceas para la elaboración de este alimento ya que su pulpa es bastante compacta, su sabor es más dulce y su precio es más bajo en comparación con el plátano que es el otro fruto con el que se elabora también este alimento típico de El Salvador.
- Almidón (verde) USO POTENCIAL
- Deshidratado (verde y maduro)
- Atol (almidón de maíz)
- Helados (Paletas)

1.9. COMERCIALIZACIÓN DE GUINEO MAJONCHO

Este fruto no es muy conocido ni comercializado a nivel nacional, y aun no existen estadísticas en esta área; por tanto, se realizó un sondeo al azar de algunas zonas donde se distribuye Guineo Majoncho en los departamentos de San Salvador y Cuscatlán como se observa en la Figura 1.23.



Figura 1.23. Mapa de El Salvador con los dos departamentos de sondeo

La zona elegida para la verificación de precios de Guineo Majoncho fue la zona central y paracentral de El Salvador; se obtuvo la información por medio de entrevistas a los distintos vendedores de los mercados como:

- Mercado Central: se pudo observar mayor cantidad de venta del fruto variedad San Andrés que Pelipita, aunque existe una confusión de variedades entre los vendedores. Su venta es realizada por mayor y menor (la venta se realiza en canastos en la calle), y el fruto es más vendido maduro que verde.
- Los Mercados Zacamil, Ayutuxtepeque, Mejicanos y La Tiendona cuentan con un comercio de Guineo Majoncho bien mínimo, no es muy

comercializado, sus ventas se verifican de 1-4 canastos de unos 50 guineos máximos.

- Mercado de Soyapango: se encuentra una cantidad de venta mayor que los cuatro anteriores, esto puede deberse a la cercanía de unos de los proveedores más grandes en el cultivo y cosecha de este fruto como es el municipio de Cojutepeque
- Mercado de Cojutepeque: El fruto es a precio menor que los demás ya que existe mayor competencia que los demás mercados. Donde se verá a detalle los resultados en el Cuadro 1.7.

Cuadro 1.7. Resultados de sondeo de precios de venta de Guineo Majoncho en algunos municipios (Abril- 2013)

Zona	Variedad de Majoncho	Precios de venta		Estado de maduración
Mercado Central	San Andrés Pelipita	\$ 0.25 c/5 unidades	\$ 4.00 c/100 unidades	Verde y maduro
Mercado Zacamil	San Andrés	\$ 0.25 c/3 unidades		Maduro
Mercado Ayutuxtepeque	San Andrés	\$ 0.25 c/3 unidades		Maduro
Mercado Mejicanos	San Andrés	\$ 0.25 c/3 unidades		Maduro
Mercado La Tiendona	San Andrés	\$ 0.25 c/3 o 4 unidades		Maduro y verde
Mercado Soyapango	San Andrés	\$ 0.25 c/3 o 4 unidades		Maduro y verde
Mercado Cojutepeque	San Andrés Pelipita	\$ 0.25 c/ 5 o 6 unidades	\$3.00-\$5.00 c/ 100 unidades	Maduro y verde

1.10. GENERALIDADES DEL ALMIDÓN

1.10.1. Los carbohidratos

Los carbohidratos son componentes que se encuentran de manera natural en algunos alimentos y donde se encuentran los azúcares, dextrinas, almidones, celulosas, hemicelulosas, pectinas entre otros.

Químicamente se definen como derivados aldehídicos o cetónicos de alcoholes superiores polivalentes (con más de un grupo OH), o como compuestos que dan por hidrólisis estos derivados (Granner, Martín, Mayes & Rodwell, 1986).

Entre los carbohidratos tenemos:

- Monosacáridos: son los más sencillos o azúcares simples, el más común en este grupo es la glucosa es en la que se convierten muchos otros carbohidratos como disacáridos o polisacáridos.
- Disacáridos: son compuestos de azúcares simples que necesitan que el cuerpo los convierta en monosacáridos para ser absorbidos por el organismo, ejemplo de ellos son la sacarosa, maltosa y lactosa.
- Polisacáridos: son las estructuras más complejas de los carbohidratos; por lo general algunos son insolubles en agua y algunos solo para producir energía, ejemplo de ellos: almidón, glicógeno y celulosa.

1.10.2. Definición de almidón

El almidón es una de las fuentes de energía con mayor proporción, siendo este de origen natural y obtenido de diferentes plantas.

Químicamente es denominado como un “polímero de glucosa presente en forma granular en determinadas especies vegetales, sobre todo en semillas (por ejemplo: de cereales, legumbres, maíz, trigo, arroz, frijoles, guisantes) y tubérculos

(por ejemplo, yuca y papa). El polímero consta de unidades de anhidro- α -D-glucosa unidas. El almidón natural se separa mediante procesos específicos para cada materia prima.” (Codex Alimentarius, 1995)

1.10.3. Estructura del almidón

Amilosa y amilopectina

En su definición se aclara que son polímeros es decir macromoléculas que están formadas por muchas moléculas de glucosa $(C_6H_{10}O_5)_n$. Estas macromoléculas se encuentran bajo dos formas una lineal que es la amilosa la más pequeña y otra ramificada que es la amilopectina (véase la Figura 1.24. y Figura 1.25.). Es decir, el almidón no es solo un polisacárido, más bien es la mezcla de dos. El contenido de amilosa y amilopectina depende de la especie proveniente como se muestra en la Cuadro 1.8.

Como se puede observar en la Figura 1.24 la amilosa es una cadena lineal, aunque se dice que algunas veces se comporta como la amilopectina, debido a moléculas que se modifican. El peso molecular de esta estructura oscila de un orden de un millón y su porcentaje en almidones se encuentra entre 15% y 20%, su estructura es helicoidal no ramificada, responsable del color que adquiere con el yodo (coloración azul).

Cuadro1.8. Ejemplo de porcentajes de amilosa y amilopectina

Tipo de almidón	Contenido de amilosa	Contenido de amilopectina
Almidón de papa	20%	80%
Almidón de maíz	24%	76%
Almidón de trigo	25%	75%
Almidón de yuca (tapioca)	16%	84%
Almidón de arroz	19%	81%

Fuente: REPAMAR (2000)

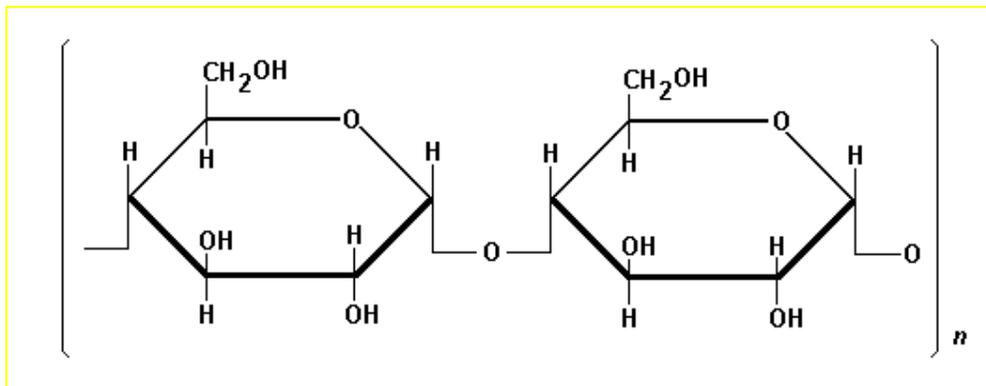


Figura 1.24. Estructura de Amilosa

Fuente: REPAMAR (2000)

La Figura 1.25. corresponde a la amilopectina que se encuentra entre un 80 y 85% en el almidón, consiste en cadenas bien ramificadas apareciendo cantidades elevadas de glucosas, dando como resultado un peso molecular entre 10 millones y 500 millones. Estas cadenas son las responsables de coloración roja en presencia de yodo porque no se enrollan efectivamente.

“Cada cadena está compuesta de 24-30 residuos de glucosa. Los residuos de la glucosa están unidos por enlaces 1-4 en las cadenas y por enlaces 1-6 en los puntos de ramificación”. (Granner, Martín, Mayes & Rodwell, 1986).

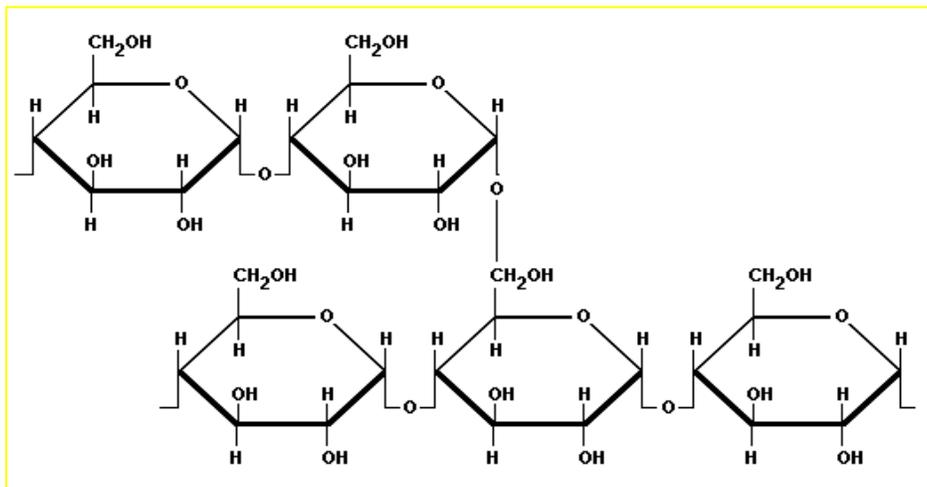


Figura 1.25. Estructura de Amilopectina

Fuente: REPAMAR (2000)

Los porcentajes de amilosa y amilopectina tienen su significado cuando se presentan de manera individual; donde “la amilosa posee características de gelificación y la amilopectina de viscosidad”.

El almidón se encuentra en las células de manera de estructuras discretas como gránulos, teniendo un tamaño entre 2 y 100 micras, dependiendo del origen. Suelen tener forma redondeada, pero aparecen unos de forma alargada o irregular.

1.11. CLASIFICACIÓN DE LOS ALMIDONES.

Entre los tipos de almidones tenemos: Almidones nativos y modificados, los cuales se subdividen en diferentes tipos como los que se observan en la Figura 1.26.

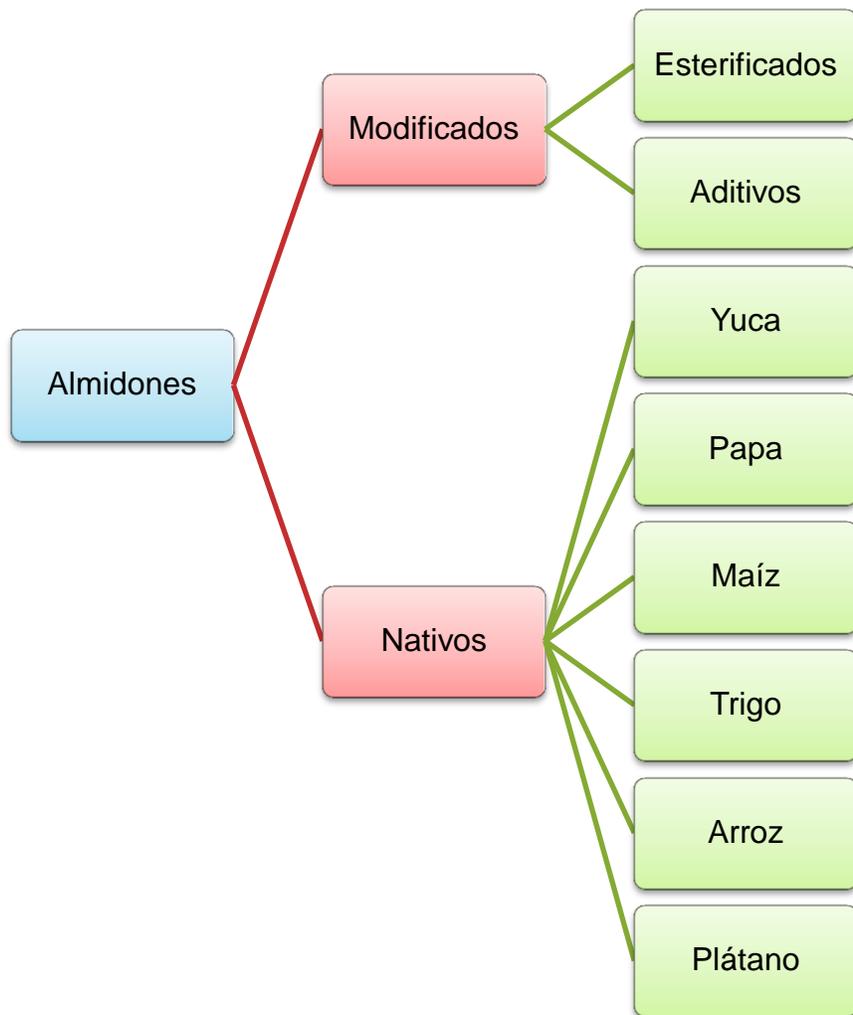


Figura1.26. Diagrama de algunos tipos de almidón

1.11.1. Almidones modificados

Son aquellos que son degradados intencionalmente por la acción de agentes oxidantes, ácidos o enzimas; esto se realiza para obtener almidones con características mejoradas y evitar procesamiento o el uso de otros componentes en la industria. Entre estos podemos mencionar los almidones esterificados o eterificados; y algunos que son identificados como aditivos según el Codex Alimentarius, 1995.

- a. Almidón acetilado oxidado (1451)
- b. Almidón blanqueado (1403)
- c. Almidones tratados con enzimas (1405)
- d. Almidón hidroxipropílico (1440)
- e. Almidón oxidado (1404)
- f. Almidón tratado con álcalis (1402)
- g. Almidón tratado con ácido (1401)

1.11.2. Almidones Naturales

Almidones naturales

Los ya mencionados, provenientes de especies vegetales, y usados sin cambiar ninguna de sus características después de la extracción.

Las propiedades tecnológicas del almidón natural dependen mucho del origen, y de la relación amilosa/amilopectina, tanto cuando forma parte de un material complejo (harina) como cuando se utiliza purificado, lo cual es muy frecuente. Así, el almidón del maíz produce geles claros y cohesivos, mientras que el almidón de arroz forma geles opacos. El almidón de papa (conocido genéricamente como "fécula") y el de yuca (tapioca) se hidratan muy fácilmente, dando dispersiones muy viscosas, pero en cambio no producen geles resistentes. (Calvo, 2012)

a) Almidón de maíz

El almidón de maíz provee propiedades funcionales especiales que se encuentran a la orden del día, mejora además, los procesos de producción de alimentos; como en la panificación; también es materia prima en la elaboración de postres, tortas, flanes, cremas y sopas. Aporta propiedades espesantes y da cuerpo a rellenos de panificación, salsas, aderezos para ensaladas.

En las operaciones de manejo industrial de pastas, se emplea como recubrimiento de las mismas para evitar que se peguen. (Glucovil, 2013). El almidón de maíz es

nativo presenta características de baja humedad y por lo general se utiliza como aditivo alimenticio donde la humedad es crítica como pre-mezclas, deshidratados garantizando así la conservación de los mismos y el estado del producto o como aditivo antiapelmazamiento en sólidos granulares.

b) Almidón de papa

El almidón llamado también fécula de papa, se obtiene mediante la extracción del carbohidrato de la papa, en el cual se elimina la fibra mediante lavados con agua, posteriormente se aplica un secado cuidadoso, mismo que le permite mantener sus propiedades funcionales. Suele ser utilizado como aditivo en la industria de alimentos como en los cárnicos.

c) Almidón de yuca

El almidón de yuca es uno de los más usados en la industria junto con el almidón de maíz y papa. Posee una gran proporción de amilosa, en comparación con otras fuentes de almidón, hace de este un importante cultivo industrial además de ser un cultivo alimenticio rico en calorías; se usa principalmente sin modificar, es decir como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura de gelificación.

d) Almidón de trigo

La producción de almidón de trigo es competitiva con respecto al de maíz por el alto valor de elaboración de subproducto como el gluten.

El grano de trigo está compuesto por un 70% de almidón el hidrato de carbono complejo "amilopectina" y conteniendo además un 30% de amilosa. Para que este almidón sea usado en el sector industrial e industria de alimentos, requiere un elevado costo en su forma natural sin modificar, sin embargo tiene su uso en especial en la industria de papel, donde es usado como adhesivo de superficie y para manufactura de cartón corrugado.

e) Almidón de arroz

El almidón de arroz es muy usado ya que presenta propiedades similares a otros almidones usados en la industria; sin embargo el nivel de producción es bien limitado debido al alto costo que requiere su producción en comparación con otros almidones, y tomando en cuenta que es un alimento usado también en otras comidas o preparaciones. Los principales usos que posee este almidón son para la industria cosmética en la elaboración de polvos, para almidonar en lavanderías y para elaboración de postres.

f) Almidón de plátano y banano

- **Almidón de plátano:** Se encuentra cerca de un 70% de almidón en el plátano. El proceso de extracción es similar a los otros almidones. Su estado de maduración para la extracción del almidón se debe realizar en estado inmaduro.

Este polisacárido tiene variadas y numerosas aplicaciones en diferentes industrias, entre las cuales se pueden mencionar: papel, textil, farmacéutica, adhesivos y alimentos. En esta última, se utiliza como texturizante, espesante, estabilizador, gelificante o para la elaboración de recubrimientos comestibles (ALZATE, MARÍN & MAZZEO, 2008).

- **Almidón de banano:** el banano en su estado verde contiene una elevada cantidad de almidón en su composición, la cual es comparable con otros almidones provenientes de fuentes como maíz, yuca y papa, según estudios que se han realizados con respecto a este tipo de almidón. El almidón de banano ha sido catalogado de calidad intermedia entre aquellos provenientes de cereales y los de tubérculos. A pesar de su semejanza en cuanto a composición, los almidones comerciales provenientes de trigo, maíz, yuca o papa se comportan en forma diferente a pesar de que se haya utilizado el mismo proceso en su preparación algunos casos; este hecho obliga a ensayar las características del almidón de banano para cada aplicación específica (MÉNDEZ, 2010).

1.12. PROPIEDADES DE LOS ALMIDONES

Tiene sus características principales (Potter, 1973)

- 1) No son dulces sino neutros.
- 2) No se disuelven fácilmente en agua fría.
- 3) Forman pastas y geles en agua caliente.
- 4) Proporcionan una fuente energética de reserva en las plantas y en la nutrición.
- 5) Están presentes en semillas y tubérculos en forma de gránulos característicos del almidón.
- 6) Por su viscosidad se emplea para espesar alimentos.
- 7) Sus geles se emplean en postres.
- 8) Sus geles pueden ser modificados por azúcares y/o ácidos.
- 9) Sus pastas y geles pueden retrogradarse en su forma insoluble al envejecer o congelarse, lo cual causa defectos en los alimentos que los contienen.
- 10) El desdoblamiento parcial de los alimentos produce dextrinas.
- 11) Puede aumentar la estabilidad.
- 12) Aumentan la capacidad para unir agua en condiciones frías y en condiciones calientes y reducen costos
- 13) Mejoran las características de rebanado.

Los almidones poseen propiedades funcionales muy importantes, tanto para la industria como para su extracción, que deben ser tomadas en cuenta. Se hace una comparación de las diferentes propiedades funcionales de algunos almidones utilizados a nivel industrial retomado de CLAUDIO, GARCÍA & HERNÁNDEZ, (2005) en el Cuadro 1.9.

Cuadro 1.9. Propiedades funcionales de los diferentes almidones

Propiedad	Fécula de papa	Almidón de maíz	Maíz waxy	Almidón de trigo	Fécula de tapioca
Color	Blanco	Amarillento	Amarillento	Amarillento	Blanco
Tamaño de partícula μm	5-100	2-30	3-26	1-46	4-35
Humedad %	18-20	11-13	11-13	11-13	13-15
Fósforo, %	0.08	0.02	0.01	0.06	0.01
Proteína, %	0.1	0.35	0.25	0.4	0.1
Grasa, %	0.05	0.8	0.2	0.9	0.1
Amilosa, %	20	27	-	28	17
Transparencia	Muy claro	Opaco	Claro	Opaco	Claro
Retrogradación	Media	Alta	Muy baja	Alta	Baja
Resistencia mecánica	Media-baja	Media	Baja	Media	Baja
Textura	Larga	Corta	Larga	Corta	Larga
Temp. °C de Gelatinización	58-65	75-80	65-70	80-85	60-65
Pico de viscosidad (cp)	800-2000	200-800	400-800	100-300	300-1000

Fuente: CLAUDIO, GARCÍA & HERNÁNDEZ, (2005)

1.13. IMPORTANCIA DE LOS ALMIDONES EN LA INDUSTRIA

1.13.1. Aplicaciones y usos del almidón

El almidón tiene una amplia aplicación tanto en la industria alimentaria como en la no alimentaria ya sean almidones nativos o naturales o almidones modificados; por lo general se conoce como aditivo, mas sin embargo en la industria de

alimentos se usa como ingrediente de diferentes preparados y en las demás industrias como materia prima básica o producto auxiliar para la elaboración de muchos productos.

Aplicaciones

1) Industria de alimentos:

- Usos
 - i) Proporciona cuerpo, textura y estabilidad
 - ii) Protector contra la humedad
 - iii) Espesante
 - iv) Aglutinante
 - v) Emulsificante
 - vi) Estabilizador; etc.

2) Industria de edulcorantes

- Usos
 - i) Maltodextrinas, jarabes de glucosa, dextrosa y fructosa cristalina y jarabes de alta fructosa. Los jarabes sólidos obtenidos por evaporación de los jarabes de hidrolizados de almidón son ampliamente usados en alimentos dietéticos debido a sus bajo valor calórico.

3) Industria de adhesivos

- Usos
 - i) Los adhesivos de almidón, que son adhesivos a base agua, son muy útiles para las empacadoras y etiquetadoras de alta velocidad por el costo relativamente bajo y la gran velocidad de adhesión.

4) Industria papelera

- Usos
 - i) Aglomerante de los componentes que forman el papel, fibra celulósica y rellenos, formando una capa superficial que reduce la pelusa y aumenta la resistencia mecánica del papel a la aspereza y plegado, aumenta la solidez y la durabilidad del papel.
 - ii) En la industria de cartón corrugado se utiliza para la formación del cartón ya que permite unir las láminas planas de cartón a la lámina corrugada u ondulada.

5) Industria cosmética

- Usos
 - i) Como ligante del ingrediente activo de tabletas y productos medicinales
 - ii) Espolvorante, como polvo fino en la preparación de polvos faciales finos, polvos compactos y polvos nutritivos.

6) Industria textil

- Apresto, en la industria textil como encolante de la urdimbre, aprestado y estampado de tejidos.
- En lavandería para almidonar tejidos blancos y darles dureza y para restaurar apariencia y cuerpo a las prendas de vestir.

1.14. COMERCIALIZACIÓN DEL ALMIDÓN

1.14.1. Comercio de Almidón en El Salvador

El almidón posee su código arancelario dado por el Sistema Arancelario Centroamericano (S.A.C.) igual a 1108 y de ahí se derivan también los tipos de almidones que podremos ver en el cuadro 1.10.

Cuadro 1.10. Código arancelario de Almidón y Fécula; inulina

CODIGO	DESCRIPCION
110811	- - Almidón de trigo
110812	- - Almidón de maíz
110813	- - Fécula de papa (patata)
110814	- - Fécula de yuca (mandioca)
110819	- - Los demás almidones y féculas
110820	- Inulina

Fuente: SAC (2008)

Se dan importaciones de almidón que realiza El Salvador y exportaciones de almidón que se hacen desde nuestro país, incluyendo diferentes países los cuales pueden observarse en los Anexo 1, Importaciones y Exportaciones de Almidones Cuadro 1 y Cuadro 2, en el periodo 2008- marzo 2013; donde se observan valores bien bajos de importaciones de almidón de trigo y de otros almidones; en los que se verificaran que la mayoría de datos son de almidón de maíz y de almidón de yuca.

Los datos se dan en kilogramos de cada producto reflejado en los cuadros; así como los países donde se importa y hacia donde se exportan los almidones desde El Salvador; Según el Banco Central de Reserva.

1.14.2. Mercado Mundial de Almidón (35 millones)

A nivel mundial los almidones nativos y modificados es de 35 millones de toneladas según Ospina, 2012. Se dice que hace una década era de 20 millones, sin embargo el aumento es debido al incremento de demanda en China siendo esta la principal fuerza de crecimiento.

Ospina, 2012 presenta un crecimiento de la economía =7% por año. La producción mundial de almidón se puede observar en la Figura 1.27. de acuerdo a las especies más conocidas y utilizadas de almidón. El almidón más producido a nivel mundial es el de maíz, sin embargo le sigue los almidones modificados que es un buen porcentaje y el otro con porcentaje elevado de producción es el almidón de yuca.

El consumo mundial de almidón partiendo de la producción de 35 millones se presenta en la Figura 1.28. Tomando en cuenta los principales países y continentes; observando que el continente donde prevalece más el consumo de almidón es el asiático.

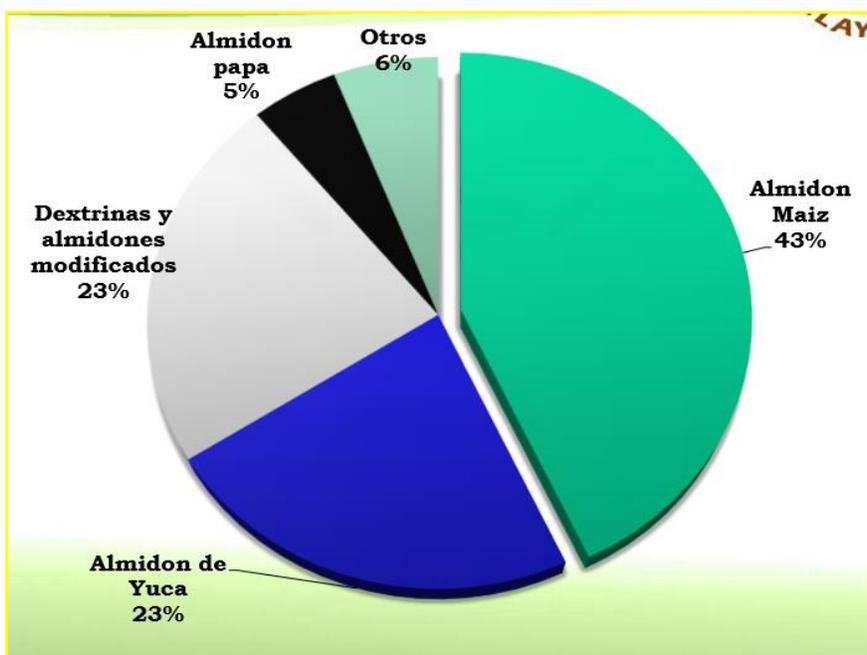


Figura 1.27. Producción mundial de Almidón (35 millones)

Fuente: OSPINA (2012)

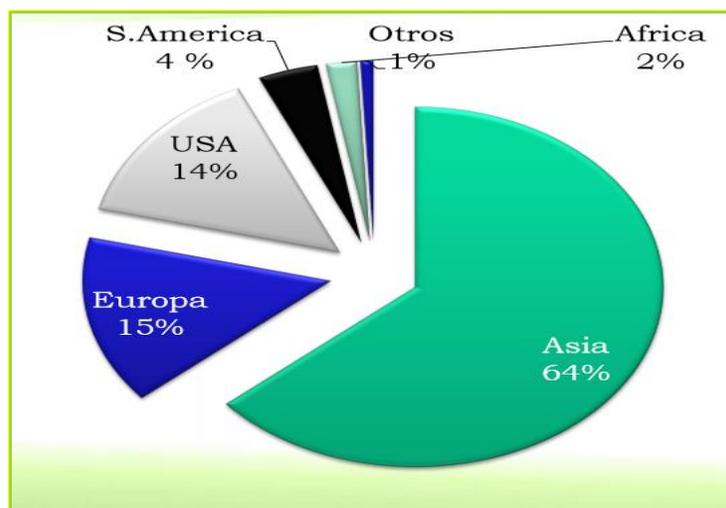


Figura 1.28. Distribución del consumo mundial de almidón (35 millones)

Fuente: OSPINA (2012)

Mercado de importación de almidones y fécula (exc. De trigo, maíz, papa y yuca).

Cuadro 1.11. Principales países importadores de: Almidones y féculas (exc. de trigo, maíz, patata papa y mandioca yuca) en 2008.

País	Importe de las importaciones	Evolución de las importaciones
1 – Malasia	18 M USD	72,7 %
2 - Estados Unidos	14 M USD	1,9 %
3 – Japón	10 M USD	6,4 %
4 – Alemania	10 M USD	35,1 %
5 – Finlandia	9846 K USD	+∞

Fuente: QUATRAX (2009)

Mercado de exportación de Almidones y féculas (exc.de trigo, maíz, papa y yuca)

Cuadro1.12. Principales países exportadores de: Almidones y féculas (exc. de trigo, maíz, patata papa y mandioca yuca) en 2008.

Países	Monto de las exportaciones	Evolución de las exportaciones
1 – Bélgica	37 M USD	11,8 %
2 – Tailandia	24 M USD	48,9 %
3 – Alemania	13 M USD	-8,6 %

Fuente: QUATRAX (2009)

Intercambio mundial de productos afiliados a: Almidones y féculas (exc. de trigo, maíz, patata papa y mandioca yuca)

Cuadro 1.13. Intercambio mundial 2008 de productos afiliados a: Almidones y féculas (exc. de trigo, maíz, patata papa y mandioca yuca).

Almidones	Monto de los intercambios	Evolución de los intercambios
110811 - Almidón de trigo	247 M USD	9,4 %
110812 - Almidón de maíz	631 M USD	1,5 %
110813 - Fécula de patata papa	452 M USD	2,5 %
110814 - Fécula de mandioca yuca	453 M USD	7,0 %
110819 - Almidones y féculas (exc. de trigo, maíz, patata papa y mandioca yuca)	149 M USD	7,5 %
110820 – Inulina	162 M USD	5,4 %

Fuente: QUATRAX, (2009)

1.14.3. Comercialización entre México y El Salvador

Cuadro 1.14. México - Exportaciones – Evolución. NCE: Productos de la molinería; malta; almidón y fécula; inulina; gluten de trigo - Anual FOB USD.

Países de destino	2009	2010	2011	2012
México Exportaciones				
Estados Unidos	41.750.764	39.748.938	44.087.057	49.380.698
Groenlandia	1.578.932	18.851.438	27.576.721	28.935.601
Haití	6.825.392	7.291.811	13.021.348	
Haití			1.965.955	19.019.094
Nicaragua	3.319.988	3.514.445	5.824.502	4.743.323
Costa Rica	2.270.032	3.940.990	6.048.030	4.427.213
Ecuador	3.523.880	4.087.610	4.103.810	3.783.250
Guatemala	15.109.773			
República Dominicana	3.751.658	3.696.202	5.018.625	
El Salvador	2.357.771	2.614.420	3.517.663	3.432.191
Otros	19.382.915	19.513.865	27.703.135	33.114.610
Subtotal	99.871.105	103.259.719	138.866.846	146.835.980
Australia	4.322.333	3.641.512	121.372	109.315
Otros	6.462.878	6.984.191	9.278.371	7.332.372

Países de destino	2009	2010	2011	2012
Subtotal	442.154.657	366.080.740	407.439.869	469.111.782
Total	542.025.762	469.340.459	546.306.715	615.947.762

Fuente: NOSIS (2012)

1.15. EXTRACCIÓN DE ALMIDONES

La extracción del almidón puede realizarse a nivel artesanal y también a un nivel más tecnificado y a mayor y menor escala, dependiendo de cada empresa; sin embargo el proceso suele ser el mismo, con la diferencia de los volúmenes de procesamientos.

Existen diferentes métodos de extracción de almidón ya sea proveniente de maíz, trigo, yuca, papa o plátano. Los principales y más generales son: El método seco y el método húmedo. Estos métodos son bastante simples para extracción de almidón de yuca, papa o plátano y un poco más sencillos que los de cereales y el maíz.

Método seco y húmedo adaptado de ALZATE, MARÍN & MAZZEO, (2008).

Método seco: Consiste básicamente en la molienda del fruto después de secado, obteniendo de este proceso harina, para su posterior tamizado y así obtener el almidón. Tomando cuenta las operaciones pequeñas que se llevan a cabo de manera intermedia de los procesos anteriores para facilitar el desarrollo del método y obtener un producto final de calidad y con características que sean deseables en el almidón.

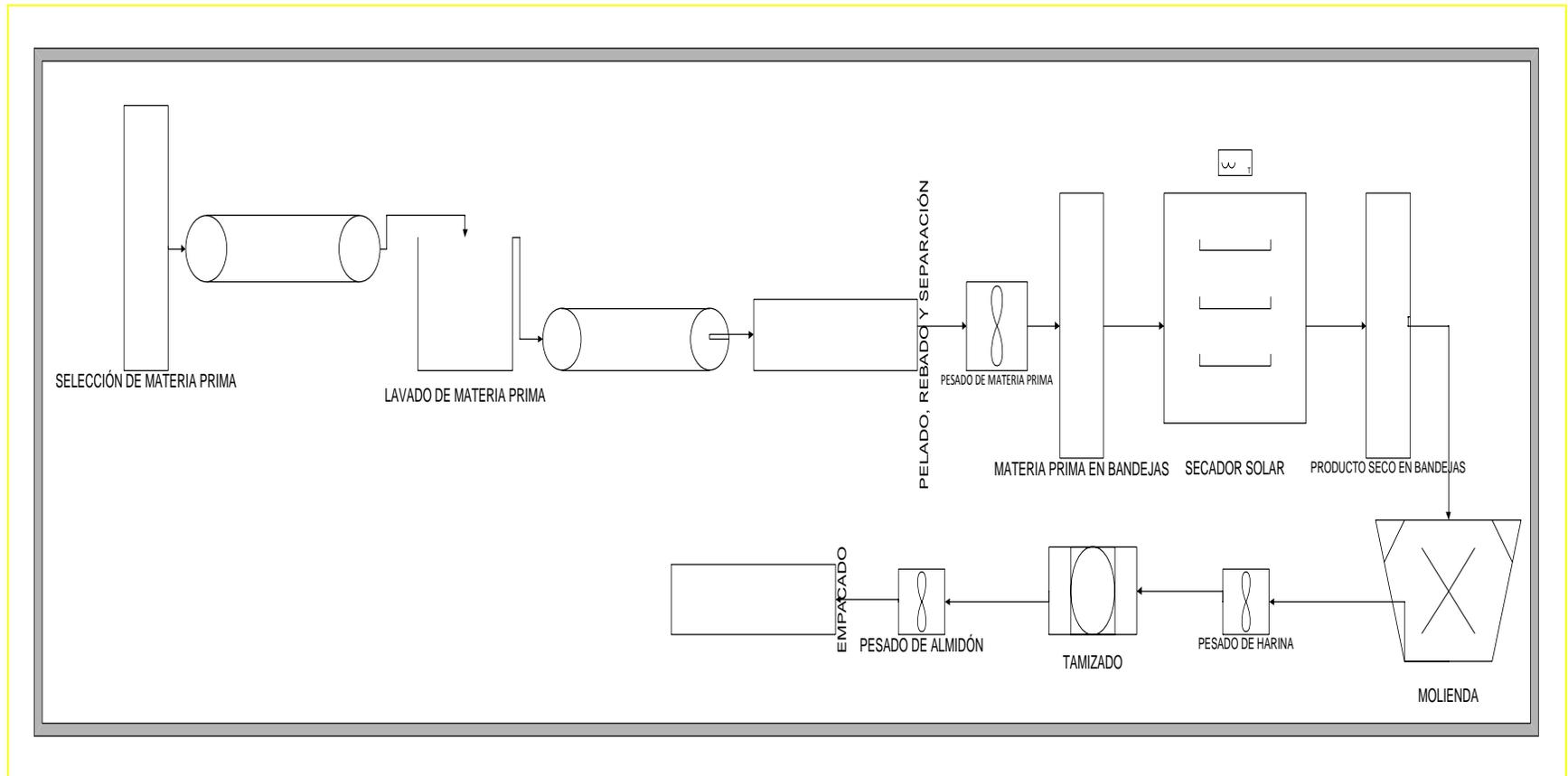


Figura 1.29. Diagrama de proceso de extracción de almidón por método seco

Método húmedo: este método consiste en la trituración o reducción de tamaño del guineo y retirar en medio líquido aquellos componentes de la pulpa que son relativamente más grandes, como la fibra y proteína, posteriormente, se facilita la eliminación del agua por decantación y se lava el material sedimentado para eliminar las últimas fracciones diferentes del almidón y finalmente someter al almidón purificado a secado.

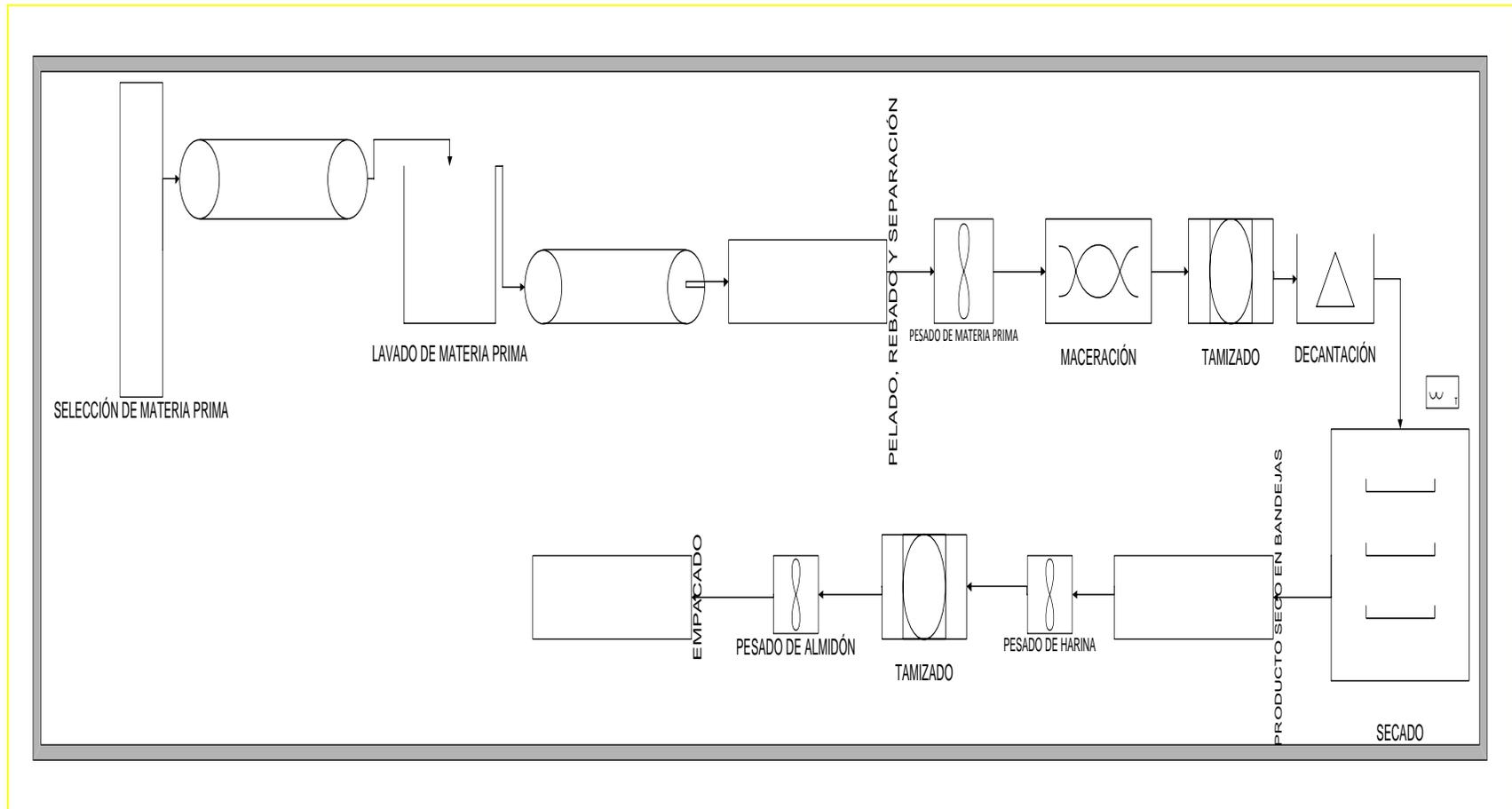


Figura 1.30. Diagrama de proceso de extracción de almidón por método húmedo

1.15.1. Descripción de algunas operaciones

Operaciones

- **Secado o deshidratado**

El secado es una operación unitaria de transferencia de masa donde la cantidad de agua o humedad contenida en los alimentos, se elimina por evaporación hacia la fase gaseosa.

Y cualquiera que sea el método de secado empleado, el secado o deshidratado de un alimento consta de dos etapas muy importantes:

1. La introducción del calor al alimento
2. La extracción de humedad del alimento

El secado debe realizarse a temperaturas menores de 50 °C ya que a temperaturas mayores se pueden producir alteraciones en las proteínas de los alimentos. El Guineo Majoncho debe secar por un método que no lleve demasiado tiempo ni eleve esa temperatura de secado; ya que este fruto puede oxidarse fácilmente debido a la cantidad de oxígeno a la que está expuesta.

Se puede realizar en secador de bandejas o secador solar, cuidando que la temperatura sea constante de 40°C para este fruto.

- **Maceración (para método húmedo)**

Luego de llevar a cabo operaciones de lavado, pesado, desinfectado y rebanado o corte en lascas, se puede efectuar la operación de maceración, la cual consiste en un proceso de extracción sólido-líquido donde se humedecen las lascas de guineo con un agente extractante que para este caso es agua, la cual ayudara a ablandar las lascas, luego se minimiza el tamaño de las partículas con ayuda de una trituradora, molino de discos o cuchillas.

- **Tamizado (colado, cribado o cernido)**

Es un método físico que tiene como objetivo principal el separar mezclas como dos sólidos separando dos partículas de tamaños diferentes. Consiste en pasar la harina (método seco) obtenida en los procesos por un tamiz estandarizado y así obtener tamaños de partículas diferentes donde se podrá verificar el almidón.

El tamaño de una partícula dependerá de las dimensiones que tenga por lo que la harina que se obtenga debe ser muy fina para la elección adecuada del tamiz, ya que existen diferentes tamices con mallas que son útiles para algunos productos y para otros no, como los que se pueden observar en el Cuadro 1.15. el cual está caracterizado para polvos del área de alimentos.

Cuadro 1.15. Términos recomendados por la Farmacopea Británica en partículas en forma de polvo

Tamaños de partícula	Pasan la Malla	No más del 40% pasa la Malla
Gruesos (coarse)	10	44
Moderadamente gruesos	22	60
Moderadamente finos	44	85
Finos	85	
Muy finos	120	

Fuente: Rico (2011)

El análisis de tamizado ayuda a medir el tamaño y distribución de tamaño de partículas usando los tamices estandarizados como las series Tyler y US.

1.16. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS PARA ALMIDONES

Existe una gran variedad de pruebas para almidones de diferentes especies, para Guineo Majoncho se retomaran algunas pruebas que se realizan para el almidón

de yuca del Boletín 163 de Servicios Agrícolas de la FAO, Guía Técnica para producción y análisis de almidón de yuca 2007.

Distribución de tamaño del granulo

La distribución del tamaño del granulo del almidón es determinada utilizando un equipo Ro-tap que consta de un grupo mínimo de tamices con cribas de malla 140 (106 μm), 80 (180 μm) y 60 (250 μm) (ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007). La más básica de las propiedades físicas de los gránulos de almidón es su tamaño, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.16. Distribución del tamaño del Granulo de varios almidones

Especies de almidones	Rango de tamaño de granulo (μm) (Coulter Counter)	Tamaño promedio (μm)
Arroz Waxy	2-13	5.5
Maíz con alto contenido de amilosa	4-22	9.8
Maíz	5-25	14.3
Yuca	3-28	14
Sorgo	3-27	16
Trigo	3-34	6.5, 19.5
Batata (papa dulce)	4-40	18.5
Arrurruz	9-40	23
Sagú	15-50	23
Papa	10-70	36
Canna (Aust. Arrurruz)	22-85	53

Fuente: traducido y adaptado de Satín (2013)

El tamaño y la distribución de los gránulos de almidón puede ser muy importante para las aplicaciones específicas e incluso esta característica física muy básica

pueden ser de valor añadido. Por ejemplo, el tamaño pequeño de los gránulos de almidón de arroz hace que sea muy adecuado para aplicaciones de lavandería dimensionamiento de telas finas y para cosméticos para la piel (traducido, Satín, 2013).

Contenido de materia seca

La pérdida en peso durante el período de calentamiento es considerado igual al contenido de materia seca (ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007).

Pulpa

Esta prueba permite determinar con relativa facilidad la presencia de pequeñas cantidades de fibra en el almidón. El volumen del sedimento medido depende, en cierto modo, de la finura de la fibra. La presencia de cualquier indicio de fibra, pulpa u otra impureza son determinadas por medio de una hidrólisis ácida moderada del residuo de la muestra. (ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007).

Densidad aparente

Denominada también Densidad Bulk, es la densidad aparente en su grado más alto de soltura. Su determinación se basa en la norma ASTM B-122-99 de PERRY'S (1984), donde se puede realizar una adaptación o aproximación para el producto a utilizar.

Temperatura de gelatinización

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría; cuando se calientan en solución a temperaturas altas alcanzan una temperatura específica en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización. (ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007).

“Otras características físicas simples que tienen un impacto en la funcionalidad son la forma del gránulo de almidón y de superficie. Esto es a menudo un factor

crítico para aplicaciones que requieren almidón de ser portador de superficie de materiales tales como colorantes, saborizantes, condimentos y pesticidas, incluso. El almidón tiene dos componentes principales: amilosa y amilopectina. Estos polímeros son muy diferentes estructuralmente, la amilosa y la amilopectina suelen ser lineal y altamente ramificado respectivamente. Cada estructura juega un papel crítico en la funcionalidad final del almidón natural y sus derivados. Las proporciones de amilosa / amilopectina de almidón pueden ser manipuladas genéticamente y ofrecen una gran oportunidad para el investigador de ciertos cultivos. Viscosidad, resistencia al corte, la gelatinización, las texturas, la solubilidad, la pegajosidad, la estabilidad de gel, hinchazón frío y la retrogradación son todas las funciones de su amilosa / amilopectina” (traducido, Satín, 2013).

Otras pruebas muy importantes son: el % H= porcentaje de humedad contenido en el almidón, cantidad de fibra presente que pudo haber quedado con el almidón en forma de impurezas, color: esta prueba se puede realizar por medio de inspección visual, si no se cuenta con los equipos adecuados; entre otros.

Capítulo 2

DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

Para el diseño de la metodología para la extracción de almidón a partir de Guineo Majoncho, se tomara como base procedimientos de extracción de almidón de diferentes especies de los autores: Alzate, Marín & Mazzeo (2008) y Méndez (2010); adecuándolo a las condiciones de las muestras. El diseño del proceso para método seco y para el método húmedo se muestran de manera resumida en la Figura 2.1

2.1.1. Método Seco

A continuación se describe cada paso observado en la Figura 2.1. de manera más específica del proceso que se llevara a cabo para la realización del método seco:

1. **Selección de materia prima:** se eligen muestras que corresponden a un fruto en estado inmaduro en un periodo de cosecha de 40-110 días después de la floración, antes de su maduración y que el almidón pueda convertirse en azúcar. La selección detallada consiste en:
 - a. **Identificación:** C conteo de plantas; se coloca una cinta a cada racimo elegido como muestra, para determinar realización de la cosecha.
 - b. **Cosecha:** se realiza la cosecha en forma ascendente del racimo
 - c. **Selección de frutos:** se eligen los frutos que no contengan daños comunes como manchas de sol, daños mecánicos provocados en el momento de la cosecha o por insectos que de alguna manera puedan deteriorarlos; por tanto se eligen frutas que posean un tamaño y color de cascara semejante.

2. Preparación de la muestra

- a. **Caracterización de materia prima:** se toma una muestra de todo el total y se realiza una caracterización física y química del fruto.
- b. **Lavado:** se lavan los frutos con agua potable para retirar suciedad superficial
- c. **Pelado:** se retira la cascara del fruto para obtener la pulpa libre
- d. **Pesado de fruto:** se realiza un pesado de las muestras a analizar para determinar posteriores rendimientos. El pesado se realiza para el fruto de forma separada para pulpa y cascara
- e. **Reducción de tamaño:** se realiza un rebanado de la pulpa en forma de lascas de aproximadamente 2mm de espesor para facilitar el secado, retirando las puntas de la fruta ya que estas tienden a oscurecerse debido al látex que contienen estas musáceas.
- f. **Secado:** se coloca el fruto en lascas en bandejas de un secador solar que opera aproximadamente a 40°C por un tiempo aproximado de 48 horas si el clima es soleado y las condiciones climáticas permanecen estables. Donde el fruto este totalmente seco.
- g. **Molienda:** se somete el Guineo Majoncho seco a trituración en un molino de discos para obtener harina; esta operación se debe realizar en horas de un rango aproximado de 11:00 a.m. – 3:p.m., para evitar que las muestras retomen humedad del ambiente.
- h. **Pesado de harina:** se pesa la harina obtenida para analizar rendimiento de secado y su posterior tamizado.

3. Extracción de almidón

- a. **Tamizado:** se lleva a cabo la operación de tamizado a la muestra de harina obtenida, haciéndola pasar por tamices de mallas 100 U.S., 140 U.S., 200 U.S., 325 U.S. y 400 U.S.

- b. **Pesado de almidón:** posterior al tamizado se pesa cada cantidad de material que quede retenido en cada malla y lo que pasa cada una; para determinar la cantidad de almidón y rendimiento del proceso.
- c. **Empacado:** se empacan las muestras de almidón obtenidas en bolsas de polietileno, etiquetándolas con sus respectivos tamaños de partícula que corresponden a cada número de malla.
- d. **Almacenamiento:** se almacena el almidón extraído y empacado en un lugar seco donde no exista demasiada humedad.

2.1.2. Método Húmedo

Para el diseño del método húmedo se siguen los pasos del método seco desde el punto N° 1 al punto N° 2d) y el punto N°3b) al N° 3d); donde estos últimos corresponden al empacado y almacenado; por tanto estos pasos solo se mencionan y se describen los pasos restantes. Se observa el diagrama de proceso en la Figura 2.1.

A continuación se describe cada paso del proceso del método húmedo:

1. **Selección de materia prima**
 - a. **Identificación**
 - b. **Cosecha**
 - c. **Selección de frutos**
2. **Preparación de la muestra**
 - a. **Caracterización de materia prima**
 - b. **Lavado**
 - c. **Pelado**
 - d. **Pesado de fruto**
 - e. **Reducción de tamaño**

- f. **Maceración:** se lleva a cabo una reducción de tamaño de partícula con ayuda de una cortadora de cuchillas, por alrededor de 2-4 minutos de tiempo, donde se coloca la muestra pesada más agua que pase el nivel de la fruta
- g. **Tamizado:** se realiza un tamizado lavando con agua hasta que el líquido de salida no lleve partículas de almidón o pulpa de Guineo Majoncho y observando un color transparente. Esta solución se deja reposar por 24 horas en refrigeración.
- h. **Decantación:** se elimina el sobrenadante de la solución y se realiza una separación de la solución a fin de obtener en el fondo del recipiente una pasta blanca llamada almidón.

3. Preparación del almidón

- a. **Secado del almidón:** al separar la pasta de la solución en la decantación, se procede a secar en un secador solar a 40°C por 24 horas.
- b. **Pesado de almidón:** se pesa el almidón obtenido posterior al secado.
- c. **Tamizado:** este paso es opcional, a manera de obtener un almidón más fino, donde se puede realizar un último tamizado del almidón.
- d. **Empacado.**
- e. **Almacenamiento.**

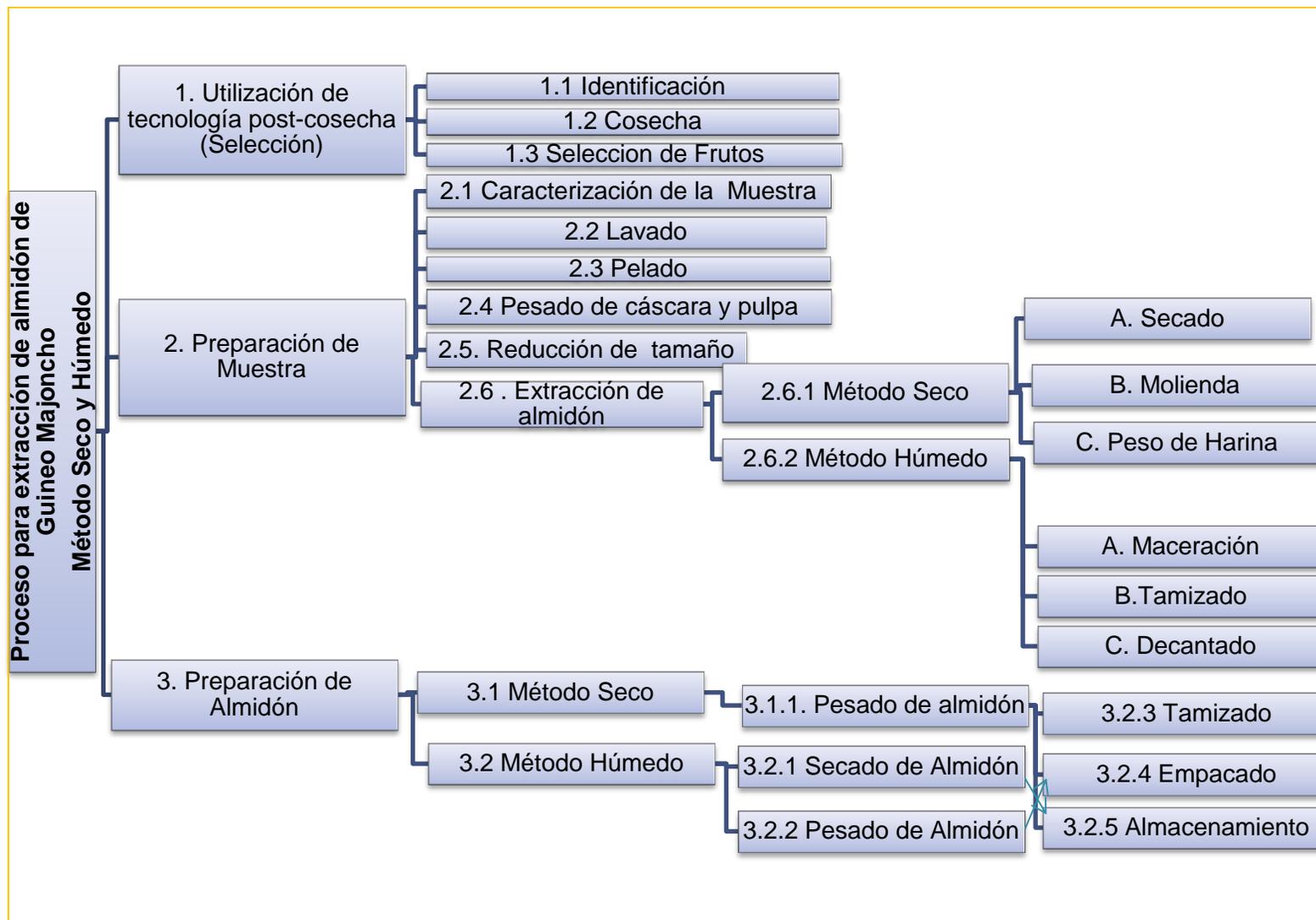


Figura. 2.1. Diagrama de proceso para extracción de almidón de Guineo Majoncho por el método seco y húmedo

2.2. EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN

Para la extracción de almidón del Guineo Majoncho se utilizó los siguientes materiales para llevar a cabo el proceso explicado anteriormente en la metodología.

2.2.1. Materiales

a) Recursos Institucionales:

- Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la FIA-UES
- Laboratorio de Ingeniería Química - Planta Piloto, de Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la FIA-UES
- Laboratorio de Química Agrícola, CENTA.
- Finca de “Don Julio Torres” para secado y molido de muestras

b) Equipo y utensilios

- Cuchillos
- Bolsas/sacos que contengan orificios de aproximadamente 1.0.c.m. para que no aumentar la velocidad de respiración de los frutos y acelerar su maduración.
- Escalera
- Tablas para picar
- Recipientes para lavado
- Guantes plásticos o látex
- Bolsas de polietileno
- Balanza granataria
- Balanza analítica
- Tirro

- Marcadores
- Secador solar (“Finca de Don Julio Torres”)
- Molino de discos (“Finca de Don Julio Torres”)
- Bandejas para secado (“Finca de Don Julio Torres”)
- Tamices Estandarizados de Mallas N°: 25 U.S., 45 U.S., 60 U.S., 100 U.S., 140 U.S., 200 U.S., 325 U.S., 400 U.S.
- Brocha
- Mortero y pistilo
- Papel toalla
- Papel aluminio
- Refractómetro
- Pie de rey
- Piceta

c) Reactivos

- Agua destilada

2.2.2. Proceso de extracción del almidón por método seco

1. Utilización de tecnología post-cosecha (Selección de materia prima)

Se selecciona Guineo Majoncho variedad (cuadrado) Pelipita, utilizando solamente la pulpa y no la cáscara, en estado inmaduro para extracción de almidón realizándolo en diferentes fechas de corte; dividiendo el racimo en tres partes y cortando los frutos cada 10 días en forma ascendente en cada racimo como se muestra en la Figura 2.2.; hasta obtener las tres muestras de cada racimo.

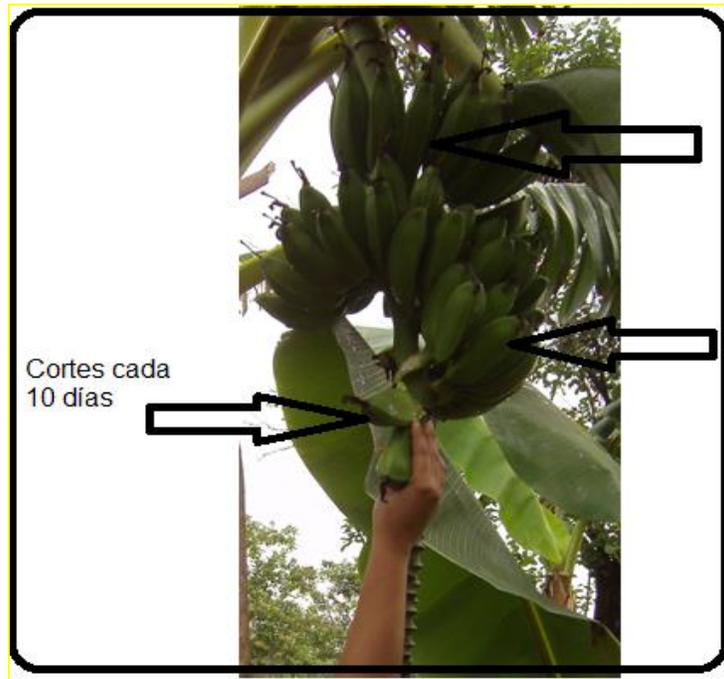


Figura 2.2. Forma de corte de frutos

En el capítulo anterior se verificó como se desarrolla el cultivo de estas musáceas, donde la mayoría se hace a traspatio y unas plantaciones a escala industrial como el de la Figura 2.3.



Figura. 2.3. Plantación de Guineo Majoncho a mayor escala

Por lo tanto se toman muestras al azar de tres zonas:

1. San Luis Talpa, Departamento de La Paz (plantación a escala industrial) (Abreviado: SLT)
2. Cojutepeque, Departamento de Cuscatlán (Abreviado: C). (cultivo a traspatio)
3. San Rafael Cedros, Departamento de Cuscatlán (Abreviado: S.R.C.). (cultivo a traspatio).

a. Identificación de plantas

Se coloca una cinta a cada racimo elegido como para determinar realización de la cosecha, y no confundir con otras plantas existentes en el área de cosecha y con los tiempos de cosecha.



Figura 2.4. Identificación de plantas

b. Cosecha

Se corta el Guineo Majoncho en forma ascendente del racimo como en la Figura 2.5., con ayuda de un cuchillo.



Figura 2.5. Cosecha de Guineo Majoncho

c. Selección de fruto

Se eligen frutos como los de la Figura 2.6. de acuerdo con los cuidados y descartando los frutos con daños como se describe en la metodología, la Figura 2.7. muestra dichos daños en el fruto.



Figura 2.6. Guineo Majoncho en buen estado



Figura 2.7. Algunos casos que se consideran daños y que se observan en las plantaciones.

2. Preparación de la muestra

a. Caracterización de materia prima

Se toma una muestra de Guineo Majoncho con periodo de maduración de 75-85 días y en estado verde etapa 1 que se observa en la carta de color de la figura 2.8. y se realizó una caracterización fisicoquímica del fruto.

Se identifica la muestra como materia prima para la extracción de almidón el fruto Guineo Majoncho variedad (cuadrado) Pelipita, en estado verde (Ver Figura 2.9); por tanto se realizan las siguientes pruebas a unas muestras de Guineo Majoncho proveniente de San Luis Talpa, Departamento de La Paz; con el objetivo de realizar una caracterización del fruto y conocer así, las características generales de la materia prima a utilizar.

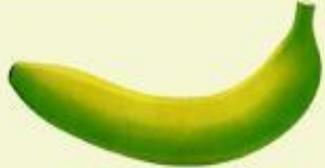
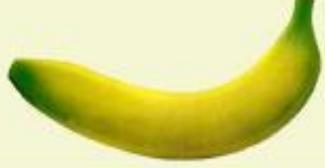
1		<p>COMPLETAMENTE VERDE Color normal al arribo Temperatura 14°C - 16°C</p>
2		<p>VERDE CLARO Primer cambio de color. Indica que el proceso de maduración ya se inició.</p>
3		<p>VERDE CLARO CON AMARILLO Cambio pronunciado de color. Listo para enviar al detallista en estaciones de clima templado. La maduración se encuentra en pleno proceso. Temperatura máxima 14°C.</p>
4		<p>AMARILLO CON VERDE Color recomendado para despacho el Detallista. Temperatura 14°C.</p>
5		<p>AMARILLO CON PUNTAS VERDES Color ideal para colocar en los exhibidores de los detallistas. En este grado la fruta debe mantenerse a 12°C. A mayor temperatura la fruta madura más rápidamente.</p>
6		<p>TOTALMENTE AMARILLO Apto para venta y consumo. La fruta tiene firmeza con buen sabor. Manéjese con cuidado. Exhíbanse en mesas con una base suave.</p>
7		<p>AMARILLO CON PUNTAS CAFÉ Completamente Maduro con mejor sabor y mayor valor nutritivo.</p>

Figura 2.8. Carta de color para banano

Fuente: Finca, 2013.



Figura 2.9. Muestra de materia prima

- Algunas características físicas del fruto, se realizan en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos

Se toman las medidas de los filos del Guineo Majoncho con ayuda de un pie de rey como el mostrado en la figura 2.10; ya que posee una forma cuadrada se toman en cuenta dos lados con un pie de rey. (Ver Figuras 2.10 y 2.11)



Lado 1

lado 2

Figura 2.10. Medición de lados de Guineo Majoncho

Para determinar la longitud, se miden 3 muestras de guineo para tomar un promedio de tamaño



Figura 2.11. Medición de longitud de Guineo Majoncho

Los resultados se muestran en el cuadro 3.2.

Caracterización Química

- Se realiza un análisis proximal de una porción de las muestras obtenidas, en el Laboratorio de Química Agrícola del CENTA.
- También se realiza la determinación de °Brix.

Una de las medidas químicas que se utiliza para verificar el grado de madurez del fruto es la determinación del contenido de azúcar expresada por medio de °Brix.

Para determinar la cantidad de °Brix se realiza una maceración de la pulpa para colocar la muestra en el refractómetro, retirando la cascara de la pulpa y se minimiza el tamaño de partícula con ayuda de un cuchillo, se macera en un mortero agregando agua destilada para facilitar el proceso, y obtener una pasta húmeda. Luego de obtener la pasta, se coloca la muestra en el refractómetro y se verifica la cantidad de °Brix de la muestra (ver Figura 2.12)

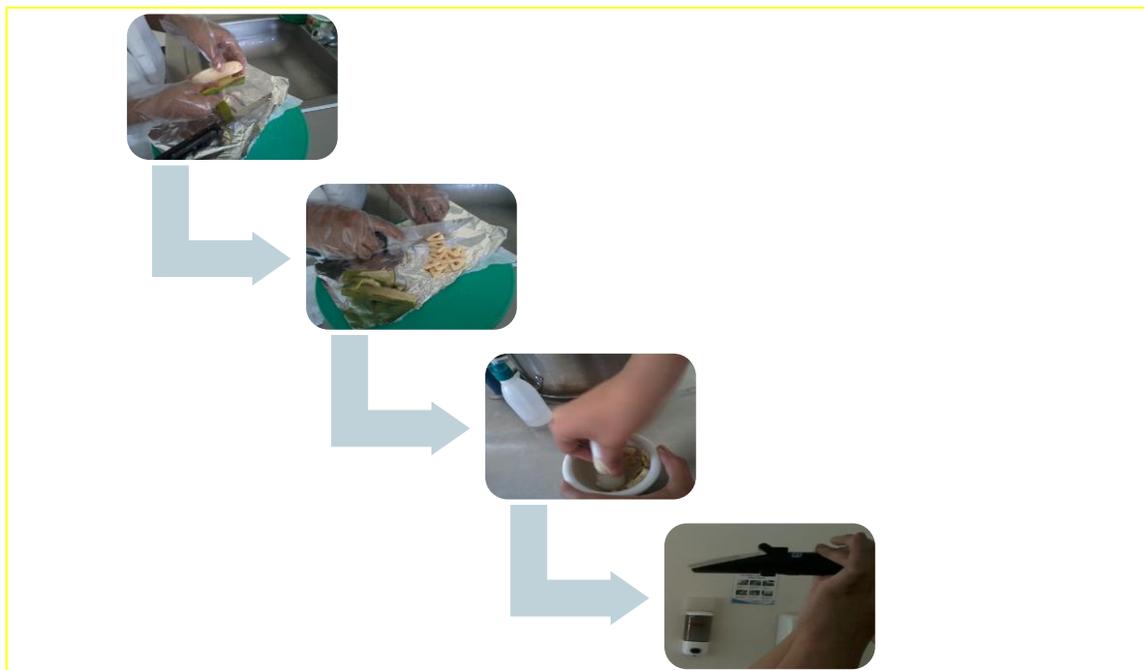


Figura 2.12. Proceso para medir °Brix

Los análisis se realizan por duplicado y se presenta el promedio de los resultados en el Cuadro 3.4.

b. Lavado

Se lavan los frutos con agua potable para retirar suciedad superficial como los frutos de la Figura 2.13.



Figura 2.13. Limpieza de frutos

c. Pelado

Se retira la cascara del fruto para obtener la pulpa libre; cortando primero las puntas de cada dedo o guineo y luego quitando el centro como se puede observar en las Figuras 2.14. y 2.15.

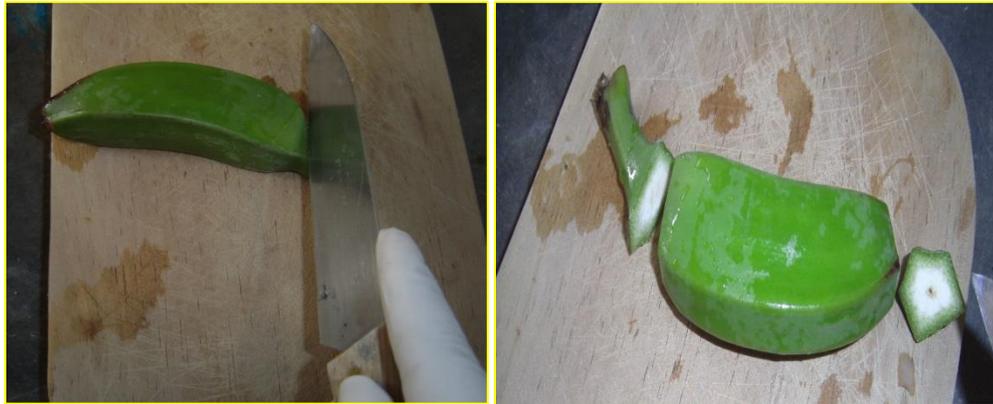


Figura 2.14. Corte de puntas de Guineo Majoncho



Figura 2.15. Retiro de cascara de pulpa de Guineo Majoncho

d. Pesado de fruto

Se pesan las muestras a analizar para determinar posteriores rendimientos como en la Figura 2.16. El pesado del fruto se realiza de forma separada para pulpa y cascara.



Figura 2.16. Pesado de pulpa y de cascara

a. Reducción de tamaño

Se cortan los guineos en lascas (ver Figura 2.17.) de aproximadamente 2 mm de espesor para su fácil secado, retirando las puntas de la fruta ya que estas tienden a oscurecerse debido al látex que contienen las musáceas.



Figura 2.17. Rebanado de guineo en lascas

f. Secado

Se lleva la muestra al secador de bandejas (Ver Figura 2.18.); el cual está diseñado con plásticos, madera, lamina entre otros componentes; los que ayudan a mantener el calor en el interior.



Figura 2.18. Secador solar de bandejas

Fuente: “Finca de Don Julio Torres”, 2013

Se colocan las muestras en bandejas ubicándolos de tal manera que no queden unas piezas sobre otras para obtener un secado homogéneo de la muestra, previamente etiquetada con los respectivos nombres como se muestra en la Figura 2.19.; posteriormente se introdujeron en el secador solar que opera aproximadamente a 40°C por un tiempo aproximado de 48 hasta obtener un fruto seco, ver Figura 2.20.



Figura 2.19. Bandejas con las muestras de Guineo Majoncho



Figura 2.20. Colocación de bandejas con Guineo en secador solar

b. Molienda

Se obtiene el guineo seco como el que se muestra en la Figura 2.21.



Figura 2.21. Muestras de Guineo Majoncho seco

Después de la operación de secado, se somete el Guineo Majoncho seco a trituration en un molino de discos para obtener harina como se muestra en las Figuras 2.22. y 2.23.; esta operación se realizó en horas de un rango aproximado de 11:00 a.m. – 3:00 p.m., para evitar que las muestras retomen humedad del ambiente.

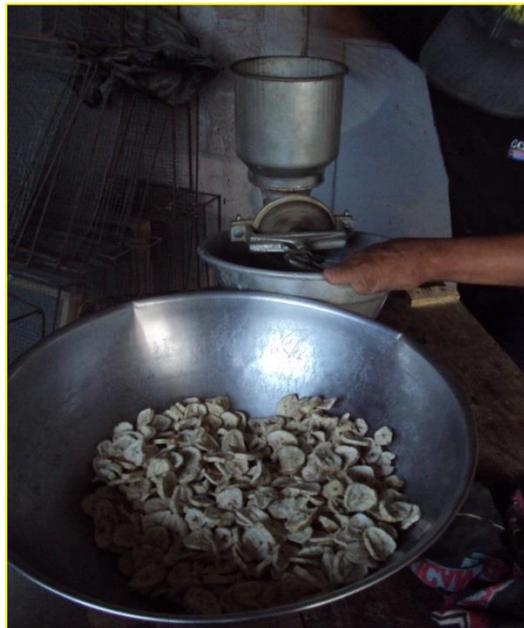


Figura 2.22. Operación de molienda de Guineo Majoncho seco



Figura 2.23. Harina de Guineo Majoncho

c. **Pesado de harina**

Se pesa la harina obtenida para analizar rendimiento de secado y su posterior tamizado. La operación se realiza en el Laboratorio de Ingeniería Química Planta Piloto, de la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA), ver Figura 2.24.



Figura 2.24. Operación de pesado de harina de Guineo Majoncho

3. Extracción de almidón

a. **Tamizado**

Para llevar a cabo esta operación se utilizó el Laboratorio de Ingeniería Química Planta Piloto, de la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA).

se realizó una muestra exploratoria con los tamices nuevos de mallas 25 U.S., 45 U.S., 60 U.S., 100 U.S., 140 U.S., 200 U.S., 325 U.S. y 400 U.S. a manera de

verificar los tamaños de partículas que procedieron de la molienda del guineo seco y ver si existían tamaños iguales o diferentes como puede apreciarse en la Figura 2.25.

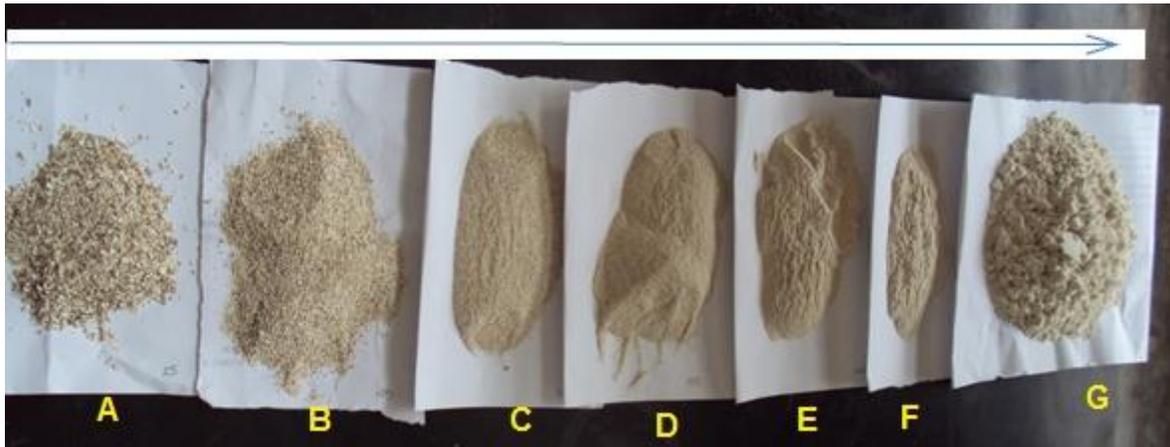


Figura 2.25. Muestras de harina y almidón resultado del proceso de tamizado

Para las demás muestras se utilizaron los tamices nuevos de mallas 100 U.S., 140 U.S. y 200 U.S.



Figura 2.26. Mallas utilizadas para la operación de tamizado

Se puede observar para cada tamiz, los números de mallas con sus respectivos tamaños de partículas en el cuadro 2.26. y Figura 2.27.



Figura 2.27. Especificaciones de los tamices usados para la extracción

Cuadro 2.1. Tamices utilizados para la extracción, con el código definido y tamaño de partícula para cada tamiz.

Código	Mallas U.S.	Tamaño (µm)
A	Malla 25	710
B	Malla 45	355
C	Malla 60	250
D	Malla 100	150
E	Malla 140	106
F	Malla 200	75
G	Malla 325	45
H	Malla 400	38

b. Pesado de almidón:

Se pesa el material retenido (Ver Figura 2.28.) en cada malla como en la Figura 2.29. y el material que pasa cada malla; para determinar la cantidad de almidón y rendimiento del proceso.



Figura 2.28. Operación de pesado de almidón extraído

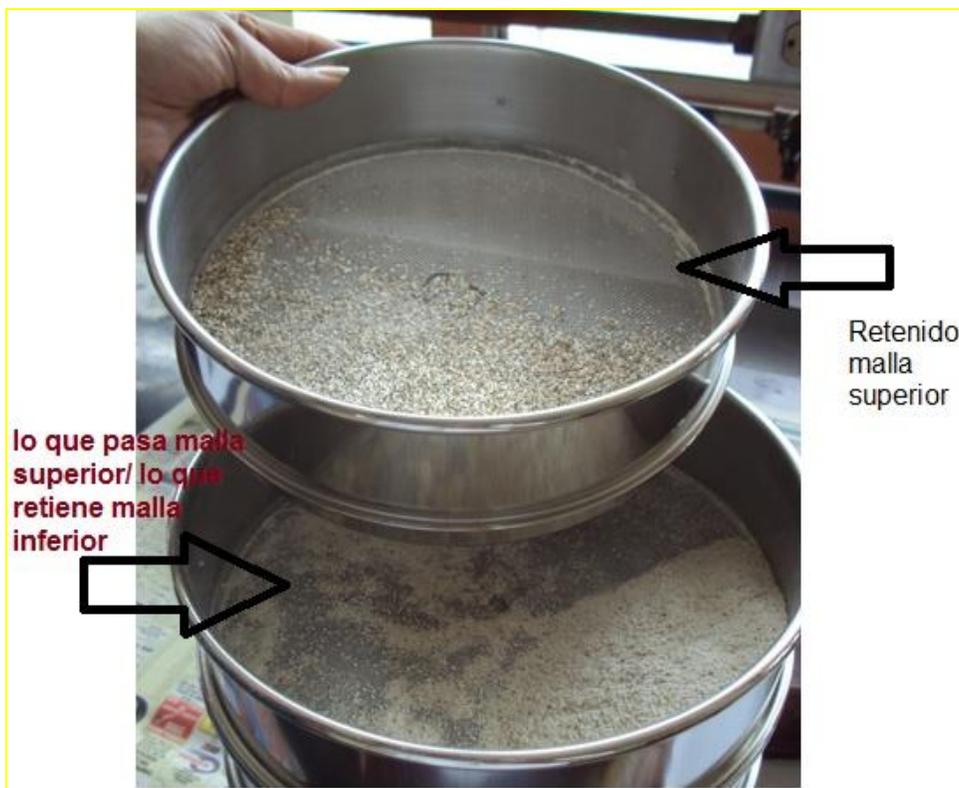


Figura 2.29. Ejemplo de material retenido y material que pasa en tamices

c. **Empacado**

Se empacan las muestras de almidón obtenidas en bolsas de polietileno como en la Figura 2.30., etiquetándolas con sus respectivos tamaños de partícula que corresponden a cada número de malla y con el nombre de la muestra que se le dio en la etapa de selección.



Figura 2.30. Empacado de Almidón extraído en bolsas

- d. **Almacenamiento:** se almacena el almidón extraído y empacado en un lugar seco para evitar la absorción de humedad.

2.2.3. Proceso de extracción del almidón por método húmedo

El método húmedo sigue los pasos del método seco desde el punto N° 1 al punto N° 2d) y el punto N°3b) al N° 3d); por tanto estos pasos solo se mencionan y se describen los pasos a partir los demás.

1. **Selección de materia prima**
 - a. **Identificación**
 - b. **Cosecha**
 - c. **Selección de frutos**
2. **Preparación de la muestra**
 - a. **Caracterización de materia prima**
 - b. **Lavado**
 - c. **Pelado**
 - d. **Pesado de fruto**
 - e. **Reducción de tamaño**

f. Maceración

Se realiza una reducción de tamaño de partícula con ayuda de una cortadora de cuchillas como se observa en la Figura 2.31. por un tiempo de 2-4 minutos; obteniendo una pasta homogénea.



Figura 2.31. Maceración del fruto con agua en una cortadora de cuchillas.

g. Tamizado

Posterior a la reducción de tamaño, se realizó un tamizado donde se muestra una pasta gruesa como en la Figura 2.32. que posteriormente se lava con agua hasta que el líquido de salida sea claro y no se observen partículas de pulpa de Guineo Majoncho como se muestra en la Figura 2.33.



Figura 2.32. Tamizado de pasta

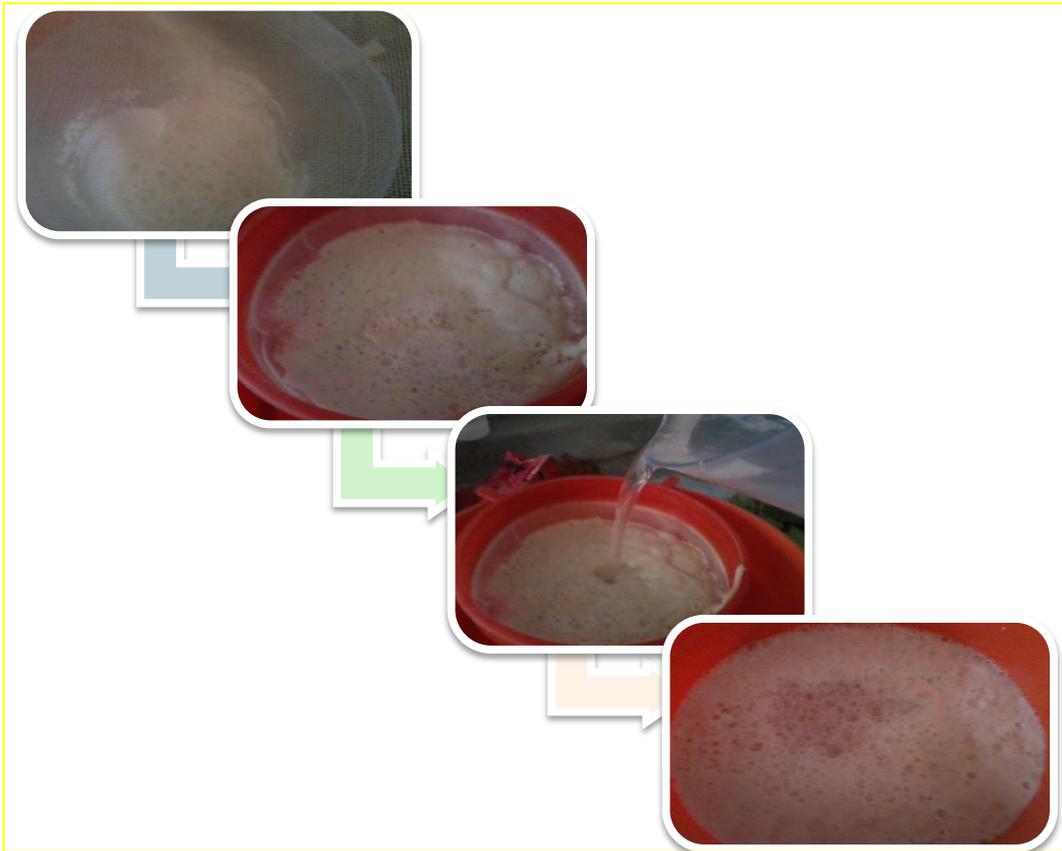


Figura 2.33. Tamizado y lavado de pasta para la extracción del almidón

En la malla utilizada quedan retenidas partículas que no pudieron ser trituradas y semillas del fruto que se observa en la Figura 2.34.



Figura 2.34. Residuos de mezcla en el tamiz

Esta solución se coloca en la refrigeradora en un recipiente tapado, dejándolo reposar por un periodo de 24 horas. Ver Figura 2.35.



Figura 2.35. Recipiente para dejar reposar la solución

h. Decantación

Después de 24 horas se realiza la decantación, retirando en primero lugar el sobrenadante como se muestra en la Figura 2.36.



Figura 2.36. Separación de sobrenadante

Después de eliminar el sobrenadante de la solución, se realiza una separación por decantación como se muestra en la Figura 2.37., a fin de obtener en el fondo del recipiente una pasta blanca llamada almidón como en la Figura 2.38. separado del líquido llamado lechada.



Figura 2.37. Operación de decantación



Figura 2.38. Pasta blanca denominada almidón

3. Preparación del almidón

a. Secado del almidón:

La pasta obtenida en el proceso anterior se coloca a secar en bolsas de polietileno (Ver figura 2.39.) sobre las bandejas del secador solar a 40°C por 24 horas.



Figura 2.39. Pasta de almidón empacada y muestra para secar

b. Pesado de almidón

En el periodo de secado se obtiene el almidón de color blanco opaco y se procede a su pesado. El almidón obtenido se tritura ya que se formaron piezas gruesas como se muestra en la Figura 2.40. a) y se obtiene un tamaño de partícula más fino como en la Figura 2.40. b).



Figura 2.40. a) Partículas de tamaño mayor que se lleva a trituration y **b)** Partículas más finas después de la trituration.

c. Tamizado: este paso es opcional, a manera de obtener un almidón más fino se puede realizar un último tamizado.

d. Empacado.

e. Almacenamiento

Capítulo 3.0.
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Resultados y Análisis de Resultados de Caracterización de Materia prima

3.1.1. Resultados de Caracterización Física de Guineo Majoncho

i. Caracterización física

Cuadro 3.1. Fundamento para caracterización física de Guineo Majoncho

Caracterización física	
Objetivo	Desarrollar la caracterización física de la muestra de Guineo Majoncho que será usado para extraer el almidón, y con el fin de obtener un parámetro fijo para futuras investigaciones.
Parámetro de comparación	Para el color se compara con Carta de color de banano de Figura 2.8, y para el tamaño se hace propuesta de Tamaño ideal.
Referencia	Carta de color de Banano de Fuente: Finca, 2013

El siguiente cuadro muestra los resultados de la caracterización física de Guineo Majoncho verde, de un periodo de maduración de 75-85 días.

Cuadro 3.2. Caracterización física de Guineo Majoncho

Materia prima	Color		Tamaño promedio (cm)		Tipo/ Variedad
	Cáscara	Pulpa	Largo	Lados	
Guineo Majoncho (dedos)	Completamente Verde Etapa 1 de maduración	Pulpa firme y de color marfil con semillas negras en el centro. Con textura grumosa	Rango = 9.0-11.0	Rango de lados= 3.8- 4.6	Pelipita

ii. Caracterización química

Cuadro 3.3. Fundamento para caracterización química de Guineo Majoncho

Caracterización Química	
Objetivo	Determinar los valores proximales que posee la Materia Prima a utilizar y verificar su veracidad con los resultados de otras fuentes; determinando además la cantidad de azúcares presentes por medio de los °Brix.
Parámetro de comparación	Fuentes para análisis proximal: resultados experimentales proporcionados por CENTA comparados con resultados teóricos de INCAP.
Referencia	INCAP, 2013.

Los análisis se realizan por duplicado y se presenta el promedio de los resultados en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Caracterización Química de Guineo Majoncho en estado verde en base seca y húmeda en g/100g de muestra.

Parámetros	Resultado Base Húmeda	Resultado Base Seca
%Humedad	56.35	-
Carbohidratos (g)	41.14	94.26
Proteína cruda (g)	1.52	3.48
Fibra cruda (g)	0.34	0.77
Grasa (Extracto Etéreo) (g)	0.16	0.37
Cenizas(g)	0.82	1.89
Fosforo (P) (g)	0.03	0.08
°Brix	1.5	

3.1.2. Análisis de Resultados de Caracterización de Guineo Majoncho

Los resultados indican que el Guineo Majoncho contiene una cantidad mínima de azúcares es decir °Brix de 1.5, un alto contenido de humedad (56.3%); el cual puede ser minimizado en el proceso de extracción del almidón; así como también un alto contenido de carbohidratos (94.26 g correspondiente a un 94.26% del total; debido a que la base son 100 g; en base seca) por tanto tomando en cuenta todos estos resultados se considera que el Guineo Majoncho es una fuente atractiva para la obtención de almidón, en el periodo de 75-85 días de maduración.

Las dimensiones descritas en el Cuadro 3.2. serán las ideales para identificar el fruto apto para la extracción; para el tiempo de maduración de 75-85 días y en los que dichos parámetros serán ideales para extraer un alto contenido de carbohidratos.

Contiene además bajos niveles de proteínas, fibra y grasas; y se compara los resultados de esta materia prima con otros análisis que contienen resultados similares al análisis efectuado; como los que se muestran en el Cuadro 3.5. donde se presenta un resumen comparativo de análisis proximal con la muestra de interés que corresponde a datos dados por el INCAP para guineo Majoncho (Fuente: INCAP, 2012).

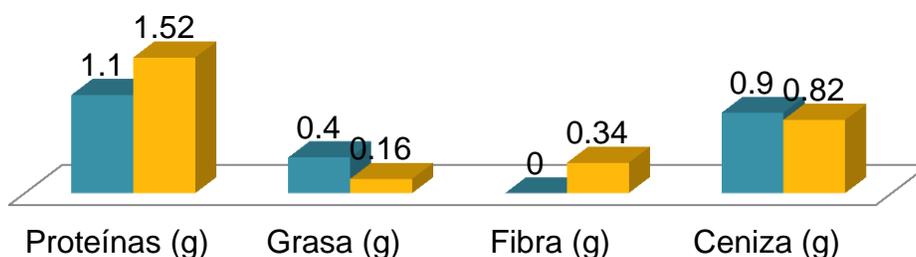
Cuadro 3.5. Resumen comparativo de parámetros de análisis proximal con otras fuentes con base de 100g de muestra

Valor nutricional	Valor obtenido Base Seca Guineo Majoncho/ Cuadrado/ Pelipita	Valor obtenido Base Húmeda Guineo Majoncho/ Cuadrado/ Pelipita	Valor INCAP Guineo Majoncho / Cuadrado
% Humedad	-	56.53	66.20
Carbohidratos (g)	94.26	41.14	31.40
Proteínas (g)	3.48	1.52	1.10
Grasa (g)	0.37	0.16	0.40
Fibra (g)	0.77	0.34	-
Ceniza (g)	1.89	0.82	0.90
Fósforo (mg)	80	30	33

Como se puede observar en el Cuadro 3.5. los resultados obtenidos de la materia prima de interés resultan ser similares a los valores del INCAP; una manera más esquemática para visualizar esta comparación es a través de la Grafica 3.1. la cual muestra que la materia prima usada para el proceso presenta características similares a la otra fuente; y la Grafica 3.2. muestra una humedad más baja que la otra fuente, la cual es una característica muy favorable, así como también, la cantidad de carbohidratos presentes en el fruto de interés es mayor que la fuente del INCAP; por lo que podemos verificar una vez más que el Guineo Majoncho es un fruto atractivo para la extracción de almidón por su alto contenido en carbohidratos.

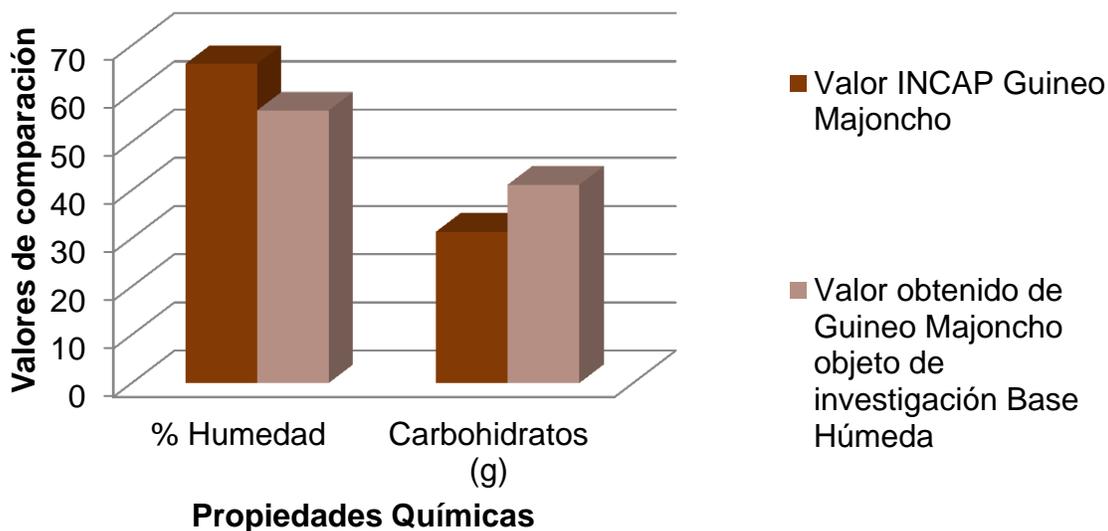
Comparación de Propiedades de Guineo Majoncho con Valores de INCAP

■ Valor INCAP Guineo Majoncho
 ■ Valor obtenido de la investigación Base Húmeda



Grafica 3.1. Comparación de propiedades químicas (proteínas, grasa, fibra y ceniza) de Guineo Majoncho Pelipita (objeto de estudio) con valores dados por el INCAP para Guineo Majoncho

Comparación de Propiedades Químicas de Guineo Majoncho con Valores de INCAP



Grafica 3.2. Comparación de propiedades químicas (%Humedad y Carbohidratos (g)) de Guineo Majoncho Pelipita (objeto de estudio) con valores dados por el INCAP para Guineo Majoncho

3.2. Extracción de Almidón de Guineo Majoncho

Cuadro 3.6. Objetivo para Extracción de Almidón de Guineo Majoncho

Extracción de Almidón	
Objetivo	Llevar a cabo la extracción de almidón de Guineo Majoncho; por método seco y también por método húmedo, donde este último solo se realizara una prueba para verificar si el proceso es posible.

3.2.1. Resultados de Extracción de Almidón

Se obtuvieron 15 muestras de diferentes tiempos de corte, como se observan en el Cuadro 3.7.de las tres zonas elegidas, tomando en cuenta un periodo máximo de cosecha aproximado de 110 días.

También se muestra en el Cuadro 3.8 los valores del peso de harina que se obtuvo luego de la operación de molienda.

Cabe destacar que los datos presentados en los cuadros antes mencionados pertenecen a los resultados del método seco.

Cuadro 3.7. Características de las muestras de Guineo Majoncho necesarias para extracción del almidón

Muestra	Procedencia	Color cáscara	Periodo de corte(días)	Peso pulpa (g)	Peso Cáscara (g)	Total	%pulpa	%Cáscara
M1	S.R.C. ¹	Verde claro	90-100	2,297.96	2,494.76	4792.72	47.95	52.05
M2	S.R.C	Partes amarillas	100-110	2,993.71	3,401.94	6395.65	46.81	53.19
M3	C. ²	Verde claro	50-60	317.51	680.39	997.90	31.82	68.18
M4	C.	Verde Claro	50-60	680.39	1,106.77	1787.16	38.07	61.93
M5	S.L.T. ³	Verde Claro	50-60	399.16	566.99	966.15	41.31	58.69
M6	S.L.T.	Verde claro	50-60	199.58	340.19	539.77	36.98	63.02
M7	S.L.T.	Verde claro	40-50	231.33	480.81	712.14	32.48	67.52
M8	S.L.T.	Verde oscuro	80-90	309.99	449.96	759.95	40.79	59.21
M9	S.L.T.	Verde Oscuro	80-90	379.99	589.99	969.98	39.18	60.82
M10	S.L.T.	Verde Oscuro	70-80	469.97	604.99	1074.96	43.72	56.28
M11	C.	Verde claro	80-90	484.98	889.99	1374.97	35.27	64.73
M12	C.	Verde claro	70-80	345.00	749.99	1094.99	31.51	68.49
M13	C.	Verde claro	70-80	300.66	319.13	619.79	48.51	51.49
M15	C.	Verde claro	80-90	236.82	260.07	496.89	47.66	52.34

¹ Procedencia: San Rafael Cedros, Cuscatlán

² Procedencia: Cojutepeque, Cuscatlán

³ Procedencia: San Luis Talpa, La Paz

Resultados de Obtención de Harina

Cuadro 3.8. Resultados de la operación de molienda de Guineo Majoncho seco necesarios para extracción del almidón

Muestras	Peso de muestra molida (Harina)(g)	Muestras	Peso de muestra molida (Harina)(g)
M1	907.18	M8	91.01
M2	1542.21	M9	91.42
M3	97.50	M10	146.47
M4	272.10	M11	200.91
M5	60.42	M12	112.08
M6	53.48	M13	154.81
M7	119.35	M15	123.95

Posterior a la obtención de la harina de Guineo Majoncho se procedió a realizar la operación de tamizado, y como resumen se muestran las cantidades en gramos tamizadas desde el tamiz 100 U.S. hasta el 200 U.S.

No se toman en cuenta los resultados de los demás tamices, no todas las muestras se pasaron por los tamices de 325U.S. y 400 U.S., debido a la poca cantidad de harina con la que se contaba, ya que si se realizaba de esta manera una buena parte de la muestra quedaría atrapada en los tamices por ser un polvo más fino.

Sin embargo se realizó un tamizado para Mallas 325 y 400 que corresponden a tamaños de partícula de 45 y 38 μ m respectivamente; para comprobar el tamaño de los gránulos de almidón de Guineo Majoncho.

De la muestra M1 y M2 se toman solo unas porciones del total de harina obtenida.

Cuadro 3.9. Datos de Tamizados de Malla 100-200 U.S

Muestras	Peso de Muestras (g)	Tamizado Malla 100 U.S. (g)	Tamizado Malla 140 U.S. (g)	Tamizado Malla 200 U.S. (g)
M1	105.90	56.96	7.99	11.46
M2	116.02	45.56	19.05	7.64
M3	97.50	41.52	3.72	42.02
M4	272.10	109.08	25.57	58.85
M5	60.42	33.12	5.34	4.73
M6	53.48	24.54	6.23	17.70
M7	119.35	65.56	7.86	10.63
M8	91.01	54.98	6.96	6.49
M9	91.42	55.07	6.81	23.82
M10	146.47	69.54	16.69	11.53
M11	200.91	81.13	40.90	15.78
M12	112.08	48.65	17.98	12.17
M13	154.81	69.01	15.54	13.20
M15	123.95	32.20	11.94	20.88

Para el método húmedo se obtienen los siguientes resultados

La muestra utilizada en este método fue la M14 proveniente de Cojutepeque, con un color de cascara de verde claro, un periodo de corte de 80-90 días con % Pulpa y %Peso de 39. 02% y 60.98% respectivamente. Y demás resultados que se observan en Cuadro 3.10.

Cuadro 3.10. Resultados Método Húmedo

Muestra 14/ Método húmedo/Parámetros	Resultados
Pulpa (g)	160.00
Cascara (g)	250.00
Cantidad de agua utilizada (ml)	6200.00
Almidón (g)	29.95
Tamizado final Malla 200 (g)	27.76
%Pérdida en tamiz final	7.31

Se utilizaron una serie de tamices para verificar los tamaños de partícula y en qué punto se obtendría la mejor calidad del almidón en cuanto a su granulometría; mostrando los tamaños en μm que posee cada tamiz; recalcando además, que los tamices utilizados estaban nuevos. Ver Cuadro 2.1.

Se determinó además las pérdidas que se presentaron en el proceso final de obtención del almidón. Estos resultados se muestran en el Cuadro 3.11.

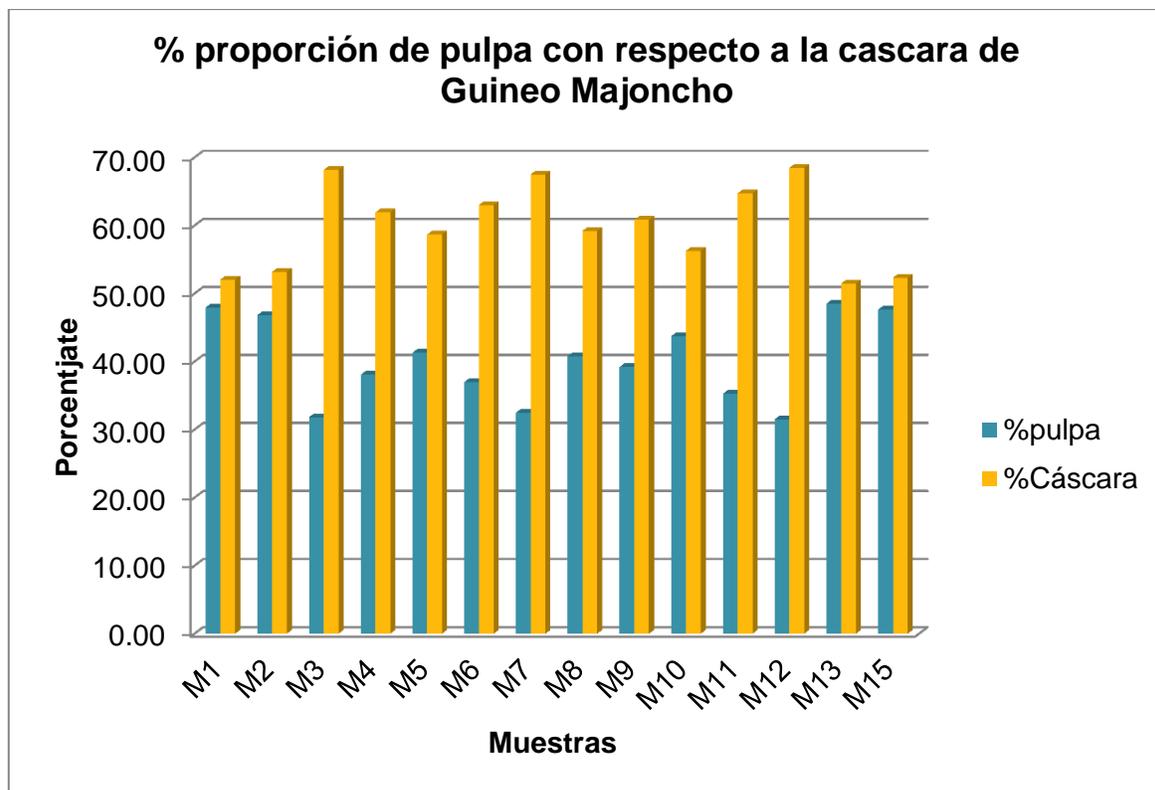
Cuadro 3.11. % Pérdidas en proceso de tamizado Método Seco

Muestra	% Pérdidas	Muestra	% Perdidas
M1	3.50	M8	8.08
M2	6.75	M9	6.26
M3	10.50	M10	5.03
M4	5.38	M11	3.71
M5	8.47	M12	6.19
M6	9.37	M13	3.35
M7	7.15	M15	8.00

3.2.2. Análisis de Resultados de Extracción de Almidón

La cantidad de pulpa varía de muestra a muestra debido a que se tomaron aproximadamente 3 muestras con 10 dedos de cada racimo exceptuando las dos muestras primeras que si provienen de un mismo racimo el cual se dividió entre dos partes porque su punto de corte estaba llegando a maduración; para los demás racimos el peso varía de acuerdo al tamaño, grosor y tiempo de maduración que poseía cada racimo de cada zona, como se observa en el Cuadro 3.7.

Para visualizarlo de una mejor manera se toman los porcentajes de Pulpa con respecto a los porcentajes de cascara de las muestras como en el Cuadro 3.7. y se muestra en la Grafica 3.3.



Grafica 3.3. Proporción de las muestras de pulpa con respecto a la cascara de Guineo Majoncho

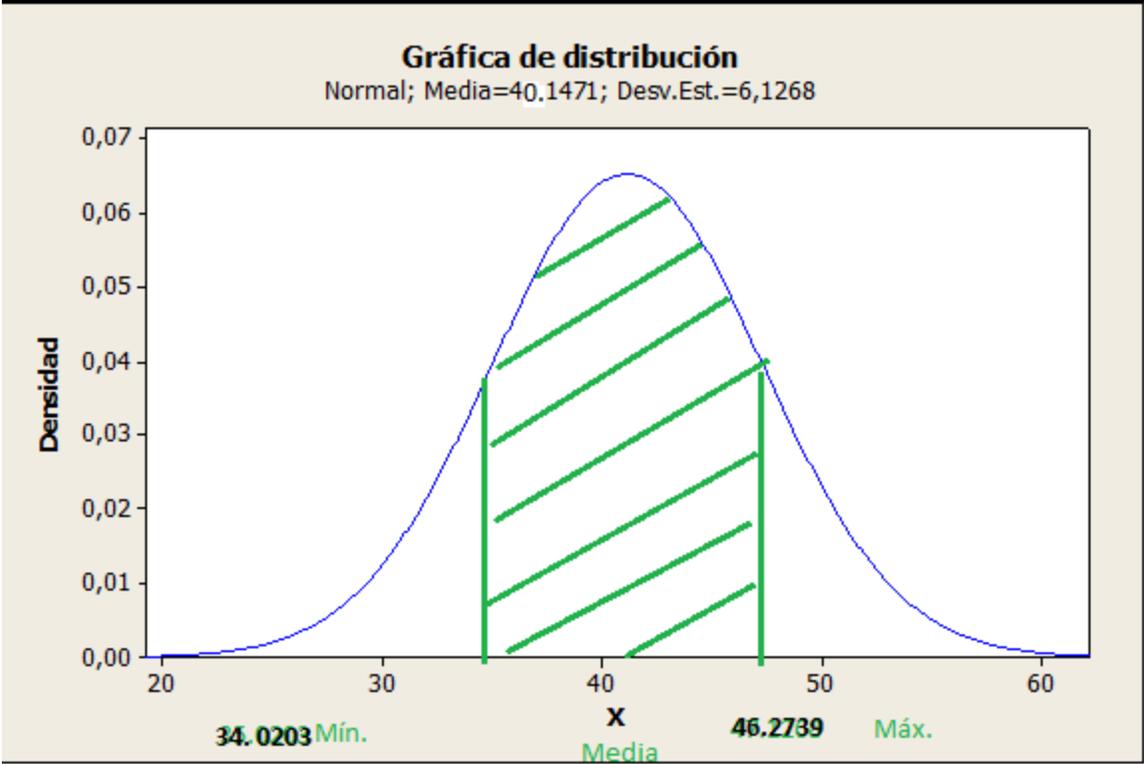
Como se puede apreciar los porcentajes obtenidos de pulpa y cascara con respecto a la teoría son favorables debido a que se encuentran en un rango aproximado de 50% cada uno y siempre siendo mayor el porcentaje de cascara; y si se observa la media del porcentaje de cascara = 59.8529% su valor sigue siendo representativo; al igual sucede con la pulpa: la media de porcentaje de pulpa= 40.1471%, la cual se visualiza mejor en un gráfico de distribución para las muestras de Guineo Majoncho.

Tenemos que:

X= Media de % de pulpa=40.1471%

σ = Desviación estándar=6.1268 %

Se observa por tanto que la desviación de los valores del porcentaje de pulpa es mínimo con respecto a la media, lo cual indica una tendencia favorable de los resultados ver Grafica 3.4.



Grafica 3.4. Distribución de %Pulpa con respecto a la media

En la Grafica 3.4. se pueden observar los máximos y mínimos en los que se desvían la media; es decir la dispersión o grado de alejamiento que se da con respecto a la media; en las Ecuaciones 3.1. y 3.2..

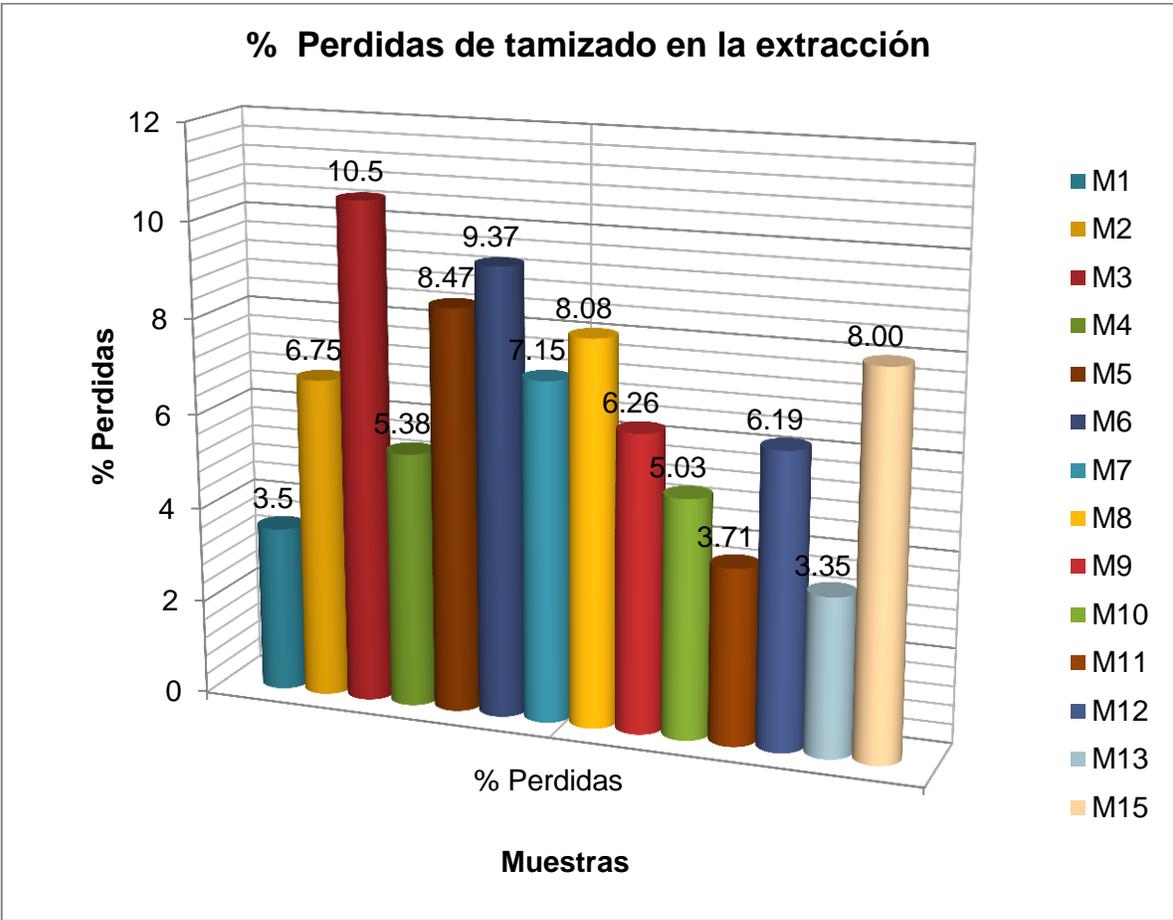
$$X_{mín} = X - \sigma \qquad X_{mín} = 34.0203\%$$

Ecuación 3.1

$$X_{máx.} = X + \sigma \qquad X_{máx} = 46.2739 \%$$

Ecuación 3.2.

Se obtuvieron perdidas de la extracción de todas las muestras que en algunos casos fueron mayores que otras como se aprecia en el Cuadro 3.11. Esto puede visualizarse de manera gráfica en la Grafica 3.5.



Grafica 3.5. Pérdidas en tamices

El método húmedo según los resultados presenta mayor porcentaje de pérdidas, esto puede deberse a la eficiencia de los lavados y tamizados que se le realizan a la muestra mientras se separa el almidón de los demás componentes; aunque su porcentaje de pérdidas es mayor y posee menor rendimiento; su calidad física puede ser apreciada de mejor manera ya que pierde en el proceso la mayoría de componentes como fibra, proteínas entre otros componentes.

El método seco presenta menores porcentajes de pérdidas y mayores rendimientos lo que en cuestión de números representa buenos valores; mas sin embargo, su calidad puede ser apreciada y valorada cuando estos pasan por tamices pequeños como las Mallas 325 U.S. y 400 U.S. pero obteniendo valores de rendimiento menores en estas dos últimas.

Sin embargo todos estos resultados dependerán del uso al que se destine el almidón extraído y de su pureza mas no de la cantidad; las cuales podrán ser apreciadas al final de la investigación.

3.3. Caracterización de almidón extraído

Los procedimientos utilizados para llevar acabo las pruebas para caracterización del almidón extraído se describen de manera detallada en el ANEXO 2. METODOLOGIA PARA CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN EXTRAÍDO; iniciando en el proceso 1 y finalizando con el proceso 13.

Cuadro 3.12. Fundamento para caracterización para almidón extraído

Caracterización de almidón extraído	
Objetivo	Realizar la caracterización física, química y microbiológica del almidón extraído a partir de Guineo Majoncho Variedad Cuadrado Pelipita
Se realizara una serie de pruebas comparándolas con resultados de otros almidones utilizados a nivel industrial, de forma teórica en algunas y experimental en otras: Almidón de especies como maíz, yuca, papa, trigo, arroz y camote; debido a que no se cuentan con antecedentes de extracción de almidón de Guineo Majoncho y mucho menos sus parámetros	

3.3.1. Prueba Cualitativa de almidón

Cuadro 3.13. Fundamento para prueba cualitativa de almidón

Prueba Cualitativa de almidón	
Objetivo	Comprobar que el almidón extraído realmente se trate de almidón por medio de una reacción con yodo, haciendo una verificación física de la reacción.
Parámetro de comparación	Se compara a nivel experimental con una prueba con almidón de maíz de nivel comercial; dando un resultado positiva de la prueba con coloración azul.
Referencia	Adaptado de Fuente: NTC 926, 1986, para almidón de maíz

A. Resultados

Se obtuvo una coloración azul para el almidón de maíz y un color bastante parecido para el almidón de Guineo Majoncho como se observa en las Figuras 3.1. y 3.2.

El almidón de maíz muestra un color azul purpura al homogenizar la muestra.

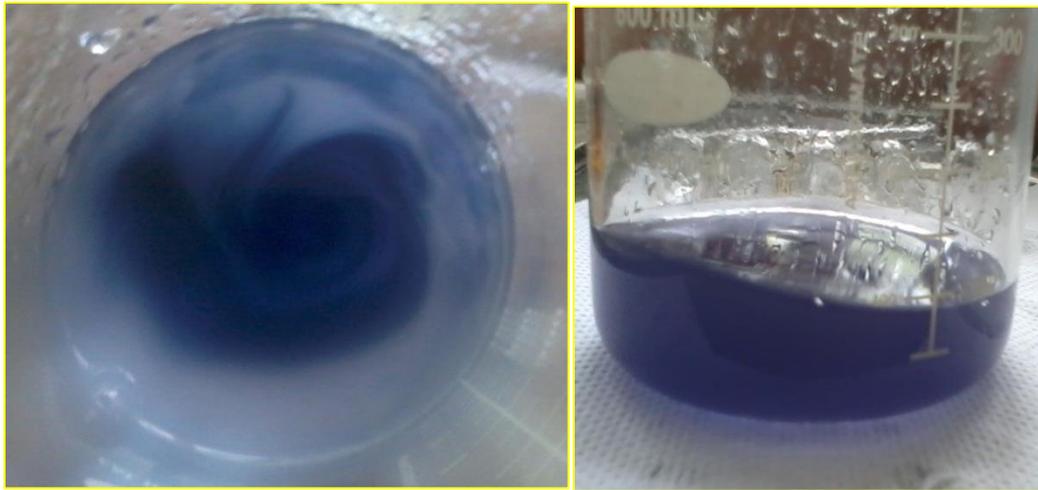


Figura 3.1. Reacción de prueba cualitativa con almidón de maíz

El almidón de Guineo Majoncho presento una coloración un poco más oscura como un color azul índigo

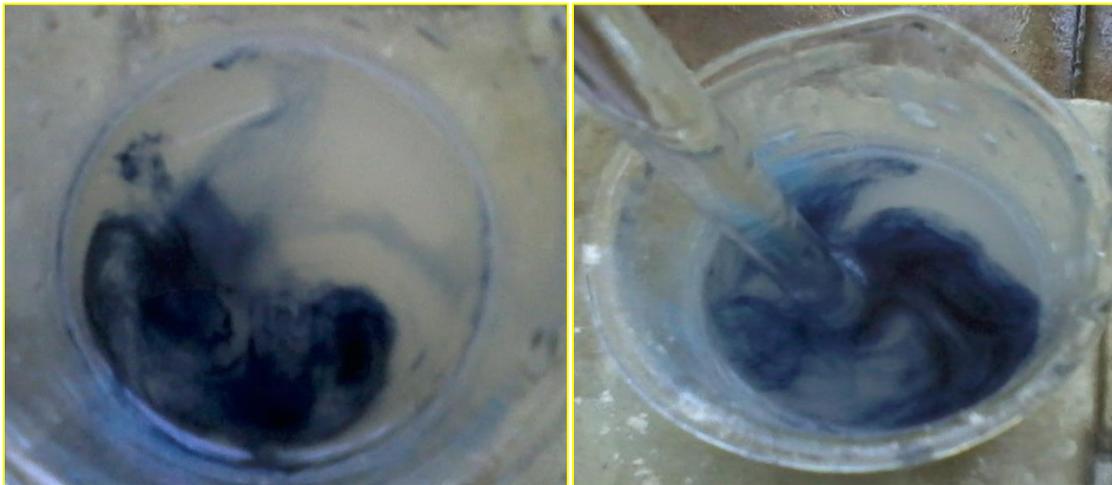


Figura 3.2. Reacción en prueba cualitativa con almidón de Guineo Majoncho

B. Análisis de Resultados

La muestra de almidón que se obtuvieron del proceso reacciona al agregársele una solución de yodo y da como resultado una coloración azul al igual que el almidón de maíz industrial; lo cual indica la presencia de almidón dando como resultado positiva la prueba.

En cuanto a los componentes principales del almidón como lo son la amilosa y la amilopectina, estos intervienen en el resultado. La amilosa siendo de cadena lineal, forma hélices donde se unen las moléculas de yodo, formando el color azul oscuro a negro; que podemos apreciar en las Figuras 3.1 y 3.2.

3.3.2. Prueba Cuantitativa de almidón extraído

Cuadro 3.14. Fundamento de Prueba de cuantificación de almidón extraído

Cuantificación de almidón extraído	
Objetivo	Determinar la cantidad de almidón presente en la muestra para verificar su pureza.
Parámetro de comparación	Se realizara el análisis experimental tomando como base una curva de Absorbancia vrs Concentración obtenida por método de espectrofotometría U.V. del almidón de maíz; esperando un porcentaje de almidón en las muestras problema mayor a 50%
Referencia	Se toma de referencia el Método de reacción colorida con yodo. Fuente: UNAM,2013.

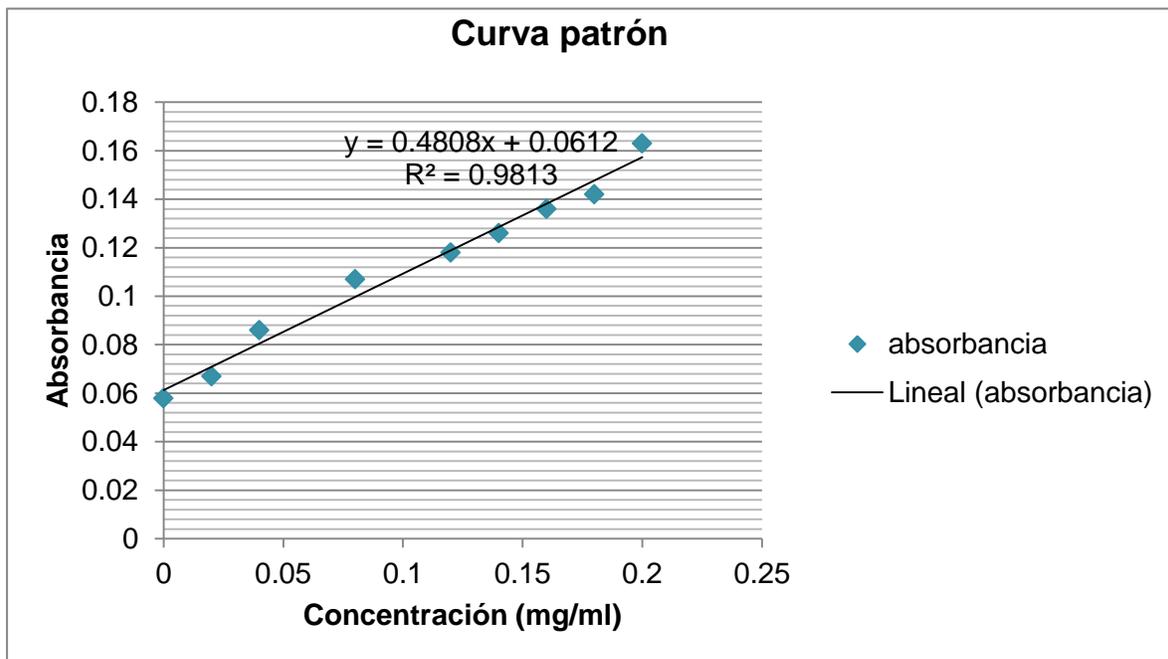
A. Resultados

Lecturas para curva patrón de almidón de maíz

Cuadro 3.15. Datos obtenidos en prueba de espectrofotometría para almidón de maíz

Concentración	0	0.02	0.04	0.08	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
Absorbancia	0.058	0.067	0.086	0.107	0.118	0.126	0.136	0.142	0.163

Curva patrón de absorbancia vrs concentración



Grafica 3.6. Curva de absorbancia vrs concentración utilizando como estándar almidón de maíz

Los resultados de absorbancia de muestras problema por duplicado se muestran en el Cuadro 3.16.

Para determinar la concentración de almidón en la muestra; se utiliza la ecuación de regresión de la curva patrón de la siguiente manera:

$$Y = 0.4808X + 0.0612$$

Ecuación 3.3.

Dónde:

Y= La absorción de la muestra problema

X= La concentración de la muestra problema

Cuadro 3.16. Datos de absorbancia para las muestras problemas

Muestras	Absorbancia 1	Absorbancia 2
M1	0.127	0.131
M2	0.118	0.133
M3	0.128	0.121
M4	0.126	0.126
M5	0.125	0.125
M6	0.140	0.141
M7	0.120	0.137
M8	0.140	0.140
M9	0.150	0.144
M10	0.144	0.144
M11	0.140	0.140
M12	0.130	0.130
M13	0.140	0.140
M14	0.132	0.132
M15	0.134	0.133

Ejemplo de cálculo para la muestra M1

De la ecuación 3.3. se despeja X y se obtiene su valor, usando la absorbancia 1 y obtener concentración1

$$0.127 = 0.4808X + 0.0612$$

$$X=0.1368$$

Ver resumen de resultados en cuadro 3.17.

Ecuación para determinar la cantidad de almidón presente en la muestra

$$\% \text{ Almidón} = \frac{\text{Calmidón} \times V.O. \times F.D. \times 10^{-4}}{W}$$

Ecuación. 3.4.

Dónde:

Calmidón= en mg/l (ppm) de la solución se lee en espectrofotómetro

V.O.=volumen con que se inició el proceso en ml

F.D.= Factor de dilución adimensional

W= Peso de la muestra de almidón analizada en g

Ver resultados en Cuadro 3.17.

Cuadro 3.17. Concentración de almidón en %p/p para muestras de almidón de Guineo Majoncho

Muestras	Concentración1 (mg/ml)	Concentración2 (mg/ml)	Concentración promedio (ppm)	%p/p
M1	0.13685524	0.145174709	141.014975	70.50748752
M2	0.11813644	0.149334443	133.7354409	66.86772047
M3	0.13893511	0.12437604	131.655574	65.82778702
M4	0.13477537	0.134775374	134.7753744	67.38768719
M5	0.13269551	0.132695507	132.6955075	66.34775374
M6	0.16389351	0.165973378	164.9334443	82.46672213
M7	0.12229617	0.15765391	139.9750416	69.9875208
M8	0.16389351	0.163893511	163.8935108	81.94675541
M9	0.18469218	0.172212978	178.452579	89.22628952
M10	0.17221298	0.172212978	172.2129784	86.10648918
M11	0.16389351	0.163893511	163.8935108	81.94675541
M12	0.14309484	0.143094842	143.0948419	71.54742097
M13	0.16389351	0.163893511	163.8935108	81.94675541
M14	0.14725458	0.147254576	147.2545757	73.62728785
M15	0.15141431	0.149334443	150.374376	75.18718802

B. Análisis de Resultados

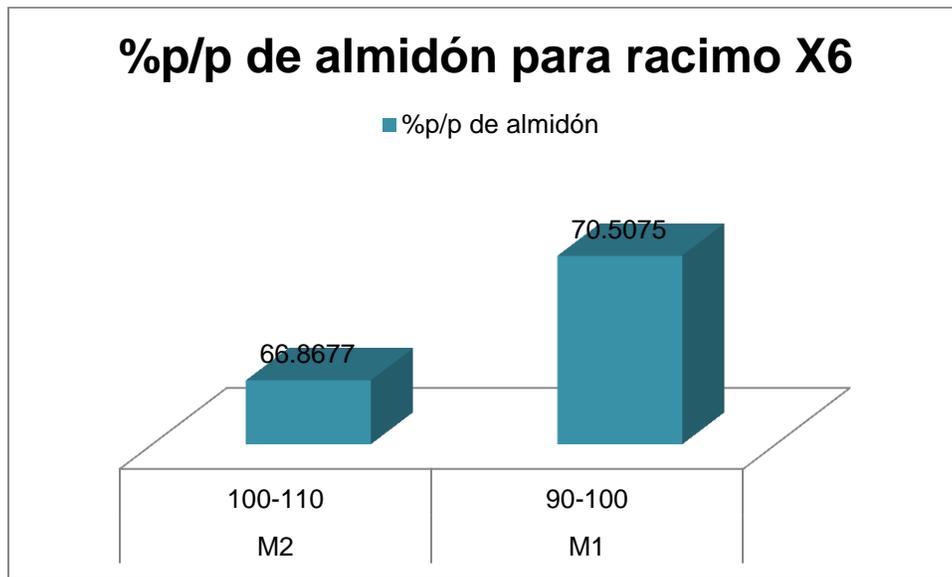
De acuerdo al análisis realizado se descartan las muestras que no se encuentran en los resultados aceptables y se realiza el análisis en base a las muestras que no presentaron resultados erráticos.

Cuadro 3.18. Resultados más selectos para el análisis

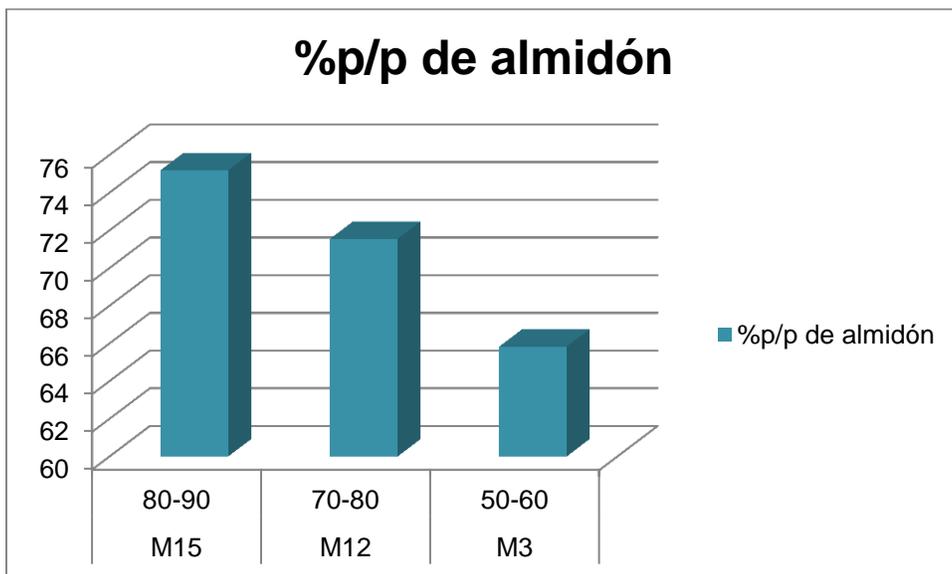
Muestras	Concentración1 (mg/ml)	Concentración2 (mg/ml)	Concentración promedio (ppm)	%p/p
M1	0.13685524	0.145174709	141.014975	70.50748752
M2	0.11813644	0.149334443	133.7354409	66.86772047
M3	0.13893511	0.12437604	131.655574	65.82778702
M4	0.13477537	0.134775374	134.7753744	67.38768719
M5	0.13269551	0.132695507	132.6955075	66.34775374
M8	0.16389351	0.163893511	163.8935108	81.94675541
M9	0.18469218	0.172212978	178.452579	89.22628952
M11	0.16389351	0.163893511	163.8935108	81.94675541
M12	0.14309484	0.143094842	143.0948419	71.54742097
M14	0.14725458	0.147254576	147.2545757	73.62728785
M15	0.15141431	0.149334443	150.374376	75.18718802

Al determinar la cantidad de almidón presente en las muestras de almidón extraído a partir de Guineo Majoncho se obtienen resultados de contenidos altos los cuales varían de un 65.83 - 89.23% aproximadamente por lo tanto se verifica la existencia de carbohidratos, como se puede observar en el Cuadro 3.19

Se denota además que el contenido de almidón aumenta a medida que el fruto se desarrolla y disminuye cuando este empieza a pintar amarillo es decir cuando inicia la maduración y los carbohidratos presentes en esa etapa empiezan a transformarse de almidones a azúcares disminuyendo los contenidos proporcionalmente como se muestra en las Gráficas 3.7. y 3.8.

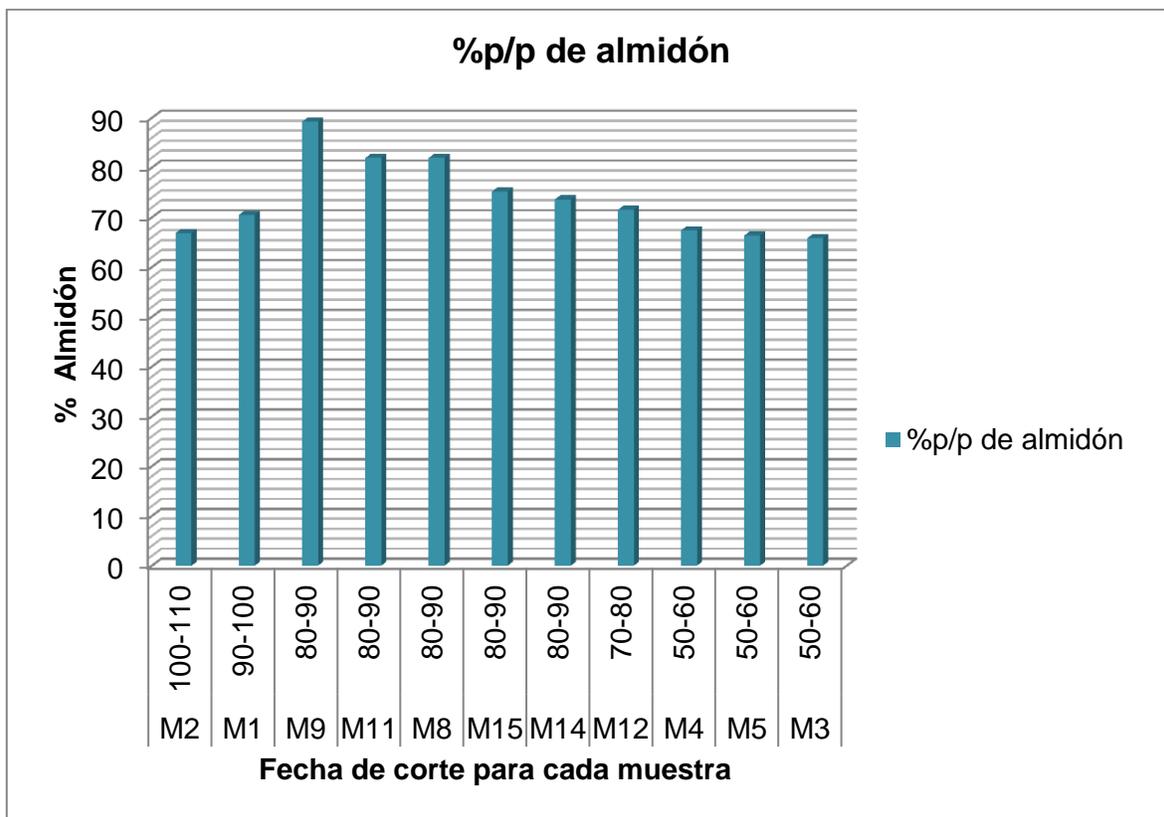


Grafica 3.7. %p/p de almidón de Guineo Majoncho cuando este ya empieza a pintar amarillo



Grafica 3.8. %p/p de almidón de Guineo Majoncho desde que está más verde (tierno) hasta antes de llegar a pintar amarillo

Se sigue la misma tendencia de las últimas gráficas y se ordenan las muestras en orden descendente del tiempo de corte de recepción de muestras, puede observarse en la Grafica 3.9. y Cuadro 3.19.



Grafica 3.9. %p/p de almidón de todas las muestras en orden ascendente de cosecha

En el cuadro 3.19. se muestra en la última columna una identificación de X que denota al racimo que corresponde cada muestra para verificar como cambia su contenido de almidón respecto a los tiempos de corte y de racimo a racimo.

Los valores de X corresponden a cada muestra en los diferentes tiempos de corte o cosecha de la siguiente manera:

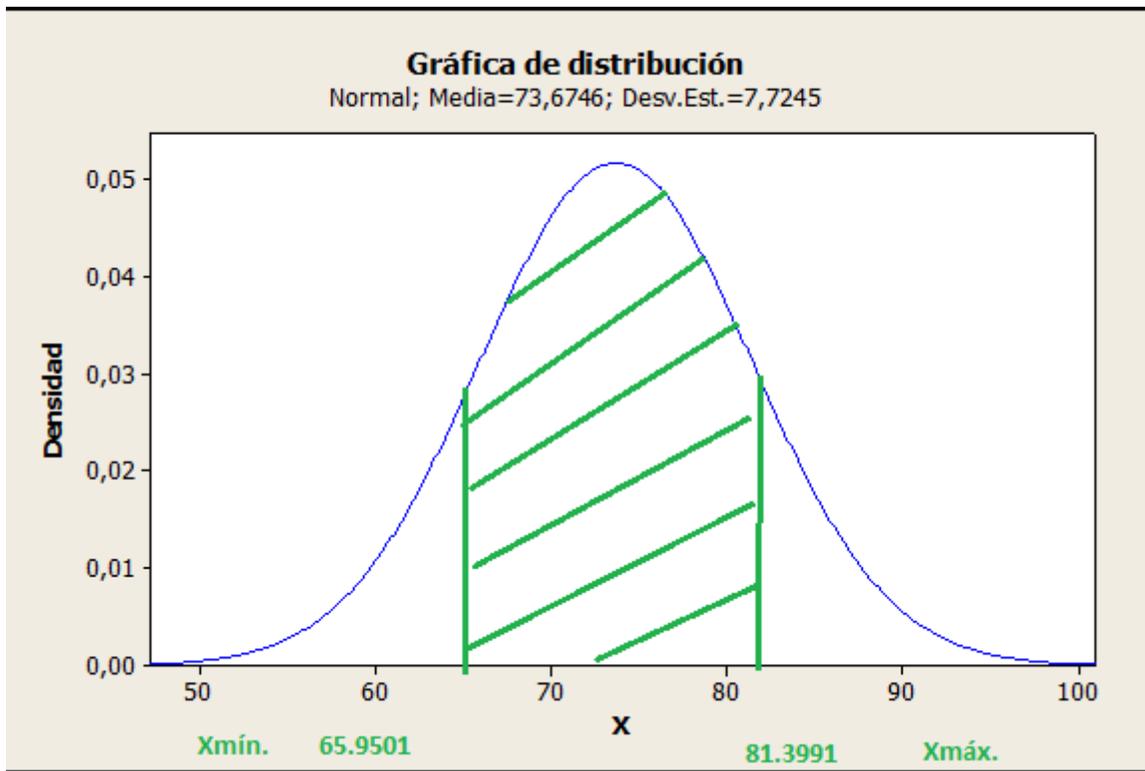
Ejemplo:
 Racimo X1 → M8=80-90 días de cosecha
 Racimo X1 → M5=50-60 días de cosecha

Cuadro 3.19. % Almidón con su respectivo tiempo de corte para cada muestra.

Zona	Muestras	Fecha de corte	%p/p de almidón	Muestras / Racimo
S.R.C.	M2	100-110	66.8677	X6
S.R.C.	M1	90-100	70.5075	X6
S.L.T.	M9	80-90	89.2263	X2
Cojutepeque	M11	80-90	81.9468	X5
S.L.T.	M8	80-90	81.9468	X1
Cojutepeque	M15	80-90	75.1872	X4
Cojutepeque	M14	80-90	73.6273	X4
Cojutepeque	M12	70-80	71.5474	X4
Cojutepeque	M4	50-60	67.3877	X5
S.L.T.	M5	50-60	66.3478	X1
Cojutepeque	M3	50-60	65.8278	X4

Como ejemplo ver Grafica 3.8. que corresponden a un solo racimo, donde se verifica que el fruto con menor punto de corte tiene menos almidón y cuando llega a su punto de maduración minimiza la cantidad de almidón.

Al visualizar la distribución de los datos por medio de la Grafica 3.10. se puede observar un alejamiento pequeño de los datos con respecto a la media.



Grafica 3.10. Distribución de los valores de %p/p de almidón con respecto a la media

$X =$ Media de almidón = 73.6746

$\sigma =$ Desviación estándar de almidón = 7.7245

Cuanta más pequeña sea la desviación estándar mayor será la concentración de los datos alrededor de la media por lo que se puede comprobar con estos datos, que la dispersión no es muy grande por lo que es aceptable los resultados obtenidos. Usando las Ecuaciones 1 y 2 obtenemos:

$X_{\text{mín}} = X - \sigma = 65.9501$

$X_{\text{máx.}} = X + \sigma = 81.3991$

Como se verifica con los datos anteriores la $X_{\text{mín}}$ y $X_{\text{máx}}$ contienen valores altos de contenido de almidón con respecto a la media.

3.3.3. Determinación de Temperatura de Gelatinización

Cuadro 3.20. Fundamento para determinación de Temperatura de Gelatinización

Temperatura de Gelatinización	
Objetivo	Determinar la temperatura a la que se gelatinice el almidón extraído.
Parámetro de comparación	Determinación experimental y comparación teórica con rango de Temperatura de Gelatinización = 53°C – 83°C. Comparación teórica con diferentes muestras de almidón para verificar su aplicabilidad
Referencia	Comparar con Temperatura de Gelatinización de Almidón de Yuca, Maíz, Trigo, Papa, Camote, Trigo, Arroz Fuente: de Villatoro, 2010

A. Resultados

Se realizaron las pruebas por triplicado y los resultados se observan en el Cuadro 3.21.

Cuadro 3.21. Promedio de Temperatura de Gelatinización para Almidón de Guineo Majoncho

Muestra	Temperatura de Gelatinización	Promedio
1	65	65.33
2	64	
3	67	

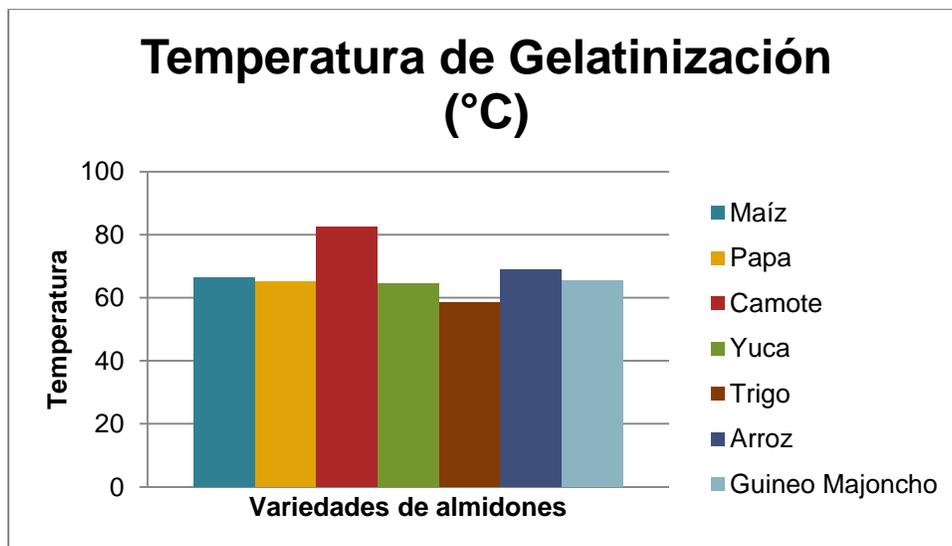
Al gelatinizar las muestras de almidón de Guineo Majoncho se forma una pasta gelatinosa bastante homogénea como se puede apreciar en la Figura 3.3.



Figura 3.3. Gelatinización de Almidón de Guineo Majoncho

B. Análisis de resultados

Se realiza una comparación de la temperatura promedio de la prueba; con respecto a las que se representan en el Anexo 2. Metodología para la caracterización de almidón extraído, Proceso 3, Cuadro 1., donde muestra temperaturas de gelatinización de algunos almidones; por lo que se puede observar que la muestra se encuentra dentro del rango de los otros tipos de almidones y el parámetro mencionado en el Cuadro 3.21., por ende posee una temperatura de gelatinización favorable para su uso; lo que puede visualizarse de una mejor manera en la Grafica 3.11.



Grafica 3.11. Temperatura (°C) de Gelatinización

3.3.4. Identificación de Tamaño de partícula

Cuadro 3.22. Fundamento teórico para la identificación de tamaño de partícula

Tamaño de Partícula	
Objetivo	Verificar el tamaño de partícula que tendrá el almidón extraído para uso en la industria
Parámetro de comparación	Determinación experimental y comparación teórica con almidón de maíz en un rango de tamaño= 45-75 μm .
Referencia	Se compara con resultados de Almidón de Maíz de Norma Colombiana. Fuente: NTC 926, 1986

A. Resultados

Se presentan en el Cuadro 3.23. los tamaños de partícula más representativos y con los que se realizara el análisis del Almidón

Cuadro 3.23. Tamaño de partícula

Almidón de Guineo Majoncho	Malla N° 200	Malla N° 325
Tamaño (μm)	75	45

B. Análisis de resultados

El almidón posee diferentes usos tanto en la industria de alimentos como en la no alimentaria, muchas de las empresas de estos tipos exigen un tamaño de partícula determinado para su uso. Por ejemplo en la industria textil, de papel y cartón exigen que el almidón pase en un 100% por un tamiz de 44(μm); mientras que la industria de alimentos exige que será retenido no más del 0.25% en la malla de 45(μm); es decir en este caso tendrá casi el 100% un tamaño de 75(μm). (Fuente: NTC, 1986).

Como en el proceso de extracción se utilizaron diferentes tamices para verificar exactamente su función o uso en la industria, se retoman por lo tanto solo para los tamices antes expuestos.

3.3.5. Características microscópicas

Cuadro 3.24. Fundamento de características microscópicas del almidón extraído

Características Microscópicas	
Objetivo	Determinar la forma del granulo de almidón extraído.
Parámetro de comparación	Forma del granulo poligonal o ligeramente redondeada comparado con resultados teóricos de almidón de maíz
Referencia	Almidón de maíz. Fuente: NTC 926, 1986.

A. Resultados

Los gránulos de almidón se observan al microscopio para visualizarse la forma que contiene; los cuales se disuelven en agua como puede apreciarse en el equipo ver Figura 3.4. y 3.5.



Figura 3.4. Uso del microscopio para verificar la forma del granulo

Se tomaron tres muestras diferentes de almidón de Guineo Majoncho, una muestra de almidón obtenido por método húmedo y dos muestras de almidón obtenido por método seco ver Figura 3.5.



Figura 3.5. Muestras de almidón diluidas

Se observó al microscopio la misma forma de granulo para las tres muestras como se observa en la Figura 3.6.

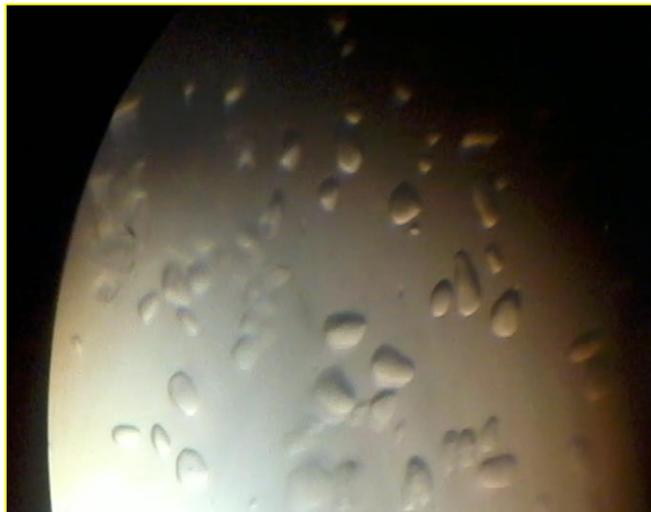


Figura 3.6. Fotografía al microscopio de gránulos de almidón de Guineo Majoncho
(40x)

B. Análisis de Resultados

El almidón de Guineo Majoncho presento una forma ovalada en algunos gránulos y en otros ligeramente redondeados. Algunos gránulos de almidón no tienen forma exacta, no son uniformes. Ver la Figura 3.6.

También para el almidón de maíz se presenta la Figura 3.7., esta presenta una forma poligonal o ligeramente redondeada; puede ser observada en una microfotografía de 700x.

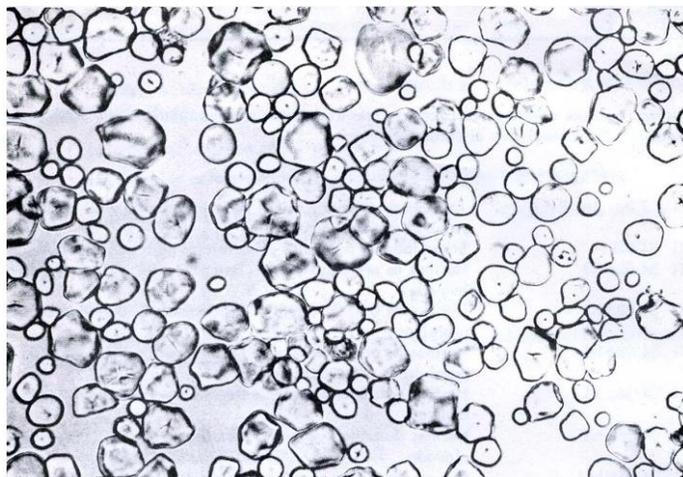


Figura 3.7. Microfotografía de almidón de maíz (x 700)

Fuente: NTC,1986.

La forma de los gránulos de almidón es variable y depende de la especie donde fueron extraídos.

3.3.6. Determinación de pH

Cuadro 3.25. Fundamento para determinación de pH

p H	
Objetivo	Determinar el grado de acidez presente en la muestra
Parámetro de comparación	Comparación de resultado experimental con parámetros teóricos entre pH mínimo =5.0. y un máximo de pH=7.0
Referencia	Se compara con almidón de maíz de fuente: NTC 926,1986 y de análisis para almidón de yuca, Fuente: ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007.

A. Resultados

Se realizó la prueba por triplicado y se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 3.26.

Cuadro 3.26. pH promedio de muestras de Almidón de Guineo Majoncho

Muestra	pH	Promedio
1	6.45	6.43
2	6.41	
3	6.43	

B. Análisis de Resultados

El almidón de Guineo Majoncho presenta en promedio un pH=6.43 de Cuadro 3.26. siendo este un valor ácido y que concuerda con valores de pH de almidón de yuca y almidón de maíz. Ver Cuadro 3.27.

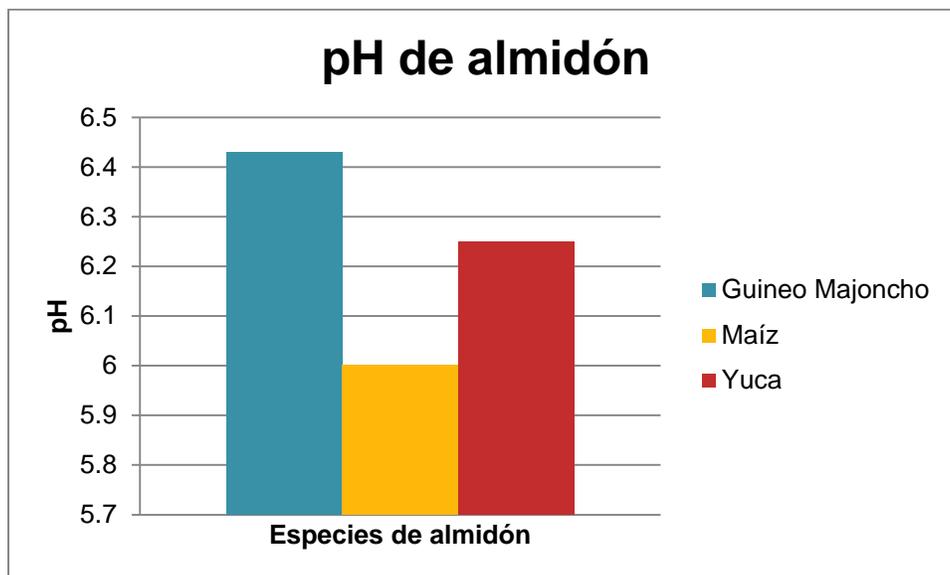
Cuadro 3.27. Cuadro comparativo de pH de diferente especie con almidón de Guineo Majoncho

Almidón	pH
Guineo Majoncho	6.43
Maíz ⁴	5.0 – 7.0
Yuca ⁵	6.0 – 6.5

En la Grafica 3.12. se muestra la diferencia de los pH, la cual no es muy elevada pero se observa que el almidón de Guineo Majoncho presenta mayor acidez que los demás almidones.

⁴ Fuente: NTC, 1986

⁵ Fuente ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007



Grafica 3.12. pH de tres diferentes especies de almidón

Por tanto el pH de Almidón de Guineo Majoncho se encuentra dentro de los pH de los almidones más comercializados en la industria de alimentos.

3.3.7. Determinación Acidez Titulable

Cuadro 3.28. Determinación de Acidez Titulable en almidón extraído

Acidez Titulable	
Objetivo	Determinar la cantidad de ácido presente en la muestra de almidón de Guineo Majoncho.
Parámetro de comparación	Acidez libre en cm^3 NaOH 0.1N /100g, máx.=40 Para almidón de Maíz.
Referencia	se compara con almidón de maíz de fuente: NTC 926,1986

A. Resultados

Se gastaron 21 ml de Hidróxido de Sodio al punto final de reacción con el Rojo de Metilo, el cual presento una coloración amarilla, por lo tanto obtendremos la Acidez haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Acidez normal en ml}}{100 \text{ g de muestra}} = \frac{V \times F \times 100}{P}$$

Ecuación 3.5.

Dónde:

V= el volumen de Hidróxido de Sodio gastado en la titulación

F= Normalidad del Hidróxido de Sodio

P= peso en gramos de muestra

Por tanto

V=21ml

F=0.1 N

P=5g

Sustituyendo en la ecuación 3.5.:

$$\frac{\text{Acidez normal en ml}}{100 \text{ g de muestra}} = \frac{21\text{ml} \times 0.1\text{N} \times 100}{5\text{g}}$$

$$\frac{\text{Acidez normal en ml}}{100 \text{ g de muestra}} = 42$$

B. Análisis de resultados de acidez titulable

La cantidad de ácido presente en la muestra de almidón de Guineo Majoncho es de 42ml/100g muestra, lo que indica y en comparación con el almidón de maíz (del NTC, 1986) el valor es similar y lo reportan como: Acidez libre en cm^3 NaOH 0.1N /100g, máx.

3.3.8. Determinación de Densidad aparente

Cuadro 3.29. Fundamento para la determinación de Densidad Aparente

Densidad Aparente	
Objetivo	Determinar la densidad aparente que posee el almidón extraído
Parámetro de comparación	Densidad Aparente de almidón de yuca= 1.56 g/ml
Referencia	Análisis para almidón de yuca de Fuente: ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007

A. Resultados de Densidad Aparente

Datos obtenidos

Beaker de 50ml=50cm³

Peso de Beaker vacío= 30.4244g

Peso de Beaker mas almidón=59.3850g

Usando la ecuación siguiente:

$$\rho_a = \frac{m}{V} = \frac{\text{Peso de beaker mas almidon} - \text{peso de beaker vacio}}{\text{volumen de beaker usado}}$$

Ecuación 3.6.

Dónde:

ρ_a = Densidad aparente

m= Masa de la muestra

V= Volumen de beaker

Sustituyendo datos en Ecuación 3.6.:

$$\rho_a = \frac{(59.3850g - 30.4244g)}{50\text{cm}^3} = 0.58282 \frac{g}{\text{cm}^3}$$
$$\rho_a = \frac{582.82kg}{\text{m}^3} = 0.5828g/\text{ml}$$

B. Análisis de resultados

En comparación de la ρ_a del almidón de yuca con el de Guineo Majoncho esta ultima resulta ser baja ya que el almidón de *yuca* = $1.56g/ml$ y en comparación con el almidón de *maíz* = $0.530g/ml$; se observa por tanto el valor de almidón de Guineo Majoncho no es tan pequeño y se encuentra entre el rango de densidades aparentes de los almidones.

3.3.9. Índice de Absorción de agua, Índice de solubilidad en agua y Poder de Hinchamiento.

Cuadro 3.30. Determinación del Índice de Absorción de agua, Índice de solubilidad en agua y Poder de Hinchamiento.

Índice de Absorción de agua, Índice de solubilidad en agua y Poder de Hinchamiento.	
Objetivo	Determinar el Índice de Absorción de agua (IAAA), Índice de solubilidad en agua (ISA) y Poder de Hinchamiento (PH) del almidón de Guineo Majoncho.
Parámetro de comparación	Comparado con parámetros del Almidón de yuca
Referencia	Análisis para almidón de yuca de Fuente: ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007.

A. Resultados

Se muestran en el Cuadro 3.31. los contenidos en peso que se obtuvieron en el proceso

Cuadro 3.31. Resultados de proceso para determinación del IAA, ISA y PH

Muestra	M1	M2
Muestra(g)	1.2563	1.2516
Tubos (g)	13.7400	13.7000
Beaker (g)	29.2118	29.5398
Tubos con gel (g)	16.2113	16.9038
Beaker + sobrenadante (g)	56.1242	56.5592
Crisoles (g)	44.8070	45.2330
Crisol + sobrenadante (g)	54.5480	54.9544

Calculo para Índice de Absorción de Agua IAA

$$IAA = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de muestra(g)}}$$

Ecuación 3.7

Peso de gel=Peso de tubos con gel - Peso de Tubos

Para cada muestra M1, M2 y M3

Peso gel_{M1}=16.2113 g – 13.7400= 2.4713 g

Peso gel_{M2}=16.9038 g – 13.7000= 3.2038 g

Sustituyendo los datos de la ecuación 3.7. se obtienen los siguientes resultados:

IAA_{M1}=2.4505g gel /g muestra

IAA_{M2}=2.5598g gel /g muestra

Para el ISA

$$ISA = \frac{\text{Peso de solubles (g)} \times V \times 10}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

Ecuación 3.8.

PH=

$$PH = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de muestra} - \text{Peso de solubles}}$$

Ecuación 3.9.

Cuadro 3.32. Cuadro resumen de valores de IAA, ISA y PH

Muestra	IAA g gel /g muestra	% ISA	% PH
M1	2.4505	4.1543	2.5119
M2	2.5598	3.7053	2.6151
Promedio	2.5022	3.9298	2.5635

B. Análisis de Resultados

En el Cuadro 3.32 se presentan los valores para almidón para los diferentes parámetros.

El IAA de almidón de Guineo Majoncho presenta un promedio bajo en comparación con otras fuentes como yuca, maíz, papa, que son valores más altos.

Estas diferencias pueden deberse a procedencia de la fuente de almidón, al tamaño y forma del granulo.

El ISA difirió un poco más, pero en este caso se eleva un poco el valor ya que para otras fuentes el ISA es menor que el que se obtuvo de almidón de Guineo Majoncho; sin embargo la FAO presenta rango bastante amplio de 0.27-12.32. estas diferencias pueden estar dadas por contenido de amilopectina que poseen las fuentes y tamaño menor del granulo, ya que facilita la entrada de agua a los espacios intermoleculares aumentando la solubilidad. (Fuente: ALVÍS, VÉLEZ, VILLADA & MENDOZA, 2008)

Para el PH este valor también es un poco bajo pero se encuentra entre el rango que proporciona la FAO para almidón de yuca = 0.79-15.45. Sin embargo comercialmente se buscan valores arriba de 2.0. % y este posee un valor=2.56% es decir un mayor porcentaje de hinchamiento por lo que resulta ser atractivo para la comercialización.

Los valores de los tres parámetros se encuentran en los rango que proporciona la fuente ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007 y se demuestra que los valores están cerca del medio, por tanto el almidón de Guineo Majoncho no es un almidón de tan baja calidad; ya que se dice que los que poseen baja solubilidad, alta absorción y alto poder de hinchamiento son almidones de buena calidad y alta viscosidad de la pasta. Por lo que es un almidón de mediana calidad.

3.3.10. Determinación Cualitativa de Amilosa y Amilopectina

Cuadro 3.33. Fundamento para la determinación Cualitativa de Amilosa y Amilopectina

Cualitativa de Amilosa y Amilopectina	
Objetivo	Determinar la presencia de Amilosa y Amilopectina en la muestra de almidón extraído de manera cualitativa.
Parámetro de comparación	A nivel teórico: Basado en la consistencia del gel o la pasta de arroz siguiendo la clasificación: <ul style="list-style-type: none">• 27 – 35 mm; consistencia de gel dura o alta• 36 – 49 mm; consistencia de gel media o intermedia• 50 mm o más; consistencia de gel blanda o baja A nivel experimental: se compara la muestra con harina de plátano verde.
Referencia	Evaluación de Calidad de arroz CIAT, 1980.

A. Resultados

Cuadro 3.34. Resultados de prueba de Consistencia de Gel

MUESTRA	CORRIDA DE GEL (mm)
1 Almidón Guineo majoncho	102.5
2 Harina plátano verde	85

B. Análisis de Resultados

Este análisis es comparativo con respecto al plátano dado por el Laboratorio de tecnología de Alimentos CENTA, 2013.

Según los parámetros de comparación de calidad de arroz, el almidón de Guineo Majoncho se clasifica como consistencia de gel blanda o bajo y, según la referencia el almidón contiene un alto contenido de amilosa ya que las muestras con consistencia blanda se mantienen suaves, es decir gelatinizadas.

Con respecto a las muestras de Guineo Majoncho y Plátano; este último contiene menos consistencia de gel sin embargo su contenido sigue siendo alto.

Nota: el análisis es cualitativo.

3.3.11. Determinación Cuantitativa de amilosa y amilopectina

Cuadro 3.35. Fundamento para la determinación Cuantitativa de Amilosa y Amilopectina

Cuantitativa de Amilosa y Amilopectina	
Objetivo	Determinar la presencia de Amilosa y Amilopectina en la muestra de almidón extraído
Parámetro de comparación	Se realiza a nivel experimental determinando directamente de una curva estándar de amilosa de papa.
Referencia	Evaluación de Calidad de arroz CIAT, 1980.

A. Resultados

Se obtuvo un rango de 37.41% de Amilosa a nivel experimental y que corresponde por lo tanto a un 62.59% de amilopectina, obtenido por diferencia.

B. Análisis de Resultados

El análisis fue realizado por el Laboratorio de Química Agrícola, CENTA, donde se realizó la prueba con una curva patrón de amilosa de papa, siguiendo el proceso

para determinación de amilosa en arroz, el cual tiene como máximo contenido un rango de 28-32%; lo que demuestra que el almidón de Guineo Majoncho posee un alto contenido de amilosa ya que es mayor que el máximo valor, por lo que se infiere que el método es aplicable.

3.3.12. Caracterización Química

Cuadro 3.36. Fundamento para la caracterización química de almidón de Guineo Majoncho

Caracterización química	
Objetivo	Realizar una caracterización química del almidón extraído
Parámetro de comparación	Se compara con resultados de almidón de maíz
Referencia	Norma Colombiana para almidón de maíz, Fuente: NTC 926, 1986.

A. Resultados

Cuadro 3.37. Análisis proximal de almidón de Guineo Majoncho, en base seca en g/100g de muestra

PARÁMETROS	RESULTADOS BASE HÚMEDA
%Humedad	13.53
Carbohidratos (g)	80.85
Proteína cruda (g)	3.55
Fibra cruda (g)	0.84
Grasas (Extracto Etéreo)(g)	0.29
Cenizas (g)	1.78
Fosforo (P) (g)	0.10

B. Análisis de Resultados

Los valores del análisis proximal son similares a fuentes como la NTC 926 para almidón de maíz, como el contenido de Humedad y el contenido de grasa en comparación es casi similar, como se observa en la Figura 3.8., por tanto se concluye que los resultados son favorables; mas sin embargo los que difieren más son los niveles de proteínas y fibra, lo que demuestra los residuos del método; ya que la muestra utilizada para este análisis se extrajo por el método seco y la mayoría de almidones se extraen por el método húmedo en el cual pierde muchos de estos componentes en los lavados y tamizados que se realizan.

Tabla 1. Requisitos del almidón de maíz sin modificar

Requisitos	Límite
pH	5,0 - 7,0
Humedad, en % en masa, máx.	13,0
* Contenido de almidón, en % en masa, mín.	98,0
* Cenizas, en 8 % en masa, máx.	0,25
* Contenido de proteínas, en % en masa, máx.	0,50
* Materia extraíble en hidrocarburos de petróleo, en % en masa máx.	0,25
* Acidez libre, en cm ³ NaOH 0,1 N/100 g, máx.	40,0
Viscosidad Scott base 12 g, mín.	70 s
Materias solubles en agua fría, en % en masa, máx.	0,40
Contenido de SO ₂ , en ppm, máx.	80
Contenido de fibra, en % en masa, máx.	0,115

Figura 3.8. Requisitos de almidón de Maíz para comparar con la caracterización química de almidón de Guineo Majoncho

Fuente: NTC 926, 1986.

3.3.13. Caracterización microbiológica

Cuadro 3.38. Fundamento para la caracterización microbiológica de almidón de Guineo Majoncho

Caracterización Microbiológica	
Objetivo	Realizar una caracterización microbiológica del almidón extraído, a fin de verificar que no contenga microorganismos patógenos altamente dañinos para el organismo.
Parámetro de comparación	Se compara con resultados de almidón de yuca
Referencia	Análisis para almidón de yuca, Fuente: ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007

A. Resultados

Cuadro 3.39. Resultados de análisis microbiológico de Almidón de Guineo Majoncho

DETERMINACIÓN	RESULTADOS
Recuento de Bacterias aeróbicas	3800 UFC ⁶ /g
Recuento de Mohos y Levaduras	8800 UFC/g
Detección de <i>Escherichia coli</i>	Negativa
Detección de <i>Salmonella spp</i>	Negativa

⁶ UFC: Unidades Formadoras de Colonias

B. Análisis de Resultados

El análisis microbiológico representa valores aceptables ya que no existe presencia de patógenos como *Salmonella spp.* y *E. coli.* ya que presentaron resultados negativos.

En el caso de las bacterias aeróbicas, el resultado también es aceptable en comparación con el almidón de yuca (Fuente: ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007), ya que los valores permitidos se encuentran entre los 200000-300000 UFC/g; y comparándolo con el resultado del Cuadro 3.39. se observa un valor muy por debajo del rango anterior.

El recuento de mohos y levaduras si se eleva un poco con respecto al valor dado por la FAO para almidón de yuca, esto pudo deberse al tipo de proceso que se llevó a cabo, ya que se expuso por un tiempo prolongado las muestras a una temperatura baja y se realizó el secado por método natural es decir secado solar, se mantuvo la humedad por bastante tiempo; esto pudo inferir en los resultados de crecimientos de mohos o levaduras. El resultado es comparado con el valor del almidón de yuca de 1000-5000 UFC/ y el valor del almidón de guineo Majoncho es 8800 UFC/g más elevado que el ultimo valor de ese rango.

Sin embargo aunque el resultado es un poco elevado pueden eliminarse o bajar el nivel de estos microorganismos haciendo uso de otro método de secado mucho más rápido; o sometiendo el almidón ya seco a altas temperaturas haciendo uso de una estufa a para eliminar la mayor cantidad posible de estos microorganismos.

3.4. Comparación De Almidón Extraído De Guineo Majoncho Con Otros Almidones, A Nivel Teórico

En el Cuadro 3.40. se muestra un resumen comparativo de los parámetros más importantes para caracterizar al almidón de Guineo Majoncho y verificar su aplicabilidad en la Industria de Alimentos. En el mismo se han marcado los

parámetros correspondientes a los diferentes tipos de almidones que tienen el mayor parecido a los parámetros del Almidón de Guineo Majoncho; y verificar de esa manera con que almidón posee mayor similitud.

Si se observa la celda al final del cuadro, presenta cuantos puntos a favor posee cada almidón con respecto al extraído, por lo que se tiene que los más parecidos son el almidón de trigo, maíz y papa de manera descendente, siendo este último el que posee menos parámetros similares al extraído.

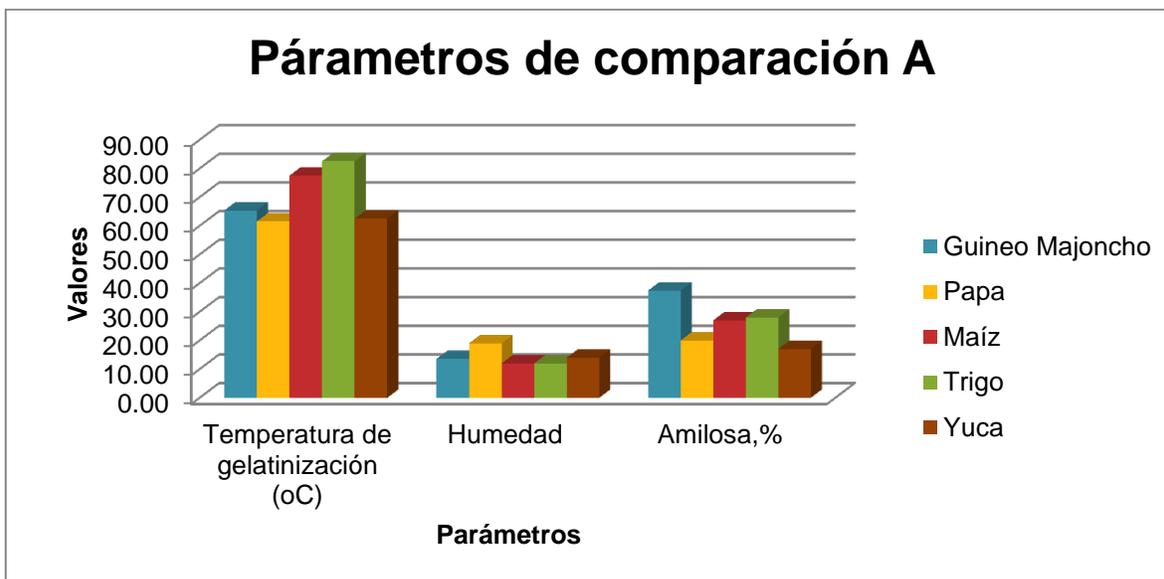
En la Grafica 3.13. los valores de los parámetros son similares con los otros almidones, la temperatura de gelatinización se encuentra en el rango de todos los demás, la humedad es más baja que la mayoría lo cual es un resultado favorable ya que lo que se busca en el proceso es eliminar la mayor parte de humedad presente en las muestras; y que estas, en el proceso final no presenten problemas de contaminación por la humedad que contenga; la Amilosa resulto ser mayor que todos los demás parámetros donde tiene una variación un poco significativa y por ende tiene menor cantidad de amilopectina que los demás.

El contenido de amilosa y amilopectina influye en forma definitiva en las propiedades sensoriales y funcionales de cada almidón. Debido a que el almidón de Guineo Majoncho contiene un alto porcentaje de amilosa, se puede inducir que este tipo de almidón posee una alta tendencia a gelificar como el almidón de maíz y el almidón de trigo; como es rico en amilosa mantendrá su forma cuando se moldee es decir gelificara mejor que los demás almidones

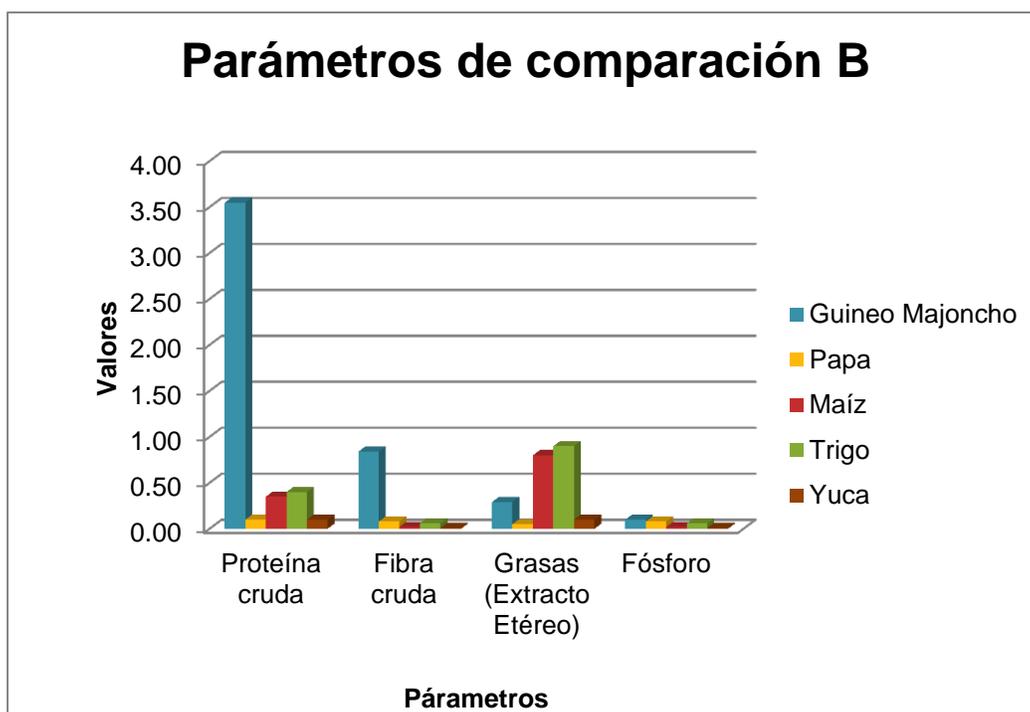
En la Grafica 3.14. los valores tienden a variar de una manera más significativa, esto puede ser debido al proceso llevado a cabo para la extracción de almidón de Guineo Majoncho ya que fue realizado por el método seco, mientras que muchos almidones los extraen por el método húmedo.

Cuadro 3.40. Cuadro comparativo de pruebas de caracterización de almidón de Guineo Majoncho con almidones de otras especies.

Almidón	Guineo Majoncho	Papa	Maíz	Trigo	Yuca
Color	Amarillento/oscuro	Blanco	Amarillento	Amarillento	Blanco
Tamaño de partícula µm	38-75	5-100	3-26	1-46	4-35
Forma de granulo	Ovalado	Ovalado	Poligonal y ligeramente esférico	Esférico o lenticular	Esférico
%Humedad	13.53	18-20	11-13	11-13	13-15
%Proteína cruda	3.55	0.1	0.35	0.4	0.1
%Fibra cruda	0.84	0.08	0.02	0.06	0.01
%Grasas (Extracto Etéreo)	0.29	0.05	0.8	0.9	0.1
%Fósforo	0.10	0.08	0.02	0.06	0.01
%Amilosa	37.41	20	27	28	17
Temperatura de gelatinización (°C)	65.33	58-65	75-80	80-85	60-65
Almidón	Guineo Majoncho	Papa	Maíz	Trigo	Yuca
Parámetros similares		5	6	8	3



Grafica 3.13. Parámetros de comparación A (A=Temperatura de Gelatinización °C, %humedad y % Amilosa) del Almidón de Guineo Majoncho con otros almidones



Grafica 3.14. Parámetros de comparación B (B=Proteína cruda (%), fibra cruda (%) y grasas (%), forman parte del análisis proximal del almidón) del almidón de Guineo Majoncho en comparación con otros almidones.

Con respecto a los resultados numéricos se presenta en el Cuadro 3.41. las medias y desviaciones estándar para verificar la distribución de los resultados.

Cuadro 3.41. Datos de distribución de la media

Parámetros	Valor	Media	Desviación estándar
Temperatura de Gelatinización (°C)	65,33	69,36	9,52259313
%Humedad	13,53	13,90	2,87944092
%Amilosa	37,41	24,92	7,9391196
%Proteína cruda	3,55	0,35	1,4878676
%Fibra cruda	0,84	0,06	0,35779883
%Grasa	0,29	0,25	0,39707682
%Fósforo	0,10	0,04	0,03847077

Los resultados del Cuadro 3.41. representan una variabilidad de los datos, no tan alejados de la media lo que significa que el almidón de Guineo Majoncho tiene una amplia aplicabilidad en la industria.

El almidón de guineo Majoncho por ser de origen nativo se recomienda su uso para la industria de alimentos, y más por ser familia de las musáceas puede ser llamado almidón resistente, es decir que resiste la digestión, no es absorbido por el intestino delgado y ayuda a la reducción del índice glicémico y prevención de algunas enfermedades.

CAPITULO 4.0.

PROPUESTA DE APLICACIÓN

4.1. Propuesta de aplicación del almidón extraído

En el Capítulo anterior, el almidón extraído presentó características similares al almidón de maíz, almidón de trigo y almidón de papa; características altamente favorables de gelatinización, alto poder de hinchamiento y viscosidad por lo que su aplicación se enfocara a productos elaborados con estos tipos de almidones o que requieran de estos atributos para la obtención de los productos. Enfocándose además, y principalmente en la industria de alimentos debido a que es el área de interés y se plantea como objetivo específico dentro de la investigación.

Como el área principal de estudio es la industria de alimentos, se elabora un producto alimenticio haciendo uso del almidón extraído, así como también, por poseer características favorables para la elaboración de algunos alimentos y en comparación con otros almidones y/o gomas utilizadas a nivel industrial.

Como ejemplo tenemos el almidón de maíz o fécula de maíz que es usado en muchos procesos por la industria de alimentos de gran interés como ingredientes de diferentes alimentos; las industrias más comunes son:

1. Procesamiento de Salsas (como espesante, emulsionante, dador de cuerpo y textura)
2. Mayonesas (como espesante, emulsionante, dador de cuerpo y textura)
3. Panadería y Repostería (aumenta propiedad de extenderse y crujir en galletas, para bajar contenido de proteínas y fuerza del gluten; ablandan textura)
4. Bebidas (espesante y estabilizantes)
5. Dulces, caramelos y gomas (como medio de moldeo, dador de cuerpo)

6. Gelatinas (como espesante en gelatinas sintéticas)
7. Helados (Estabilizador, por su elevada retención de agua)
8. Salchichas y embutidos (Aglutinante, para ligamento)

Tomando en cuenta toda la amplia aplicabilidad que presenta el almidón extraído de Guineo Majoncho se elabora un producto que presente características similares a productos utilizados en la industria; haciendo uso de una evaluación sensorial para verificar la aceptación. Por tanto, la propuesta del producto a elaborar es: Salsa de tomate tipo Ketchup, la cual, además de ser usada como acompañante de pastas, posee una gran cantidad de usos que incrementan su valoración para el consumidor. Por lo que el comercio potente para este tipo de salsas es a nivel nacional.

4.1.1. Elaboración de Producto

Material y Equipo

- Balanza
- Probeta
- Tamiz de 60 Mesh
- Mezcladora (marmita con mezcladora)
- Termómetro
- Pasteurizador

Formulación de Salsa tipo Ketchup

Cuadro 4.1. Formulación para Salsa tipo Ketchup

Ingrediente	%Proporción
Pasta de tomate	35.48
Agua	34.31
azúcar	15.51
Ácido acético comercial (al 5%) (vinagre blanco)	8.5
Sal	1.84
Especies (mezcla: pimienta, canela molida y laurel)	2.56
Sabor ketchup (salsa comercial picante)	0.35
Almidón de Guineo Majoncho	0.85

Nota: Las Salsas tipo Ketchup en la industria hacen uso de almidones de maíz o papa, o Gomas, en lugar de estos ingredientes se usara el Almidón de Guineo Majoncho como espesante y emulsionante.

Procedimiento

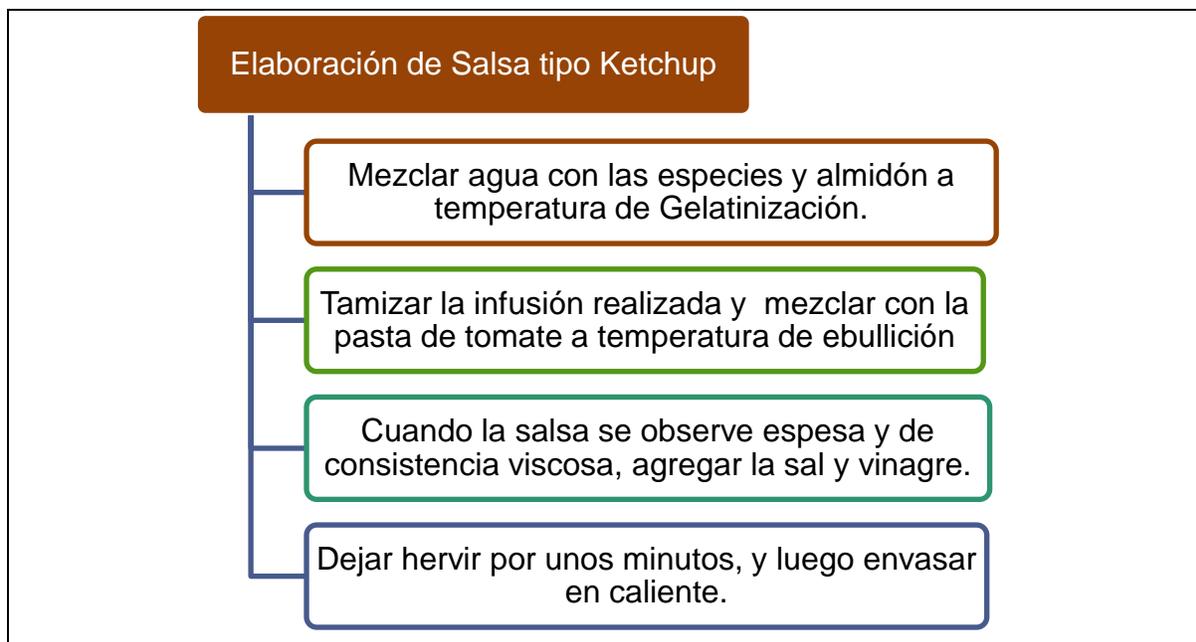


Figura 4.1. Procedimiento para la elaboración de Salsa tipo Ketchup con Almidón de Guineo Majoncho

4.2. Evaluación Sensorial

Es un método que tiene como objetivo permitir evaluar y medir la calidad de los alimentos, mejorar y optimizar los procesos de producción de los alimentos, a través de la opinión en cuanto a la aceptación o no de los productos por parte del consumidor.

Esta área es tan importante como la evaluación microbiológica o evaluación fisicoquímica en el aseguramiento de la calidad.

La evaluación sensorial la definen como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume (Fuente: Hernández, 2005)

En esta investigación el Análisis Sensorial tiene como objetivo principal la sensación experimentada por el consumidor que se basa en el grado de aceptación o rechazo del producto elaborado con Almidón de Guineo Majoncho, en comparación con un producto comercializado en nuestro país, el cual hace uso de almidón y/o gomas con el fin de sustituir un ingrediente que es indispensable para su elaboración, como lo es la viscosidad; por tanto se desea medir el atributo para su evaluación.

Para la realización del análisis sensorial debe tomarse en cuenta, el orden en que se evaluara el producto; la percepción que se tiene es:

1. El color
2. El olor
3. La textura percibida el tacto,

4. El sabor
5. El sonido al ser masticado e ingerido.

Todos estos aspectos vienen mostrados por un sensograma como el de la figura 4.2. El cual muestra cómo se dan las percepciones para un producto, tomando en cuenta todos los sentidos (vista, olfato, tacto, gusto y auditivo).

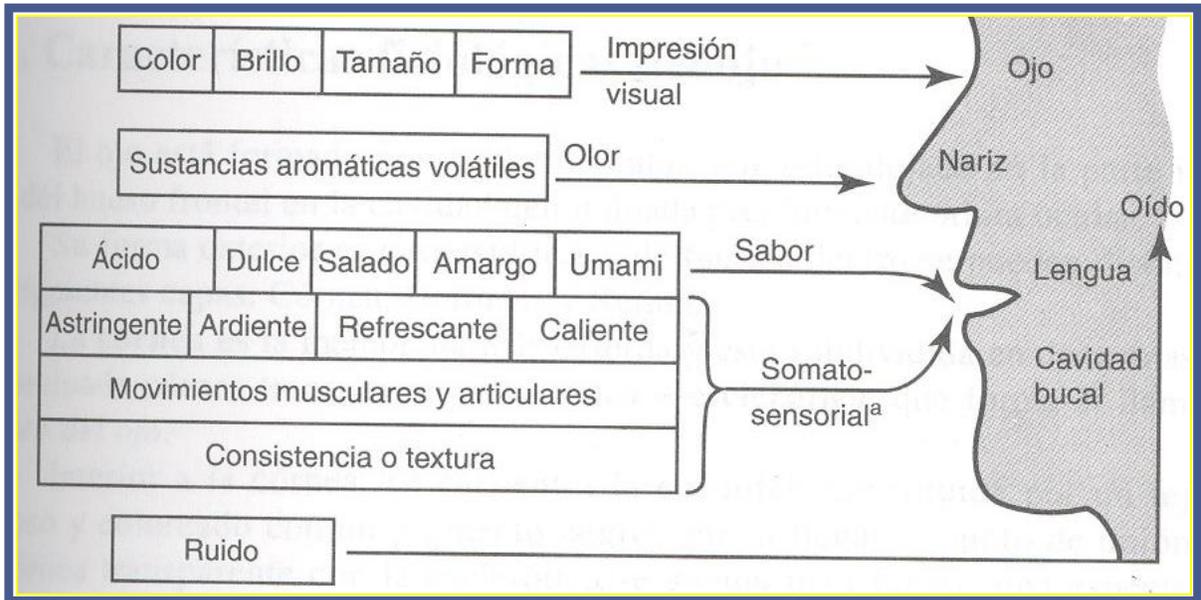


Figura 4.2. Sensograma

Fuente: Hernández, 2005

En la evaluación sensorial el color se verifica por medio del sentido de la vista el cual percibe las propiedades externas radicadas en la apariencia que presenta el alimento; por lo general el color, apariencia, la forma, tamaño o brillo que presenta el alimento influirá en los sabores verdaderos o no del producto.

En el olfato lo que se percibe es el olor que tiene que ver con el que se produce por los alimentos por las sustancias que se esparcen en el aire y el aroma se refiere al factor provocado después de haberlo introducido en la boca.

El sabor es una propiedad química, debido a que involucra la detección de estímulos disueltos en saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta.

El sabor identificado por el sentido del gusto hace referencia a los sabores que tiene el alimento y une a los dos anteriores aspectos; donde los sabores básicos son:

- Acido
- Dulce
- Salado
- Amargo

Sin embargo existen otras sensaciones, producto de la mezcla de sabores en los alimentos, como por ejemplo: condimentados, picantes, astringente, entre otros.

La textura es la propiedad detectada en la piel y lengua; así como también otros aspectos como: tamaño, forma, viscosidad/fluidez, grumosidad, gomosidad, cremosidad, entre otros. Se identifica cuando el alimento sufre una deformación; por tanto, se puede identificar si el alimento es duro o blando, crujido que con ayuda del sentido auditivo puede ser identificado de una mejor manera.

El sentido del oído presenta el ruido o sonido que se produce al masticar o palpar un alimento, lo cual es una información de mucha importancia para muchos consumidores.

4.2.1. Pruebas para evaluación sensorial

La industria de alimentos debe hacer uso de diferentes pruebas para la aceptación o rechazo de un producto, ya sea este nuevo o con cambio de ingredientes o propiedades del producto original.

Se presenta por lo tanto el Cuadro 4.2. con las diferentes pruebas aplicadas a alimentos.

Cuadro 4.2. Pruebas para evaluación sensorial

PRUEBAS	Discriminativas	Diferenciación	<ul style="list-style-type: none"> • Pares • Dúo-trío • Triangular • Ordenación • Escalar de control
		Sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Umbral de detección • Umbral de reconocimiento
	Descriptivas	Escala de atributos	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de categorías • Escala de estimación de la magnitud
		Análisis Descriptivo	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de Sabor • Perfil de textura
		Análisis Cuantitativo	
	Afectivas	Preferencia	Preferencia pareada
		Satisfacción	Preferencia Ordenación
		Aceptación	Escala Hedónica Verbal Escala Hedónica Facial

Fuente: Hernández, 2005

Pruebas discriminativas; se evalúan dos o más productos donde el juez tiene que identificar si existe diferencia alguna entre los productos evaluados

- Pruebas de diferenciación: se logra comparar entre dos y cinco muestras al mismo tiempo.
- Pruebas de sensibilidad: estas son únicamente de carácter enseñanza, es decir se usan como entrenamiento para los jueces

Pruebas descriptivas; dan a conocer características especiales del alimento y las exigencias del consumidor, lo cual ayuda a corregir las formulaciones originales de los productos.

- Escala de atributos: Se describe el alimento evaluando sus atributos y verificando la aceptación o rechazo del producto.
- Análisis descriptivo: se evalúan los cambios menores en cuanto a sabor y textura para mejorar su formulación. Se debe describir cada atributo.
- Análisis cuantitativo: se evalúan todos los atributos sensoriales por medio de escala de intensidades donde se combinan dos pruebas: escala de categorías y la prueba de perfiles

Pruebas afectivas; se evalúa el rechazo o aceptación del alimento, el cual puede compararse con otro producto

- Pruebas de preferencia, define el grado de aceptación o rechazo de producto.
- Pruebas de satisfacción: se clasifica en prueba hedónica verbal y facial; se da el grado de aceptación frente a una escala verbal o grafica como, no me gusta, ni me gusta ni me disgusta o me gusta muchísimo, etc., o con figuras de caras donde expresan los aspectos anteriores.
- Prueba de aceptación: como su nombre lo indica, evalúa el grado de aceptación entre si se acepta o no el producto.

4.2.2. Los jueces

En algunos casos, para la evaluación sensorial es necesario contar con jueces o panelistas especialistas en la rama de productos evaluados, contar con un establecimiento apto para el desarrollo de la prueba, muestras y su número, y tipo de prueba a aplicar. Todos esos parámetros y demás, indicaran la confiabilidad de los resultados y permitir al evaluador obtener una conclusión favorable.

Los panelistas o jueces deben cumplir con ciertos requisitos como:

- Habilidad: para identificar y diferenciar los cambios en las muestras
- Disponibilidad: la prueba debe realizarse para un grupo de personas al mismo tiempo, no por separado.
- Interés: tiene como finalidad obtener resultados concretos y confiables

4.2.3. Establecimientos para evaluación sensorial

El lugar de evaluación de la prueba debe cumplir con ciertos requisitos a fin de obtener resultados confiables; una área para preparación de muestras y la otra para la evaluación donde se encontraran a los jueces o panelistas en cubículos separados para evitar que la reacción de una persona frente al producto influya en los resultados de las demás.

La sala de preparación de las muestras debe tener: (Según la Fuente: Hernández, 2005)

- un extractor de olores para evitar que lleguen al área de pruebas
- una mesa de trabajo o mesones en concreto
- una estufa
- un lavaplatos
- licuadora
- batidora
- procesadores de alimentos
- tablas de picado
- cuchillos, etc.

4.2.4. Área para la realización de las pruebas o citación de las muestras

Debe cumplir con algunas especificaciones: (Según la Fuente: Hernández, 2005)

- Estar retirada de áreas de ruidos. Debe ser un lugar tranquilo
- Tener una temperatura ambiente, debe estar entre 18-22 °C.
- Tener iluminación preferiblemente natural, la cual debe ser uniforme. Se recomienda lámparas con luz de color, para cada una de las cabinas, con el fin de eliminar diferencias de color entre las muestras.
- Tener una buena ventilación libre de olores extraños
- Los colores de las paredes deben ser claros que no interfieran con el producto y que no cansen al panelista.
- Cubículos individuales con sillas, con ventanilla para asignarles las muestras y un recipiente para desechar el agua cuando se enjuaguen la boca.
- Cada cubículo debe tener los utensilios necesarios para la evaluación (cucharas, tenedores, cuchillos, vasos para agua y servilletas)
- La muestra debe estar con código para que el panelista no haga prejuicios al saber la procedencia o marca de los productos comparados.

4.2.5. Preparación de las muestras

Las muestras deben tener un tamaño representativo tal que no presente llenura en los panelistas, como una unidad si son dulces o similares, a granel 25 gramos máximo, comidas líquidas 15 mililitros y bebidas líquidas 50 mililitros. La temperatura debe ser como se consumirá el alimento, si es bebida que se consume a bajas temperaturas será presentada fría (4-10°C), si es bebida caliente a altas temperaturas sin exagerar y provocar que el panelista sufra daños por mal presentación de la muestra (55-66°C).

4.3. Análisis Sensorial para Salsa tipo Ketchup

Se realizara un Tests/ Prueba para verificar el grado de aceptación/rechazo de un grupo de panelistas. Es una prueba descriptiva en donde se evalúa la salsa tipo Ketchup elaborada con almidón de Guineo Majoncho y salta tipo Ketchup de marca comercializada en nuestro país.

De los resultados se espera determinar cambios en las propiedades en sabor, color, textura y otros aspectos que serán reflejados en el test.

En el mismo test se usan las Escalas Hedónicas que informaran a cerca del grado de aceptación o desagrado del producto.

Así como también el uso de un análisis descriptivo de los atributos para identificar en que difiere el producto en cuestión con respecto al comercial.

El número de panelistas que participaron fueron tomados al azar, tomando un número 15 panelistas con edades entre 20 y 60 años de edad de ambos sexos.

Los rangos tan amplios de edad de los participantes se debe a la diversa aplicación que tienen las Salsas tipo Ketchup las cuales son consumidas diferentes maneras.

Se les proporciono a los panelistas dos muestras codificadas con: K00M55P que correspondía a la Salsa tipo Ketchup con almidón de Guineo Majoncho y K00K55X a la salsa tipo Ketchup de nivel comercial; se evaluaron las características mediante el test de valoración sensorial mostrado en el Anexo 3.

La evaluación fue la siguiente:

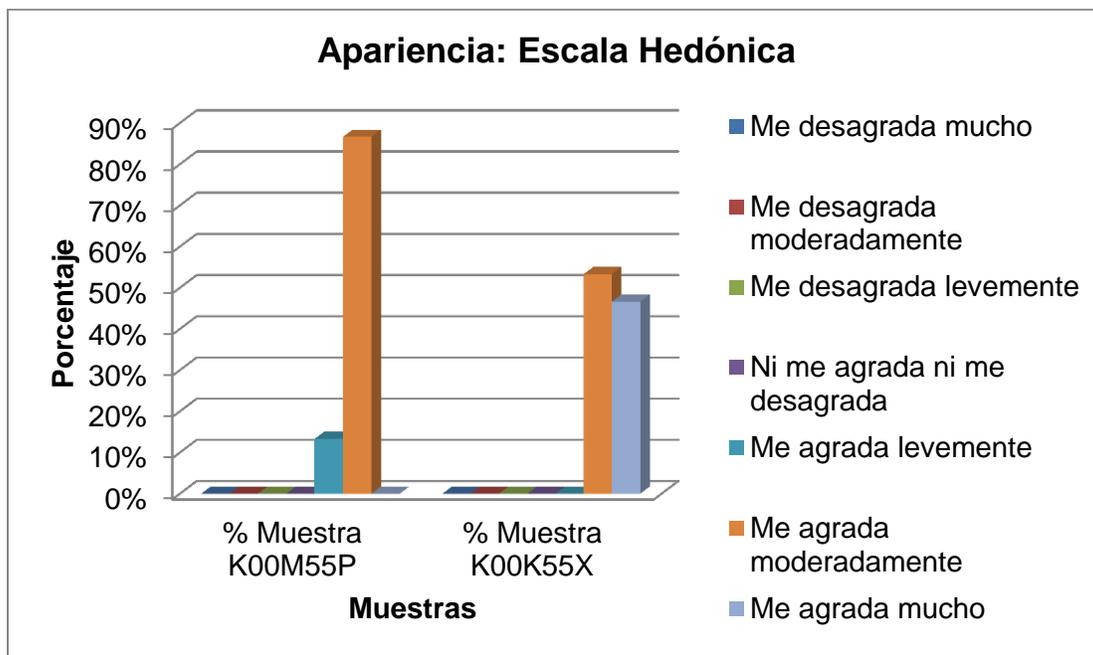
- Apariencia: Escala Hedónica
- Color: Escala Hedónica
- Textura: Análisis Descriptivo

- Sensación percibida (aroma): Análisis Descriptivo
- Sabor: Análisis Descriptivo

Los resultados de la evaluación a nivel individual se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro 4.3. Resultados de evaluación de Apariencia como Escala Hedónica

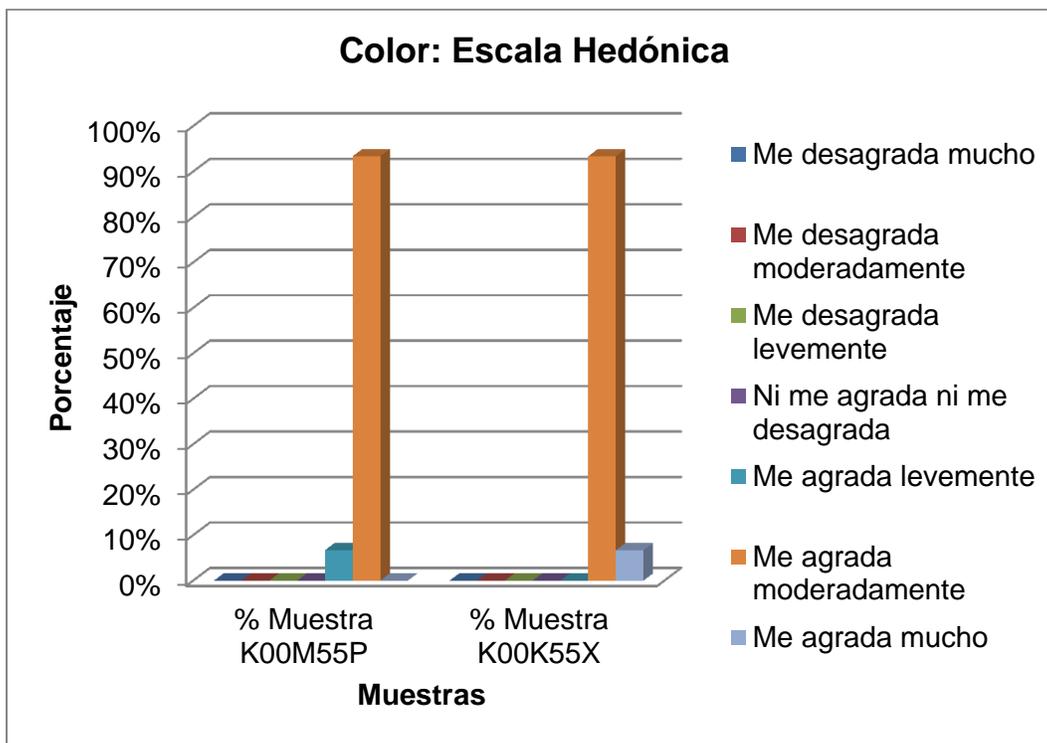
Atributo	Componentes	Muestra K00M55P	% Muestra K00M55P	Muestra K00K55X	% Muestra K00K55X
Apariencia	Me desagrada mucho	0.00	0%	0.00	0%
	Me desagrada moderadamente	0.00	0%	0.00	0%
	Me desagrada levemente	0.00	0%	0.00	0%
	Ni me agrada ni me desagrada	0.00	0%	0.00	0%
	Me agrada levemente	2.00	13%	0.00	0%
	Me agrada moderadamente	13.00	87%	8.00	53%
	Me agrada mucho	0.00	0%	7.00	47%
Total		15	100%	15	100%



Grafica 4.1. Resultados de Apariencia en la Escala Hedónica

Cuadro 4.4. Resultados de evaluación de Color como Escala Hedónica

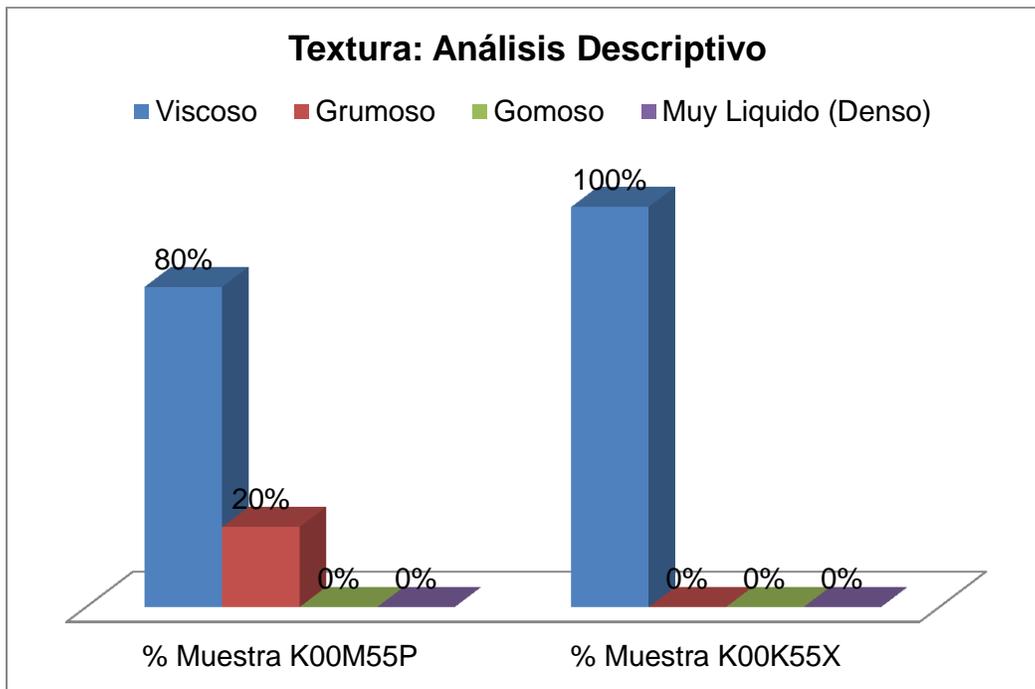
Atributo	Componentes	Muestra K00M55P	% Muestra K00M55P	Muestra K00K55X	% Muestra K00K55X
Color	Me desagrada mucho	0.00	0%	0.00	0%
	Me desagrada moderadamente	0.00	0%	0.00	0%
	Me desagrada levemente	0.00	0%	0.00	0%
	Ni me agrada ni me desagrada	0.00	0%	0.00	0%
	Me agrada levemente	1.00	7%	0.00	0%
	Me agrada moderadamente	14.00	93%	14.00	93%
	Me agrada mucho	0.00	0%	1.00	7%
Total		15	100%	15	100%



Grafica 4.2. Resultados de Color Escala Hedónica

Cuadro 4.5. Resultados de evaluación de Textura como Análisis Descriptivo

Atributo	Componentes	Muestra K00M55P	% Muestra K00M55P	Muestra K00K55X	% Muestra K00K55X
Textura	Viscoso	12.00	80%	15.00	100%
	Grumoso	3.00	20%	0.00	0%
	Gomoso	0.00	0%	0.00	0%
	Muy Liquido (Denso)	0.00	0%	0.00	0%
Total		15	100%	15	100%



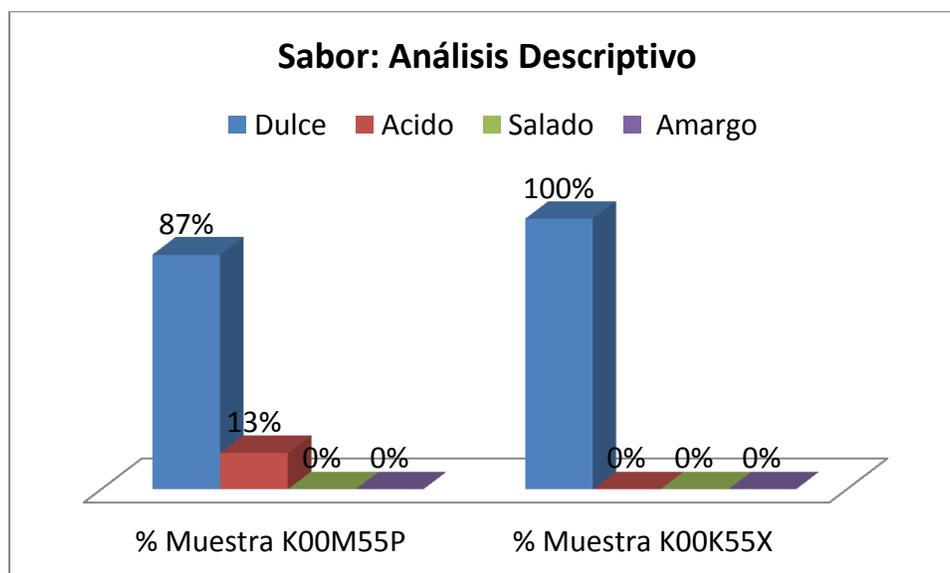
Grafica 4.3. Resultados de textura como Análisis Descriptivo

Cuadro 4.6. Resultados de evaluación de Sensación percibida (Aroma) como Análisis Descriptivo

Atributo	Componentes	% Muestra K00M55P	% Muestra K00K55X	% Muestra K00M55P	% Muestra K00K55X
Aroma	Picante	0%	0%	0%	0%
	Canela	0%	0%	0%	0%
	Pimienta	0%	0%	0%	0%
	Laurel	0%	0%	0%	0%
Total		0	0%	0	0%

Cuadro 4.7. Resultados de evaluación de Sabor como Análisis Descriptivo

Atributo	Componentes	Muestra K00M55P	% Muestra K00M55P	Muestra K00K55X	% Muestra K00K55X
Sabor	Dulce	13.00	87%	15.00	100%
	Ácido	2.00	13%	0.00	0%
	Salado	0.00	0%	0.00	0%
	Amargo	0.00	0%	0.00	0%
Total		15	100%	15	100%



Grafica 4.4. Resultados de Sabor por Análisis Descriptivo

Para las preguntas abiertas las respuestas los resultados fueron los siguientes:

1. Ha percibido usted alguna diferencia entre los productos:

Las respuestas que se obtuvieron fueron las siguientes:

- La muestra **K00K55X (salsa comercial)** es más dulce que la otra

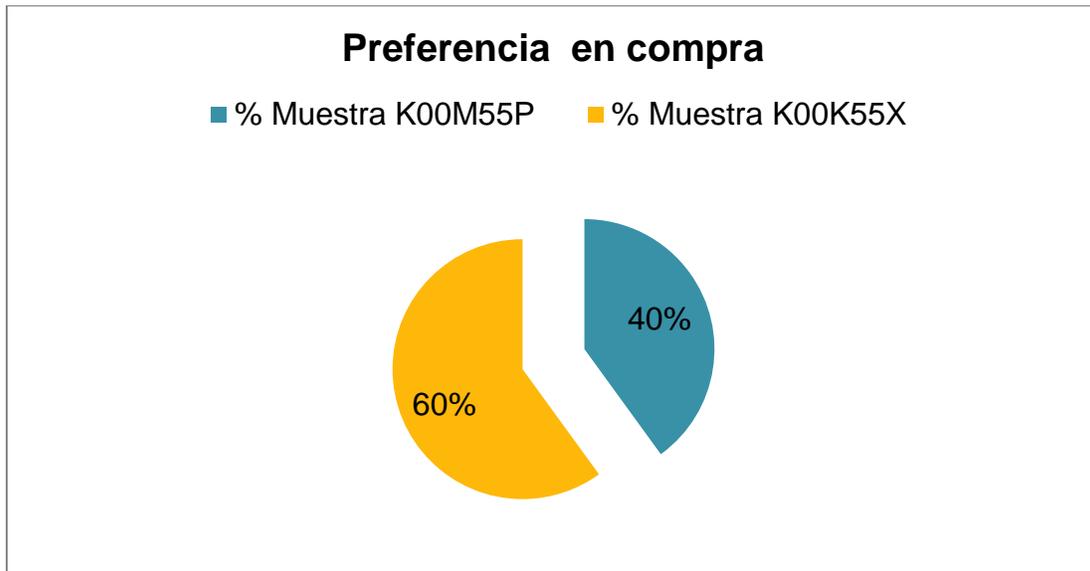
- La muestra **K00M55P (Salsa con almidón de Guineo Majoncho)** se sentía un poco acida
- La consistencia y sabor era distintas en ambas
- La apariencia y sabor eran similares, sin embargo agrado más la muestra **K00K55X (salsa comercial)**.

Esta fueron las respuestas más representativas

2. Que producto estaría dispuesto a comprar:

Cuadro 4.8. Resultados de nivel de preferencia para evaluación sensorial de las salsas

Selección	Muestra K00M55P	% Muestra K00M55P	Muestra K00K55X	% Muestra K00K55X
	6.00	40%	9.00	60%



Grafica 4.5. Resultados de preferencia de las salsas

4.4. Análisis de Resultados

Según los resultados obtenidos la aceptación del consumidor por la Salsa tipo Ketchup con almidón de Guineo Majoncho = **K00M55P** es positiva debido a que presenta resultados similares a los de la Salsa tipo Ketchup a nivel comercial= **K00K55X**. Según el Cuadro que muestra un resumen de los resultados, los panelistas identificaron como sus preferencias sabores y texturas favorables al producto que se usó para esta investigación.

Cuadro 4.9. Resumen de resultados de evaluación sensorial

Atributos	Componente	%Muestra K00M55P	%Muestra K00K55X
Apariencia	Me agrada levemente	13%	0%
	Me agrada moderadamente	87%	53%
	Me agrada mucho	0%	47%
Color	Me agrada levemente	7%	0%
	Me agrada moderadamente	93%	93%
	Me agrada mucho	0%	7%
Textura	Viscoso	80%	100%
	Grumoso	20%	0%
Sensación percibida	-	-	-
Sabor	Dulce	87%	100%
	Ácido	13%	0%

El cuadro 4.9. muestra una aceptabilidad de los resultados bastante favorable ya que en comparación con la salsa tipo comercial los valores son similares.

Debido a que no se identificaron sensaciones, el producto elaborado con Almidón de Guineo Majoncho no presento ningún resultado, lo cual es favorable para dicha investigación, tomando en cuenta que el almidón no se hizo notar como espesante.

En la pregunta abierta algunos panelistas describieron ciertas características que fueron notables no en gran proporción pero si fueron identificadas, sin embargo son características que tienen relación con la formulación elegida para la elaboración de la salsa con almidón; sin embargo no se detectaron sabores, colores y sensaciones que identifique el espesante utilizado; por lo que se concluye que es un buen producto para usarlo en las salsas.

Como se observa en la Grafica 4.5. anterior el producto elaborado con el almidón extraído tiene bastante aceptación en comparación con el producto comercial.

La preferencia de la salsa con almidón de Guineo Majoncho fue del 40% y para la salsa tipo comercial el 60%, la aceptabilidad del producto a nivel comercial es elevada sin embargo en cuanto a la que poseía almidón tuvo una preferencia bastante aceptable ya que es casi el 50% de los resultados.

Sin embargo, otro de los aspectos muy importantes para esta evaluación es el atributo textura, el cual resulto ser la viscosidad la que más porcentaje de identificación se presentó, y este es un aspecto de importancia para la elaboración de una buena salsa tipo ketchup, así como también la aplicación primordial para el almidón de Guineo Majoncho, lo cual se concluye que es apto para realizar este tipo de producto debido a que presenta un 80% de identificación, el porcentaje restante tiene que ver con la manera de elaboración del producto mas no con el propósito principal del almidón de Guineo Majoncho, verificar su aplicabilidad. Por tanto la aplicación de Almidón de Guineo Majoncho es válida para espesar alimentos y sustituir las gomas ya que su comportamiento es similar.

5.0. CONCLUSIONES

1. El Fruto utilizado para la extracción de almidón presenta características similares a las que proporciona el INCAP para Guineo Majoncho/Cuadrado, como % Humedad=66.20 para INCAP y 56.53% para fruto objeto de investigación; también datos importantes como cantidad de carbohidratos= 31.40g para INCAP y 41.14g para fruto objeto de investigación; indicando de esta manera la veracidad de los resultados de los análisis proximales.
2. Según los resultados presentados en la caracterización del Guineo Majoncho Variedad Cuadrado Pelipita, el fruto es considerado como apto para la extracción de Almidón debido a su alto contenido de carbohidratos igual a 94.26%, así como también la concentración de azúcares solubles es mínima como se esperaba de 1.5°Brix para un tiempo de corte de 75-85 días aproximadamente. Ya que a medida que avanza el proceso de maduración el almidón se hidroliza dando lugar a la formación de azúcares y no permitiendo la extracción del almidón deseado para la investigación.
3. Las características de la muestra o de un Guineo Majoncho ideal para la extracción de almidón debe contener un alto contenido de carbohidratos y un bajo contenido de °Brix, un estado de maduración verde de 75-85 días aproximadamente, una proporción aproximada de pulpa y cascara de 40.07% y 59.93% respectivamente.
4. En la comprobación de que la muestra obtenida después del tamizado era almidón, se llevó a cabo la detección de almidón por el método cualitativo; obteniéndose una coloración azul en presencia de una solución de yodo dando una prueba positiva.
5. En la cuantificación de almidón extraído de Guineo Majoncho se obtuvieron resultados favorables ya que se obtuvo un alto contenido de almidón en las muestras, valor que se encuentre entre 65-89%; lo cual se puede concluir que el almidón proveniente de Guineo Majoncho posee una pureza de intermedia a alta.

6. La temperatura de gelatinización del Almidón de Guineo Majoncho corresponde a un valor promedio de 65.33°C; siendo similar a los almidones de otras especies, indicando de esta manera una eficiencia en la gelatinización del mismo y una amplia aplicabilidad.
7. El Poder de Hinchamiento presenta resultados favorables de 2.56, y este valor en la industria es bastante requerido. Por tanto, el almidón presenta un amplio mercado para su comercialización y utilización.
8. El contenido de Amilosa que presento la muestra de almidón de Guineo Majoncho es de mayor aplicabilidad ya que contiene 37.41% y por tanto un 62.59% de amilopectina, es un valor mayor que los demás almidones y es de amplia aplicación porque puede ser usado tanto para realizar productos que requieran viscosidad como productos que requieran gelatinización.
9. El almidón extraído presentó características similares al almidón de maíz, almidón de trigo y almidón de papa; características altamente favorables de gelatinización, alto poder de hinchamiento y viscosidad por lo que su aplicación puede ser enfocada a productos elaborados con estos tipos de almidones o que requieran de estos atributos para la obtención de los productos.
10. El producto elaborado con almidón de Guineo Majoncho como espesante presento características sensoriales muy similares al producto de nivel comercial, indicando de esta manera una aplicación favorable que no le proporciona sabores extraños al producto final; y que puede ser sustituido este producto en lugar de otros que suelen ser de origen artificial, no naturales como el Almidón de Guineo Majoncho. Presentando un 40% de aceptación con respecto a la Salsa tipo comercial.
11. En base al desarrollo experimental, luego de realizar el diseño, la extracción del almidón utilizando las operaciones unitarias y cumpliendo con el objetivo principal de este trabajo de graduación y de acuerdo a los resultados obtenidos se presenta el diseño propuesto para la extracción de almidón por método seco.

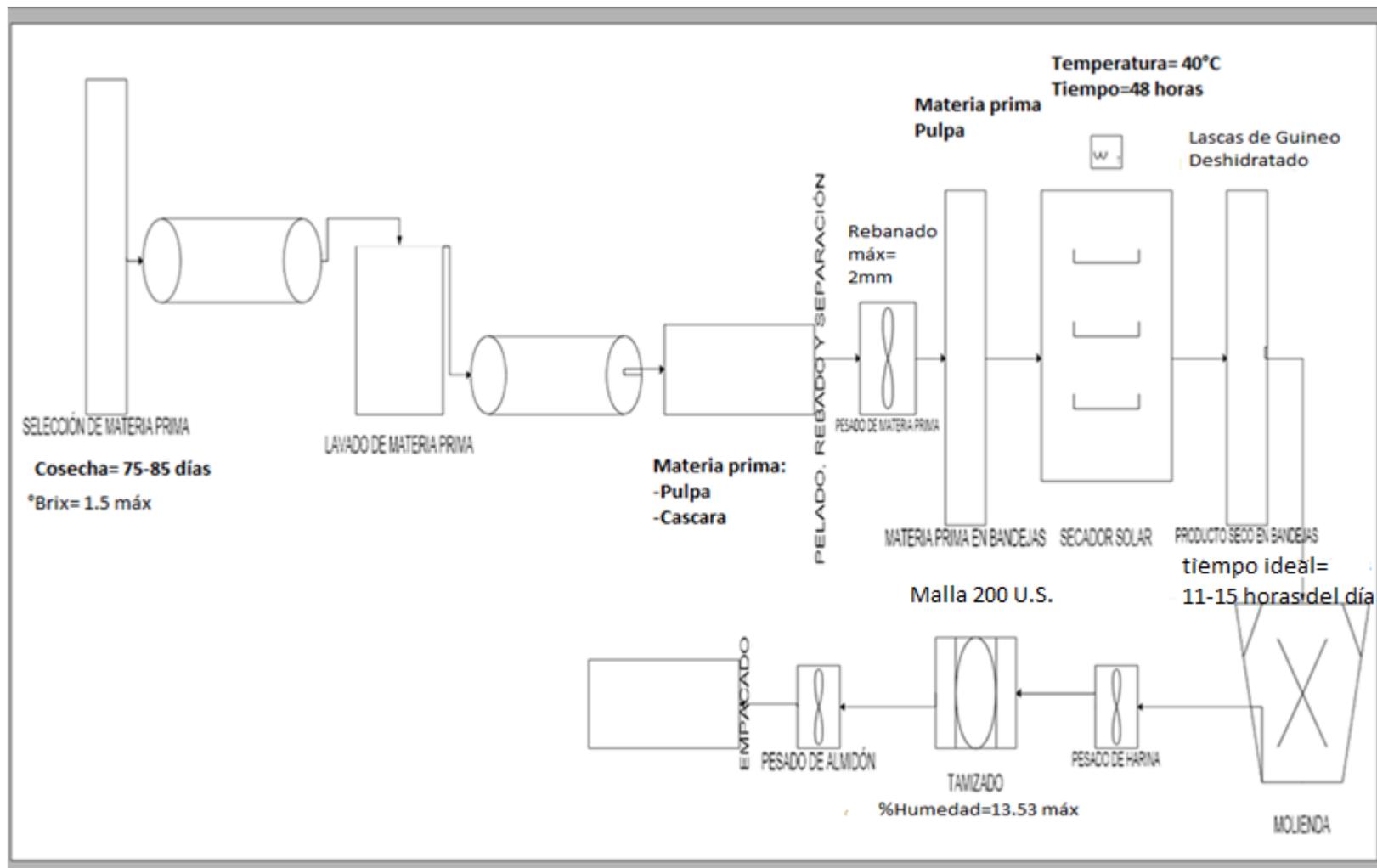


Figura 5.1. Propuesta de diseño del proceso para extracción de almidón de Guineo Majoncho por método seco con parámetros definidos en los resultados.

6.0. RECOMENDACIONES

1. El Guineo Majoncho para ser usado para la extracción de almidón debe contener 1.5 °Brix como máximo. Un valor arriba de 1.5 °Brix indica la hidrólisis del almidón en azúcares, generando un bajo rendimiento del producto de interés en el procesamiento.
2. Para empresas que desean realizar extracción de almidón de Guineo Majoncho, se recomienda contar con un control de cosecha desde que aparece la inflorescencia hasta su punto de maduración; con el objeto de identificar las muestras de Guineo Majoncho idóneas para extracción de almidón y determinar de una manera eficiente el punto óptimo de corte, obteniéndose un mayor rendimiento en el procesamiento, y calidad superior en el producto extraído.
3. Se recomienda realizar el secado en periodos de clima seco al utilizar secadores solares, ya que el almidón absorbe rápidamente la humedad y esto puede provocar resultados que no sean favorables al empacar el producto.
4. Se recomienda cuantificar la cantidad de agua usada para realizar los lavados en el método húmedo; para hacer, cada vez más eficiente el proceso de extracción; así, como también, para aplicar tratamientos para el aprovechamiento o desecho de aguas de lavado.
5. El uso del almidón extraído se recomienda para industria de alimentos en procesos que requieran atributos de viscosidad o espesantes; sin embargo se recomienda realizar pruebas para diferentes productos alimenticios que diversifiquen su aplicación.
6. Se recomienda realizar un seguimiento de la investigación para la extracción de almidón de Guineo Majoncho optimizando los procesos; así como también llevar a cabo una investigación para el aprovechamiento de recursos desechados en el proceso como cascara y harina.

7.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Documentos

1. ALZATE G. Ángela, MARÍN M. Mario & MAZZEO M. Miguel. **Obtención de almidón a partir de residuos poscosecha del Plátano Dominic Hartón (Musa AAB Simmonds)**. Universidad de Caldas. Colombia. Volumen 3. 2008.
2. ARISTIZÁBAL, Johanna; MEJÍA, Danilo & SÁNCHEZ, Teresa. **Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca**. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Roma 2007
3. AVILAN ROVIRA, Luis; BAUTISTA ARELLANO, Damaso & LEAL PINTO, Freddy. **Manual de Fruticultura**. 1ª Edición. Editorial América. Chacaito- Caracas-Venezuela. Abril 1988.
4. CIAT. Centro Inernacional de Agricultura Tropical. **Evaluación de la Calidad del Arroz**. Guía de Estudio. 2da Edición. 1980.
5. CLAUDIO, Catalina; GARCÍA R, Irene & HERNÁNDEZ, Leticia. **Ventajas, Usos y Aplicaciones de los Almidones**. Industria Alimenticia Fabp, S.A. de C.V. 2005.
6. CODEX STAN 192-1995. **Norma General del Codex para los aditivos alimentarios. Codex Alimentarius**. P312. 1995.
7. DE LEON BARRIOS, Edwin Francisco. **Manual de Buenas Prácticas de Manejo Poscosecha y Transporte (BPPC/T)**. San Salvador, Marzo 2011.
8. GRANNER, Daril K.; MARTIN, David W.; MAYES, Peter A. & RODWELL, Víctor W. **Bioquímica de Harper**. 10ª edición. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F. 1986.
9. Hernández A. Elizabeth. **“Evaluación Sensorial”**. Universidad Nacional Abierta y Adistancia – Unad. Bogotá D.C. 2005.
10. HERNÁNDEZ, Miguel A. & ORELLANA, Francisco O. Entrevista Técnica **“CULTIVO DE GUINEO MAJONCHO”**. San Luis Talpa, La Paz. El Salvador. Abril, 2013.
11. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) **Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica**. 2ª Edi. 3ª reimpresión. Febrero 2012.

12. IV CENSO AGROPECUARIO 2007-2008. **Metodología y Resultados Generales.** Ministerio de Economía. El Salvador C.A. 2009.
13. Jiménez Vera, Nicolás González Cortés, Arturo Magaña Contreras y Alma Irene Corona. **CONTENIDO DE ALMIDÓN RESISTENTE EN ALIMENTOS CONSUMIDOS EN EL SURESTE DE MÉXICO.** UNACAR TECNOCENCIA. MÉXICO. 2011.
14. MARTÍNEZ RIVAS, Mirian Elizabeth. **Micropropagación de “Guineo Majoncho” Musa sp. ABB (Musaceae), utilizando como explante los ápices meristemáticos de flor masculina y de brote de “hijo de espada”.** Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Naturales y de Matemática. Biología. Mayo 1993. (Series Tesis Licenciatura)
15. MEJÍA, Elías & MITJAVILA Daniel A. . **Cultivo de Musáceas.** CENTA. Departamento de Comunicación, San Andrés, La Libertas. E.S. Enero 1985.
16. MÉNDEZ DE LA CRUZ, Ángela Elizabeth. **“Evaluación de la Extracción de Almidón del Banano Verde (*Musa sapientum* variedad Gran Enano) Producto de Desecho de las Industrias Bananeras y Evaluación de su Función como Excipiente en la Formulación de Comprimidos.** Universidad de San Carlos. Guatemala. 2009.
17. MIRÓN GARCÍA, Jorge Alberto. **Producción de Plantas Sanas de Guineo Majoncho Criollo (*Musa sp ABB*).** Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador.1996. (Series Tesis Agronomía).
18. Norma Técnica Colombiana.926. **Almidón de Maiz sin modificar.** 1986.
19. OSPINA, Bernardo. **Producción de Mandioca y de Almidón en América. Tendencias y futuro de la producción. Resultado de investigaciones en el sector.** Corporación CLAYUCA. Paraguay. 2012.
20. PERRY´S, R.H., GREEN, J. & MALONEY, J.O. **“Perry´s Chemical Engineer´s Hand Book.** 6ª. Ed. McGraw-Hill Co. USA. 1984.
21. Potter, Norman N. **La Ciencia de los Alimentos.** Editorial EDUTEX, S.A. México, D.F. 1973.
22. RICO PEÑA, Delmy del Carmen. **Características y propiedades de sólidos y de masas de partículas.** Universidad de El Salvador. Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. 2011.

23. VALDIVIA, Erwin. **Respuesta de nueve cultivares de musáceas en la etapa vegetativa a cuatro niveles de sombra agroforestal.** Turrialba, Costa Rica, 2012. (Series Tesis Magister Scientiae en Agroforestería Tropical)

7.2. Páginas web

1. Armando Alvis, Carlos A. Vélez, Héctor S. Villada & Maite Rada-Mendoza. **Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas** Universidad de Córdoba, Ingeniería de Alimentos, Córdoba-Colombia. 2008. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-7642008000100004&script=sci_arttext#tb1 (Fecha de consulta: 20 de julio de 2013).
2. Banco Central de Reserva. Comercio Exterior. [En línea] <http://www.bcr.gob.sv/bcrsite/?cat=1012&title=Base%20de%20Datos%20Comercio-Exterior&lang=es> [consulta: 5 de mayo de 2013]
3. CALVO, Miguel. **Estructura Del Almidón.** Bioquímica de los Alimentos. [En línea] <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html> [consulta: 1 de abril de 2013]
4. Finca Nuevo Mundo. **“Proceso de Maduración”.** Tuxtepec, Oax Mexico.2013. <http://www.fincamundonuevo.com/proceso.html> [consulta: 26 de agosto de 2013]
5. GLUCOVIL. **Almidón de Maíz, uso alimenticio.** Argentina S.A. [En línea] http://www.glucovil.com.ar/esp/uso_alimenticio.html [consulta: 28 de febrero de 2013]
6. NOSIS. **Comercio Exterior de México de NCE Productos de la molinería; malta; almidón y fécula; inulina; gluten de trigo.** 2012. [En línea] <http://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-exportacion/Mexico/Productos-molineria-malta-almidon-fecula-inulina-gluten-trigo/MX/11> [consulta: 10 de abril de 2013]
7. QUATRAX. **Estudio de mercado: Almidones y féculas (exc. de trigo, maíz, patata papa y mandioca yuca).** 2009. [En línea].

[http://smartexport.coheris.com/es/Almidones_y_feculas_\(exc._de_trigo_maiz_patata_papa_y_mandioca_yuca\).110819.html](http://smartexport.coheris.com/es/Almidones_y_feculas_(exc._de_trigo_maiz_patata_papa_y_mandioca_yuca).110819.html) [consulta: 10 de abril de 2013]

8. REPAMAR. CEPIS/PS. **Impacto Ambiental De Productos Químicos Auxiliares Usados En La Industria Textil Argentina. Productos de acabados.** 2000. [En línea] <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/repamar/gtzproye/impacto/anexo4.html> [consulta: 1 de marzo de 2013]
9. S.A.C. Sistema Arancelario de Centroamérica. Dirección General de Aduanas. Ilopango. San Salvador. 2008. [En línea]. <http://appm.aduana.gob.sv/sacelectronico/GUIL/SubCapitulosSac.aspx?Codigo=11> [consulta: 1 de mayo de 2013]
10. SATÍN, Morton. Functional Properties of Starches. FAO Agricultural and Food Engineering Technologies Service. [En línea]. <http://www.fao.org/ag/magazine/pdf/starches.pdf> [consulta: 1 de marzo de 2013]

8.0. GLOSARIO

Amilopectina: Es un polisacárido de estructura ramificada que contiene muchas más moléculas de glucosa; y que se encuentre por lo general en el 75% del contenido del almidón.

Amilosa: Es un polisacárido de estructura lineal, compuesto por unidades de glucosa unidas mediante enlaces α 1-4, que es parte de la composición de la estructura del almidón.

Astringente: Es una sensación entre sequedad intensa y amargor que se produce en la boca.

CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

Clasificación Taxonómica: Es la clasificación u ordenación de una especie en base a sus características en común, que se le da en este caso a las Musáceas.

Climatérico: Es cuando las frutas muestran un incremento en la tasa de respiración y síntesis de etileno durante la maduración, es decir que la fruta puede seguir madurando aun después de su cosecha.

Escala Hedónica: Es un método de evaluación enfocado para alimentos, para medir las preferencias de un producto y verificar la aceptación o rechazo de un producto en una escala de: no me agrada hasta me agrada mucho.

Fenotipo: Es cualquier característica observable en un organismo.

Genoma: Totalidad de la información genética que posee un organismo o una especie.

Genotipo: Se refiere a la información genética que posee un organismo en particular.

Hibridación: Es el proceso de mezclar diferentes especies o variedades de organismos para crear un híbrido.

INCAP: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

Inflorescencia: Es la disposición y continuación de las flores desde del tallo y que crece a través del centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie.

Magulladura: Lesión causada al golpear o comprimir un fruto, sin causar mayores daños.

Merma: Son las que se generan en productos perecederos, todo aquel producto que se deteriora fácilmente en su aplacamiento.

Partenocarpicamente: Se refiere a los frutos sin polinización, que fueron desarrollados a partir de un ovario no fecundado; frutos sin semillas que pueden obtenerse de forma natural esporádicamente o artificialmente

Tamizado: Método físico para separar mezclas en el cual se separan dos sólidos formados por partículas de tamaño diferente.

Temperatura de Gelatinización: Es la temperatura a la cual se gelatiniza el almidón, donde los gránulos se tienden a hinchar y aumentar su tamaño.

Urdimbre: Es el conjunto de hilos longitudinales que se mantienen en tensión en un marco o telar.

9.0.

ANEXOS

Anexo 1. Importaciones y Exportaciones de almidones

Cuadro 1. Datos de Importaciones de Almidones según código arancelario

			2008	2009	2010	2011	2012	2013
CODIGO ARANCELARIO	PAIS		KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS
11081100	-- Almidón de trigo	Taiwan	0	0	0	0	113.32	0
11081200	-- Almidón de maíz	Estados Unidos (U.S.A.)	747,175.74	786,377.60	1,836,296.82	1,320,706.00	1,671,858.15	77,424.50
11081200	-- Almidón de maíz	Mexico	4,153,520.66	2,911,297.66	3,475,991.69	5,245,201.06	4,994,867.28	1,238,752.61
11081200	-- Almidón de maíz	Guatemala	305.01	11,712.75	1,756.38	596.87	103.57	0
11081200	-- Almidón de maíz	Brasil	0	0	0.41	2.72	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Alemania	11,176.00	42,322.00	120,931.00	6,913.00	5,600.50	2,761.00
11081200	-- Almidón de maíz	Belgica	420,930.00	342,292.00	0	0	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Francia	0	167,004.00	55,878.00	55,937.00	111,896.00	0
11081200	-- Almidón de maíz	Holanda	2,095.50	98,820.00	0	0	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	República Popular de China	90,260.00	1,235,771.28	250,680.28	137,435.53	70.48	0
11081200	-- Almidón de maíz	Taiwan	24.45	277.88	200	185.36	55.02	0
11081200	-- Almidón de maíz	India	0	205.92	46	0	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Israel	0	19,671.60	0	0	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Singapur	40,352.00	207,518.00	0	0	19,152.00	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Estados Unidos (U.S.A.)	1,757.53	1,012.72	618.59	3,778.48	810.21	0

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	
CODIGO ARANCELARIO	PAIS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	
11081300	-- Fécula de papa (patata)	México	50.4	0	2.51	19,499.50	0	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Guatemala	10,060.00	5,030.00	0	6,090.00	1,734.00	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Honduras	0	7,056.00	0	0	0	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Brasil	0	0	3,150.00	0	0	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Alemania	311,402.20	302,834.69	491,947.60	534,845.20	530,999.00	17,640.00
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Dinamarca	0	40,400.00	170,530.00	0	85,007.00	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Francia	134,044.00	0	39,108.00	176,232.95	100,800.00	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Holanda	0	20,240.00	9,204.00	5,100.00	40,400.00	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	República Popular de China	10,060.00	0	0	0	0	0
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Estados Unidos (U.S.A.)	110.05	0	24,251.00	3,939.92	9,910.00	0
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Guatemala	49,482.00	47,185.62	25,066.50	12,738.50	24,660.00	6,870.50
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Honduras	227.27	0	0	0	11,113.12	0

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	
CODIGO ARANCELARIO	PAIS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Nicaragua	7,193.04	30,313.18	30,248.99	16,284.60	51,346.36	13,290.83
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Alemania	0	0	0	18,722.00	17,710.00	0
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	República Popular de China	0	0	0	0	0	1,006.00
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Singapur	69,828.00	88,550.00	35,420.00	17,710.00	106,260.00	18,216.00
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Tailandia	173,646.00	159,272.00	128,140.50	237,226.90	206,872.80	114,554.80
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Otros Países	0	0	0	12,650.00	0	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	México	25.6	0	0	25.9	0	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Guatemala	1,361.60	2,177.00	0.37	0	1,663.00	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Nicaragua	0	0	22,679.85	0	0	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Alemania	0	0	0	759	0	1,359.00
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Belgica	540	532.62	0	0	0.3	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Holanda	0	0	0	18,216.00	74,584.00	18,216.00

			2008	2009	2010	2011	2012	2013
CODIGO ARANCELARIO	PAIS		KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Tailandia	19,152.00	38,304.00	0	0	0	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Viet-Nam	0	0	0	0	0	1
11082000	- Inulina	México	0	0	0	0	0	4,000.00
11082000	- Inulina	Guatemala	0	0	0	3,084.85	0	0
11082000	- Inulina	Costa Rica	2.5	0	0	7,260.00	8,645.00	0
11082000	- Inulina	Argentina	0	0	0	0	4,020.00	0
11082000	- Inulina	Chile	0	0	8,330.00	0	0	0
11082000	- Inulina	Bélgica	0	0	6,100.00	5,115.00	10,830.00	1,025.00
Totales			6,254,781.55	6,566,178.52	6,736,578.49	7,866,256.34	8,091,081.11	1,515,117.24

Fuente: BCR (2013)

Cuadro 2. Datos de Exportaciones de almidón según código arancelario

			2008	2009	2010	2011	2012	2013
CODIGO ARANCELARIO		PAIS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS
11081200	-- Almidón de maíz	Estados Unidos (U.S.A.)	0	0	346.5	0	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Mexico	41,076.37	0	0	0	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Guatemala	42,500.00	40,179.50	23,422.08	20,726.10	25,557.50	23,856.52
11081200	-- Almidón de maíz	Honduras	1,798.56	0	1,702.50	0	1,034.40	97,556.21
11081200	-- Almidón de maíz	Nicaragua	8,285.00	8,880.00	51,287.91	2,600.00	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Costa Rica	120,160.00	0	0	60,000.00	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	Panamá	5,200.00	23,012.15	4,550.00	16,607.12	0	0
11081200	-- Almidón de maíz	República Dominicana	0	0	171.25	0	0	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Guatemala	24,032.00	5,040.00	5,030.00	2,520.00	12,950.00	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Honduras	24,312.00	50,445.00	21,210.00	54,936.00	0	0
11081300	-- Fécula de papa (patata)	Costa Rica	99,262.80	0	6,048.00	0	0	0
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Guatemala	3,036.00	5,060.00	0	0	0	0
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Honduras	0	0	0	1,512.00	0	0
11081400	-- Fécula de yuca (mandioca)	Nicaragua	0	0	1,612.80	1,900.00	0	0
11081400	-- Fécula de yuca	Panamá	0	0	0	5,040.00	0	0

			2008	2009	2010	2011	2012	2013
CODIGO ARANCELARIO	PAIS		KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Estados Unidos (U.S.A.)	113.05	286.04	141.75	718.31	453	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Guatemala	0	0	0	1,201.31	0	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Honduras	200	0	0	0	0	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	Nicaragua	185.46	2,707.72	1,475.00	0	4,250.00	0
11081900	-- Los demás almidones y féculas	República Dominicana	0	0	0	1,714.40	0	0
Totales			370,161.24	135,610.41	116,997.79	169,475.24	44,244.90	121,412.73

Fuente: BCR (2013)

ANEXO 2. METODOLOGIA PARA CARACTERIZACIÓN DE ALMIDÓN EXTRAÍDO

PROCESO 1. Prueba Cualitativa de almidón

a) Fundamento

Esta prueba se basa en la identificación de almidón en una muestra presentando una coloración azul como reacción positiva de la presencia de este carbohidrato, haciendo uso de una solución de yodo. (Ver figura 1.)

b) Desarrollo experimental

i. Material, Equipo y Reactivos

Material y Equipo

- 1 Beaker de 50
- 1 Balanza analítica
- 1 Balón aforado de 100ml
- 1 Hot Plate
- Agitador de vidrio
- Piceta
- Gotero
- Vidrio reloj pequeño

Reactivos

- Solución al 0.1N de Yodo (I/IK)
- Agua destilada
- Almidón / Muestra problema

ii. Proceso

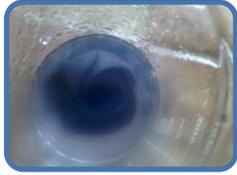
	<p>Preparación de solución de yodo</p> <ul style="list-style-type: none">• Disolver 1.4g de yodo en una solución de 3.6g de yoduro de potasio en 10 ml de agua destilada.• Aforar a 100 ml
	<p>Preparación de solución de almidón</p> <ul style="list-style-type: none">• Pesar una pequeña cantidad de almidón de 3g• Colocar 45ml de agua a punto de ebullición, agregar el almidón y dejar enfriar.
	<p>Prueba cualitativa</p> <ul style="list-style-type: none">• Agregar unas gotas de solución de yodo a la solución de almidón.• Observar cambio positivo o negativo.

Figura 1. Procedimiento de prueba cualitativa de almidón

PROCESO 2. Prueba Cuantitativa de Almidón

La verificación de la cantidad de almidón presente en las especias vegetales que se obtienen de los procesos, pueden determinarse de diferentes métodos, algunos de estos se mencionan a continuación:

1. Por hidrólisis ácida directa
2. Por precipitación de complejos con yodo
3. Por reacción colorida con yodo
4. Cuantificación total mediante uso de enzimas
5. Cuantificación mediante obtención de glucosa
6. Método Ferrocianuro
7. Dispersión de almidón con hidrólisis enzimática

Los diferentes métodos poseen diversas condiciones para su uso que delimitan el proceso o los resultados; por tanto, tomando en cuenta que el almidón extraído a partir de Guineo Majoncho no presenta antecedentes con los cuales se pueda comparar, así como también, no se tiene conocimiento previo de la existencia de sustancias que puedan intervenir directamente en la cuantificación, solamente las que se desarrollaran en este trabajo de graduación; se limita a utilizar un método al azar que no predispone de condiciones para su uso como es el método **por reacción colorida con yodo** (Fuente: UNAM, 2010) Ver figuras 3., 4. y 5.; el cual consiste en la aplicación de la técnica de espectrofotometría U.V.; donde la muestra diluida que contiene una solución de yodo-yoduro de potasio se le realizan las lecturas respectivas; como podrá observarse más adelante.

a) Fundamento de Espectrofotometría U.V.

La espectrofotometría es un método cuantitativo muy importante; basado en la absorción de la luz visible o de otra energía radiante; se dice que la cantidad de energía radiante absorbida es proporcional a la concentración del material en la solución que realiza la absorción midiendo la absorción de la luz o de otro tipo de energía radiante; es posible determinar cuantitativamente la cantidad de sustancias absorbentes presentes mediante una longitud de onda determinada, la cual es útil para identificar una sustancia desconocida. Creando y midiendo una serie de **estándares (patrones ó referencias)** se puede cuantificar la cantidad, concentración ó actividad de una sustancia en una mezcla.

Ley de Beer-Lambert

La ley de Beer-Lambert explica la relación entre **absorbancia (A)** y 2 parámetros de la muestra: **concentración de soluto (c)** y **longitud de ruta de luz (l)**. Simplemente la ley indica que la absorbancia, **A**, es directamente proporcional a **c** (ver Figura 2.) e **l**. Si se obtiene una curva estándar, graficando concentración vs. absorbancia es posible predecir la concentración problema, a partir de la absorbancia.

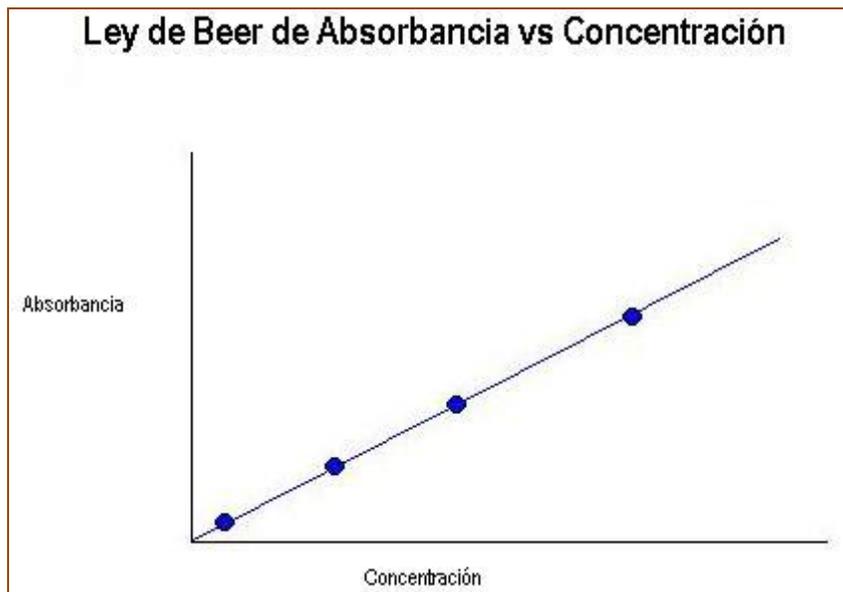


Figura. 2. Curva de Ley de Beer de Absorbancia vs concentración

b) Desarrollo Experimental

i. Material, Equipo y Reactivos

Material y equipo

- Balanza analítica
- 2 vidrios reloj pequeños
- 2 agitadores
- 27 tubos de ensayo
- 2 balones volumétricos de 100 ml
- 1 Hot plate
- 1 Par de guantes de asbesto
- 1 Termómetro de 01-100°C
- 1 par de pinzas de acero inoxidable
- 15 balones volumétricos de 10ml
- 1 beaker de 250 ml
- 2 beaker de 100 ml

- 2 beaker de 50 ml
- 2 probetas de 50 ml
- 1 probeta de 100 ml
- 1 piceta
- Espectrofotómetro

Reactivos

- Agua destilada
- Yodo Metálico
- Yoduro de potasio
- Muestra problema
- Muestra patrón (almidón de maíz // maicena)

ii. Proceso

Preparación de solución de I/KI

	Pesar 1.269 g de I_2 y 1.8 g de KI
	Disolver I_2 y KI en un balón volumétrico de 100 mL y aforar con agua destilada = Solución A
	Tomar 2 mL de la solución A y agregarlo a un balón volumétrico y aforar a 100 mL con agua destilada.
	La solución anterior sera la solución de I/KI = Solución B

Figura 3. Proceso para preparación de solución I/KI

Curva patrón

	Pesar 200g de la muestra de almidón de maíz
	Diluir cada muestra pesada por separado en un balón volumétrico aforando a 100 ml con agua destilada.
	Gelatinizar la muestra como siguiendo el PROCESO 3.
	Tomar 10 ml de la solución de almidón que se encuentra en el balón y colocarlo en un balón de 100 ml. (concentración 0.2mg/ml)
	Realizar diluciones, de tal manera que queden soluciones de concentración de 0.2 mg/ml hasta 0.02mg/ml, en balones de 10ml
	Añadir en un tubo de ensayo 2 ml de la solución anterior (a las concentraciones deseadas) y añadir 3 ml de solución de yodo (solución B)
	Usar como blanco de reactivos la solución de yodo B a 0.0 mg de almidón de maíz
	Medir la intensidad del color azul producido, realizando una lectura de absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 600 nm; frente al blanco de reactivos. Repetir proceso para todas las concentraciones
	Preparar curva patrón de Absorbancia vrs Concentración para los 11 puntos que servira de referencia para las muestras problema.

Figura 4. Proceso para obtención de curva patrón

Muestra problema de almidón

	Preparar las soluciones problema como la solución de almidón de maíz; gelatinizando como en el PROCESO 3.
	Solución de almidón: de la curva patrón tomar un punto que se encuentre en el centro de la curva y a ese punto de concentración realizar las diluciones para todas las muestras; como se describe en la imagen anterior.
	Colocar 2 mL de la solución de almidón problema en un tubo de ensayo y adicionar 3mL de una solución de I/KI preparada (solución B).
	Medir la intensidad del color azul producido en un espectrofotómetro a 600 nm frente al blanco de reactivos.
	Anotar la absorbancia a esa longitud de onda y calcular la cantidad de almidón presente en la muestra problema a partir de la curva patrón previamente preparada

Figura 5. Proceso de cuantificación de almidón para muestra problema

Nota: Los resultados de esta determinación son relativos, ya que no todas las fuentes de almidón forman el mismo complejo colorido con yodo.

PROCESO 3. Temperatura de Gelatinización

a) Fundamento

Como se menciona en el capítulo 1 las propiedades del almidón, donde menciona que los gránulos de almidón no son solubles en agua fría; mas sin embargo, pueden ser reversiblemente absorbidos en agua e hincharse ligeramente. (Ver Figura 6.).

El porcentaje de incremento del diámetro del granulo, varía desde un 9.1% para almidones normales de maíz, hasta un 22.7% para almidones céreos de maíz. Al aumentar la temperatura, las moléculas de almidón vibran con mayor vigorosidad,

rompiendo enlaces intermoleculares, y permitiendo el atrapamiento de las moléculas de agua con acción de puentes de hidrogeno. La penetración del agua y la separación de grandes segmentos de las cadenas de almidón ocurren en forma al azar, disminuyendo así las regiones cristalinas en número y tamaño. El calentamiento continuo en la presencia de agua resulta en una completa pérdida de la cristalinidad del granulo. La gelatinización de los gránulos de almidón ocurre generalmente en un rango pequeño de temperatura; y los gránulos más grandes tienden a gelatinizarse antes que los más pequeños (ver Cuadro 1.) (GODOY, 2010).

Cuadro 1. Temperaturas de Gelatinización de algunos almidones

Fuente	Temperatura (°C)
Maíz	61-72
Papa	62-68
Camote	82-83
Yuca	59-70
Trigo	53-64
Arroz	65-73

Fuente: GODOY, 2010

b) Desarrollo Experimental

i. Material, Equipo y Reactivos

Material y Equipo

- Balanza analítica
- Hot plate

- Beaker de 250ml
- Beaker de 100ml
- Beaker de 50ml
- Pinzas de acero inoxidable
- Termómetro
- Agitador de vidrio

Reactivos

- Agua destilada
- Almidón

ii. Proceso (adaptado de ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007)

	Pesar 10 g de almidón y disolver en agua destilada y llevar a 100ml
	Calentar 100 ml agua en el beaker de 250 ml a 85°C
	Tomar 50 ml de la solución de almidón en un beaker de 100ml y colocarlo dentro del beaker de 250ml
	Agitar constantemente con un agitador de vidrio, hasta formar una pasta y que la temperatura permanezca estable por unos segundos. Tomar nota de esa temperatura. (hacerlo por triplicado)

Figura 6. Procedimiento para la determinación de temperatura de Gelatinización

PROCESO 4. Tamaño de Partícula

El tamaño de partícula es un parámetro que se realizó en el capítulo 2 debido a que este era el mismo método para determinar el almidón; mas sin embargo se menciona un resumen del proceso.

a) Fundamento

El almidón tiene diferentes usos, por lo que su tamaño también varía de acuerdo a eso; por ejemplo si se habla de uso industrial textil, industria de papel y cartón se dice que el almidón deberá pasar el 100% a través de un tamiz de $44\mu\text{m}$ para el almidón de maíz y si este tipo de almidón pero su uso será para la industria alimentaria se dice que no más del 0.25% del almidón deberá ser retenido por ese mismo tamiz como se muestra el proceso en la Figura 7.(Fuente: NTC,1986).

b) Desarrollo Experimental

i. Material y Equipo

- Tamiz de acero inoxidable de Malla N° 325 (Tamiz de $45\mu\text{m}$)
- Base y tapa para tamices
- Balanza analítica
- Almidón extraído

ii. Proceso para determinación de tamaño de partícula

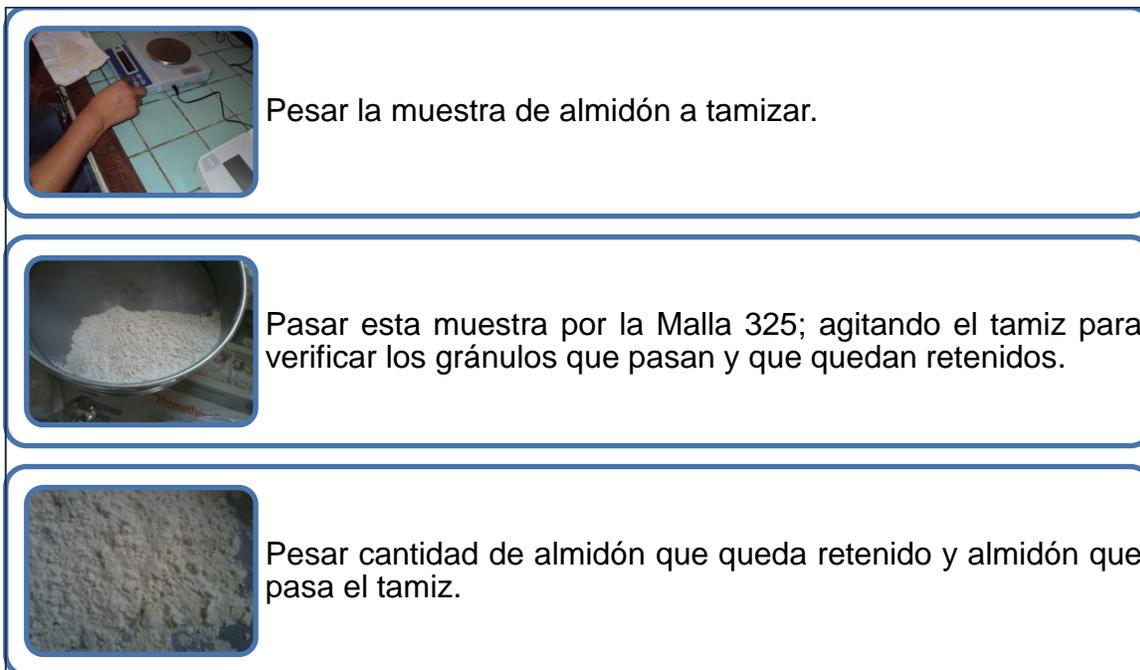


Figura 7. Procedimiento para determinar tamaño de gránulo de almidón

PROCESO 5. Características microscópicas

a) Fundamento

Según la norma Colombiana NTC 926 para almidón de maíz expresa que los gránulos de almidón de maíz o fécula de maíz sin modificar deberán poseer una forma poligonal o ligeramente redondeada. Se tomara como base estas especificaciones para verificar la forma del granulo del almidón de Guineo Majoncho que podrá ser observado siguiendo el proceso de la Figura 8.

b) Desarrollo experimental

i. Material y Equipo

- Microscopio
- Porta objetos
- Laminilla de vidrio
- Agitador de vidrio
- 3 Beaker de 25 ml

- Balanza analítica
- Almidón extraído de Guineo Majoncho
- Almidón de yuca o maíz para su comparación

ii. Proceso

	<p>Preparar una solución al 2% de almidón</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesar 0.2g de almidón • Diluir el almidón pesado en 10 ml de agua destilada e beakers de 25 ml y agitar vigorosamente.
	<p>Tomar 2 o 3 gotas de la solución sobre el porta objetos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cubrir el porta objetos con una la laminilla cuidando de no dejar aire atrapado. • Examinar al microscopio con una buena luz y de poco aumento 40X.

Figura 8. Procedimiento para verificación de característica microscópica

PROCESO 6. Determinación de pH (Ver Figura 9.)

a) Desarrollo Experimental

i. Material, Equipo y Reactivos

- Equipo para gelatinización de almidón
- pHmetro
- Soluciones tampón de pH= 4 y pH=7
- Papel filtro
- Beaker de 50 y 100 ml
- Agua destilada
- Almidón

ii. Proceso

	Preparar la solución a temperatura de gelatinización y dejar enfriar
	Calibrar pHmetro con las soluciones tampón
	Filtrar la muestra con papel filtro
	Tomar una alícuota y medir el pH

Figura 9. Procedimiento para determinación de pH en almidón

PROCESO 7. Determinación de Acidez titulable

a) Fundamento

Es una medida de la cantidad de ácido presente en la muestra, es un factor de interés en la determinación de la caracterización del almidón de Guineo Majoncho. La acidez es determinada con una base como Hidróxido de sodio dando un cambio final en la titulación de color amarillo si se usa S.R. Rojo de Metilo o rosado si se utiliza Fenolftaleína como indicador. (Ver Figura 10.)

b) Desarrollo Experimental

i. Material y Equipo

- Balanza analítica
- Erlenmeyer de 300ml
- 1 bureta de 50ml
- Soporte universal con pinza para bureta
- Agitador de vidrio

ii. Reactivos

- S.R. de Rojo de Metilo
- Hidróxido de Sodio al 0.1N
- Agua destilada
- Almidón de Guineo Majoncho

iii. Proceso



Pesar 5g de almidón de Guineo Majoncho

- colocarlo en un erlenmeyer de 100ml y agregarle 25ml de agua destilada.



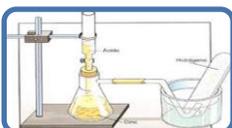
Agitar la solución lo mas seguido posible durante media hora



Agregar 1 gota de S. R. de Rojo de Metilo



Titular con la solución de Hidróxido de Sodio 0.1N .



Calcular el % Acidez mediante la siguiente formula:

$$\frac{\text{Acidez normal en ml}}{100 \text{ g de muestra}} = \frac{V \times F \times 100}{P}$$

Figura 10. Procedimiento para determinación de Acidez titulable de almidón de Guineo Majoncho

PROCESO 8. Densidad Aparente

a) **Fundamento:** La densidad del almidón se puede determinar utilizando la relación del volumen que ocupa el sólido con respecto a la masa; haciendo uso del proceso que se detalla en la Figura 11.

b) Desarrollo Experimental

i. Material y Equipo

- Balanza analítica
- Beaker de 50ml
- Embudo de vidrio para polvos sólidos
- Soporte universal con pinzas
- Regla graduada
- Almidón

ii. Proceso (aproximación de norma ASTM B-212-99 por Rico, 2011)



Pesar el beaker de 100ml solo



En una superficie libre de vibraciones montar el equipo mostrado en la figura; midiendo 25mm de altura entre embudo y beaker



Dejar caer el almidón en el embudo hacia dentro del beaker hasta alcanzar la marca de 100ml. Race el almidón y pesar



Determinar por medio de calculos la densidad aparente

Figura 11. Procedimiento para determinar densidad aparente en almidón de Guineo

PROCESO 9. Índice de absorción de agua IAA, Índice de solubilidad en agua ISA y Poder de hinchamiento PH (Adaptado de ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007)

a) Fundamento

Cuando se calienta una suspensión acuosa de almidón, los gránulos se hinchan por una absorción progresiva e irreversible de agua aumentando su tamaño. La determinación de estos índices se mide aprovechando la capacidad de absorción del agua del granulo de almidón y la exudación de fracciones de almidón a medida que se incrementa la temperatura de las suspensiones de almidón; Ver Figura 12. (Fuente: ARISTIZÁBAL, MEJÍA & SÁNCHEZ, 2007)

b) Desarrollo Experimental

i. Material y Equipo

- Balanza analítica
- Hot plate
- Beaker de 100ml
- Beaker de 50ml
- Centrifuga
- Tubos de centrifuga plásticos de 50ml
- Estufa
- Pipeta volumétrica de 10ml
- Probeta de 30ml
- Almidón
- Agua destilada

ii. Proceso

	<p>Pesar los tubos de centrifuga</p> <ul style="list-style-type: none">• Estos deben ser secados a 60°C en la estufa
	<p>Pesar en los tubos 1.25g aproximadamente de almidón agregar 30ml de agua destilada precalentada a 60°C</p> <ul style="list-style-type: none">• Agitar
	<p>Colocar en baño de agua a 60°C durante 30 minutos</p> <ul style="list-style-type: none">• agitar la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento
	<p>Centrifugar a temperatura ambiente a 4900 RPM durante 30 minutos</p>
	<p>Decantar el sobrenadante y colocar en un beaker de 50ml (previamente pesado)</p>
	<p>Pesar el tubo de la centrifuga con el gel</p>
	<p>Secar el sobrenadante en la estufa durante 18 horas aproximadamente a 70°C</p>
	<p>Pesar el crisol con el insoluble</p>

Figura 12. Proceso para determinación de IAA, ISA y PH.

PROCESO 10. Determinación Cualitativa de Amilosa y Amilopectina

a) Fundamento

Es una prueba para verificar que tan viscoso es el almidón a nivel cualitativo a través de la Consistencia de la Gel realizada para arroz y adaptada para almidón de Guineo Majoncho; la cual se basa en la consistencia de pasta del arroz que sirve para diferenciar variedades que tienen contenido alto de amilosa. La prueba está basada en la consistencia de una pasta fría que presenta el grano de arroz por el efecto combinado de los componentes del almidón: amilosa y amilopectina. (Fuente: CIAT 1980).

En el proceso se mide la longitud que recorrerá el gel en cm y de acuerdo a eso se verifica su viscosidad y se visualiza el comportamiento de cantidad de amilosa y amilopectina ya que estos parámetros son los que indican la viscosidad o gelatinización de una sustancia.

Dicho análisis es realizado por el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA.

PROCESO 11. Determinación Cuantitativa de Amilosa

a) Fundamento

El contenido de Amilosa se estima midiendo la transmisión de la luz a través de la solución de un complejo de color azul que forma el almidón con el yodo. (Fuente: CIAT, 1980).

Dicha estimación se realiza usando una curva patrón de un estándar de amilosa, como Amilosa de Papa. Se obtendrá como resultado un % de amilosa a nivel experimental y por diferencia se obtiene el contenido de amilopectina

El análisis es realizado por el Laboratorio de Química Agrícola del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA; utilizando la metodología de Espectrofotometría Visible y por Diferencia.

PROCESO 12. Caracterización Química / Análisis Proximal

a) Fundamento

El análisis proximal comprende de diversos análisis que ayudaran a caracterizar el almidón como lo son análisis de:

- Cenizas
- Humedad total
- Carbohidratos
- Contenido de proteína cruda
- Contenido de fibra cruda
- Contenido de grasa

Análisis que serán realizados por Laboratorio de Química Agrícola del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA.

PROCESO 13. Caracterización Microbiológica

a) Fundamento

El análisis microbiológico es un factor muy importante y determinante para el uso del almidón en la industria de alimentos a diferencia de otras industrias, ya que se deben verificar los parámetros para evitar una contaminación de los productos que se elaboren con el almidón de elección.

Los análisis a realizar son:

- Análisis de Recuento de bacterias Aeróbicas
- Recuento de mohos y Levaduras
- Detección de *Escherichia coli*
- Detección de *Salmonella spp.*

Dichos análisis serán elaborados por el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud. Laboratorio de Control de Calidad Microbiológico. CENSALUD UES.

Usando el método Bacteriological Analytical Manual (BAM): Aislamiento e identificación específica de microorganismos; técnica de tubos múltiples para coliformes totales, fecales, E. Coli.

ANEXO 3. Test de Valoración Sensorial
Test de Valoración Sensorial
Producto: Salsa dulce tipo Ketchup

Edad: _____

Sexo: _____

Indicación:

- Califique las muestras colocándole una x al atributo de calidad que más se acerque a lo percibido en las muestras. Y conteste con sinceridad lo que se le pregunta al final del Test.
- Enjuagar la boca antes y después de cada prueba para eliminar residuos de muestras anteriores.

Muestras	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada levemente	Ni me agrada ni me desagrada	Me agrada levemente	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho
Apariencia(Marque solo una respuesta)							
K00M55P							
K00K55X							
Color (Marque solo una respuesta)							
K00M55P							
K00K55X							
Textura / Viscosidad (Marque solo una respuesta)							
K00M55P	Viscoso	Grumoso	Gomoso	Muy liquido (Denso)			
K00K55X							
Sensación percibida (Aroma) (Marque todas las sensaciones percibidas)							
K00M55P	Picante	Canela	Pimienta	Laurel			
K00K55X							
Sabor(Marque solo una respuesta)							
K00M55P	Dulce	Acido	Salado	Amargo			
K00K55X							

Conteste a continuación lo que se le pide:

1. Ha percibido usted alguna diferencia entre los productos. Sí No K00M55P
 Si su respuesta es sí, marque cual y especifique que percibió: _____ K00K55X

2. Marque con una X el productos que estaría dispuesto a comprar: K00M55P K00K55X