

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE UN SOPORTE ADHESIVO
A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA PARA UN APÓSITO A ESCALA
LABORATORIO.**

**YUZULY ANDREA AMAYA HERNÁNDEZ
NATALIA MARÍN RIVAS**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2020**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE UN SOPORTE ADHESIVO
A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA PARA UN APÓSITO A ESCALA
LABORATORIO.**

**YUZULY ANDREA AMAYA HERNÁNDEZ
NATALIA MARÍN RIVAS**

**Proyecto Integral de Grado para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2020**

Nota de aceptación:

Ing. Angie Tatiana Ortega Ramírez

Ing. Duvian Alberto Vera Romero

Bogotá D.C, enero de 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados (E)

Dra. ALEXANDRA MEJÍA GUZMAN

Secretaría General

Dra. ALEXANDRA MEJÍA GUZMAN

Decano de la Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CÉSAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa Ingeniería Química

Dr. LEONARDO DE JESÚS HERRERA GUTIÉRREZ

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, él siempre me ha guiado por un camino de rectitud, en los momentos donde tenía que atravesar obstáculos me dio la fuerza necesaria para seguir. De la misma manera dedico este trabajo a mis padres Marlen Rivas Romero y José Iván Marín Ramos, por ayudarme, a crecer como persona, enseñarme a ser persistente, a que cualquier objetivo que me proponga lo cumpliré, por brindarme su apoyo incondicional en cada instante de mi vida, ambos son mi ejemplo a seguir. A mi hermano Iván Felipe Marín Rivas, que siempre me ha protegido, así te encuentres a kilómetros de distancia, estás ahí pendiente de cada integrante de la familia, has sido un hermano ejemplar, por darme buenos consejos, estoy tan agradecida con Dios de obsequiarme esta hermosa familia, ustedes me han guiado siempre por el camino correcto, aun así, no existen las suficientes palabras para agradecerles todo lo que me han brindado.

Agradezco a todas las personas, que formaron parte en este trayecto y parte de mi vida, me ayudaron a resolver cada inconveniente que se me presentó durante este proceso, a todos mis compañeros y amigos con los que trasnochamos juntos para alcanzar nuestros objetivos, también a los profesores por guiarnos, enseñarnos, brindarnos su sabiduría, para convertirnos en excelentes profesionales.

Natalia

DEDICATORIA

Como primera medida, le dedico este trabajo a Dios porque sin el nada de esto sería posible, porque sin sus bendiciones, fortaleza y amor no podría culminar esta etapa de mi vida. De igual forma le dedico el esfuerzo y empeño reflejados en este trabajo a mis padres que son el motor de mi vida que sin su amor, comprensión y fortaleza no estaría en el lugar que me encuentro hoy, las palabras no me alcanzan para manifestar la gratitud y el amor que tengo hacia ustedes, mil gracias por la paciencia, son mi ejemplo a seguir. A mi hermanito Felipe que siempre está presente en mi progreso, que me motiva continuamente a ser mejores, eres la persona que sin importar nada siempre me ha apoyado, espero ser una guía en tu camino al éxito.

A mi abuela Rubiela que siempre estará en mi corazón, siempre me impulsaste a crecer como persona y me acompañaste en mis mejores y peores momentos, gracias por formarme y amarme sin importar nada, te amo y sé que anhelaste verme el día de mi grado y aunque hoy no estés presente de manera física estas en mi alma y en mis pensamientos.

A un hombre maravilloso Cristian mi compañero de vida, sin tu comprensión y ayuda este trabajo no sería posible, gracias por ese amor incondicional que siempre me brindas, por creer en mí cuando ni yo lo hice y por estar presente sin importar las circunstancias, este logro también es gracias a ti. Sé que es un sueño que logramos juntos de muchas que nos faltan.

Finalmente le doy gracias a todas las personas que hicieron parte de este proceso, familiares, amigos, docentes y compañeros de trabajo que de una u otra forma me ayudaron a superar adversidades de la vida las cuales me permitieron alcanzar este logro.

Yuzuly

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por su gran esfuerzo y brindarnos su apoyo en todo momento.

Con todo el afecto, a la ingeniera y directora de investigación Martha Cecilia Acosta, en primer lugar, por guiarnos, ayudarnos y brindarnos su conocimiento a lo largo de todo el trayecto, por su dedicación, interés y el tiempo que nos otorgó.

Finalmente le damos gracias a Ana María García, por estar siempre preparada para brindarnos su apoyo en cualquier momento y guiarnos durante todo el camino con el propósito de alcanzar este logro.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	27
INTRODUCCIÓN	29
OBJETIVOS	30
1.GENERALIDADES	31
1.1 LA YUCA	31
1.2 CONDICIONES DE CRECIMIENTO	31
1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA RAÍCES	31
1.4 CONTENIDO DE ALMIDÓN	33
1.4.1 La amilosa.	34
1.4.2 La amilopectina.	36
1.4.3 Dextrinas.	38
1.4.3.1 Vía Húmeda.	39
1.5 PROCESAMIENTO DE LA YUCA	42
1.6 QUÉ ES UN ADHESIVO	45
1.7 APLICACIONES DE LOS ADHESIVOS	45
1.8 ASPECTOS TECNOLÓGICOS	46
1.9 HIDRÓLISIS DEL ALMIDÓN DE YUCA	48
1.9.3 Hidrolisis alcalina	48
1.10 APÓSITOS HIDROCOLOIDES	49
2. METODOLOGÍA	52
2.1 OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA	52
2.1.1 Extracción del almidón	52
2.1.2 Determinación del porcentaje de rendimiento del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	56
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	57
2.3 MATERIALES Y EQUIPOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA	57
2.3.1 Almidón de yuca.	57
2.3.2 Industria alimenticia.	57
2.3.3 Industria de edulcorantes.	58
2.3.4 Industria textil.	58
2.3.5 Industria farmacéutica y cosmética.	58
2.3.6 Industria papelera.	58
2.3.7 Industria de adhesivos.	58
2.4 MÉTODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)	59

2.4.1 Determinación de la Viscosidad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	61
2.4.2 Determinación de la Densidad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	63
2.4.3 Determinación de la humedad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	65
2.4.4 Determinación del Porcentaje de Cenizas del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	67
2.4.5 Determinación del pH en el almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	70
3. OBTENCIÓN DEL ADHESIVO	74
3.1 PARÁMETROS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS	74
3.1.1 Variables indicadoras.	75
3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO	76
3.2.1 Materiales y equipos para el desarrollo de la etapa obtención del adhesivo.	76
3.2.2 Diagrama de bloques para la obtención del adhesivo	78
3.3 REACTIVOS PARA EL DESARROLLO DE LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO	81
3.3.1 Hidróxido de sodio (NaOH).	81
3.3.2 Almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	83
3.3.3 Ácido clorhídrico (HCl).	84
3.4 COMPOSICIONES DE LOS DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO.	85
3.5 PRUEBAS DE CALIDAD DEL PEGANTE	87
3.6 RELACIÓN ANOVA	89
3.7 CARACTERIZACIÓN DEL ADHESIVO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)	95
3.7.1 Determinación de la Viscosidad de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	95
3.7.2 Determinación de la densidad de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	98
3.7.3 Determinación del porcentaje de humedad de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	101
3.7.4 Determinación de propiedades Organolépticas de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	107
3.7.4.1 Hidrolisis alcalina (hidróxido de sodio)	107
3.7.4.2 Hidrólisis ácida (ácido clorhídrico)	112
3.8 RESULTADO DE LAS FORMULACIONES DE LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO	117
4.COMPARACIÓN DE ADHERENCIA DE UN ADHESIVO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) FRENTE A ADHESIVOS COMERCIALES	121
5.BALANCE DE MASA Y ENERGÍA	123

6.COSTOS DE OPERACIÓN	138
7.CONCLUSIONES	142
8.RECOMENDACIONES	144
BIBLIOGRAFÍA	145
ANEXOS	153

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura química de la amilosa.	24
Figura 2. Estructura química de la amilopectina.	25
Figura 3. Corte transversal de la raíz de yuca.	33
Figura 4. Segmento de amilosa.	35
Figura 5. Segmento de amilopectina.	37
Figura 6. Propiedades de los principales componentes del almidón.	38
Figura 7. Hidrólisis y repolimerización durante la dextrinización del almidón.	40
Figura 8. Método extracción del almidón de yuca.	44
Figura 9. Partes de un apósito hidrocoloide.	49
Figura 10. Pelado de la materia prima (yuca)	54
Figura 11. Rallado y lavado con hipoclorito de sodio.	54
Figura 12. Filtración de la materia prima (yuca).	55
Figura 13. Sedimentación y centrifugación de la materia prima.	56
Figura 14. Prototipo de montaje de la Prueba de "Adhesividad 90°"	89
Figura 15. Superficie requerida para la prueba de "Adhesividad 90°"	89
Figura 16. ficha técnica de la balanza analítica (NIMBUS nbl-21b)	154
Figura 17. Ficha técnica del HORNO DE MUFLA L, (NABERTHERM)	158
Figura 18. Ficha técnica del pH-metro PCE-PH 22	159
Figura 19. Ficha técnica de desecador, día. Int 210 mm, Alt 320mm	162
Figura 20. ficha técnica del VISCOSÍMETRO ROTACIONAL EXPERT R FUNGILAB (V300002)	164
Figura 21. ficha técnica de la probeta (Capacidad 100 ml)	166
Figura 22. Ficha técnica de la plancha de calentamiento con agitador	167
Figura 23. Ficha técnica del termómetro digital	168
Figura 24. Ficha técnica de la Máquina universal de ensayos de tensión (MRC Scientific Instruments. Referencia: UTM65B.)	169
Figura 25. Encuesta de propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca (hidrólisis alcalina)	182
Figura 26. Encuesta de propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca (hidrólisis ácida)	183
Figura 27. Ficha técnica del almidón de yuca	208
Figura 28. Ficha técnica del agua destilada	210
Figura 29. Ficha técnica del hidróxido de sodio	213
Figura 30. Ficha técnica del ácido clorhídrico	216
Figura 31. Ficha técnica de la glicerina	220
Figura 32. Servicio público, energía eléctrica	223
Figura 33. Servicio público agua y alcantarillado	224

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Proceso de pretratamiento.	53
Diagrama 2. Preparación de la instrumentación para la determinación de la viscosidad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	61
Diagrama 3. Diagrama de proceso para la determinación de la Viscosidad del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	62
Diagrama 4. Preparación de la instrumentación para la determinación de la densidad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	63
Diagrama 5. Diagrama de proceso para la determinación de la densidad del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	64
Diagrama 6. Preparación de la instrumentación para la determinación del porcentaje de humedad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	65
Diagrama 7. Diagrama de proceso para la determinación del porcentaje de humedad del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	66
Diagrama 8. Preparación de la instrumentación para la determinación del porcentaje de cenizas del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	68
Diagrama 9. Diagrama de proceso para la determinación del porcentaje de cenizas del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	69
Diagrama 10. Preparación de la instrumentación para la determinación del pH del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	71
Diagrama 11. Diagrama de proceso para la determinación del pH del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	72
Diagrama 12. Representación de bloques para la obtención del adhesivo.	79
Diagrama 13. Protocolo de laboratorio para el desarrollo de la obtención del almidón	80
Diagrama 14. Diagrama de proceso de la prueba de "Adhesividad 90°"	88
Diagrama 15. Diagrama de procesos para la determinación de la Viscosidad del muestreo de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	96
Diagrama 16. Diagrama de procesos para la determinación de la densidad del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	99
Diagrama 17. Diagrama de procesos para la determinación del porcentaje de humedad del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	102
Diagrama 18. Diagrama de procesos para la determinación del pH del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	105
Diagrama 19. Diagrama del balance de masa para la Hidrólisis ácida	123
Diagrama 20. Diagrama de bloque proceso de obtención del adhesivo	125
Diagrama 21. Diagrama del balance de masa para la Hidrólisis alcalina	131

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Concentración de hidróxido de sodio al 99%	81
Ecuación 2. %p/p del hidróxido de sodio	81
Ecuación 3. Concentración de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) %p/v	83
Ecuación 4. Concentración de ácido clorhídrico en Molaridad (M)	84
Ecuación 5. Procesos reactivos en estado estacionario.	124
Ecuación 6. Ecuación para el balance	124
Ecuación 7. Energía suministrada por la estufa	125
Ecuación 8. Energía del almidón de yuca	126
Ecuación 9. Energía necesaria para el calentamiento del H_2O	126
Ecuación 10. Energía requerida para el calentamiento del HCL	126
Ecuación 11. Energía requerida para el calentamiento de la glicerina	127
Ecuación 12. Calor disipado durante el proceso	127
Ecuación 13. Volumen requerido para el almidón de yuca	128
Ecuación 14. Volumen requerido de ácido clorhídrico	129
Ecuación 15. Volumen requerido del agua	129
Ecuación 16. Volumen requerido de glicerina	130
Ecuación 17. Volumen total requerido.	130
Ecuación 18. Energía suministrada por la estufa	132
Ecuación 19. Energía del almidón de yuca	133
Ecuación 20. Energía necesaria para el calentamiento del H_2O	133
Ecuación 21. Energía requerida para el calentamiento de la glicerina	134
Ecuación 22. Calor disipado durante el proceso	134
Ecuación 23. Volumen requerido para el almidón de yuca	135
Ecuación 24. Volumen requerido de hidróxido de sodio	136
Ecuación 25. Volumen requerido del agua	136
Ecuación 26. Volumen requerido de glicerina	136
Ecuación 27. Volumen total requerido.	137
Ecuación 28. Costos directos totales para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca	140
Ecuación 29. Costos totales para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca	141
Ecuación 30. Densidad	172
Ecuación 31. Porcentaje de humedad	172
Ecuación 32. Peso húmedo neto	172
Ecuación 33. Peso seco neto	172
Ecuación 34. Porcentaje de cenizas	173
Ecuación 35. Rendimiento	174
Ecuación 36. Densidad	175
Ecuación 37. Porcentaje de humedad	177

Ecuación 38. Peso húmedo neto

177

Ecuación 39. Peso seco neto

177

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resultados de la determinación de la Viscosidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	62
Tabla 2. Resultados de la determinación de la densidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	64
Tabla 3. Resultados de la determinación del porcentaje de humedad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	67
Tabla 4. Resultados de la determinación del porcentaje de cenizas en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	69
Tabla 5. Resultados de la determinación del pH en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	72
Tabla 6. Concentración de hidróxido de sodio (NaOH)	82
Tabla 7. Concentración de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) %p/v	84
Tabla 8. Concentración de ácido clorhídrico (M)	85
Tabla 9. Condiciones de las variables independientes para el diseño de experimentos 1.	85
Tabla 10. Condiciones de las variables independientes para el diseño de experimentos 2	86
Tabla 11. Resultados de la determinación para la variable de respuesta adherencia en el diseño experimental 1	90
Tabla 12. Ensayos escogidos del diseño experimental 1 (NaOH)	92
Tabla 13. Resultados de la determinación para la variable de respuesta adherencia en el diseño experimental 2.	92
Tabla 14. Ensayos escogidos del diseño experimental 2 (HCl).	94
Tabla 15. Resultados de la viscosidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	96
Tabla 16. Resultados de la densidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	100
Tabla 17. Resultados del porcentaje de humedad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	102
Tabla 18. Resultados del pH en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) para la hidrólisis alcalina (NaOH)	105
Tabla 19. Ensayos seleccionados de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.	108
Tabla 20. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	109
Tabla 21. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.	110
Tabla 22. Ensayos seleccionados (hidrólisis alcalina).	112

Tabla 23. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.	112
Tabla 24. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	113
Tabla 25. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.	115
Tabla 26. Ensayos seleccionados de la hidrólisis ácida	117
Tabla 27. Resultados de la prueba de adhesividad para apósitos comerciales.	122
Tabla 28. Comparación de los apósitos comerciales frente al adhesivo a base de almidón de yuca	122
Tabla 29. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis ácida).	123
Tabla 30. Balance energético y calor disipado para la hidrólisis ácida (HCl) del ensayo seleccionados.	127
Tabla 31. (Continuación)	128
Tabla 32. Resultados de los ensayos seleccionados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis ácida	130
Tabla 33. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis alcalina).	131
Tabla 34. Balance energético y calor disipado para el hidróxido de sodio (NaOH) de los ensayos seleccionados.	134
Tabla 35. Resultados seleccionados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis alcalina	137
Tabla 36. Costos de equipos y máquinas para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	138
Tabla 37. Costos de insumo para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	139
Tabla 38. Costos de personal para producir un de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	140
Tabla 39. Costos indirectos para producir un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	141
Tabla 40. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.	185
Tabla 41. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	187
Tabla 42. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.	189
Tabla 43. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.	192
Tabla 44. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	194

Tabla 45. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.	196
Tabla 46. Balance energético y calor disipado para la hidrólisis ácida (HCl)	199
Tabla 47. Resultados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis ácida	201
Tabla 48. Balance energético y calor disipado para el hidróxido de sodio (NaOH)	202
Tabla 49. Resultados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis alcalina	203
Tabla 50. Marco normativo del proyecto	225

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Comportamiento según superficie de respuesta estimada para prueba de adhesividad con NaOH	91
Gráfica 2. Comportamiento según superficie de respuesta estimada para prueba de adhesividad con HCl.	94
Gráfica 3. Resultados de la viscosidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	98
Gráfica 4. Resultados de la densidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	101
Gráfica 5. Resultados del porcentaje de humedad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	104
Gráfica 6. Resultados del pH en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	106
Gráfica 7. Ensayos seleccionados de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.	108
Gráfica 8. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	109
Gráfica 9. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.	111
Gráfica 10. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.	113
Gráfica 11 . Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	114
Gráfica 12. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto	116
Gráfica 13. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color	186
Gráfica 14. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.	188
Gráfica 15. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto	191
Gráfica 16. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color	193
Gráfica 17. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor	195

Gráfica 18. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto 198

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Composición química de las raíces de yuca.	32
Cuadro 2. Contenido de amilosa en los almidones más comunes.	35
Cuadro 3. Equipos para la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)	59
Cuadro 4. Cuadro resumen de la Caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).	73
Cuadro 5. Reactivos usados en la producción del adhesivo.	76
Cuadro 6. Equipos usados en la producción del adhesivo.	78
Cuadro 7. Adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) obtenido de la hidrólisis alcalina (NaOH)	117
Cuadro 8. Adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) obtenido de la hidrólisis ácida (HCl)	119
Cuadro 9. Cotización de los equipos y maquinaria utilizada para la elaboración del adhesivo a base de almidón de yuca	204
Cuadro 10. Cotización de insumos químicos requeridos para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca.	207

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Fichas técnicas de equipos	154
Anexo B. Ecuaciones para la caracterización del almidón de yuca	172
Anexo C. Ecuaciones para la caracterización del adhesivo base de almidón yuca	a 175
Anexo D. Encuestas	182
Anexo E. Propiedades organolépticas (color) de la hidrólisis alcalina	185
Anexo F. Propiedades organolépticas (olor) de la hidrólisis alcalina	187
Anexo G. Propiedades organolépticas (sensación al tacto) de la hidrólisis alcalina	189
Anexo H. Propiedades organolépticas (color) de la hidrólisis ácida	192
Anexo I. Propiedades organolépticas (olor) de la hidrólisis ácida	194
Anexo J. Propiedades organolépticas (sensación al tacto) de la hidrólisis ácida	196
Anexo K. Balance de materia y energía (HCl)	199
Anexo L.. Determinacion de volumen para proceso hidrolítico (HCl)	201
Anexo M. Balance de materia y energía (NaOH)	202
Anexo N. Determinación de volumen para proceso hidrolítico (NaOH=	203
Anexo O. Cotización de equipos y fichas técnicas de insumos	204
Anexo P. Marco normativo	225

LISTA DE ABREVIATURAS

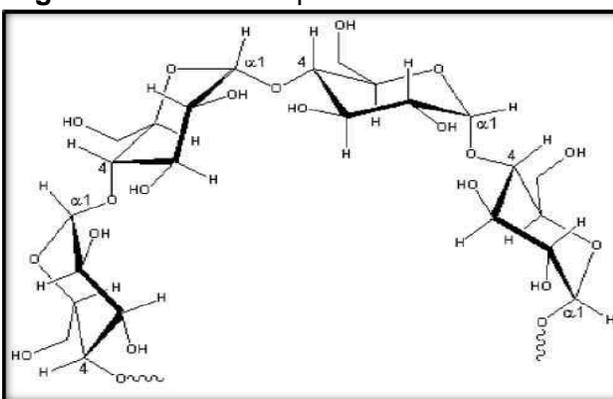
NTC	Norma Técnica Colombiana
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
H₂O	agua
NaOH	hidróxido de sodio
HCl	ácido clorhídrico
M	molaridad
%p/p	porcentaje peso a peso
%p/v	porcentaje peso a volumen
min	Minutos
V	volumen
°C	grado Celsius
FAO	La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
N	Newton
%RE	porcentaje de rendimiento
Q_a	Energía del almidón de yuca
C_P	Capacidad calorífica
Q_d	Calor disipado

GLOSARIO

ALMIDÓN: el almidón es un tipo de azúcar, constituido por un hidrato de carbono complejo (polisacárido) asimilable, del conjunto de los glucanos. Se constituye mediante cadenas de glucosa con organización lineal (amilosa) o dividida (amilopectina). Compone la reserva energética de los vegetales.¹

AMILOSA: está constituido especialmente de cadenas (sobrantes) de α -D glucopiranosilo entrelazadas por enlaces α (1 \rightarrow 4). Sin embargo tiene el concepto de polímero lineal, presenta poca cantidad de ramificaciones unidas por enlaces α (1 \rightarrow 6)², como se puede observar en la Figura 1. Estructura química de la amilosa.

Figura 1. Estructura química de la amilosa.



Fuente: MARÍN, Jesús. Química del almidón [Consultado el 12 de septiembre del 2019].

Disponible en:

(https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica_del_almid%C3%B3n)

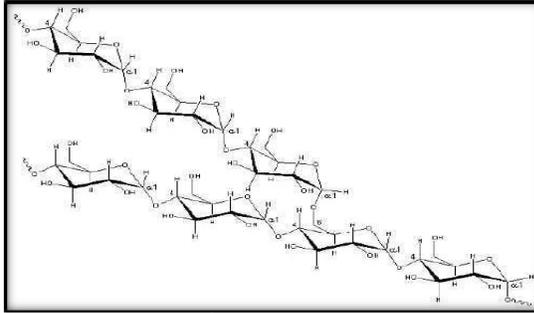
AMILOPECTINA: la amilopectina como se muestra en la Figura 2. Estructura química de la amilopectina, está compuesta por α -D-glucosa, conectada esencialmente por enlaces α -(1 \rightarrow 4). Se encuentra con más ramificaciones que la el polímero de la amilosa, aproximadamente, cuenta con 4-5 % de enlaces α -(1 \rightarrow 6)³.

¹ INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. EL ALMIDÓN. [Consultado el 12 de septiembre del 2019]. Disponible en: investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136

² Ing MARÍN, Jesús. Química del almidón [Consultado el 12 de septiembre del 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica_del_almid%C3%B3n

³ Ing MARÍN, Jesús. Química del almidón [Consultado el 12 de septiembre del 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica_del_almid%C3%B3n

Figura 2. Estructura química de la amilopectina.



Fuente: MARÍN, Jesús. Química del almidón [Consultado el 12 de septiembre del 2019]. Disponible en: (https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica_del_almid%C3%B3n)

ADHESIVO: es la potencia que se requiere para descomponer un adhesivo sensible a la presión, de un tablero de ensayo estándar, en el cual se encuentra adherido bajo parámetros específicos, con un tiempo y ángulo fijo. El impulso de la adhesión, se puede calcular durante 20 minutos hasta 24 horas o 1 semana de tiempo de contacto⁴.

COHESIÓN: es el momento en el cual los componentes de una masa de material se conservan unidos por impulso químico o físico⁵

APÓSITO: se cataloga como producto sanitario usado para cuidar y preservar una lesión o herida. Su principal característica es brindar alivio en el daño de la piel, y presenta la acción, como una barrera frente a una posible infección, asimismo tiene la capacidad de retener la transpiración, que se puede presentar al cubrir la herida, de esta forma, permite una correcta circulación sanguínea reduciendo el tiempo de cicatrización.⁶

HIDROCOLOIDE: los hidrocoloides son polímeros de alto peso molecular que funcionan como estabilizantes, espesantes y/o gelificantes en sistemas alimenticios o clínicos⁷.

HIDRÓLISIS: se cataloga como una reacción química, en esta se presenta un rompimiento de la molécula del agua. Donde los reactivos, al igual que los productos

⁴ FINAT. Adestor. Conocimiento técnico [Consultado el 12 de septiembre del 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/PropiedadesAdhesivosEnsayos.pdf>

⁵ (INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC), 2008)

⁶ ELSEVIER. Farmacia Profesional. Vol 20 Número 6, pp 52-56

⁷ RODRÍGUEZ SANDOVAL Eduardo y SANDOVAL ALDANA Angélica. Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Disponible en: [C:/Users/Lenovo/Downloads/6179-Texto%20del%20artículo-27880-1-10-20140618%20\(1\).pdf](C:/Users/Lenovo/Downloads/6179-Texto%20del%20artículo-27880-1-10-20140618%20(1).pdf)

pueden encontrarse como especies neutras (por ejemplo, las moléculas orgánicas) y/o iónicas (como en el caso de las sales)⁸.

ALCALINIDAD: consiste en la acción del agua para equilibrar una reacción, lo que quiere decir que tiene el hidroxilo metálico llamado álcali.

ACIDEZ: hace referencia a la condición del ácido e indica la capacidad de ácido que contiene una sustancia.

DEGRADACIÓN: son procesos que implican depolimerización parcial o ajustes de moléculas. Estos contienen métodos hidrolíticos, oxidativos y térmicos, en el cual se generan tres tipos de almidones que se encuentran transformados como son: la conversión ácida, oxidados y dextrinas⁹.

DEXTRINAS: son productos de degradación parcial del almidón obtenidas por calentamiento, con o sin catalizadores, en un mecanismo de conversión que involucra procesos de ruptura hidrolítica, reorganización de moléculas y repolimerización¹⁰.

VISCOSIDAD: la viscosidad es la propiedad termofísica de los fluidos ocasionada por sus fuerzas de cohesión molecular y resulta en la oposición que oponen a escurrir, por lo que requieren la aplicación de un esfuerzo o presión¹¹.

OLOR: aquella propiedad sustantiva de una sustancia que afecta el sentido del olfato¹²

HIDROSOLUBLE: se define como toda sustancia capaz de diluirse en agua bajo condiciones normales o estándar (1 atm de presión y 25°C de temperatura)

⁸LA GUÍA QUÍMICA [sitio web]. LA GUÍA QUÍMICA, definición de hidrólisis. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/esterificacion>.

⁹ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Pp 3-4 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>

¹⁰ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Pp 4-5 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>

¹¹CONCEPTODEFINICION.DE VISCOSIDAD. [Consulta: 19 mayo 2019] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/viscosidad/>

¹²INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC), Determinación del olor de los adhesivos, ICONTEC, Bogotá, versión 2008-04-30.

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el proceso de obtención de un soporte adhesivo hecho a partir de almidón de yuca, para un apósito a escala laboratorio, siguiendo los pasos para el desarrollo del pretratamiento de la materia prima, logrando la adecuada selección del proceso, la opción acorde de las condiciones del proceso para la producción del adhesivo, según las propiedades del almidón, la evaluación de los resultados obtenidos, permitió la producción del adhesivo elaborado a partir de almidón de yuca frente a adhesivos comerciales y finalmente el análisis de costos del proceso de producción del soporte adhesivo.

La recolección de datos se realizó por medio del pretratamiento por vía seca de la materia prima (yuca *Manihot Esculenta Crantz*), dando paso a la caracterización y evaluaciones de algunas propiedades fisicoquímicas y organolépticas; como lo son la densidad, la viscosidad, el pH, el porcentaje de humedad y cenizas; con el fin de comparar el adhesivo a partir de almidón, con un apósito comercial, así como el olor, el color y la sensación al tacto, respectivamente que presenta el producto. Con toda la información obtenida se efectuaron dos diseños experimentales factoriales múltiples; uno utilizando como agente hidrolítico el hidróxido de sodio (NaOH) para la ruta alcalina, basado en una variable dependiente (Adherencia (Newton)) y cuatro variables independientes (almidón (%p/v), hidróxido de sodio (%p/p), temperatura (°C) y tiempo (minutos)); y el otro, haciendo uso del ácido clorhídrico (HCl) como agente hidrolítico para la ruta ácida, teniendo en cuenta una variable dependiente (Adherencia (Newton)) y cuatro variables independientes (almidón (%p/v), ácido clorhídrico (Molaridad), temperatura (°C) y tiempo (minutos)). Los datos arrojados dieron paso a una caracterización específica del adhesivo, desarrollado a lo largo del proyecto, este paso permitió seleccionar los mejores 9 ensayos.

Para verificar la viabilidad del producto se realizó una comparación entre el adhesivo desarrollado y los apósitos comerciales ya existentes (Cinta quirúrgica no tejida adhesiva y tira adhesiva sanitaria). Dicha comparación se realizó usando como guía el Test Methods 1 en el proceso de "adhesividad 90°" de la FINAT, la cual es la asociación europea para la industria de etiquetas autoadhesivas. con el fin de comprobar las cualidades del adhesivo a base de almidón de yuca frente a los apósitos comerciales.

Por último, se tuvo en cuenta la relación de costos entre la producción del adhesivo y su viabilidad en el mercado.

Palabras claves: Adhesivos, apósitos, yuca, almidón, hidrólisis, amilopectina.

ABSTRACT

In the present investigation the process of obtaining an adhesive support made from cassava starch was evaluated, for a dressing on a laboratory scale, following the guidelines of development of the pretreatment of the raw material, achieving the appropriate selection of the process, the selection of the conditions of the process for the production of the adhesive, according to the properties of the starch, the evaluation of the results obtained allowed the production of the adhesive made from cassava starch against commercial adhesives and finally the cost analysis of the production process of the adhesive support

Data collection was done through dry pretreatment of the raw material (*Manihot Esculenta Crantz* cassava), giving way to the characterization and evaluations of some physicochemical and organoleptic properties; such as density, viscosity, pH, percentage of moisture and ashes, as well as the smell, color and touch, respectively, that the product presents. With all the information obtained, two multiple factorial experimental designs were made; one using as a hydrolytic agent sodium hydroxide (NaOH) for the alkaline route, based on a dependent variable (Adhesion (Newton)) and four independent variables (starch (% w / v), sodium hydroxide (% w / w) , temperature (° C) and time (minutes)); and the other, making use of hydrochloric acid (HCl) as a hydrolytic agent for the acid route taking into account a dependent variable (Adherence (Newton)) and four independent variables (starch (% w / v), hydrochloric acid (Molarity), temperature (° C) and time (minutes)). The data obtained gave way to a more specific characterization of the adhesive developed throughout the project, this step allowed to select the best 9 tests.

To verify the viability of the product, a comparison was made between the developed adhesive and the existing commercial dressings (Non-woven adhesive surgical tape and sanitary adhesive strip). This comparison was made using the Test Methods 1 as a guide in the “90 ° adhesiveness” process of FINAT which is the European association for the self-adhesive label industry. in order to check the qualities of cassava starch based adhesive against commercial dressings.

Finally, the cost relationship between the production of the adhesive and its viability in the market was taken into account.

Keywords: Adhesives, dressings, cassava, starch, hydrolysis, amylopectin., cassava, starch, hydrolysis, amylopectin.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presentado se centra en el uso de la yuca -*Manihot Esculenta Crantz*- pertenece a la familia Euphorbiaceae, para la producción de un adhesivo; una de las propiedades que permiten el uso de la yuca en este proceso, son sus vasos lactíferos, encargados de las secreciones lechosas y pegajosas¹³. Uno de los componentes primordiales es el almidón, este presenta distintos usos a nivel industrial. Asimismo, en Colombia según el DANE y la Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA, es uno de los tubérculos con mayor rendimiento; ya que, durante el año 2015 se produjo 517.489 toneladas de yuca, con rendimientos promedios de 12,4 toneladas por hectárea al año¹⁴.

Actualmente los productos médicos con mayor impacto comercial son los apósitos para heridas, que tienen como propósito aislar y proteger el proceso de cicatrización, actuando como una barrera capaz de absorber las secreciones; dichas características son otorgadas por distintos compuestos, que en su mayoría son de origen inorgánico y sintético; siendo costosos, no biodegradables y de difícil obtención. Cabe recalcar que la cantidad de desechos infecciosos que se generan en hospitales de gran escala, puede producir una tonelada de residuos por día, lo que significa que aproximadamente se generan 365 toneladas al año¹⁵. Con esta situación es pertinente realizar procesos productivos que se acojan a las nuevas tendencias hacia aspectos como la biodegradabilidad y sostenibilidad ambiental de los productos, teniendo en cuenta que al ser de origen vegetal y no petroquímico en el organismo; se reduce la aparición de reacciones alérgicas.

El objetivo de este proyecto es evaluar un adhesivo a base de almidón de yuca nativo para un apósito, dado que se requieren insumos de fácil acceso, y se genera procesos sostenibles ambientalmente, esto representa una excelente oportunidad para los adhesivos naturales. Permitiendo así un apósito para tratamiento de heridas que posea propiedades tales como: absorber las secreciones, mantener un alto grado de humedad en la superficie de la herida y proporcionar aislamiento térmico. Hoy por hoy, uno de los compuestos empleados para estudios es el almidón, el cual es otorgado por distintos tubérculos como la yuca, presenta una viabilidad técnica de la producción de dextrinas de yuca frente a otras fuentes de almidón (como el maíz y la papa), presentando una facilidad de conversión en tiempo, temperatura de proceso, excelente claridad, estabilidad y formación de películas de mayor adhesión.

¹³ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Pp 3-4 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>

¹⁴DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. DANE. Encuesta nacional agropecuaria. En: DANE. [sitio web]. Bogotá: DANE. [consulta: 20 de septiembre 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2016/boletin_ena_2016.pdf

¹⁵SALUD SIN DAÑO [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://saludsindanio.org/americalatina/temas/residuos-hospitalarios>

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el proceso de obtención de un soporte adhesivo a partir de almidón de yuca a escala laboratorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar el pretratamiento de la materia prima para la adecuada selección del proceso.
- Seleccionar las condiciones del proceso para la producción del soporte adhesivo, según las propiedades del almidón.
- Evaluar los resultados obtenidos para la producción del soporte adhesivo elaborado a partir de almidón de yuca frente a adhesivos comerciales.
- Realizar un análisis de costos del proceso de producción del soporte adhesivo.

1. GENERALIDADES

1.1 LA YUCA

La yuca *Manihot Esculenta Crantz* es una legumbre, se encuentra en ambientes tropicales, proviene del Amazonas, además esta planta posee gran valor debido a sus distintos usos a nivel industrial y alimenticio, puesto que es de fácil acceso, lo que provoca que personas de bajos recursos puedan usarla como alimento. También se encuentra catalogado como el cuarto producto elemental después del Arroz, igualmente es usado aproximadamente por 1000 millones de habitantes a nivel mundial.¹⁶

Los beneficios que este vegetal presenta, son alto grado de eficiencia en el desarrollo de carbohidratos, igualmente su elevado porcentaje de almidón, además la composición de materia seca. Pertenece a la familia amiláceas, esta posee una raíz con alto contenido de almidón, tiene un grado de alimentación humana de 100 millones de toneladas anual y 54 millones de toneladas anual en el consumo animal.¹⁷

Anteriormente la yuca y sus derivados no se distinguían en zonas tropicales, puesto que se adapta a temperaturas de 20 a 30°C, fuera de este rango, tarda más tiempo en crecer, en zonas templadas no realizaban la exportación debido a su desconocimiento de este vegetal.

Se escogió la yuca *Manihot Esculenta Crantz*, ya que es de condición dulce no presenta alto grado de cianuro y es más accesible para el consumo, en cambio el tipo amargo presenta una elevada concentración de cianuro

1.2 CONDICIONES DE CRECIMIENTO

El tubérculo de la yuca se desarrolla en zonas tropicales, es decir en trópicos cálidos, húmedos y en tierras bajas, en sectores de altitud promedio y en los subtrópicos con baja temperatura. Sin embargo, este vegetal presenta rápido crecimiento y mayor calidad en suelos fructíferos, además tiene una capacidad frente a otros tubérculos, lo que lo convierte en el vegetal más económico; es el crecimiento en suelos ácidos, estos suelos presentan poca fertilidad, en estas zonas se caracterizan por pocas lluvias y largos instantes de sequía.

Es una siembra que se adapta fácilmente, ya que se desarrolla desde el nivel del mar; es decir aproximadamente de 1800 msnm, se adapta a temperaturas de 20 a 30°C, la temperatura adecuada de 24°C, tiene una humedad relativa entre el 50 al

¹⁶ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Pp 3-6 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>

¹⁷ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Análisis fisicoquímico del almidón. Cap 8, pp 66-69 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>

90%, siendo su óptima del 72%, y lluvias entre 600 a 3000mm, y la adecuada de 1500mm¹⁸.

Su tiempo de crecimiento desde la siembra hasta la cosecha, pende de las condiciones naturales; el más corto de 7 a 12 meses en áreas calurosas, y el más largo desde 12 meses hasta más, en zonas con elevación de 1300 hasta 1800 msnm. Su desarrollo consiste en varios ciclos.¹⁹

1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA RAÍCES

Las raíces de yuca presentan alto grado de calorías, sin embargo, no tienen contenido de grasas, proteínas, minerales y vitaminas. Además, posee gran variedad de elementos secundarios que se muestran en la raíz; como son los polifenoles, estos son primordiales, ya que comprende los procesos de disminución fisiológica luego de la cosecha.

También se encuentran los taninos, los cuales poseen concentración baja en parénquima y mayor porcentaje en la cáscara.

El parénquima presenta el 30% a 45% de materia seca; con forma el 90% hasta el 95% de fracción no nitrogenada, es decir los carbohidratos. Las raíces de este tubérculo poseen valores distintos de concentración de cianuro, este radical tóxico se genera en distintos niveles del tubérculo. El cianuro generalmente se presenta en un 90% como un glucósido cianogénico, y el restante se encuentra en estado libre.

Los rasgos dichos varían según factores climáticos, como lo son; la edad de la planta, la zona, el suelo y la época de siembra²⁰. A continuación, en el Cuadro 1. Composición química de las raíces de yuca. se expresa los componentes presentes en la raíz de la yuca y su contenido porcentual en ella.

Cuadro 1. Composición química de las raíces de yuca.

Componentes de la raíz	Contenido
Energía	1460 cal/Kg

¹⁸ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca, 2007. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

¹⁹ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

²⁰OSPINA, Bernardo y CEBALLOS, Hernán. (1983). Morfología de la planta de yuca. En: Yuca: Investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programa de Yuca; Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). Cali [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1465/1/7205001.2009.pdf>.

Cuadro 1. (Continuación)

Componentes de la raíz	Contenido
Agua	66.00%
Carbohidratos	35%
Proteínas	1.2%
Grasas	0.2%
Ceniza	1.9%
Calcio	330 mg/Kg
Hierro	7 mg/Kg
Fósforo	440 mg/Kg
Vitamina A	0.21 mg/Kg
Tiamina	0.6 mg/Kg
Niacina	6 mg/Kg
Vitamina C	360 mg/Kg

Fuente: DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. DANE, Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA ENA-2016 El cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz) [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_abr_2016.pdf.

La yuca es la principal fuente de carbohidratos, este abastece a alto grado de población mundial, cabe recalcar que en su contenido existen distintos nutrientes y vitaminas como se muestra en el Cuadro 1. Composición química de las raíces de yuca. Por esta razón, presenta alto grado energético debido a su elevado aporte calórico de azúcar, especialmente el almidón ²¹. También se presenta los componentes vitales de la raíz de yuca, puesto que la yuca es la materia prima que se usará para la elaboración de este proyecto de trabajo de grado.

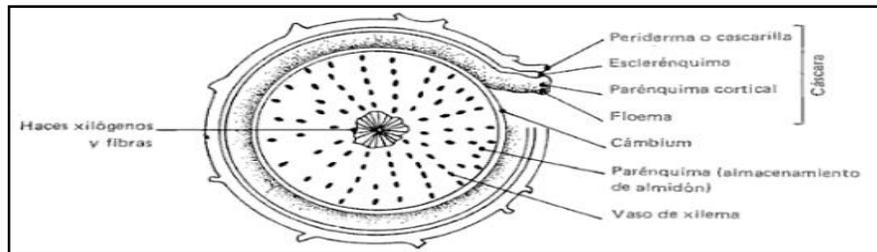
1.4 CONTENIDO DE ALMIDÓN

En la sección transversal de la raíz vieja de la yuca, se muestran dos divisiones, las cuales son la corteza y el núcleo; la corteza presenta 2 secciones, una es la parte exterior el cual es fina y estrecha, además contiene material suberoso, y la sección interna, esta es más maciza, que la fibrosa y tiene gránulos de almidón; el núcleo tiene bajo contenido fibroso que la corteza, sin embargo, presenta alto contenido de

²¹ ESPÍN Susana, VILLACRÉS Elena, BRITO Beatriz. Caracterización Físico-Química, Nutricional y funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. Capítulo IV [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/RTAs_Ecuador_04.pdf

almidón, asimismo posee gránulos, pero estos tienen mayor tamaño que el almidón presente en la corteza²². El almidón que se encuentra en la corteza es de gran importancia, puesto que posee gran utilidad a nivel industrial, en cuanto al procesado de la raíz, posteriormente se quita la fina capa externa, que los rodea²³. A continuación, en la Figura 3. Corte transversal de la raíz de yuca. se presenta la clasificación anatómica de la yuca, teniendo en cuenta que es la materia prima para poder llevar a cabo el adhesivo.

Figura 3. Corte transversal de la raíz de yuca.



Fuente: CEBALLOS, Hernán y DE LA CRUZ, Antonio. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. En: Ceballos, H. y Ospina, B. La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Cali, Colombia. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/Lenov.

Como se muestra en la Figura 3. Corte transversal de la raíz de yuca. los tejidos que forman una raíz son, continuamente, desde la sección externa hacia la interna, la cascara, la pulpa y las fibras centrales. La composición del almidón de las raíces de este tubérculo difiere según la edad de la siembra, el suelo y la temperatura. Por esta razón para adquirir alto contenido de almidón se aconseja seguir las siguientes condiciones.

1. El cultivo debe desarrollarse en zonas calurosas
2. Manejar suelos desprendidos, hondos, de buena productividad y bien desagüados.
3. Utilizar diversas secciones de la raíz, debido por su alta producción de almidón
4. Recolectar oportunamente.

²² ROJAS RIVERA, Magda Alejandra. Elaboración y usos del almidón de yuca ICA. Boletín técnico N° 66. diciembre de 1980. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>

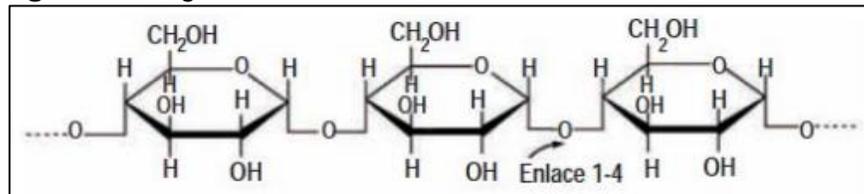
²³ ROJAS RIVERA, Magda Alejandra. Elaboración y usos del almidón de yuca ICA. Boletín técnico N° 66. diciembre de 1980. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>

En términos generales, el contenido de almidón de yuca cosechada en el tiempo adecuado varía entre el 18% hasta el 36%, según sean acordes o no a los requisitos anteriormente mencionados ²⁴

1.4.1 La amilosa. El grado de polimerización esta entre 600 hasta 6000, tiene diversos enlaces de hidrógeno con los grupos hidroxilo, estos son responsables de su consistencia cristalizada (que se fragmentan a elevada temperatura) en los gránulos de almidón; de la adsorción de agua y de la alineación de geles, en el curso de la retrogradación.

Por su distribución helicoidal la amilosa, tiene la capacidad de producir complejos insolubles, con sustancias hidrófobas, que muestran distintas características aprovechadas para su cuantificación (formación de compuestos de color azul, al interaccionar con yodo), además consta de atractivos en valores amiláceos (con ácidos grasos, retardan la repercusión se aumentan la permanencia en el descongelado)²⁵ como se puede ver en la figura 4 (Segmento de amilosa)

Figura 4. Segmento de amilosa.



Fuente: ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO 163., Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la 2007. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/b>.

En la Figura 4. Segmento de amilosa, se muestra el polímero lineal formado de moléculas de glucosa, compuesto desde los enlaces α [1→4], sin embargo, constituye en pequeñas ramificaciones. El interior de la hélice presenta sólo átomos de hidrógeno, y es por esta razón es lipofílica, mientras que los grupos hidroxilo

²⁴ ROJAS RIVERA, Magda Alejandra. Elaboración y usos del almidón de yuca ICA. Boletín técnico N° 66. diciembre de 1980. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>

²⁵ ROJAS RIVERA, Magda Alejandra. Valorización de las amiláceas “no – cereales” cultivadas en los países andinos: Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y de la resistencia a diferentes tratamientos estresantes. Tesis de grado. Santafé de Bogotá, D.C. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>

están situados en el exterior de la hélice. Junto con el 20% de la mayoría de los almidones es amilosa y el 80% amilopectina.²⁶

Cuadro 2. Contenido de amilosa en los almidones más comunes.

TIPO DE ALMIDÓN	% DE AMILOSA
Maíz	24 a 36
Trigo	17 a 29
Arroz	8 a 37
Papa	18 a 23
Yuca	16 a 19

Fuente: ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO 163., Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la 2007. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.

En el Cuadro 2. Contenido de amilosa en los almidones más comunes. muestra la comparación de del contenido de amilosa de varios almidones. En algunos almidones, el tamaño de los gránulos de almidón muestra dependencia con su proporción amilosa/amilopectina, teniendo en cuenta que la materia prima es la yuca se evidencia un bajo porcentaje de amilosa presente en este almidón.

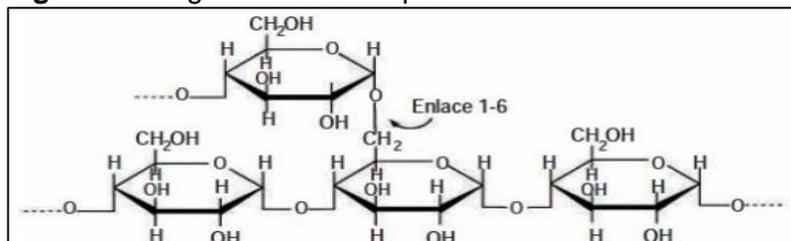
1.4.2 La amilopectina. La amilopectina es un polímero ramificado de D-glucosa, formada de enlaces lineales α [1→4], incorporadas y con derivaciones en α [1→6], está compuesta, cerca de 100.000 moléculas de glucosa como se muestra en la figura 5 (segmento de amilopectina).

En el periodo de cocción, la amilopectina atrae mucha agua y es, en gran parte, la causa de la formación del hinchamiento de los gránulos de almidón; de esta manera los gránulos de amilopectina, poseen una mejor condición para disolverse en agua a 95°C, que los que contienen mucha amilosa. Las disoluciones de amilopectina presentan una débil regresión y por lo tanto poseen alto dominio de retención de agua después del enfriamiento, contrario a las de amilosa. Dentro de los gránulos de almidón, se supone totalmente que es la amilopectina (su parte lineal) que se implica en la estructura cristalina²⁷

²⁶ LA GUÍA QUÍMICA [sitio web]. LA GUÍA QUÍMICA, definición de amilosa. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/esterificacion>.

²⁷ ROJAS RIVERAS, Magda Alejandra. Valorización de las amiláceas “no – cereales” cultivadas en los países andinos: Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y de la resistencia a diferentes tratamientos estresantes. Tesis de grado. Santafé de Bogotá, D.C. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/633682R741.pdf>

Figura 5. Segmento de amilopectina.



Fuente: ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO 163., Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la 2007. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/b>.

En la Figura 5. Segmento de amilopectina, se muestran como las cadenas lineales que presenta la amilopectina, permite formar hélices teniendo en cuenta que son seis moléculas de glucosa. Los enlaces α -D-(1 \rightarrow 6) que se observan en la figura 5 son puntos en donde existen rupturas, sin embargo, solo es posible formar hélices cortas mediante partes lineales de las moléculas de glucosa. Caso contrario con la amilosa que si permite formar diferentes hélices entre sus moléculas.

Dependiendo el origen del almidón, se encuentra el contenido y nivel de amilosa presente en este. Algunos almidones ya sea papa, trigo maíz y yuca contienen un porcentaje entre 18-28% de contenido de amilosa; el almidón presente en el maíz y el trigo se encuentran en la parte más alta del rango, mientras que tubérculos como la papa y la yuca están en la parte inferior, es decir la parte más baja de contenido.²⁸

El almidón de yuca tiene un porcentaje de amilosa entre 17-22%. Uno de los aspectos más importantes de las propiedades fisicoquímicas del almidón²⁹ es la estructura que presenta y la cantidad de los componentes presentes en el mismo, tal como se muestra en la Figura 6. Propiedades de los principales componentes del almidón.

²⁸ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Análisis fisicoquímico del almidón. Cap 8, pp 66-69 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>

²⁹ ARISTIZÁBAL, Johanna y SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

Figura 6. Propiedades de los principales componentes del almidón.

Propiedad	Amilosa	Amilopectina
Estructura	Línea	Ramificada
Longitud promedio de la cadena	Aprox. 1 000	20-25
Peso molecular	40 000 hasta 10 a la seis	200 000 hasta 10 a la 9
Grado de polimerización	Aprox. 1 000	10 000-100 000
En solución	Hélice extendida o enrollada	Esfera irregular
Estabilidad en soluciones acuosas	Retrograda	Estable
Acomplejamiento	Con facilidad	Con dificultad
Retrogradación	Rápida	Muy lenta
Gel	Firme e irreversible	Suave y reversible
Formación	Favorable	Desfavorable
Patrón de rayos X	Cristalino	Amorfo
Digestibilidad de la β -amilasa	Casi completa	Cerca de 60 %
Reacción con yodo	19-20 %	5-9 %
Color con la solución de yodo	Azul profundo	Violeta
Longitud de onda máxima (nm)	Aprox. 660	530-550

Fuente: ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO 163., Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la 2007. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/b>.

En la Figura 6. Propiedades de los principales componentes del almidón. La formación de zonas cristalinas se da depende de la organización que puedan presentar la amilosa y amilopectina con enlaces hidrógeno entre los grupos alcohólicos, ya sea que se dé una manera directa o bien mediante moléculas de agua directamente, debido a sus enlaces α -D-(1 \rightarrow 6)]. Debido a estas propiedades nombradas el almidón presenta una estructura semicristalina, permitiendo la difracción de rayos X, y poder determinar la presencia del granulo mediante luz polarizada. Este método permite diferenciar el almidón de las raíces, el almidón de los tubérculos y el alimón de los cereales. Sin embargo, se presentan excepciones como lo es el caso de la yuca la cual presenta un espectro similar al de los cereales.³⁰

1.4.3 Dextrinas. Se presenta mediante la modificación del alimón, ya sea por un proceso enzimático, térmico o químico. Para poder obtener una dextrina se debe calentar el almidón teniendo en cuenta el uso de catalizadores ácidos o alcalinos o mediante el uso de enzimas. Este proceso se parece mucho a la hidrolisis, sin embargo, se realiza en una menor intensidad, lo que significa que la molécula no se degrada totalmente. Al reducir a dextrina se presentan cambios notorios como un

³⁰ ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

aumento de la solubilidad en disolvente frío (agua) y un descenso en la viscosidad. Las dextrinas están clasificadas en cuatro grupos, la primera se obtiene mediante acción enzimática y es la maltodextrina, el segundo grupo se obtiene mediante acción del *Macerans bacillus* sobre el almidón y se encuentran presentes las dextrinas de Schardinger. El tercer grupo está constituido por dextrinas obtenidas mediante hidrólisis ácida en medio acuoso, por último, se tiene el grupo en el cual se obtienen las dextrinas mediante acción de calor y/o ácido sobre el almidón y son las pirodextrinas. Las dextrinas se pueden obtener mediante dos rutas: vía húmeda y vía seca, todo depende de lo que se dese obtener³¹

1.4.3.1 Vía Húmeda. Esta vía consiste en dispersar en agua el almidón y calentarlo en presencia de agentes enzimáticos o catalizadores ácidos o alcalinos. Generalmente, las dextrinas obtenidas por esta vía son las pertenecientes al primer grupo explicado anteriormente (maltodextrinas). Para este proceso se obtiene una especie de jarabe el cual se filtra, se refina y se seca por atomización. Este tipo de dextrinas tienen su principal uso en la industria de alimentos.³²

1.4.3.2 Vía Seca. Esta vía consiste en calentar el almidón, pero con pequeñas cantidades de catalizador, son conocidas como dextrinas de torrefacción o pirodextrinas. Esto porque se requiere distinguirlas de aquellas dextrinas producidas por procesos hidrolíticos. Al calentar el almidón se presentan cambios irreversibles en el proceso, debido a que se genera una ruptura hidrolítica, generando una repolimerización y son conocidas como pirodextrinas.

SE presentan dos principales cambios, los cuales son las características principales de estos procesos. El primero es el tamaño de la molécula y el segundo es un cambio en el grado de linealidad. Cada cambio mencionado tiene efectos claros y concretos en las características físicas y químicas de la dextrina. Teniendo en cuenta que se genera una variación en el peso molecular haciendo que esto influya en la viscosidad de la dextrina, mientras que la solubilidad se ve afectada por el cambio en la linealidad de la estructura molecular.³³

En la figura 7 (hidrólisis y repolimerización durante la dextrinización del almidón) se muestra como después de la molienda, los productos extruidos presentan una solubilidad, que conduce a un comportamiento espesante ya una alta

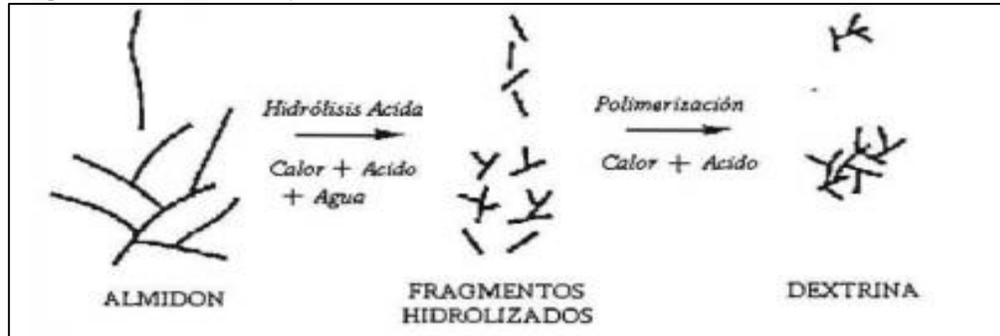
³¹LUNA LÓPEZ Victoria, LÓPEZ MEDINA Jose Antonio y VÁZQUEZ GUTIÉRREZ Mercedes. Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica. ISSN 0212-1611. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n5/05revision04.pdf>

³² ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

³³ CARRASCAL DELGADO Fabian Alfredo. Trabajo de grado. Obtención de dextrinas de alta solubilidad y mínima retrogradación a partir de almidón industrial de yuca. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2006/121003.pdf>

susceptibilidad a la acción de enzimas amilolíticas. Estas propiedades están altamente influenciadas por el origen del almidón y las condiciones del proceso de extrusión.

Figura 7. Hidrólisis y repolimerización durante la dextrinización del almidón.



Fuente: ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo.. Estudio de la viabilidad técnica y económica de la producción de dextrinas a partir de yuca utilizando tecnologías de vía seca – Proyecto Universidad Nacional de Colombia [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB211.C3_A757_Estudio_de_la_viability_t%C3%A9cnica_y_econ%C3%B3mica_de_la_producci%C3%B3n_de_dextrinas_a_partir.pdf

Teniendo en cuenta la Figura 7. Hidrólisis y repolimerización durante la dextrinización del almidón. Se puede observar que la producción de dextrinas tiene un proceso similar o igual para todos los almidones, sin embargo, lo que cambia es la facilidad de conversión y esto depende del tipo de almidón y su calidad. Almidones de las distintas variedades de yuca pueden ser utilizados para la producción de dextrinas, pero si se quiere una mayor conversión y obtención del almidón, se debe escoger aquellas que presenten un alto contenido de amilopectina, ya que esta posee un alto número de cadenas ramificada.³⁴

Dentro de la clasificación de dextrinas nombradas anteriormente se encuentran las pirodextrinas, las cuales tienen una subdivisión las cuales son: dextrinas amarillas, dextrinas blancas y gomias británicas. Estos tres tipos de pirodextrinas se caracterizan por su solubilidad, viscosidad y color. Todo depende de la temperatura y el tiempo requerido en el proceso y el tipo de catalizador utilizado, las dextrinas pueden ser total o parcialmente solubles en agua fría y dar soluciones de viscosidad

³⁴ ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

relativamente baja. A continuación, se realiza una mayor explicación de los factores a tener en cuenta al realizar la producción de dextrinas.³⁵

- Solubilidad. En la primera fase de la producción de dextrinas se aprecian pocos cambios en la solubilidad que se presenta en agua fría. Aunque presenta un aumento en la conversión al aumentar la temperatura en un rango de 130 -145°C obteniendo así una solubilidad aproximada del 100%. La forma inicial que se presenta (pasta) desaparece, permitiendo la formación de soluciones estables de viscosidad relativamente baja. Al realizar una ruptura de la molécula y disminuir las cadenas, se presenta un aumento de solubilidad. Por esta razón se pueden tener dextrinas blancas, de baja conversión, las cuales presentan una limitada solubilidad en agua fría manteniendo el comportamiento del almidón nativo. Por otro lado, las dextrinas que presentan una conversión del 100% son totalmente solubles en agua.³⁶
- Viscosidad. En el proceso de obtención de dextrinas, la viscosidad presenta una disminución notoria durante la primera hora, debido a la repolimerización de las moléculas y a la hidrólisis realizada durante el proceso. La viscosidad logra estilizarse cuando se inicia la tostación.
- Azúcares reductores. Como se mencionó anteriormente durante la primera hora al descender la viscosidad, los azúcares reductores alcanzan su punto máximo durante el calentamiento. En este período, se rompen los enlaces de almidón formando maltosa, glucosa y oligosacáridos, dando a la dextrina un valor reductor excepcionalmente alto. Al calentar a temperaturas muy elevadas estas moléculas de bajo peso molecular se genera una repolimerización la cual genera una disminución notoria en el contenido de azúcares reductores. Tal es el caso de las dextrinas canarias, la cual tiene un contenido de azúcares reductores tan bajo, que llega a valores cercanos al 1%.³⁷
- Humedad. Durante la dextrinización el contenido de humedad presente en el almidón se reduce progresivamente. Finalizando con un rango de contenido de humedad entre 3 a 5 % para las dextrinas blancas y usualmente menor de 2 % para las dextrinas amarillas. Sin embargo, la dextrina puede recuperar su

³⁵ VELASCO, Reinaldo, LUNA, William, MERA Julian y VILLADA Hector.; Large scale industries. In. Balagopalan, C. integrated technologies for value addition and post-harvest management and tropical tuber crops. Thiruvananthapuram: Central tuber crops research institute, Cap 6, p. 106 (2000). <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n2/art03.pdf>

³⁶ RUIZ AVILÉS, Gladys, Proyecto de investigación, Magíster en Ingeniería de Procesamiento de Polímeros, Polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47250396.pdf>

³⁷ ACOSTA COLLAZOS María del pilar y SALCEDO SIERRA María Cecilia. Trabajo de grado. Estudio de las aplicaciones industriales, el mercado potencial en Colombia y diseño de un producto a partir de pirodextrinas de yuca. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19220/44714_59464.pdf?sequence=1&isAllowed=y

porcentaje de humedad, al tener contacto con la humedad de la atmósfera, dando como resultado final un contenido de humedad entre 8 a 10 %.³⁸

- Color. Este un factor que depende principalmente del grado de acidez presentado durante la dextrinización y también depende de la temperatura. Al tener una baja temperatura se obtienen dextrinas blancas, pero al aumentar la concentración de ácido y la temperatura el color cambia y se oscurece las dextrinas.

1.5 PROCESAMIENTO DE LA YUCA

A continuación, se describe el procedimiento para la obtención de almidón de yuca, sin embargo, es primordial mencionar algunas máquinas o equipos que se encuentran en contacto con la materia prima; puesto que, estos se componen de láminas de acero inoxidable, para brindar la calidad del proceso, en la

Figura 8. Método extracción del almidón de yuca., se muestra el esquema del proceso.

- Recepción de la materia prima y pesaje: luego de la recolección de yuca, estas son llevadas en empaques o a granel directamente a la planta de procesamiento, se realiza la descarga de la raíz, se guardan máximo un día antes de su procesamiento, las raíces de yuca se pesan para medir el porcentaje de rendimiento, este procedimiento debe ser rápido, puesto que, luego de 48 horas, después de la cosecha se presentan síntomas de deterioro.³⁹
- Inspección: esta etapa se realiza para seleccionar correctamente la yuca, garantizando el buen estado de este tubérculo, la que presente algún tipo de imperfección, se deben eliminar antes de entrar el proceso de lavado.⁴⁰

El proceso se desarrolla con 200 kg de yuca, en la tolva, donde se realiza la inspección de las raíces retirando las impurezas, posteriormente las raíces son llevadas a un desarenador (Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales)⁴¹, aquí se retiran alrededor del

³⁸ ACOSTA COLLAZOS María del pilar y SALCEDO SIERRA María Cecilia. Trabajo de grado. Estudio de las aplicaciones industriales, el mercado potencial en Colombia y diseño de un producto a partir de pirodextrinas de yuca. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19220/44714_59464.pdf?sequence=1&isAllowed=y

³⁹ GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDO, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

⁴⁰ GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDO, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

⁴¹ GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDO, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

60% de la cascarilla. Este proceso se realiza en seco y tiene un tiempo de duración de 5 minutos antes de pasar a la lavadora.⁴²

- Lavado: las raíces poseen gran contenido de impurezas como tierra y residuos, por esta razón, se requiere hacer un lavado con el fin de obtener alta calidad del producto seco. Este proceso se puede realizar mediante un cilindro rotatorio, donde lava las raíces mediante agua limpia a presión. Se necesita cerca de 1 m³ de agua potable por cada tonelada de materia prima. También se tiene un tanque el cual recircula el agua a la lavadora, para generar una disminución en el consumo de agua.⁴³
- Desinfección: para realizar este proceso de desinfección, se utiliza una solución de hipoclorito de sodio (NaClO), en el cual las raíces de yuca son lavadas y desinfectadas con esta solución.⁴⁴
- Rallado: durante este proceso se rompen las estructuras y se liberan los gránulos de almidón. Este paso es fundamental ya que en él se establece la cantidad de almidón presente en el proceso de extracción.⁴⁵
- Tamizado – Molienda: en la industria para realizar este proceso se usa un molino de martillos, este contiene una criba con malla de 6 mm. En esta operación se disminuye el tamaño y pasan a las tamizadoras con una malla de 180 micras, generando algunos subproductos como cascara y fibras. Estos subproductos son utilizados en alimento para animales o en otros procesos. El material que pasa por la malla es succionado por un ventilador que lo transporta a los ciclones.⁴⁶
- Sedimentación: al realizar la disminución de partícula se obtiene una lechada de yuca rallada, en donde está presente y material proteico en suspensión, fibra y por supuesto el almidón. La sedimentación del almidón se realiza en tanques. En donde se realiza un proceso para separar el componente más denso, el cual es el almidón, el cual se sedimenta en el fondo del tanque, este proceso dura

⁴² GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDO, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

⁴³ GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDO, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

⁴⁴ GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDO, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

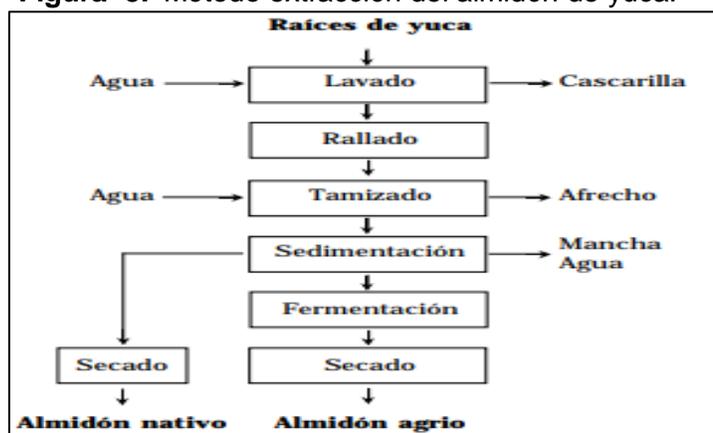
⁴⁵ ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrícola de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrico_tomo_1.pdf

⁴⁶ ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrícola de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrico_tomo_1.pdf

alrededor de 6 horas. En donde se obtiene una capa fina y sólida de almidón en el fondo del tanque.⁴⁷

- Fermentación: al tener el almidón previamente sedimentado se procede a colocar en tanques de fermentación, en donde se le adiciona agua y se deja durante 20 a 30 días. Con este procedimiento se quiere aportar características únicas de textura, olor, forma y sabor al almidón obtenido. Posterior a esto el almidón agrio que se obtiene se emplea para la preparación de productos de horneados.⁴⁸
- Secado: en esta operación se deshidrata el almidón húmedo exponiéndolo al calor. El almidón fermentado debe secarse solamente con calor solar.⁴⁹
- Tratamiento final: se recoge el almidón, durante la operación de secado, se forma terrones, estos requieren un tratamiento (molienda), para obtener partículas de almidón finas.⁵⁰

Figura 8. Método extracción del almidón de yuca.



Fuente: ALARCÓN, Freddy CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT, Almidón Agrio de Yuca en Colombia, Cali, 2001. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf

⁴⁷ ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrio de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf

⁴⁸ ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrio de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf

⁴⁹ ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrio de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf

⁵⁰ ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrio de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf

1.6 QUÉ ES UN ADHESIVO

Un adhesivo es aquel material que permite la unión entre dos sustratos o superficies en donde actúan dos fuerzas muy importantes, las cuales son: como primero se tiene la adhesión la cual es una fuerza de unión que se genera entre el adhesivo y el sustrato y la cohesión es la resistencia ejercida en el interior del adhesivo ⁵¹, existen distintos tipos de adhesivos provenientes de diferentes orígenes y lugares. Permitiendo así una clasificación de los adhesivos de muchas clases. Sin embargo, la principal clasificación se da en dos grandes grupos.⁵²

- Colas animales. Son aquellos adhesivos obtenidos de las proteínas principales del cuero, huesos, el colágeno de los mamíferos, y tendones.⁵³
- Adhesivos vegetales. Son los adhesivos extraídos de materias primas naturales mediante procesos simples, también son aquellos solubles en agua. La principal fuente de obtención o materia prima son los tubérculos, raíces y médulas de las plantas. Las principales fuentes de almidón son: papa, maíz, trigo, maíz, yuca boniatos y arroz. Los adhesivos de origen vegetal, presentan algunas propiedades muy similares a los adhesivos de origen animal. Dentro de este grupo se encuentran las gomas naturales.

1.7 APLICACIONES DE LOS ADHESIVOS

Los adhesivos tienen diferentes aplicaciones, teniendo en cuenta que día a día surgen nuevas opciones de uso. Las aplicaciones de los adhesivos más comunes son las siguientes.

- Colas hechas de colágeno. Estos adhesivos son usados en la industria maderera, la encuadernación de libros y la fabricación de papel engomado. Por otro lado, se tiene la cola caseína la cual se emplea en etiquetas adhesivas, aglomerados de corcho, encolado de la madera, recubrimientos de papel, y en la fabricación de pinturas.⁵⁴

⁵¹ PARDO CANO, David Jonathan, Trabajo de grado. Ingeniero Mecánico. Propiedades Superficiales y Evaluación de Adherencia Mecánica – Química de Laminados Metal- Polímero. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en:<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmficip226p/doc/bmficip226p.pdf>

⁵² PARDO CANO, David Jonathan, Trabajo de grado. Ingeniero Mecánico. Propiedades Superficiales y Evaluación de Adherencia Mecánica – Química de Laminados Metal- Polímero. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en:<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmficip226p/doc/bmficip226p.pdf>

⁵³ VERGARA NARVAEZ, Andres, Trabajo de grado. Ingeniero Industrial, Modalidad Investigativa. Elaboración y Evaluación de un Adhesivo a partir del Almidón de Yuca Nativo (Manihot Esculenta Crantz), Variedad M-TAI, Utilizando Hidróxido de Sodio como Agente Hidrolizate. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en:<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

⁵⁴ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción de dextrinas a partir de almidón de nativo en la rallandería Toda yuca en el corregimiento Pescador, (municipio de Caldoño,

- Los adhesivos vegetales. Son todas aquellas dextrinas obtenidas de almidones de papa, maíz, arroz y trigo, se usan para realizar solapas, sellos de correos, etiquetas, aprestado de tejidos, usado en telas de ropa y cintas adhesivas. Algunos productos se pueden utilizar como adhesivos, entre ellos se encuentra el agar-agar y la algina los cuales son usados como sellos y en sobres engomados; otro uso que se le da es en la unión de papel con hojas de aluminio. También se encuentra pegamento a base de celulosa, los cuales se emplean para pegar pieles, tela y papel, y en la construcción para el empapelado de paredes. Se tiene también algunos cementos de goma y masilla los cuales son productos de utilización general en la construcción.⁵⁵

1.8 ASPECTOS TECNOLÓGICOS

De donde proviene el almidón, es un factor importante para el tipo de dextrina que se va a obtener y el producto final que se desea. Como se ha nombrado previamente, las principales fuentes de obtención de almidón son el trigo, en maíz, la yuca, la papa y el arroz. Los países desarrollados usan principalmente los almidones obtenidos de papa y maíz, estos países implementaron técnicas de dextrinización y extracción eficientes y rentables. El proceso de dextrinización es el mismo para todos los almidones, sin embargo, la calidad de las dextrinas y del producto final varía depende del tipo de almidón y su naturaleza. Durante muchos años se catalogó al almidón de yuca como uno de los mejores para obtener dextrinas de alta calidad. Por otro lado, el almidón de maíz produce las dextrinas más económicas, debido a la disponibilidad que tiene y a su bajo, sin embargo, a la hora de la producción de dextrinas no es tan rentable ya que requiere, temperaturas muy altas y tiempos de conversión muy largos, eso sin contar con que las dextrinas que se obtienen presentan color opaco e imperfecciones notorias. Los almidones de papa y yuca son más sencillos de convertir, permitiendo obtener dextrinas de alta calidad, con colores claros, de mejor calidad y poseen una adhesividad superior⁵⁶.

Cauca). [Trabajo de grado], Popayán, Cauca, Universidad del Cauca, Facultad de ciencias Agropecuarias, 2006. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

⁵⁵ ACOSTA COLLAZOS María del pilar y SALCEDO SIERRA María Cecilia. Trabajo de grado. Estudio de las aplicaciones industriales, el mercado potencial en Colombia y diseño de un producto a partir de pirodextrinas de yuca. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://repositorio.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19220/44714_59464.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁵⁶ ⁵⁶ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción de dextrinas a partir de almidón de nativo en la rallandería Toda yuca en el corregimiento Pescador, (municipio de Caldon, Cauca). [Trabajo de grado], Popayán, Cauca, Universidad del Cauca, Facultad de ciencias Agropecuarias, 2006. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

Las operaciones que se llevan a cabo durante la dextrinización por vía seca son: mezcla del catalizador, maduración, presecado, tostación o conversión, enfriamiento y acondicionamiento.⁵⁷

- Mezcla del Catalizador. Esta etapa es fundamental ya que el catalizador es un factor importante para la conversión, durante este proceso el catalizador debe ser distribuido uniformemente sobre los gránulos de almidón, para así lograr penetrar completamente la capa de almidón, de no ser así se presentarán problemas en los procesos posteriores. El método que se utiliza normalmente y el más acertado es el de atomizar la solución acuosa del catalizador sobre el almidón. Es fundamental que el agente hidrolizante ácido este bien diluido, ya que de esto depende la capacidad de penetración del almidón.⁵⁸
- Presecado. Es necesario reducir la humedad del almidón antes de la etapa de conversión, puesto que se requieren porcentajes de humedad bajos en el almidón, para posteriormente ser tratados, es necesario un bajo nivel de pH, esto favorece la conversión en el proceso hidrolítico y disminuye la formación de azúcares reductores durante la primera etapa de calentamiento, eliminando las reacciones de condensación, las cuales se dan sólo si el contenido de humedad del almidón es inferior a 3%.⁵⁹
- Enfriamiento. Para evitar la formación de azúcares reductores durante la dextrinización, se realiza un enfriamiento, para detener la acción del catalizador y de esta manera obtener la conversión deseada.⁶⁰
- Empaque. Normalmente después del enfriamiento es necesario moler o tamizar las dextrinas, para finalmente empacarlas y repartirlas.⁶¹

⁵⁷ ⁵⁷ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción de dextrinas a partir de almidón de nativo en la rallandería Toda yuca en el corregimiento Pescador, (municipio de Caldon, Cauca). [Trabajo de grado], Popayán, Cauca, Universidad del Cauca, Facultad de ciencias Agropecuarias, 2006. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

⁵⁸ ACOSTA COLLAZOS María del pilar y SALCEDO SIERRA María Cecilia. Trabajo de grado. Estudio de las aplicaciones industriales, el mercado potencial en Colombia y diseño de un producto a partir de pirodextrinas de yuca. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://repositorio.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19220/44714_59464.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁵⁹ ARISTIZÁBAL, Johanna y SÁNCHEZ, Teresa. Estudio de la viabilidad técnica y económica de la producción de dextrinas a partir de yuca utilizando tecnologías de vía seca, Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB211.C3_A757_Estudio_de_la_viabilidad_t%C3%A9cnica_y_econ%C3%B3mica_de_la_producci%C3%B3n_de_dextrinas_a_partir.pdf

⁶⁰ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción de dextrinas a partir de almidón de nativo en la rallandería Toda yuca en el corregimiento Pescador, (municipio de Caldon, Cauca). [Trabajo de grado], Popayán, Cauca, Universidad del Cauca, Facultad de ciencias Agropecuarias, 2006. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

⁶¹ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción de dextrinas a partir de almidón de nativo en la rallandería Toda yuca en el corregimiento Pescador, (municipio de Caldon,

1.9 HIDRÓLISIS DEL ALMIDÓN DE YUCA

Las partículas de almidón (polisacáridos), son hidrolizadas por el efecto de los ácidos en caliente. Como la duración de la reacción, en este se forma mediante la hidrólisis querido. El ácido se equilibra y se recupera el producto luego del lavado y el proceso de secado.⁶²

La hidrólisis se forma a partir de una doble descomposición de la molécula de agua con otra sustancia, puesto que sus átomos producen otro compuesto químico. Por el medio disolvente del agua, además se puede formar la hidrólisis gracias a la adición de un ácido o un catalizador. Ya que mediante este proceso se produce azúcares fermentables, mediante el uso de microorganismos o procesamiento con ácido, se somete a hidrólisis almidón. Esta reacción radica en un desdoblamiento del almidón, puesto que presenta un incremento elevado de agua o también por un menor contenido de ácido o enzima (catalizador)⁶³.

1.9.1 Hidrolisis ácida. Radica en un proceso químico, donde el uso de catalizadores o enzimas ácidas, generan las cadenas de polisacáridos, estos producen la formación de la biomasa (hemicelulosa y celulosa) en sus monómeros primordiales. El almidón se moldea a partir de un ácido, esta provoca un desprendimiento de cadenas cortas de dextrina. La composición del ácido, el pH, la temperatura y el tiempo de hidrólisis son condiciones, donde estos se requieren un grado de degradación. Por consiguiente, las disminuciones en cuanto al peso moléculas y la viscosidad son inversamente proporcionales, al dominio de la disminución, que se incrementa por medio del uso del ácido. Siendo el ácido nítrico y el ácido clorhídrico, los más frecuentes en el uso de este tipo de hidrólisis. Habitualmente, mientras se lleva a cabo la hidrólisis, es necesario manejar un pH de 1.5, puesto que debe adicionarse proporciones acordes de ácido que ayuden a nivelar ese valor⁶⁴.

1.9.2 Hidrólisis Enzimática. Este tipo de hidrólisis se realiza gracias al uso de enzimas como catalizadores, ya que tienen la capacidad de romper las moléculas de almidón, con el fin de generar productos similares a los del hidrólisis ácida. El tipo de enzima frecuentado para este proceso son las amilasas, se conocen como α -amilasa y la β -amilasa, las primeras despliegan el almidón en glucosa y maltosa; se define por la habilidad de desintegración de los almidones en dextrinas reductoras, que no dan color en el yodo y la segunda, cambia la integridad del almidón en glucosa⁶⁵

Cauca). [Trabajo de grado], Popayán, Cauca, Universidad del Cauca, Facultad de ciencias Agropecuarias, 2006. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

⁶² (Primo, 1998)

⁶³ (AGRONET, 2006)

⁶⁴ (AGRONET, 2006)

⁶⁵ (AGRONET, 2006)

Al manejar amilasas, es necesario conservar un proceso de ebullición que ayude la propagación y la aceleración de la rotura de las cadenas de almidón.⁶⁶

1.9.3 Hidrolisis alcalina. Este tipo de hidrólisis consiste en el uso de agua con temperaturas alrededor de 150 hasta 180°C y para el desprendimiento de moléculas, se usan hidróxidos fuertes o débiles, donde trabajan como agente activo para desintegrar el material orgánico, como son: carbohidratos, ácidos nucleicos, proteínas y lípidos, logrando el rompimiento de enlaces gracias a la adición de agua.⁶⁷

1.10 APÓSITOS HIDROCOLOIDES

Los apósitos hidrocoloides son productos elaborados con el fin de curar heridas graves o crónicas, están constituidos a partir de una matriz adherente al lecho de la lesión y a la piel. Están formados por un grupo de materiales estos tienen la habilidad de absorción definida, su elemento primordial es la es Carboximetilcelulosa Sódica, unos contienen pectinas y gelatinas, los últimos responsables del olor y color. Sin embargo, a nivel comercial se presenta diversos apósitos hidrocoloides con condiciones similares, pero con composición distinta y la capacidad de realizar el proceso de curación de dicha herida.⁶⁸

En la figura 9. (Partes de un apósito hidrocoloide) se presenta un apósito de espuma antibacteriano compuesto por:

- Una trama de poliéster humedecida de partículas de vaselina, hidrocoloide y plata
- Una compresa de espuma de poliuretano absorbente.
- Un soporte de poliuretano, semipermeable, no tejido.⁶⁹

⁶⁶ (AGRONET, 2006)

⁶⁷ FLO.RES, Julián Una interpretación aproximativa del concepto de Hidrólisis en estructuras peptídicas en un curso de Bioquímica del IPC en el contexto de la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud. Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Dialnet-UnaInterpretacionAproximativaDelConceptoDeHidrolis-2670642.pdf.

⁶⁸ JIMÉNEZ Cesar Eduardo. Curación Avanzada de Heridas. Rev Colomb Cir 2008;23(3):146-155. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v23n3/v23n3a4.pdf>

⁶⁹ JIMÉNEZ Cesar Eduardo. Curación Avanzada de Heridas. Rev Colomb Cir 2008;23(3):146-155. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v23n3/v23n3a4.pdf>

Figura 9. Partes de un apósito hidrocólicoide.



Fuente: URGO MEDICAL. EFICACIA ANTIBACTERIANA CON TOTAL SEGURIDAD, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.urgomedical.es/products/urgotul-agsilver/>

Teniendo en cuenta la figura 9. (partes de un apósito hidrocólicoide) se muestra que, al entrar en contacto con la secreción, la gasa gelifica y forma un entorno acuoso que beneficia la curación. Esto ayuda a que no se presente la adherencia del apósito en la herida y sus modificaciones indoloras.⁷⁰

Los apósitos hidrocólicos a manera de productos para el tratamiento de heridas, fueron pensados anteriormente para el trato de determinadas lesiones en la piel, generalmente crónicas. Los principales ensayos consintieron en la afiliación en la cicatrización de lesiones, donde presentaba una evolución lenta y desarrollando el método de cura en ambiente húmedo.⁷¹

1.10.1 Composición del hidrocólicoide. Los tipos de diseño de apósitos hidrocólicoide, alcanzan a obtener una correlación inmediata con la diversidad de medidas de apoyo, en los que consiguen rozar una vez colocados y de las zonas físicas de los pacientes, los cuales presentan heridas.

Los apósitos hidrocólicoide se forman mediante una capa externa transparente y cuadrículada, que consiente en la característica del mejor acceso al campo visual para ver la evolución y/o medir las dimensiones de la herida, como se muestra en la Figura 9. Partes de un apósito hidrocólicoide. Asimismo, la zona de esta capa, tiene que ser lisa para proporcionar el movimiento necesario y de esta manera disminuir la posible fricción que se puede presentar entre el área de apoyo del apósito con la

⁷⁰ JIMÉNEZ Cesar Eduardo. Curación Avanzada de Heridas. Rev Colomb Cir 2008;23(3):146-155. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v23n3/v23n3a4.pdf>

⁷¹ Dra. HALL, Victoria. Apósitos Hidrocólicos, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Apositos%20hidrocólicos%20su%20papel%20en%20la%20curacion%20de%20heridas.pdf>

piel del paciente. Esta situación permite dar respuesta, que una extensión lisa disminuye el rozamiento o la fricción cedidos a la piel.⁷²

Existen diversos apósitos en placa con el área externa áspera, son en momentos adversos, por lo difícil al ser retirado. La rugosidad y el efecto de “pegado”, ya que su composición de pectinas en gran o pequeña cantidad y grosor y otras sustancias elastoméricas; durante el tiempo que se mantiene entre una cura y el consecutivo, induce un “agarre” entorpeciendo su retirada total.⁷³

en cuanto a la parte de los bordes, donde el filo sea biselado, presenta la habilidad de fijarse y mantener integro el apósito, puesto que impide su enrollamiento. Esta propiedad es significativa, ya que reconoce una excelente y mayor estabilidad del apósito con la piel.⁷⁴

⁷²Dra HALL, Victoria. Apósitos Hidrocoloides, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Apositos%20hidrocoloides%20su%20papel%20en%20la%20curacion%20de%20heridas.pdf>

⁷³ PÉREZ HERNÁNDEZ, María Pilar. Menos días con heridas. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.menosdiasconheridas.com/que-es-el-aposito-hidrocoloide/>.

⁷⁴ Dra. MANTILLA, Almudena, BERRADE ZUBIRI, Edurne, PÉREZ BARRENO, David y MESA, Estrella. Menos días con heridas [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.menosdiasconheridas.com>

2. METODOLOGÍA

2.1 OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA

Dentro del siguiente apartado se describen los procedimientos y actividades que se llevaron a cabo, para la extracción del almidón, Posteriormente se realizó la caracterización de la materia prima (almidón de yuca); haciendo uso de las Normas Técnicas Colombianas (NTC) correspondientes a cada caracterización, permitiendo así establecer los parámetros requeridos en la obtención del adhesivo, producto deseado al final del proyecto de trabajo de grado.

Esta etapa consistió en una serie de actividades que tenían como fin preparar la materia prima para la extracción del almidón y así obtener el producto deseado. La metodología que se llevó a cabo fundamenta su base teoría en la guía para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO la cual es la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.

2.1.1 Extracción del almidón. El proceso de extracción del almidón de la yuca puede realizarse de manera artesanal o industrial; sin embargo, el proceso en esencia es el mismo y comienza con la recolección de la materia prima, posteriormente la descarga de la materia prima, al tener esto se procede a lavar y a pelar ya sea de manera manual o por medio de equipos, luego es macerada por medio de cuchillas, en donde se obtiene una pasta de yuca en donde se encuentra un alto contenido de almidón. Este almidón obtenido se disuelve en agua para obtener una lechada la cual es filtrada mediante coladoras mecánicas para separarlas impurezas y fibras del almidón puro. La lechada de almidón pasa a una zaranda auxiliar con malla para retener impurezas, de ahí el agua y el almidón son separados en los canales de sedimentación, en los cuales los gránulos de diverso tamaño se sedimentan en el fondo.⁷⁵

El almidón se retira de los canales de manera manual, y se debe someter a un proceso biológico el cual consiste en tenerlo en fermentación anaerobia, este proceso dura aproximadamente dos a tres semanas. Pasado este tiempo se recupera el almidón agrio de los tanques y se procede a deshidratar exponiéndolo a la luz solar.⁷⁶

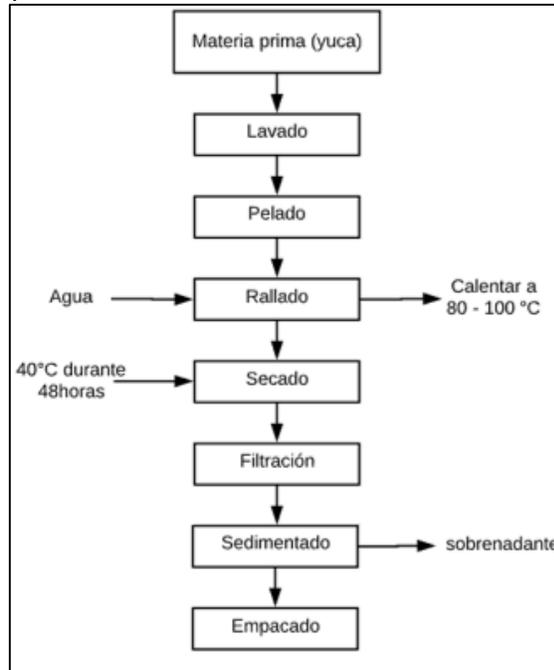
Este método es usado en Palmira Colombia, en unos sectores del país, algunas operaciones se han mecanizado, aunque en algunas regiones se realiza como se

⁷⁵ MONTOYA HENAO Susana. Tecnología de alimentos. Industrialización de la yuca obtención de almidón nativo y sus aplicaciones. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/35293438/INDUSTRIALIZACION_DE_LA_YUCA_Obtencion_de_almidon_nativo_y_sus_aplicaciones

⁷⁶ MONTOYA HENAO Susana. Tecnología de alimentos. Industrialización de la yuca obtención de almidón nativo y sus aplicaciones. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/35293438/INDUSTRIALIZACION_DE_LA_YUCA_Obtencion_de_almidon_nativo_y_sus_aplicaciones

muestra en el diagrama 1. (Proceso de pretratamiento), es decir, el proceso que se lleva a cabo para la obtención del almidón de manera artesanal

Diagrama 1. Proceso de pretratamiento.



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se explica el procedimiento realizado en los pasos mencionados en el diagrama 1.

- **Lavado.** En esta etapa se elimina la tierra y las impurezas adheridas a las raíces, lavando con agua destilada la yuca a utilizar como materia prima.
- **Pelado.** En esta etapa se procede a retirar la cascarilla de la yuca, Las raíces se pelan manualmente (con cuchillo) permitiendo remover la corteza exterior sin afectar la corteza interna de la yuca, como se muestra en la figura 10 (Pelado de la materia prima (yuca)) en donde se pelan y se lavan las yucas

Figura 10. Pelado de la materia prima (yuca)



Fuente. elaboración propia

- **Rallado.** Cuando las raíces se encuentran limpias, se ralla, con el fin de realizar la desintegración del tejido amiláceo de la raíz, puesto que, se liberan los gránulos de almidón, después de tener las raíces de yuca ralladas se dirigen a ser lavadas con agua destilada y calentadas entre 80 – 100°C a esa misma temperatura se desinfecta con hipoclorito de sodio en una concentración de 5 ppm. El valor de la temperatura y la concentración de hipoclorito se tomaron de la guía para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO la cual es la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. En la figura 11 se muestra el proceso de rallado el cual se realizó manualmente haciendo uso de un rallador casero, se evidencia también la desinfección de la yuca al disolver el hipoclorito de sodio en agua y posteriormente calentar en una estufa.

Figura 11. Rallado y lavado con hipoclorito de sodio.



Fuente: elaboración propia.

- **Filtración.** Se realiza la separación de la pulpa o material fibroso de la lechada de almidón, mediante un proceso de filtración, en donde se coloca la yuca ya rayada sobre una malla de nylon de 120 micras, se escogió esta medida porque

es una de las aperturas de malla más pequeñas, lo que permite que pase una pequeña fracción de partículas sólidas y una mayor cantidad de lechada, ya que la lechada contiene el almidón. Posteriormente se recoge en un vaso de precipitado de 250 ml. El procedimiento mencionado anteriormente se ilustra en la figura 12. (filtración de la materia prima (yuca))

Figura 12. Filtración de la materia prima (yuca).



Fuente: elaboración propia.

- **Sedimentación.** El proceso de sedimentación consiste en precipitar el almidón mientras este se encuentra en movimiento. Según el proceso se establece el canal a utilizar, la velocidad que se requiere y el tiempo de retención necesarios para la sedimentación de los granos de almidón; los materiales más livianos (fibras, impurezas, etc.) no sedimentan y estos son los que salen con las aguas residuales en forma de mancha.⁷⁷ Para realizar este proceso se toma la lechada de almidón obtenida de la filtración y se deposita en tubos Falcón para ser posteriormente centrifugados a las siguientes condiciones: 6000 rpm, 15°C, durante 15 minutos, estas condiciones de operación se tomaron directamente de la guía para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. El proceso de sedimentación depende de la densidad que presentan las partículas en suspensión, lo cual permite identificar de los tamaños de partícula presentes a lo largo del tubo. Posteriormente se retira el agua con impurezas, se pesa el almidón obtenido y se retira de los tubos, el proceso se muestra en la figura 13.

⁷⁷REY CESPEDES, Jaime Alejandro. DESARROLLO DE UN SISTEMA PILOTO DE SEPARACIÓN DE HARINA DE YUCA POR VÍA HÚMEDA PARA LA PRODUCCION DE ALMIDÓN [Consultado el 20 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12154/u670938.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 13. Sedimentación y centrifugación de la materia prima.



Fuente: elaboración propia.

- **Secado.** El almidón obtenido, forma una masa compacta con un alto contenido de humedad, por lo tanto, en esta etapa se busca deshidratar el almidón mediante exposición al calor, sin embargo, el método utilizado fue el de secado con calor solar.
- **Empacado.** Al remover la humedad del almidón se procede a depositar el contenido en bolsas herméticas para proteger la materia prima de posibles contaminantes y mantenerla en condiciones adecuadas.

2.1.2 Determinación del porcentaje de rendimiento del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). El principio teórico para definir el porcentaje de rendimiento del almidón de yuca nativo, se basó en dos artículos: Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.), realizado por los autores: L. Mendoza, J. Jiménez y M. Ramírez⁷⁸ y “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot Esculenta*) VARIEDAD GUAYAPE”⁷⁹ realizado por

⁷⁸ MENDOZA, Lina, JIMÉNEZ, Javier y RAMÍREZ, Miguel. EVALUACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA ENZIMÁTICAMENTE A PARTIR DE LAS CÁSCARAS DEL FRUTO DE CACAO (*Theobroma cacao* L. [Consultado el 10 de septiembre de 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a15.pdf>

⁷⁹ JIMÉNEZ RAMOS Edén y MARTÍNEZ DE LA CRUZ Silverio. Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (*Manihot esculentum*) variedad Guayape. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/865/BC-TES-4008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

los autores: E. Mendoza y S. Martínez. El proceso se realizó para la yuca -Manihot Esculenta Crantz y de esta manera obtener el almidón de yuca nativo.

En primer lugar, se pesa la yuca sin cáscara, posteriormente se realiza los pasos del pretratamiento explicados en el 2.1 OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA, finalmente se realiza el pesaje del almidón extraído de la yuca Manihot Esculenta Crantz.

- Para resolver el % de rendimiento (%RE) se calculó mediante la ecuación

$$\% \text{ RE} = \frac{g \text{ de almidón de yuca nativo}}{g \text{ de una yuca}} * 100\%$$

Fuente: MENDOZA, Lina., JIMÉNEZ, Javier., RAMÍREZ, Miguel. Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (theobroma cacao L.) [Consulta: 15 de octubre 2019].

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En este apartado, se describe la metodología utilizada para realizar unas pruebas de caracterización, y así determinar las condiciones adecuadas del almidón. El fundamento teórico de estas pruebas, se basa en el uso de las Normas Técnicas Colombianas (NTC), correspondientes de cada método, empleando las normas ASTM, para una mejor intervención al producto deseado, al final del trabajo de grado. La metodología que se llevó a cabo, fundamenta su base teoría en el trabajo de grado titulado Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio de los autores Alvarado A, Aguas A.⁸⁰

2.3 MATERIALES Y EQUIPOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA

2.3.1 Almidón de yuca. Desde hace mucho tiempo, la yuca, principalmente el contenido de almidón tiene diversos usos, se utiliza en primera medida como materia prima de procesos químicos, igualmente tiene distintos en el ámbito industrial como lo son:

2.3.2 Industria alimenticia. El almidón de este tipo de tubérculo se utiliza como materia prima para la fabricación de dulces o caramelos a base de frutas, para proporcionar la textura y el equilibrio, asimismo para chicles, brinda cubrimiento frente a la humedad de distintas sustancias o derivados de consistencia polvoreada,

⁸⁰ ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHE SIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf

como dulce, ya que los almidones tienen la capacidad de capturar la saturación de agua, se usa como agente espesante y da estructura al alimento en cocción, como sopas, gelatinas sintéticas, salsas, da sabor y forma, se usa como agente coagulante⁸¹.

2.3.3 Industria de edulcorantes. El almidón es la materia prima para la producción de maltodextrinas y dextrosa, mediante el proceso hidrolítico, ayuda a la formación de jarabes de azúcar, asimismo se puede obtener fructuosa.⁸²

2.3.4 Industria textil. Se utiliza como cubrimiento de piel, en el lavado de telas blancas para cepillar y alisar, además proporciona endurecimiento y ayuda a rehabilitar la estructura además la forma de prendas.⁸³

2.3.5 Industria farmacéutica y cosmética. Es utilizado como agente de dispersión de polvo y como ligante del ingrediente activo de tabletas y productos medicinales.⁸⁴

2.3.6 Industria papelera. El almidón gracias al proceso hidrolítico, se puede obtener un adhesivo o pegante; igualmente tiene distintos usos a nivel industrial, por ejemplo, en la industria de papel y cartón. Brinda características como aglomerante para la constitución de estructura y forma del papel, genera una capa exterior el cual reduce las hebras e incrementa la resistencia mecánica del producto, además de incrementar la solides y duración del papel. Se utiliza para la fabricación de cartón corrugado, puesto que entrelaza las láminas de cartón.⁸⁵

2.3.7 Industria de adhesivos. Se usa para la fabricación de pegantes o adhesivos de gran fuerza, igualmente presenta distintos usos en la industria papelera. Los adhesivos a partir de agua son frecuentemente usados para empaquetar y etiquetar

⁸¹ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Análisis fisicoquímico del almidón. Cap 8, pp 66-69 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>

⁸² ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHE SIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

⁸³ ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHE SIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

⁸⁴ ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHE SIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

⁸⁵ (JINDO), Usos del Almidón de Yuca, <https://almidonelrendidor.jimdofree.com/usos-del-almidon/>.

con gran rapidez, de esta forma el costo de producciones es bajo y presenta un alto grado de adhesión⁸⁶

2.4 MÉTODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

Para realizar la caracterización de la materia prima, en este caso el almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), se establecieron protocolos teniendo en cuenta sus condiciones de operación, correspondientes a cada prueba. Para el reporte de los resultados se generaron formatos, con el fin de organizar la información.

Los equipos que se requieren para realizar el análisis del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) se encuentran en el cuadro 3 presentado a continuación:

Cuadro 3. Equipos para la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Equipo	Descripción
<p>BALANZA ANALÍTICA (NIMBUS NBL-21B)</p>	<p>Este instrumento de medición presenta un alto grado de precisión, es utilizado para medir pequeñas masas en un rango menor de un miligramo</p> 
<p>HORNO DE MUFLA L, (NABERTHERM)</p>	<p>Un horno mufla se utiliza para calcinación y secado de sustancias, así como para la fundición y procesos de control.</p> 

⁸⁶ ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHESIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

Cuadro 3. (Continuación)

Equipo	Descripción	
<p>pH-metro PCE-PH 22</p>	<p>El pH-metro mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH.</p>	
<p>Desecador, día. Int 210mm, Alt 320mm</p>	<p>Es utilizado para eliminar la humedad de determinados productos o sustancias.</p>	
<p>VISCOSÍMETRO ROTACIONAL EXPERT R FUNGILAB (V300002)</p>	<p>Se usa para la medición de la viscosidad y otros parámetros de flujo como la velocidad y esfuerzo de corte.</p>	
<p>Probeta (Capacidad 100 ml)</p>	<p>La probeta es un instrumento volumétrico, que permite medir volúmenes superiores. En este caso se utilizó para determinar densidad de la materia prima.</p>	

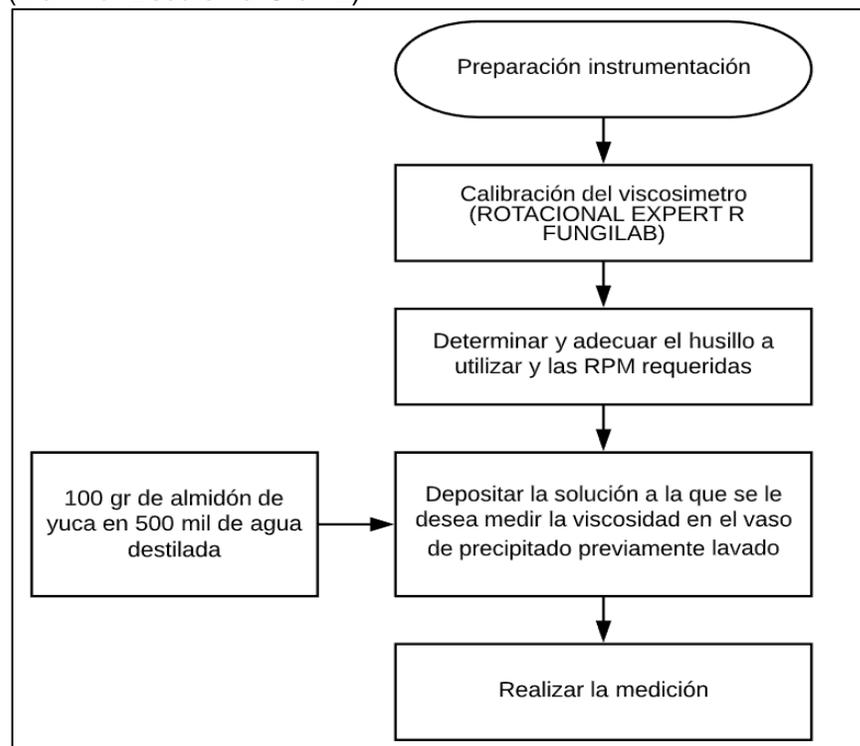
Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los equipos mencionados en el cuadro 3. (equipos para la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), se utilizaron para

llevar a cabo la caracterización de la materia prima. En el Anexo A se pueden encontrar las fichas técnicas y especificaciones de cada uno de ellos.

2.4.1 Determinación de la Viscosidad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Haciendo uso del manual correspondiente al viscosímetro rotacional EXPERT R FUNGILAB (V300002) el cual se encuentra en el anexo A, se determinaron los parámetros necesarios para llevar a cabo la prueba de viscosidad del almidón de yuca; para ello fue necesario el uso del husillo número 3, mantener las revoluciones en 100 RPM, para las 4 réplicas y de esta manera obtener datos, disminuyendo el margen de error, con el análisis de esta propiedad. Los resultados en la Tabla 1. Resultados de la determinación de la Viscosidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

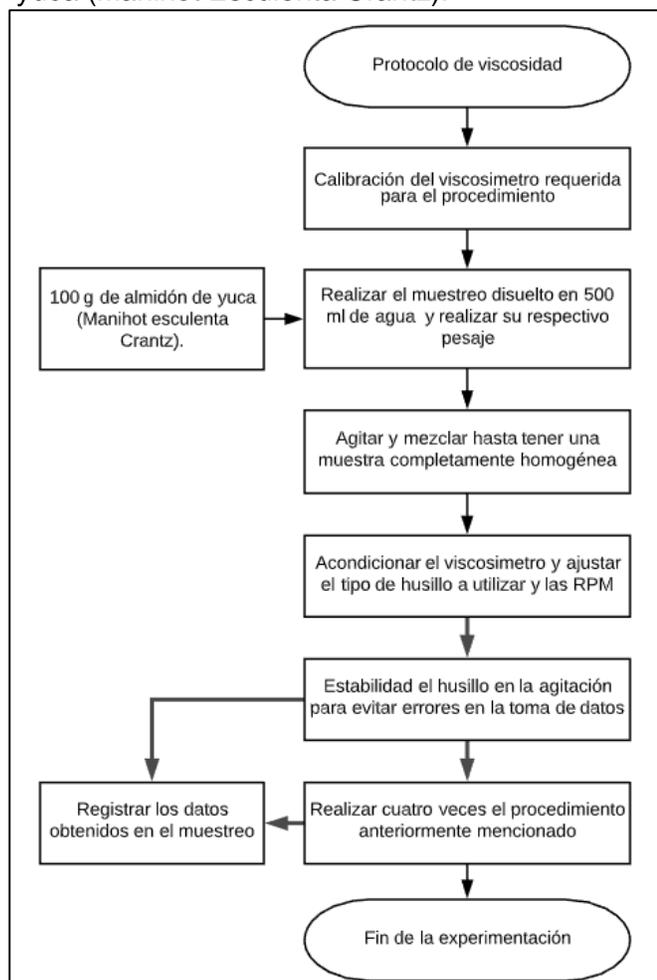
Diagrama 2. Preparación de la instrumentación para la determinación de la viscosidad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

A continuación, en el diagrama 3, se presenta un diagrama de flujo del proceso que se llevó a cabo para la determinación de la viscosidad. En donde se disuelven 100 g de almidón de yuca en 500 ml de agua, se agita hasta conseguir una mezcla homogénea. Posteriormente se lleva al viscosímetro y se procede a realizar la medición.

Diagrama 3. Diagrama de proceso para la determinación de la Viscosidad del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Resultados de la determinación de la Viscosidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

Ensayo	Peso almidón (g)	Viscosidad (cP)	% Error
1	100,0070	28,8	0,023
2	100, 0154	28	0,021
3	100,0740	28,4	0,022
4	100,0179	28	0,021

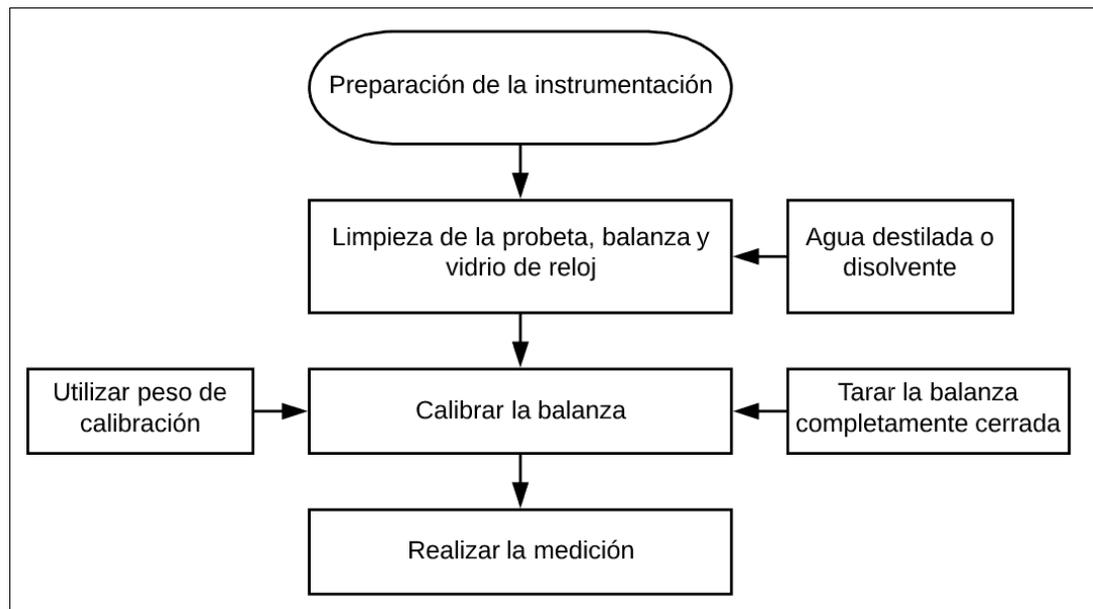
Fuente. Elaboración propia.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos en la Tabla 1. Resultados de la determinación de la Viscosidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot

Esculenta Crantz)., se adquirió un promedio de las cuatro muestras de 28,3 cP para la viscosidad, una desviación estándar de 0,3829, con un porcentaje de error de 2,175% para el almidón de yuca. Se determina la viscosidad de la materia prima, con el fin de realizar una comparación con el producto final, obtenido en este caso el adhesivo y poder determinar si se presentaron variaciones en la viscosidad durante el procedimiento aplicado.

2.4.2 Determinación de la Densidad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Teniendo en cuenta la NTC 926 “Productos de molinería. Almidón de maíz no modificado (fécula de maíz)”, los 4 ensayos se realizarán usando un muestreo de 5 g de almidón de yuca, en una probeta de 100 mL aforando con 80 mL de agua destilada. Las cantidades de masa y volumen de agua necesarios para llevar a cabo el procedimiento se establecieron directamente de la norma NTC 926. Los resultados obtenidos en esta práctica se pueden contemplar en la Tabla 2. Resultados de la determinación de la densidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz), la cual se muestra a continuación los cálculos y las muestras de los mismos, se encuentran en el ANEXO B. La preparación de la instrumentación se encuentra en el diagrama 4

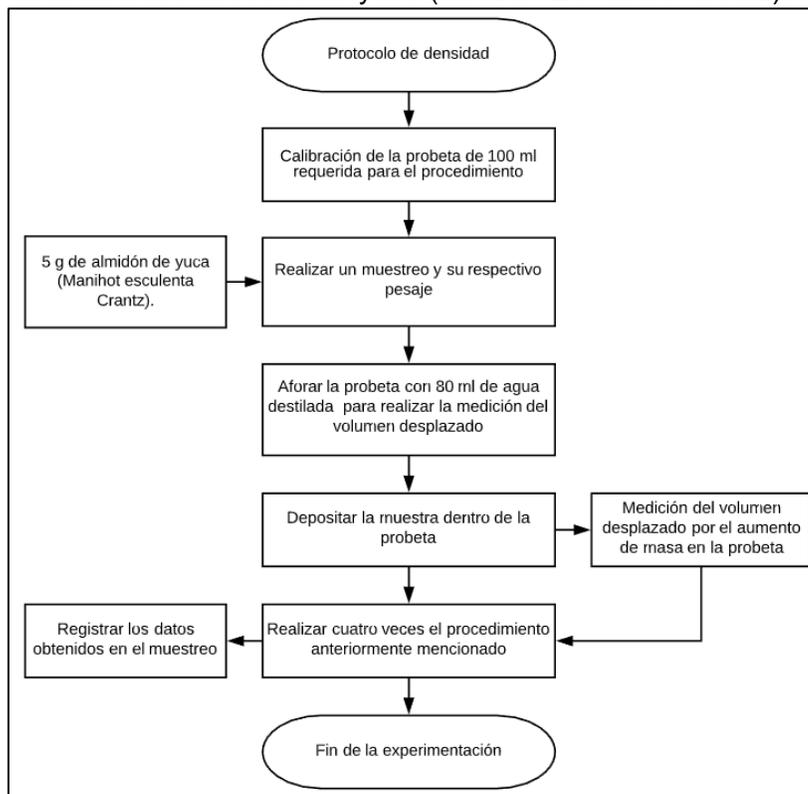
Diagrama 4. Preparación de la instrumentación para la determinación de la densidad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Posterior a la preparación de la instrumentación se realiza la determinación de la densidad, la cual se explica en detalle en el apartado 2.4.2 Determinación de la Densidad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) y se simplifica en el diagrama 5.

Diagrama 5. Diagrama de proceso para la determinación de la densidad del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Resultados de la determinación de la densidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

Ensayo	Peso almidón (g)	Volumen desplazado (mL)	Densidad (g/mL)
1	5,0546	3,5	1,4442
2	5,0727	4	1,2682
3	5,0214	3	1,6738
4	5,0161	3,5	1,4332

Fuente: elaboración propia.

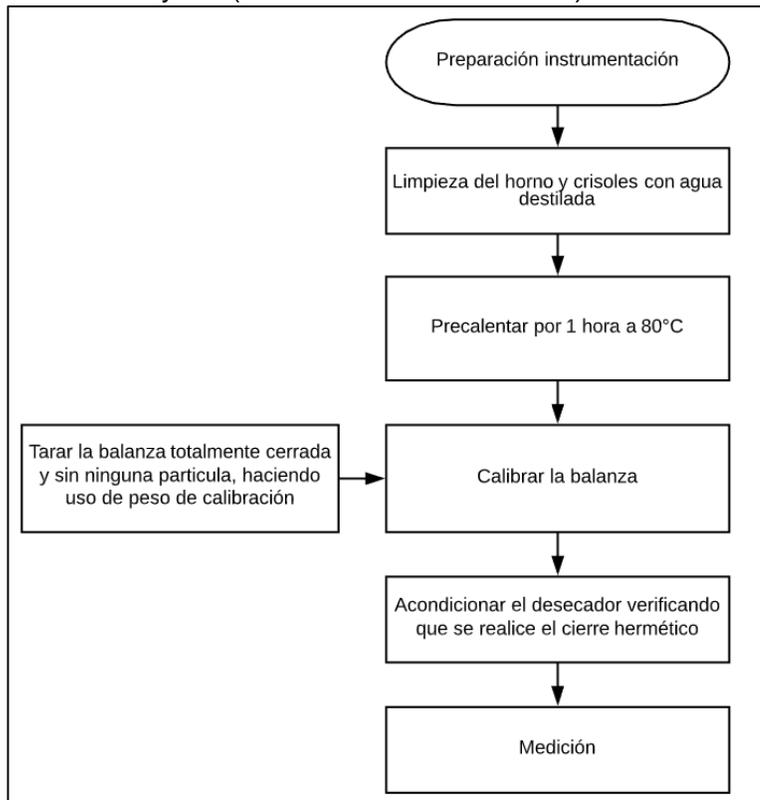
Se obtuvo un promedio de las cuatro muestras de 1,4549 g/mL para la densidad, una desviación estándar de 0,1669 y un porcentaje de error del 0,7617%. Analizando los resultados de la Tabla 2. Resultados de la determinación de la densidad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Se puede concluir que esta propiedad tiene un comportamiento directamente proporcional, entre la cantidad de materia que se evalúa en cada ensayo y el resultado de la densidad.

2.4.3 Determinación de la humedad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Para determinar el porcentaje de humedad, se siguió el procedimiento presentado por la NTC 529 “Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad”; en donde los ensayos se deben desarrollar bajo los parámetros de muestreos de 8 g de almidón, esta se lleva a la mufla por un periodo de tiempo de 4 horas y a una temperatura de 130°C; seguido de un desecador por un periodo de 45 minutos; teniendo en cuenta las 4 réplicas. Cabe resaltar que las cantidades de masa, temperatura y tiempo para determinar el porcentaje de humedad se establecieron directamente de la norma NTC 529.

Los cálculos realizados para la determinación del porcentaje de humedad se pueden observar en la Tabla 3. Resultados de la determinación del porcentaje de humedad en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). y las muestras de estos se encuentran en el ANEXO B. la preparación de la instrumentación se encuentra en el

Diagrama 6. Preparación de la instrumentación para la determinación del porcentaje de humedad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

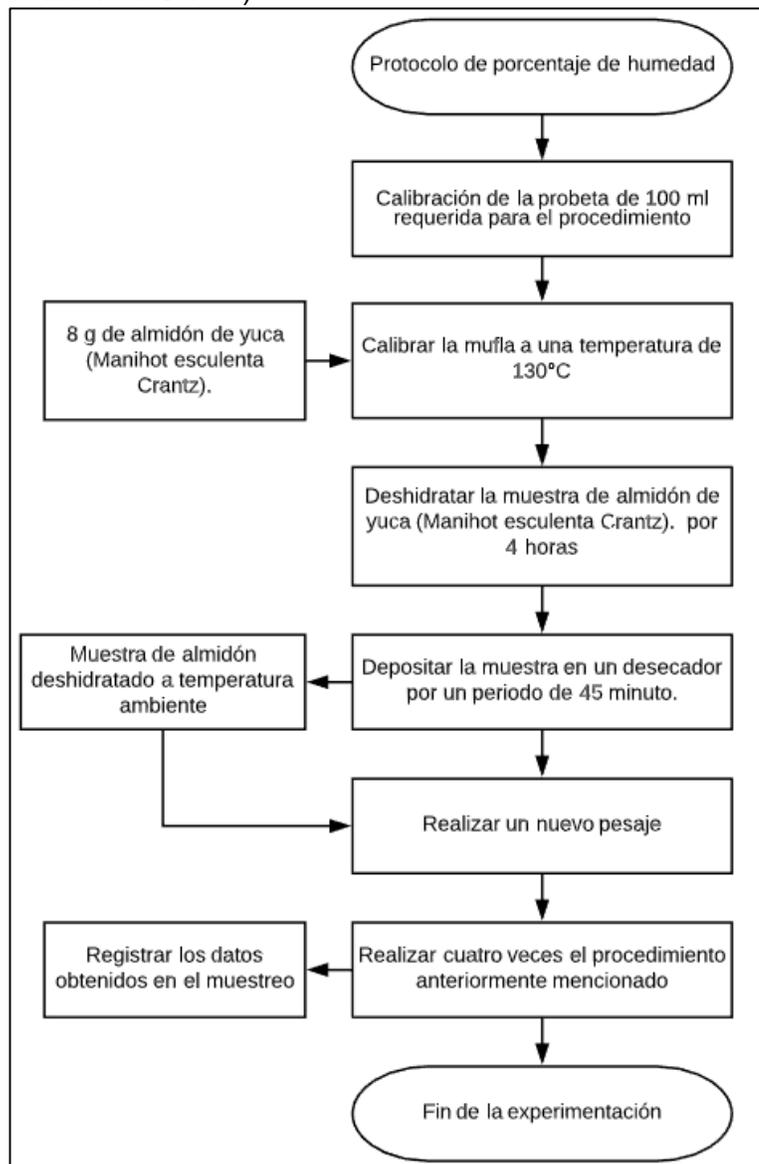
Diagrama 6. Preparación de la instrumentación para la determinación del porcentaje de humedad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Después de preparar la instrumentación se procede a determinar el porcentaje de humedad siguiendo la norma y los parámetros establecidos en el apartado 2.4.3 Determinación de la humedad del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Simplificando el proceso se presente a continuación el diagrama 7.

Diagrama 7. Diagrama de proceso para la determinación del porcentaje de humedad del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Resultados de la determinación del porcentaje de humedad en la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).

Ensayo	Peso almidón húmedo (g)	Peso almidón seco (g)	% Humedad
1	8,0598	3,9315	50,8052
2	8,0221	4,0122	49,9857
3	8,0713	4,0861	49,3749
4	8,0708	4,1986	47,9779

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un promedio de las cuatro muestras de 49,5359 %, en el porcentaje de humedad, una desviación estándar de 1,1926 y un porcentaje de error del 1,6130%. Teniendo en cuenta la bibliografía consultada, la cual presenta un porcentaje de humedad para el almidón de yuca de 9,5%⁸⁷ y 9,48%⁸⁸, se puede observar que los porcentajes obtenidos en la Tabla 3. Resultados de la determinación del porcentaje de humedad en la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). Superan en una cantidad muy grande los presentados bibliográficamente, esto se debe a que el almidón de yuca utilizado, para este proyecto se encuentra en medio acuoso y en los resultados de la bibliografía, el almidón se presenta en seco y en polvo. Teniendo en cuenta las observaciones presentes; se puede determinar la mejor combinación de factores, de esta manera mejorar las propiedades del almidón modificado en la producción del adhesivo.

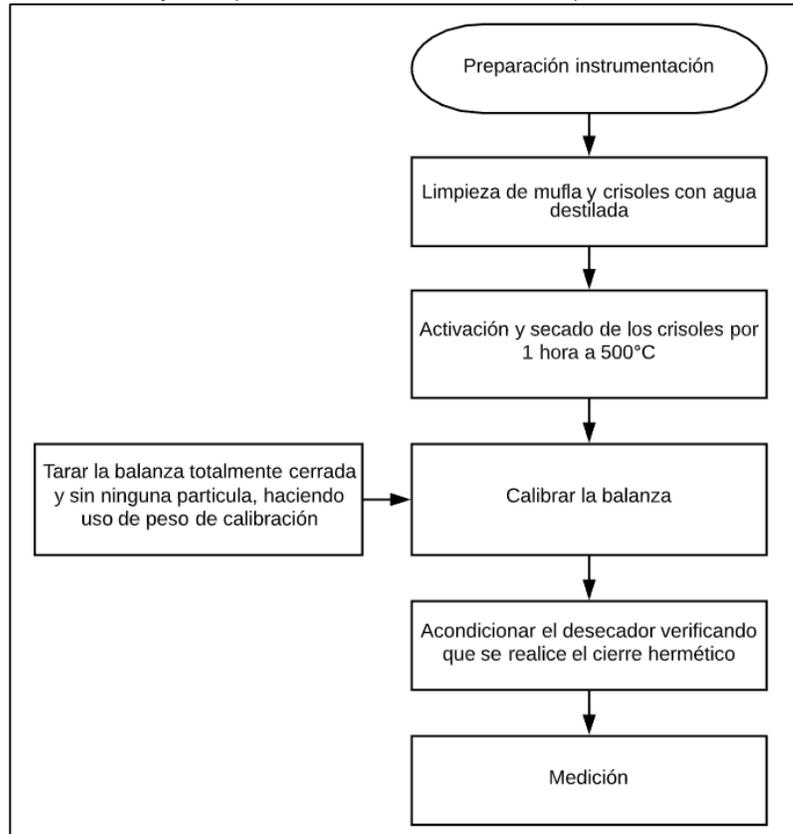
2.4.4 Determinación del Porcentaje de Cenizas del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). Teniendo en cuenta la NTC 3806 “Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de la ceniza total”; se establecieron los parámetros para realizar los ensayos de muestra, en donde se requieren 5 g de almidón, los cuales son llevados a la mufla durante 2 horas a una temperatura de 900°C; posteriormente, se lleva al desecador y se deja durante 45 minutos. Las cantidades de masa, temperatura y tiempo que se establecieron para determinar el porcentaje de cenizas se establecieron directamente de la norma NTC 3806. Los resultados obtenidos se reportan en la Tabla 4. Resultados de la determinación del porcentaje de cenizas en la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y las muestras de estos se encuentran en el ANEXO B, la preparación de la instrumentación se encuentra en el Diagrama 8. Preparación de la instrumentación

⁸⁷ HERNÁNDEZ MEDINA Marilyn. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000300031

⁸⁸ ALVIS Armando y VÉLEZ Carlos. Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas. Información Tecnológica Vol. 19(1), 19-28 (2008) [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n1/art04.pdf>

para la determinación del porcentaje de cenizas del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

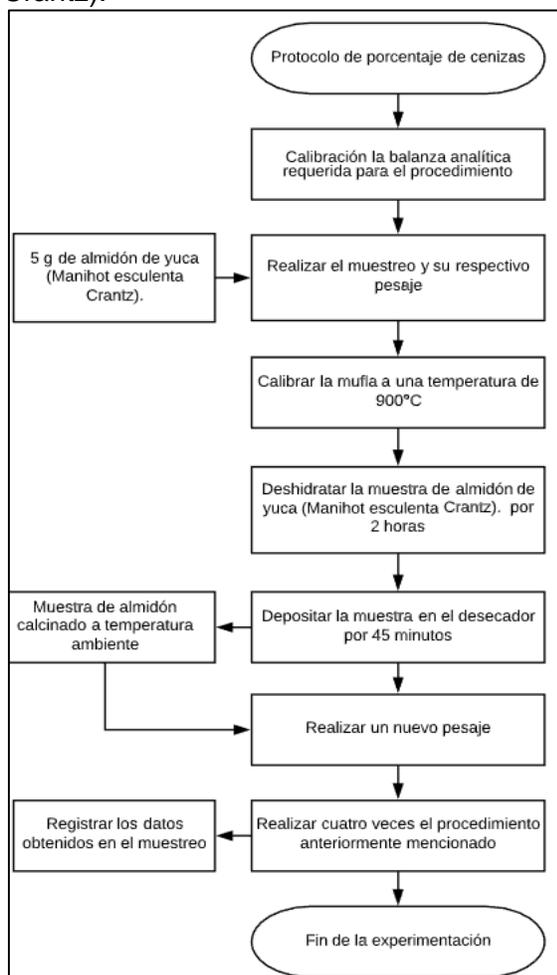
Diagrama 8. Preparación de la instrumentación para la determinación del porcentaje de cenizas del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que ya se realizó la preparación de la instrumentación, se procede a determinar el porcentaje de humedad haciendo uso de la NTC 3806 “Cereales y productos de cereales molidos, la cual se explicó anteriormente. A continuación, se presenta el diagrama 9 en donde se simplifica el proceso que se llevó a cabo.

Diagrama 9. Diagrama de proceso para la determinación del porcentaje de cenizas del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Resultados de la determinación del porcentaje de cenizas en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

Ensayo	Peso almidón húmedo (g)	Peso almidón seco (g)	% Humedad (g/g)	% Cenizas (g/g)
1	5,0590	0,0295	50,8052	0,0119
2	5,0101	0,0233	49,9857	0,0093
3	5,0171	0,0294	49,3749	0,0116
4	5,0091	0,0268	47,9779	0,0103

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un promedio de las cuatro muestras de 0,010775 para el porcentaje de cenizas, una desviación estándar de 0,0012 y un porcentaje de error del 1,0775%.

En la bibliografía consultada se presenta un porcentaje de cenizas de 0,29⁸⁹ y 0,30⁹⁰ respectivamente. Haciendo una comparación de los resultados obtenidos en la Tabla 4. Resultados de la determinación del porcentaje de cenizas en la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).y los presentados por la bibliografía, se puede observar que el porcentaje de cenizas obtenido en la caracterización del almidón de yuca, en este proyecto es mucho menor, debido a que la norma aplicada para el desarrollo de esta prueba tiene en cuenta el porcentaje de humedad el cual es de 49,5359%, debido a que el almidón utilizado se encuentra acuoso como se aclaró anteriormente. Por tal motivo el porcentaje de cenizas para el almidón de yuca es mucho menor al que reportan otros autores.

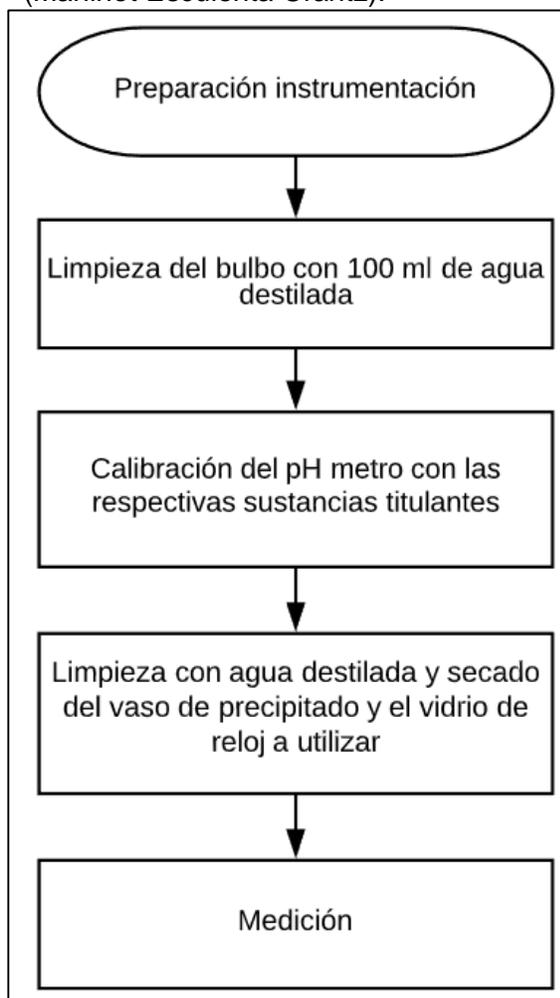
2.4.5 Determinación del pH en el almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).

Siguiendo la NTC 926 “Productos de molinería. Almidón de maíz no modificado (fécula de maíz)”; el procedimiento se lleva a cabo con la calibración del equipo, se toma una muestra de 50 g de almidón y aforando, con 245 mL de agua destilada, continuando con la toma de muestras de las 4 repeticiones. La cantidad de almidón de yuca y agua a utilizar para llevar a cabo este procedimiento se estableció directamente de la NTC 926. Los resultados obtenidos se encuentran reportados en la Tabla 5. Resultados de la determinación del pH en la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y La preparación de la instrumentación se encuentra en el Diagrama 10. Preparación de la instrumentación para la determinación del pH del muestreo de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).

⁸⁹ ALVIS Armando y VÉLEZ Carlos. Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas. Información Tecnológica Vol. 19(1), 19-28 (2008) [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n1/art04.pdf>

⁹⁰ ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHE SIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

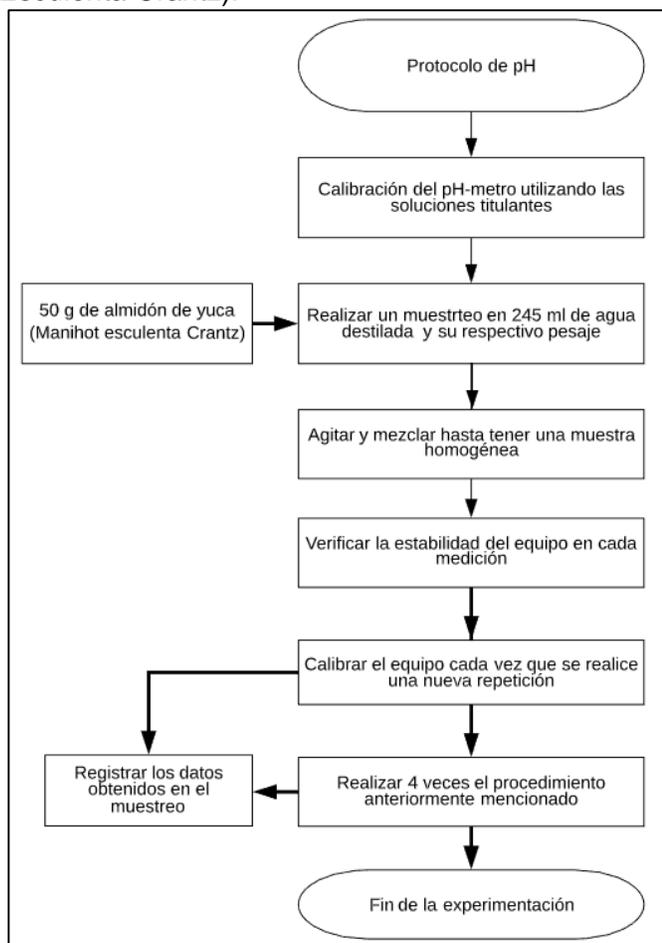
Diagrama 10. Preparación de la instrumentación para la determinación del pH del muestreo de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).



Fuente: elaboración propia.

Posteriormente a la preparación de la instrumentación se procede a determinar el pH de la muestra, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la NTC 926 “Productos de molinería. Almidón de maíz no modificado (fécula de maíz)”; el cual se simplifica en el Diagrama 11.

Diagrama 11. Diagrama de proceso para la determinación del pH del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Resultados de la determinación del pH en la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

Ensayo	Peso almidón (g)	pH
1	50,0043	6,30
2	50,1201	6,32
3	50,0151	6,30
4	50,0108	6,33

Fuente: elaboración propia.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos en la tabla 5, se adquirió un promedio de las cuatro muestras de 6,3125 para el pH, una desviación estándar de 0,015 con un porcentaje de error de 0,3165% para el almidón de yuca. El valor del pH en un almidón nativo debe estar entre 6,0-6,5⁹¹. Teniendo en cuenta la referencia bibliográfica el pH del almidón de yuca en este trabajo, se encuentra en el rango adecuado y no presenta variación en su contenido orgánico y su distribución de partículas, es igual en las cuatro ejecuciones realizadas. Teniendo en cuenta los valores obtenidos en la Tabla 5. Resultados de la determinación del pH en la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*). Y el análisis realizado para la misma, se considera el almidón de yuca como un producto ácido. Para finalizar el capítulo se presentan en el cuadro 4. La recopilación de los resultados obtenidos para las cinco caracterizaciones realizadas al almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Cuadro 4. Cuadro resumen de la Caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*).

Caracterización del almidón de yuca (<i>Manihot Esculenta Crantz</i>)	
Viscosidad (cP)	28,3
Densidad (g/mL)	1,4549
Humedad (%)	49,5359
Cenizas (%)	0,010775
pH	6,3125

Fuente: elaboración propia

Concluyendo la caracterización de la materia prima y analizando el cuadro 4, es importante aclarar que no se realizó un análisis de todas las propiedades del almidón de yuca, puesto que algunas no son factores claves para la obtención del producto final, en este caso el adhesivo; cabe resaltar que el almidón de yuca se distingue de otros almidones por su bajo nivel de materiales residuales (grasas, proteínas, cenizas). El contenido es muy bajo de proteínas y lípidos, estos factores diferencian al almidón de yuca de los almidones de cereales⁹². Las características evaluadas en este capítulo son importantes, puesto que permite tener en cuenta las variables a controlar durante el desarrollo del adhesivo.

⁹¹ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Análisis fisicoquímico del almidón. Cap 8 [Consulta: 23 de octubre 2019]. Disponible en <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>

⁹² ALVIS Armando y VÉLEZ Carlos. Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas. Información Tecnológica Vol. 19(1), 19-28 (2008) [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n1/art04.pdf>

3. OBTENCIÓN DEL ADHESIVO

A lo largo de este apartado, se describe la metodología y el proceso que se llevó a cabo para la obtención de un adhesivo por los métodos de hidrólisis alcalina e hidrólisis ácida.

La metodología que se llevó a cabo para el desarrollo del adhesivo, fundamenta su base teórica en el trabajo de grado titulado “Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (Manihot Esculenta Crantz), variedad m-TAI, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante” de los autores Hernández M y Vergara A⁹³.

El proceso de producción del adhesivo se llevó a cabo en las instalaciones del Tecnoparque del SENA.

Para llevar a cabo el desarrollo del adhesivo, fue necesario realizar un diseño de experimentos preliminar, en donde fue posible determinar la cantidad de ejecuciones y las distintas variables a utilizar.

3.1 PARÁMETROS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Se escogió un diseño de tipo factorial, porque este tipo de diseños se usan en experimentos; en donde interactúan diversos factores, todos ellos en función de una sola respuesta. Se encuentran diferentes situaciones donde el diseño factorial presenta una respuesta acertada, respecto al tipo de investigación a realizar. También es muy útil para otros diseños de gran valor práctico⁹⁴.

En los experimentos del tipo factorial se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores en cada ensayo completo. Un uso importante de este tipo de diseño es la creación de un conjunto de corridas candidatas para que un subconjunto óptimo pueda seleccionarse usando el procedimiento Diseño Óptimo⁹⁵

Para realizar el procedimiento requerido según el diseño factorial se emplea la siguiente metodología:

1. Reconocer los parámetros que interactúan con variable respuesta
2. Efectuar las observaciones requeridas, para llevar a cabo el diseño experimental

⁹³ HERNÁNDEZ RUIZ Moisés y VERGARA NARVAEZ Andrés. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (manihot sculenta crantz), variedad m-tai, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante. tesis de grado. [consultado el 23 de octubre de 2019] disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38h557.pdf>

⁹⁴ MEDINA VALERA edro Daniel y LOPEZ REYES Angela María. Análisis crítico del diseño factorial 2k sobre casos aplicados scientia Et Technica ISSN: 0122-1701 [consultado el 23 de octubre de 2019] disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6291>

⁹⁵ MEDINA, Pedro, CRUZ, Arturo y RESTREPO, Jorge. APLICACIÓN DE UN MODELO FACTORIAL DE EXPERIMENTACIÓN EN UN INGENIO AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911652055.pdf>.

3. Evaluar los parámetros requeridos en el diseño
4. Comparar aquellos factores que afectan la variable respuesta
5. Identificar los factores que alteran la variable respuesta
6. Simplificar el modelo, teniendo en cuenta las variables que no están haciendo parte del diseño
7. Determinar el pronóstico del modelo a realizar.⁹⁶

Para realizar el diseño experimental y el análisis de la información se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS el cual es un software diseñado para facilitar el análisis estadístico de datos. Permitiendo realizar un análisis descriptivo de una o varias variables⁹⁷. Para el presente proyecto se realizarán dos diseños de experimentos, el primer diseño experimental consistirá en la combinación entre el almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y el hidróxido de sodio (NaOH) y el segundo diseño experimental consistirá en la combinación entre el almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y el ácido clorhídrico (HCl), teniendo en cuenta la concentración del almidón y de los agentes hidrolizantes para el proceso. Cabe resaltar que en cada ensayo se realizó su respectiva replica.

3.1.1 Variables indicadoras. La elección de estas variables se fundamenta en el artículo titulado Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (*Manihot Esculenta Crantz*), variedad m-TAI, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante, Como parámetros para llevar a cabo el diseño de experimentos se tiene los siguientes factores:

- Número total de ensayos 33 por cada diseño experimental, lo que representa 66 ensayos totales finales
- Variables independientes:
 - Concentración de hidróxido de sodio (NaOH) [0, 0,66%, 1,333% y 2%] %p/p
 - Concentración de ácido clorhídrico (HCl) [2, 3 y 4] N
 - Concentración de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) [30%, 40% 45% y 50%] %p/v
 - Temperatura [45, 55, 60, 65, 75 y 90] °C
 - Tiempo [5, 10 y 15] minutos
- Variable dependiente:
 - Fuerza de adhesión [1 a 5] Newton⁹⁸

⁹⁶BIOESTADÍSTICA DISEÑOS FACTORIALES 2K, [Consultado el 20 de octubre de 2019] Disponible en: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Bioestad%C3%ADstica-Dise%C3%B1os-factoriales-2k/4583946.html>

⁹⁷VILLAGARCÍA, Teresa. MANUAL DE STATGRAPHICS, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID CURSO DE FORMACION ESTADISTICA [Consultado el 20 de octubre de 2019] Disponible en: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/qwerty/esp/Manual%20Statgraphics%20Todo%20Centurion.pdf>

⁹⁸ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (*Manihot Esculenta Crantz*), variedad m-tai, utilizando

3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO

La metodología realizada para la elaboración del adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) fue realizada en una sola etapa, puesto que durante la preparación del pegante se le añadió un aditivo para mejorar su presentación y sus propiedades adhesivas. El pegante se define como una solución diseñada mediante almidón de yuca con características adhesivas, en el cual no se ha agregado ningún tipo de aditivo, para mejorar sus propiedades y por adhesivo el pegante con los aditamentos adicionales y listo para su utilización comercial⁹⁹

En este proyecto se realizó el método de hidrólisis alcalina y el de hidrólisis ácida; usando como agentes hidrolizantes el Hidróxido de Sodio y el Ácido Clorhídrico respectivamente.

Se analiza el efecto de las concentraciones de los mismos junto con el almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), el tiempo en el que se obtiene el adhesivo y la temperatura a la cual la mezcla se homogeniza, para la producción del adhesivo a nivel de laboratorio, añadiendo también glicerina para reforzar las siguientes propiedades: resistencia al agua, ya que las sustancias resultantes de los procesos de hidrólisis ácida y alcalina son las dextrinas las cuales poseen una característica hidrosoluble; resistencia térmica siendo estas unas de las propiedades que poseen deficiencias. En el Diagrama 12. Representación de bloques para la obtención del adhesivo; se muestra el protocolo llevado a cabo en el laboratorio.

3.2.1 Materiales y equipos para el desarrollo de la etapa obtención del adhesivo. A continuación, en el cuadro 5, se presentan los reactivos usados en la experimentación a lo largo del desarrollo de la obtención del producto final (adhesivo).

Cuadro 5. Reactivos usados en la producción del adhesivo.

Reactivos	Función
Ácido clorhídrico (2 - 4) N	Se utiliza para catalizar la división de un enlace químico a través de una reacción de sustitución nucleófila, con la adición de agua. ¹⁰⁰

hidróxido de sodio como agente hidrolizante
<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

⁹⁹ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón

de yuca nativo, (*Manihot Esculenta Crantz*), variedad m-tai, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante

<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

¹⁰⁰ (Rodríguez)

Cuadro 5. (Continuación)

Reactivos	Función
Hidróxido de sodio (0 – 2) %p/p	Se utiliza como un agente activo para descomponer material biológico como proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos, en una solución a base de agua. ¹⁰¹
Almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) (30 – 50) %p/v	Es la materia prima para la elaboración del adhesivo, a la cual se le realizado un pretratamiento previo. ¹⁰²
Glicerina (5 ml)	Permite añadir una densidad mayor al agua, se utiliza como agente preservativo y conservador, además de dar consistencia y mayor adherencia. ¹⁰³
Agua destilada	Es usada como agente diluyente (dado su naturaleza hidrosoluble) permitiendo una mejor manipulación de la masa de dextrinas obtenida en los procedimientos previos. ¹⁰⁴

Fuente: elaboración propia

En el cuadro 6.se presentan los equipos utilizados para la producción del adhesivo y el equipo requerido para la prueba de adherencia.

¹⁰¹ DELGADO Roberto. La hidrolisis alcalina [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <https://www.monografias.com/docs111/hidrolisis-alcalina/hidrolisis-alcalina.shtml>

¹⁰² HERNÁNDEZ RUIZ Moisés y VERGARA NARVAEZ Andrés. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (manihot sculenta crantz), variedad m-tai, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante. tesis de grado. [consultado el 23 de octubre de 2019] disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38h557.pdf>

¹⁰³ HERNÁNDEZ RUIZ Moisés y VERGARA NARVAEZ Andrés. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (manihot sculenta crantz), variedad m-tai, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante. tesis de grado. [consultado el 23 de octubre de 2019] disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38h557.pdf>

¹⁰⁴ ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHE SIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

Cuadro 6. Equipos usados en la producción del adhesivo.

Nombre del equipo	Descripción	Imagen
<p>PLANCHA DE CALENTAMIENTO CON AGITACIÓN</p>	<p>Se utiliza para calentar los vasos de precipitados con un intervalo de temperatura entre 25 - 300 °C.</p>	
<p>TERMÓMETRO DIGITAL</p>	<p>Es utilizado para mantener un control adecuado en mediciones y ensayos en donde la temperatura es un factor relevante</p>	
<p>MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYO DE TENSIÓN (MRC Scientific Instruments. Referencia: UTM65B.)</p>	<p>Es usado para la determinación de la carga (fuerza) que soportan los adhesivos, previo al rompimiento del efecto adherente de los mismos sobre las superficies de interés</p>	

Fuente.: elaboración propia.

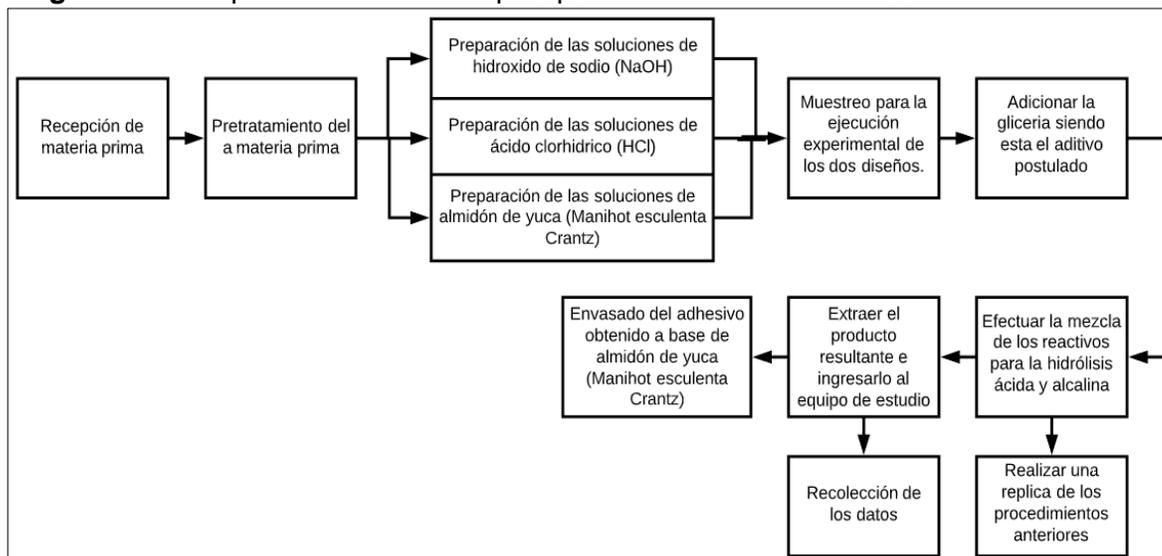
La ficha técnica de los equipos mencionados anteriormente en el cuadro 6. Se encuentra en el ANEXO A. Allí se puede encontrar las especificaciones de cada uno de ellos y sus principales características.

3.2.2 Diagrama de bloques para la obtención del adhesivo

La metodología utilizada para la elaboración del adhesivo consistió en desarrollar un pegante a partir de almidón de yuca con propiedades adhesivos al cual se le adicione un aditivo (glicerina) para mejorar su presentación comercial y su adherencia.

El diagrama 12. Que se muestra a continuación, explica el proceso que se llevó a cabo para la elaboración del adhesivo, teniendo en cuenta las dos rutas hidrolíticas

Diagrama 12. Representación de bloques para la obtención del adhesivo.



Fuente: elaboración propia.

El diagrama 12. Simplifica el proceso que se llevó a cabo para obtener el producto deseado, teniendo en cuenta que se realizó por dos rutas, la primera de ellas la hidrólisis alcalina haciendo uso del Hidróxido de sodio (NaOH) como agente hidrolizante y la segunda la hidrólisis acida haciendo uso del ácido clorhídrico (HCl) como agente hidrolizante.

3.2.3 Desarrollo experimental de la obtención del adhesivo. Para la elaboración del pegante se procedió a realizar actividades desde las preparaciones de las concentraciones del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) las cuales son de 30 %p/v, 40 %p/v, 45 %p/v y 50 %p/v¹⁰⁵; las concentraciones para el hidróxido de sodio (NaOH) son de 0 %p/p, 0,66 %p/p, 1,333 %p/p y 2%p/p; las concentraciones para el ácido clorhídrico (HCl) son de 1 M, 1,25 M y 2 M¹⁰⁶ respectivamente, por ultimo cada ejecución se realiza en intervalos de tiempo de 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos; en donde también se varia la temperatura en rangos de 45 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C, 75 °C y 90 °C; teniendo en cuenta que la temperatura de gelatinización se encuentra en estos rangos.¹⁰⁷

¹⁰⁵ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (Manihot Esculenta Crantz), variedad m-TAI, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

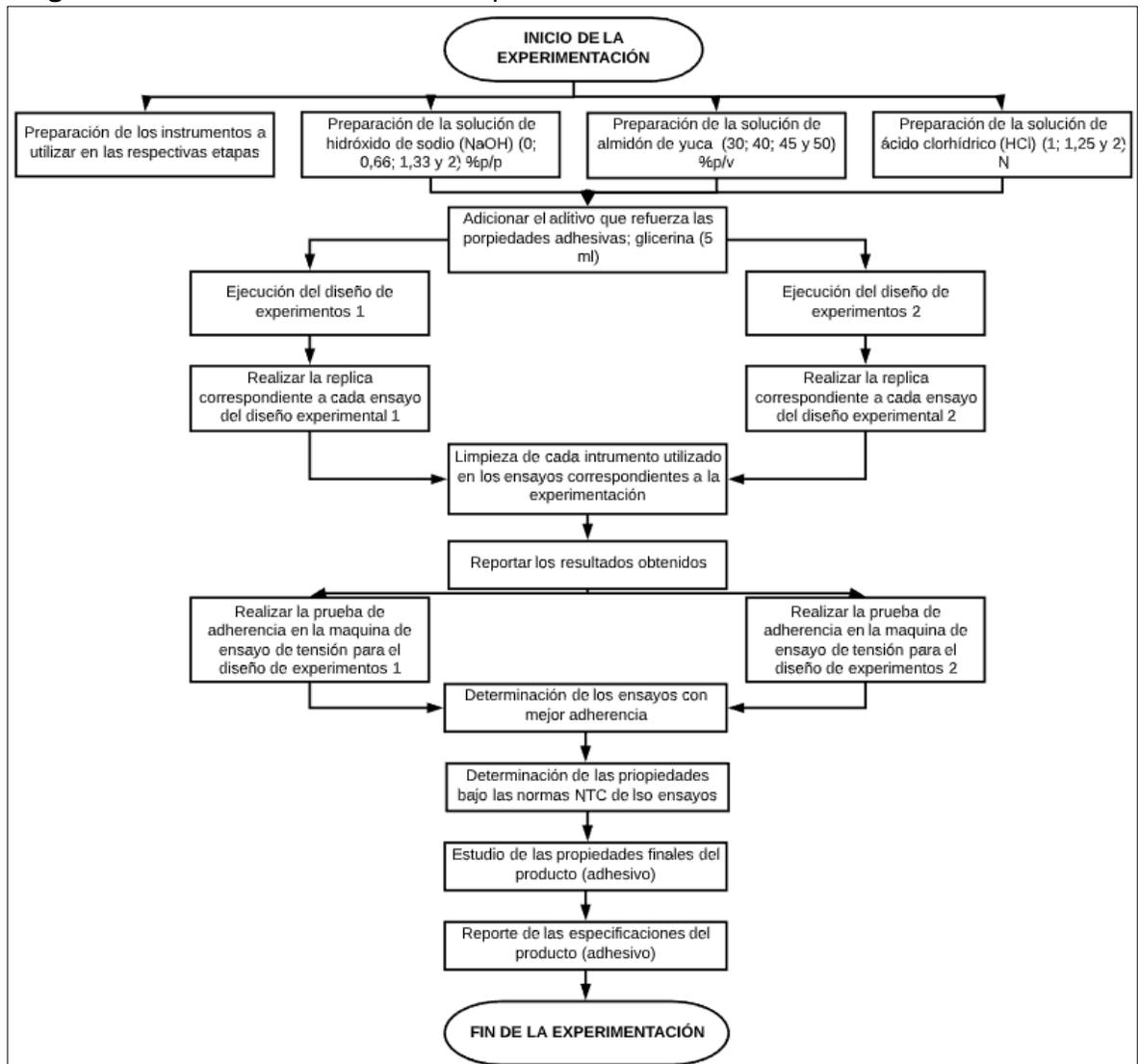
¹⁰⁶ LUNA, William, MERA, Julián. Producción de Dextrinas a partir de Almidón Nativo de Yuca por Ruta Seca en una Agroindustria Rural, https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642008000200003.

¹⁰⁷ HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (Manihot Esculenta Crantz), variedad m-TAI, utilizando

Cabe resaltar que la elección de las variables se fundamenta en el artículo titulado Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (Manihot Esculenta Crantz), variedad m-tai, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante, como se mencionó anteriormente.

A continuación, en el diagrama 13, se presenta el protocolo llevado a cabo para la obtención del adhesivo en donde se explica el procedimiento que se llevó a cabo para obtener el producto deseado en este trabajo de grado

Diagrama 13. Protocolo de laboratorio para el desarrollo de la obtención del almidón



Fuente: elaboración propia.

Los diseños experimentales que se realizaron para obtener el adhesivo y los cuales se describen en el diagrama 13. (Protocolo de laboratorio para el desarrollo de la obtención del almidón) consisten en realizar una agitación constante y a diferentes temperaturas y periodos de tiempo, para lograr una mezcla homogénea entre los agentes hidrolizantes, las concentraciones de almidón y la glicerina, la cual refuerza propiedades de resistencia. Una vez los dos diseños experimentales se ejecuten correctamente; se procede a efectuar el ensayo de tensión el cual determina la adherencia y así elegir los mejores ensayos, donde se les realizara las pruebas de calidad, mediante la caracterización de las ejecuciones escogidas previamente.

3.3 REACTIVOS PARA EL DESARROLLO DE LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO

Para determinar las concentraciones de los reactivos utilizadas en el diseño de experimentos, se llevó a cabo un profundo análisis en referencias bibliográficas, teniendo en cuenta las pre-experimentaciones realizadas por los autores, se determinaron las mejores condiciones iniciales para el desarrollo del adhesivo el cual es el producto final de este trabajo.

3.3.1 Hidróxido de sodio (NaOH). Este reactivo se encuentra en una concentración del 99%p/p en estado sólido y es proporcionado por las instalaciones de Tecnoparque (SENA)

A continuación, se muestran los cálculos realizados, y las formulaciones realizadas para determinar la variación en la concentración de hidróxido de sodio. Se inicia determinando la cantidad de masa necesaria en gramos al 99% ($m_{\text{NaOH al 99\%}}$) y posteriormente la relación de porcentaje peso a peso (%p/p) entre el hidróxido de sodio (NaOH) el cual es el soluto (m_{NaOH}) y agua destilada la cual es el solvente (m_{agua}).

Ecuación 1. Concentración de hidróxido de sodio al 99%

$$m_{\text{NaOH al 99\%}} = m_{\text{NaOH}} \left(\frac{99\%}{100\%} \right)$$

Ecuación 2. %p/p del hidróxido de sodio

$$\% \frac{p}{p} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{m_{\text{NaOH}} + m_{\text{agua}}} * 100$$

Solución 1.

$$\% \frac{p}{p} = \frac{0 \text{ g}}{(0 + 100)\text{g}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 0\%$$

$$m_{\text{solute}} = m_{\text{NaOH}} = 0 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 100 \text{ g}$$

Solución 2.

$$m_{\text{NaOH}} = 0,66 \left(\frac{99\%}{100\%} \right) = 0,6534 \text{ g NaOH}$$

$$\% \frac{p}{p} = \frac{0,6534 \text{ g}}{(0,6524 + 99,3466)\text{g}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 0,6534\%$$

$$m_{\text{soluta}} = m_{\text{NaOH}} = 0,6534 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 99,3466 \text{ g}$$

Solución 3.

$$m_{\text{NaOH}} = 1,33 \left(\frac{99\%}{100\%} \right) = 1,37 \text{ g NaOH}$$

$$\% \frac{p}{p} = \frac{1,37 \text{ g}}{(1,37 + 98,63)\text{g}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 1,37\%$$

$$m_{\text{soluta}} = m_{\text{NaOH}} = 1,33 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 98,63 \text{ g}$$

Solución 4.

$$m_{\text{NaOH}} = 2 \left(\frac{99\%}{100\%} \right) = 1,98 \text{ g NaOH}$$

$$\% \frac{p}{p} = \frac{1,08 \text{ g}}{(1,98 + 98,02)\text{g}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 1,98\%$$

$$m_{\text{soluta}} = m_{\text{NaOH}} = 1,98 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 98,02 \text{ g}$$

A continuación, se presenta en la Tabla 6. Concentración de hidróxido de sodio (NaOH), donde se muestran las concentraciones requeridas de hidróxido de sodio (NaOH) y agua, obteniendo una solución del 100 mL que permita facilitar la obtención del adhesivo

Tabla 6. Concentración de hidróxido de sodio (NaOH)

Soluciones	$m_{\text{soluta}}(\text{g})$	$m_{\text{solvente}}(\text{g})$	$m_{\text{solución}}(\text{g})$	%p/p
1	0	100	100	0
2	0,65	99,35	100	0,65
3	1,33	98,63	100	1,33
4	1,98	98,02	100	1,98

Fuente: elaboración propia.

3.3.2 Almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Este reactivo es fundamental ya que es la materia prima para la elaboración del adhesivo, es adquirido de la plaza de mercado de Corabastos ubicado en la ciudad de Bogotá.

En los siguientes cálculos se muestran las concentraciones requeridas para la variación de la formulación en la preparación del diseño experimental. En donde se realiza una relación de porcentaje peso a volumen (%p/v) teniendo como soluto la masa de almidón ($m_{\text{almidón}}$) y como solvente el volumen de agua (V_{agua}) en mL.

Ecuación 3. Concentración de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) %p/v

$$\% \frac{p}{v} = \frac{m_{\text{almidón}}}{(V_{\text{almidón}} + V_{\text{agua}}) \text{ mL}} * 100\%$$

Solución 1.

$$\% \frac{p}{v} = \frac{30 \text{ g}}{(30 + 70) \text{ mL}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 30\%$$

$$m_{\text{solute}} = m_{\text{almidón}} = 30 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 70 \text{ g}$$

Solución 2.

$$\% \frac{p}{v} = \frac{40 \text{ g}}{(40 + 60) \text{ mL}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 40\%$$

$$m_{\text{solute}} = m_{\text{almidón}} = 40 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 60 \text{ g}$$

Solución 3.

$$\% \frac{p}{v} = \frac{45 \text{ g}}{(45 + 55) \text{ mL}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 45\%$$

$$m_{\text{solute}} = m_{\text{almidón}} = 45 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 55 \text{ g}$$

Solución 4.

$$\% \frac{p}{v} = \frac{50 \text{ g}}{(50 + 50) \text{ mL}} * 100\% \quad \% \frac{p}{p} = 50\%$$

$$m_{\text{solute}} = m_{\text{almidón}} = 50 \text{ g}$$

$$m_{\text{solvente}} = m_{\text{agua}} = 50 \text{ g}$$

En la tabla 7 se presenta la recopilación de las concentraciones necesarias de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) y agua para tener una solución del 100 mL.

Tabla 7. Concentración de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) %p/v

Soluciones	m _{soluta} (g)	V _{solvente} (mL)	V _{solución} (mL)	%p/v
1	30	70	100	30
2	40	60	100	40
3	45	55	100	45
4	50	50	100	50

Fuente: elaboración propia.

3.3.3 Ácido clorhídrico (HCl). A continuación, se presentan los cálculos requeridos para determinar la variación de la formulación del ácido sulfúrico.

Ecuación 4. Concentración de ácido clorhídrico en Molaridad (M)

$$V_{HCl1} C_{HCl1} = V_{HCl2} C_{HCl2}$$

$$V_{HCl1} = \frac{V_{HCl2} * C_{HCl2}}{C_{HCl1}}$$

$$V_{agua} = V_{solución} - V_{HCl1}$$

Donde:

V_{HCl1} = Volumen inicial de ácido clorhídrico

C_{HCl1} = Concentración inicial de ácido clorhídrico

V_{HCl2} = Volumen final de ácido clorhídrico

C_{HCl2} = Concentración final de ácido clorhídrico

Solución 1.

$$V_{HCl1} [25M] = 50 \text{ mL} * [1M] \quad \Rightarrow \quad V_{HCl1} = \frac{50 \text{ mL} * [1M]}{[25M]} = 2 \text{ mL}$$

$$V_{agua} = 50 \text{ mL} - 2 \text{ mL} \quad \Rightarrow \quad V_{agua} = 48 \text{ mL}$$

Solución 2.

$$V_{HCl1} [25M] = 50 \text{ mL} * [1,25M] \quad \Rightarrow \quad V_{HCl1} = \frac{50 \text{ mL} * [1,25M]}{[25M]} = 3 \text{ mL}$$

$$V_{agua} = 50 \text{ mL} - 3 \text{ mL} \quad \Rightarrow \quad V_{agua} = 47 \text{ mL}$$

Solución 3.

$$V_{\text{HCl1}} [25M] = 50 \text{ mL} * [2M] \quad \Rightarrow \quad V_{\text{HCl1}} = \frac{50 \text{ mL} * [2M]}{[25M]} = 4 \text{ mL}$$

$$V_{\text{agua}} = 50 \text{ mL} - 4 \text{ mL} \quad \Rightarrow \quad V_{\text{agua}} = 46 \text{ mL}$$

En la Tabla 8. Concentración de ácido clorhídrico (M), se recopilan los datos del ácido clorhídrico y el agua destilada como solvente. Los volúmenes usados para la preparación de estas soluciones serán de 50 mL para facilidad de operación dado que este reactivo es altamente peligroso al ser manipulado.

Tabla 8. Concentración de ácido clorhídrico (M)

Soluciones	V _{soluto} (mL)	V _{solvente} (mL)	Concentraciones (M)
1	2	48	1
2	3	47	1,25
3	4	46	2

Fuente: elaboración propia.

3.4 COMPOSICIONES DE LOS DISEÑOS EXPERIMENTALES PARA EL DESARROLLO DE LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO.

Haciendo uso del programa STATGRAPHICS se determinaron las mejores combinaciones entre las variables independientes y sus respectivas concentraciones calculadas anteriormente. Dichos ensayos se encuentran reportados en la Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 9. Condiciones de las variables independientes para el diseño de experimentos 1.

Diseño de experimentos 1 (NaOH)					
1	50 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min	12	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min	23	40 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 75 °C 15 min
2	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 90 °C 15 min	13	50 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 90 °C 10 min	24	50 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 45 °C 5 min
3	50 g (almidón) 0,66 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min	14	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 75 °C 5 min	25	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 60 °C 15 min
4	50 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 90 °C 5 min	15	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 90 °C 10 min	26	40 g (almidón) 1,32 %p/p (NaOH) 90 °C 15 min

Tabla 9. (Continuación).

Diseño de experimentos 1 (NaOH)					
5	40 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 45 °C 5 min	16	45 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 90 °C 5 min	27	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 5 min
6	45 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 90 °C	17	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C	28	40 g (almidón) 0,66 %p/p (NaOH) 45 °C
7	45 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 5 min	18	40 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 90 °C 15 min	29	50 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 90 °C 15 min
8	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 90 °C 5 min	19	45 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min	30	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min
9	40 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 90 °C 5 min	20	40 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min	31	40 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 45 °C 10 min
10	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 75 °C 15 min	21	50 g (almidón) 1,32 %p/p (NaOH) 90 °C 5 min	32	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 10 min
11	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 90 °C 5 min	22	45 g (almidón) 1,32 %p/p (NaOH) 60 °C 10 min	33	50 g (almidón) 0 %p/p (NaOH) 60 °C 5 min

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Condiciones de las variables independientes para el diseño de experimentos 2

Diseño de experimentos 2 (HCl)					
1	30 g (almidón) 3 mL (HCl) 45 °C 5 min	12	50 g (almidón) 4 mL (HCl) 65 °C 5 min	23	30 g (almidón) 2 mL (HCl) 75 °C 5 min
2	50 g (almidón) 3 mL (HCl) 75 °C 5 min	13	30 g (almidón) 4 mL (HCl) 75 °C 10 min	24	50 g (almidón) 2 mL (HCl) 75 °C 15 min

Tabla 10. (Continuación).

Diseño de experimentos 2 (HCl)					
3	40 g (almidón) 3 mL (HCl) 65 °C 15 min	14	50 g (almidón) 2 mL (HCl) 75 °C 5 min	25	50 g (almidón) 2 mL (HCl) 75 °C 10 min
4	50 g (almidón) 4 mL (HCl) 45 °C 10 min	15	30 g (almidón) 2 mL (HCl) 45 °C 15 min	26	50 g (almidón) 4 mL (HCl) 45 °C 5 min
5	30 g (almidón) 2 mL (HCl) 75 °C 5 min	16	50 g (almidón) 3 mL (HCl) 45 °C 15 min	27	40 g (almidón) 4 mL (HCl) 75 °C 5 min
6	50 g (almidón) 4 mL (HCl) 75 °C 15 min	17	30 g (almidón) 4 mL (HCl) 75 °C 15 min	28	40 g (almidón) 2 mL (HCl) 75 °C 15 min

Fuente: elaboración propia.

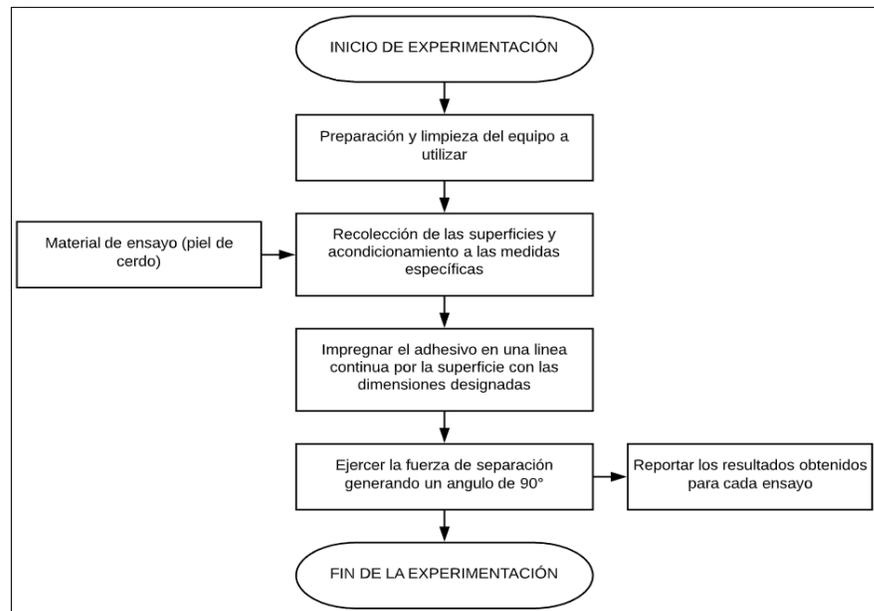
Las Tabla 9. Condiciones de las variables independientes para el diseño de experimentos 1 y Tabla 10. Condiciones de las variables independientes para el diseño de experimentos 2, son importantes, ya que en ellas se muestran las condiciones de operación y sus respectivas combinaciones para cada experimento, teniendo en cuenta que se realizó un diseño experimental de tipo factorial como se mencionó anteriormente en el apartado 3.1 PARÁMETROS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS. En las tablas 9 y 10 se suministran los valores de las cantidades utilizadas para cada formulación, con sus respectivas replicas en su obtención del adhesivo, permitiendo así ejecutar cada una de ellas y realizar los análisis posteriores. Se inicia con una prueba de tensión, donde se busca conocer la capacidad que soporta el adhesivo, en cuanto a la resistencia de separación de las superficies de estudio. Los estudios de tensión se realizan en una máquina de ensayo, la cual determina la fuerza de adherencia en Newton que soporta cada una de las muestras a evaluar, según los resultados se escogerán las mejores ejecuciones para analizar sus propiedades mediante caracterizaciones de densidad, porcentaje de humedad, viscosidad y pH.

3.5 PRUEBAS DE CALIDAD DEL PEGANTE

Luego de obtener el adhesivo se procede a realizar la prueba en los sustratos definidos previamente, la prueba de calidad que se aplicará al adhesivo, es decir, a cada uno de los ensayos resultantes, será la siguiente: Prueba de “Adhesividad 90°” el cual se muestra a continuación.

3.5.1 Prueba de "Adhesividad 90°". Este procedimiento es basado en la FTM 2 y la ASTM D187601 Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T- Peel Test). Consiste en impregnar el adhesivo a dos superficies con dimensiones de 5 cm x 5 cm, utilizando como sustrato piel de cerdo. El tiempo de adhesión en las uniones realizadas las cuales tendrán un periodo de 24 horas de secado, posteriormente se puede realizar el desprendimiento de forma manual o mecánica tal como se muestra en la figura 12 y figura 13 aplicando una fuerza de separación, generando un ángulo de 90°, midiendo la fuerza necesaria para la separación de las superficies entre sí. A continuación, en el diagrama 14 se muestra la adhesividad a 90° y se presenta el proceso que se llevó a cabo para determinar la adherencia de los adhesivos en la maquina universal de ensayos de tensión

Diagrama 14. Diagrama de proceso de la prueba de "Adhesividad 90°"



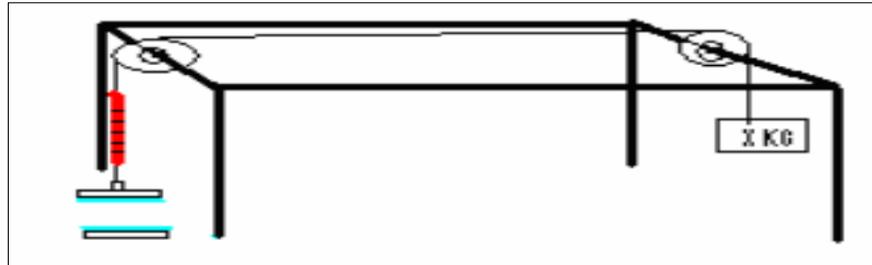
Fuente: elaboración propia.

En el diagrama 14. Diagrama de flujo de la prueba de "Adhesividad 90°" se muestran los pasos que se llevaron a cabo teniendo en cuenta la norma ASTM D1876 la cual es un método de prueba que mide la resistencia a la separación de la cáscara de dos materiales flexibles que se han unido. Esto se conoce comúnmente como la prueba "T-Peel", ya que la muestra se parece a la letra "T" cuando se carga en la máquina antes de la prueba. Otras pruebas de desprendimiento comunes son la prueba de desprendimiento de 90 grados y 180 grados, pero se utilizan cuando un material flexible se ha unido a un sustrato rígido como plástico o metal¹⁰⁸

¹⁰⁸ MADRID Mario. Tecnología de adhesivos. Departamento Técnico de Loctite España. [Consultado el 01 de noviembre 2019] Disponible en: https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7071/7071377/curso_de_adhesivos.pdf

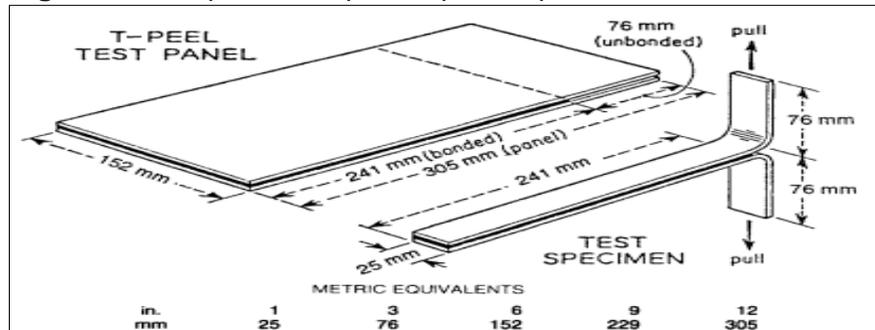
La figura 14. Prototipo de montaje de la Prueba de "Adhesividad 90°" y figura 15. Superficie requerida para la prueba de "Adhesividad 90" hacen referencia a las dimensiones, el tiempo y el proceso que se lleva a cabo según la norma de la sociedad americana para Pruebas y Materiales la ASTM D 1876 01, la cual se describe en el apartado 3.5.1 Prueba de "adhesividad 90°"

Figura 14. Prototipo de montaje de la Prueba de "Adhesividad 90°"



Fuente: DÍAZ CASTRO, Laura y FIALLOS FIERRO, Fernando Fabian. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (Manihot Esculenta Crantz), variedad m-TAI, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante. Sincelejo Sucre, 2008. [Consultado el 23 de noviembre de 2019] Disponible en: file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/ADHESIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20MODIFICADO%20DE%20MAIZ.pdf

Figura 15. Superficie requerida para la prueba de "Adhesividad 90"



Fuente: AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. D 1876 – 01 Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T-Peel Test) Estados Unidos, American Society of Testing Materials, 2008. [Consultado el 23 de noviembre de 2019] Disponible en: file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/ADHESIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20MODIFICADO%20DE%20MAIZ.pdf

3.6 RELACIÓN ANOVA

El estudio estadístico que se utilizó para determinar los mejores ensayos del adhesivo, fue el análisis de varianza ANOVA, ya que es una de las mejores alternativas para estudios estadísticos, además brinda apoyo en procesos

industriales y en laboratorio para el control de métodos analíticos. Algunos usos tienen la característica de reunir conceptos y variables según la meta propuesta. El análisis de varianza ANOVA se divide en dos secciones: la primera es la comparación de múltiples columnas de datos y en segunda medida está la estimación de los componentes de variación de un proceso¹⁰⁹, Lo que brinda una efectividad entre el 90 – 95%, su principal función es arrojar graficas de superficie de respuesta con la que estiman los mejores resultados. La prueba de adherencia se realizó a las 66 ejecuciones, tanto para el diseño experimental 1 como para el diseño experimental 2, en donde se escogen los 18 mejores ensayos teniendo en cuenta la adherencia presentada, es decir los ensayos con adherencia mayores o iguales a 1 Newton fueron los escogidos. Posteriormente a los ensayos con mayor adherencia se les realizó las respectivas caracterizaciones. En la tabla 11. Resultados de la determinación para la variable de respuesta adherencia en el diseño experimental 1, se muestran las 33 ejecuciones realizadas con su respectivo valor de adherencia en Newton.

Tabla 11. Resultados de la determinación para la variable de respuesta adherencia en el diseño experimental 1

Ensayo	Almidón (g)	NaOH % p/p	NaOH (con el 99%) g	Temperatura	Tiempo	Adherencia
1	50	0	0	45	15	0,1
2	50	2	1,98	90	15	1,1
3	50	0,6667	0,6600	45	15	1,2
4	50	0	0	90	5	0
5	40	0	0	45	5	0,1
6	45	2	1,98	90	15	0,9
7	45	2	1,98	45	5	0,8
8	50	2	1,98	90	5	0,9
9	40	0	0	90	5	0,1
10	50	2	1,98	75	15	0,5
11	40	2	1,98	90	5	0,9
12	40	2	1,98	45	15	0,8
13	50	0	0	90	10	0,2
14	40	2	1,98	75	5	0,5
15	40	2	1,98	90	10	0,3
16	45	0	0	90	5	0,2
17	40	2	1,98	45	5	1
18	40	0	0	90	15	0,5
19	45	0	0	45	15	0,1
20	40	0	0	45	15	0,3
21	50	1,3333	1,3200	90	5	0,3
22	45	1,3333	1,3200	60	10	1,8

¹⁰⁹ ARBOLEDA Jairo. Estudio de mejora del proceso de soldadura de soldame del valle s.a.s. a partir de análisis y diseño de experimentos. Colección Académica de Ciencias Estratégicas PAG 42 ISSN -e: 2382-3283 Vol. 2 No.2 2015

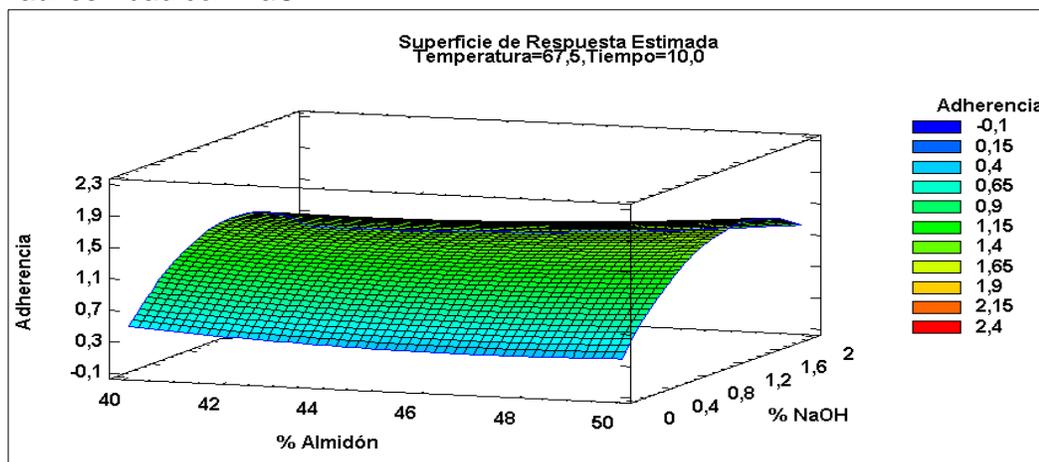
Tabla 11. (Continuación)

Ensayo	Almidón (g)	NaOH % p/p	NaOH (con el 99%) g	Temperatura	Tiempo	Adherencia
23	40	0	0	75	15	0,1
24	50	0	0	45	5	0,2
25	40	2	1,98	60	15	1
26	40	1,3333	1,3200	90	15	1,8
27	50	2	1,98	45	5	2
28	40	0,6667	0,6600	45	5	1,2
29	50	0	0	90	15	1,1
30	50	2	1,98	45	15	1,7
31	40	0	0	45	10	1,2
32	50	2	1,98	45	10	1,8
33	50	0	0	60	5	0,2

Fuente: elaboración propia.

Haciendo uso de los resultados obtenidos en la tabla 11, se procede a realizar la gráfica de superficie (Gráfica 1) en donde se tiene como sustrato piel de cerdo – piel de cerdo y como agente hidrolizante el NaOH. El análisis de varianza determino un R^2 igual a 69,9244 %, un error estándar igual a 0,438383 y un error absoluto medio igual a 0,261517

Gráfica 1. Comportamiento según superficie de respuesta estimada para prueba de adhesividad con NaOH



Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI

En la Gráfica 1. Comportamiento según superficie de respuesta estimada para prueba de adhesividad con NaOH, se puede observar la conducta del adhesivo con referencia a las variables independientes (% almidón, %NaOH), utilizando como variable respuesta la fuerza de adherencia de pegado, determinando así, el área óptima representado en la parte más alta de la gráfica, se muestran sus valores óptimos los cuales son: 50 %p/v para la concentración de almidón, 1,44616 %p/p,

para la concentración de NaOH, temperatura de 45°C y un tiempo de 9,62076 minutos; Para dar un valor óptimo de adherencia de 2,017555 N.

Analizando los datos aportados por el ANOVA y la gráfica de superficie de respuesta se escogieron los 9 mejores ensayos para la hidrólisis alcalina los cuales se muestran en la tabla 12. Ensayos escogidos del diseño experimental 1 (NaOH).

Tabla 12. Ensayos escogidos del diseño experimental 1 (NaOH)

Diseño de experimentos 1 (NaOH)					
2	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 90 °C 15 min 1,1 N	22	45 g (almidón) 1,32 %p/p (NaOH) 60 °C 10 min 1,8 N	27	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 5 min 2 N
3	50 g (almidón) 0,66 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min 1,2 N	25	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 60 °C 15 min 1 N	30	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 15 min 1,7 N
17	40 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 5 min 1 N	26	40 g (almidón) 1,32 %p/p (NaOH) 90 °C 15 min 1,8 N	32	50 g (almidón) 1,98 %p/p (NaOH) 45 °C 10 min 1,8 N

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 13. Resultados de la determinación para la variable de respuesta adherencia en el diseño experimental 2, se muestran las 33 ejecuciones realizadas con su respectivo valor de adherencia en Newton, teniendo como agente hidrolizante el ácido clorhídrico (HCl).

Tabla 13. Resultados de la determinación para la variable de respuesta adherencia en el diseño experimental 2.

Ensayo	Almidón (g)	HCl (ml)	Temperatura (°C)	Tiempo	Adherencia
1	30	3	45	5	1,8
2	50	3	75	5	1,1
3	40	3	65	10	0,4
4	50	4	45	10	0,6
5	30	2	75	15	1,2

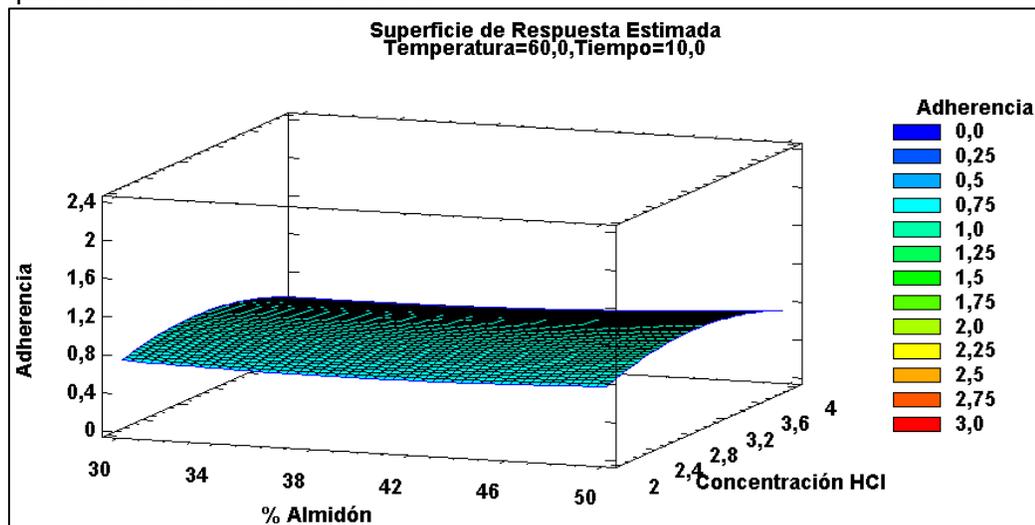
Tabla 13. (Continuación)

Ensayo	Almidón (g)	HCl (ml)	Temperatura (°c)	Tiempo	Adherencia
6	50	4	75	15	0,5
7	30	4	45	15	0,6
8	30	4	75	5	0,8
9	40	3	55	10	0,9
10	40	4	45	15	1,1
11	50	2	45	15	2,4
12	50	4	65	5	1,2
13	30	4	75	10	0,3
14	50	2	75	5	0,4
15	30	2	45	15	0,5
16	50	3	45	15	1,2
17	30	4	75	15	0,5
18	30	4	45	5	0,8
19	30	2	45	10	1,1
20	50	2	45	5	0,5
21	30	2	65	5	1,1
22	50	4	65	15	1,2
23	30	2	75	5	0,5
24	50	2	75	15	1
25	50	2	75	10	0,9
26	50	4	45	5	1,1
27	40	4	75	5	0,9
28	40	2	75	15	1
29	50	4	75	5	0,9
30	50	2	55	15	0,8
31	30	4	55	15	1
32	30	3	75	15	0,8
33	40	2	45	5	0,9

Fuente: elaboración propia.

Con los datos obtenidos en la tabla 13, se procede a realizar la gráfica de superficie (Gráfica 2) en donde se tiene como sustrato piel de cerdo – piel de cerdo y el ácido clorhídrico (HCl) como agente hidrolizante. El análisis de varianza determinó un R^2 igual a 38,2037 %, un error estándar igual a 0,435613 y un error absoluto medio igual a 0,24288

Gráfica 2. Comportamiento según superficie de respuesta estimada para prueba de adhesividad con HCl.



Fuente: STATGRAPHICS Centurion XVI.

En la Gráfica 2. Comportamiento según superficie de respuesta estimada para prueba de adhesividad con HCl. Se puede observar el comportamiento del adhesivo con referencia a las variables independientes (% almidón, %HCl) utilizando como variable respuesta la fuerza de adherencia de pegado, determinando así el área óptima, indicando en la parte más alta de la gráfica, en donde se muestran sus valores óptimos los cuales son: 50 %p/v para la concentración de almidón, 2,60762 M% para la concentración de HCl, temperatura de 45,3505°C y un tiempo de 15,0 minutos; Para dar un valor óptimo de adherencia de 1,50873 N.

Analizando los datos aportados por el ANOVA y la gráfica de superficie de respuesta, se escogieron los 9 mejores ensayos para la hidrólisis acida; a los cuales se les realizara las respectivas caracterizaciones. Los ensayos mencionados anteriormente se muestran en la tabla 14. Ensayos escogidos del diseño experimental 2 (HCl).

Tabla 14. Ensayos escogidos del diseño experimental 2 (HCl).

Diseño de experimentos 1 (HCl)					
1	30 g (almidón)	11	50 g (almidón)	22	30 g (almidón)
	3 mL (HCl)		2 mL (HCl)		2 mL (HCl)
	45 °C		45 °C		65 °C
	5 min		15 min		5 min
2	50 g (almidón)	12	50 g (almidón)	26	50 g (almidón)
	3 mL (HCl)		4 mL (HCl)		4 mL (HCl)
	75 °C		65 °C		45 °C
	5 min		5 min		5 min
	1,1 N		1,2 N		1,1 N

Tabla 14. (Continuación)

Diseño de experimentos 1 (HCl)					
5	30 g (almidón)	19	30 g (almidón)	28	40 g (almidón)
	2 mL (HCl)		2 mL (HCl)		2 mL (HCl)
	75 °C		45 °C		75 °C
	5 min		10 min		15 min
	1,2 N		1,1 N		1 N

Fuente: elaboración propia

3.7 CARACTERIZACIÓN DEL ADHESIVO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

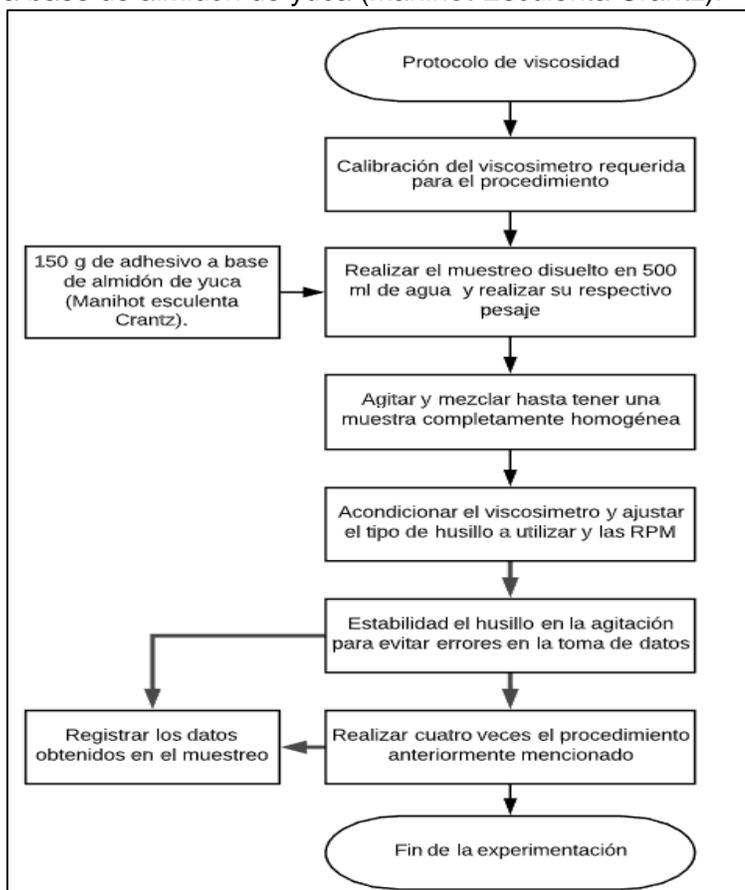
Como se mencionó anteriormente en la caracterización de la materia prima en este caso almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz), se hará uso de las Normas Técnicas Colombianas (NTC) siguiendo el procedimiento y protocolo mencionado en el apartado 2.4 MÉTODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ).

3.7.1 Determinación de la Viscosidad de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Para realizar el procedimiento se hace uso de la norma técnica colombiana NTC 5063 “Adhesivos. Método de ensayo para determinar la viscosidad aparente de adhesivos con velocidad de corte dependiente de las propiedades de flujo” y NTC 2790 “Adhesivos.

Métodos de ensayo para determinar la viscosidad”. Según la norma se debe realizar un plan de muestreo, tal como se muestra en el Diagrama 2. Preparación de la instrumentación para la determinación de la viscosidad del muestreo de almidón de yuca.

Para determinar la viscosidad se tomó 150 g del adhesivo determinado y se le añadió 500 mL de agua destilada, para diluir la muestra, se calienta a 45°C y se mezcla contantemente durante 5 minutos. Para realizar la medición de viscosidad se tiene en cuenta los parámetros de operación según el manual del viscosímetro ROTACIONAL EXPERT R FUNGILAB, mediante el cual determino el uso del husillo número 3 y 100 RPM. Cabe resaltar que las especificaciones se tomaron directamente del manual del viscosímetro utilizado. A continuación, en la tabla 15 se reportan los resultados de viscosidad obtenidos para las sustancias analizadas y su respectivo porcentaje de error suministrados por el equipo y en el diagrama 15. Se muestra el procedimiento que se llevó a cabo para realizar la caracterización.

Diagrama 15. Diagrama de procesos para la determinación de la Viscosidad del muestreo de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).



Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Resultados de la viscosidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Diseño de experimentos 1 (NaOH)				Diseño de experimentos 2 (HCl)			
Ensayo	peso pegante (g)	Viscosidad (cP)	%Error	Ensayo	peso pegante (g)	Viscosidad (cP)	%Error
1	100,032	3812	0,038	1	100,1234	4800	0,045
2	100,012	5300	0,048	2	100,2345	6210	0,014
3	100,134	5432	0,047	3	100,1156	5712	0,023
4	100,145	5433	0,042	4	100,0135	5523	0,034
5	100,214	6245	0,05	5	100,3123	4198	0,042
6	100,1102	6160	0,051	6	100,1102	4033	0,04
7	100,545	5311	0,034	7	100,1435	4756	0,044

Tabla 15. (Continuación)

Diseño de experimentos 1 (NaOH)				Diseño de experimentos 2 (HCl)			
Ensayo	peso pegante (g)	Viscosidad (cP)	%Error	Ensayo	peso pegante (g)	Viscosidad (cP)	%Error
3	100,134	5432	0,047	3	100,1156	5712	0,023
4	100,145	5433	0,042	4	100,0135	5523	0,034
5	100,214	6245	0,05	5	100,3123	4198	0,042
6	100,1102	6160	0,051	6	100,1102	4033	0,04
7	100,545	5311	0,034	7	100,1435	4756	0,044
8	100,016	7000	0,066	8	100,3432	5212	0,025
9	100,001	6500	0,056	9	100,1234	5345	0,024

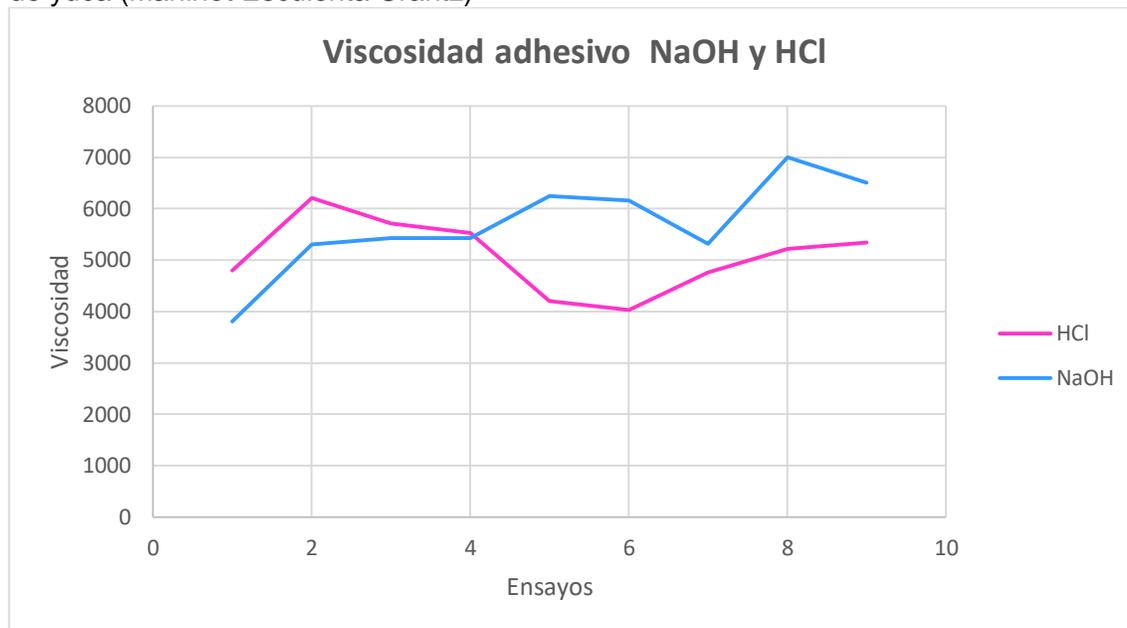
Fuente: elaboración propia.

Al conocer la viscosidad se puede observar cambios notorios en cuanto a la estructura del producto, como lo es: estabilidad, color, densidad, masa molecular, contenido de sólidos disueltos y textura. Por lo tanto, la viscosidad es un indicador fundamental en la búsqueda de un producto con mejores propiedades, mediante el uso del husillo adecuado se puede determinar la viscosidad precisa.

En la tabla 15 se obtuvieron los resultados para la hidrólisis ácida y alcalina, en donde se determinó un promedio de viscosidad de 5087,67cP y 5688,11 cP; una desviación estándar de 708,626 y 925,765; y un porcentaje de error de 0,032% y 0,048% respectivamente. La diferencia entre los promedios de viscosidad entre las dos rutas hidrolíticas se debe a la concentración utilizada para cada uno, puesto que el ácido clorhídrico (HCl) es mucho más agresivo con las moléculas de almidón realizando una ruptura de enlace, pero sin lograr degradar completamente la molécula, permitiendo así que esta no logre liberar su naturaleza adhesiva.

A partir de la tabla 15. Resultados de la viscosidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) se realizó la gráfica (gráfica 3) de viscosidad para comparar los dos procesos hidrolíticos.

Gráfica 3. Resultados de la viscosidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)



Fuente: elaboración propia.

La grafica 3 presenta viscosidades similares entre sí y una mejora respecto a la determinación de viscosidad del alimón de yuca (Manihot Esculenta Crantz), por lo se puede decir que los resultados obtenidos en la experimentación son acertados; ya que las propiedades que desarrollan los adhesivos a base de almidón de yuca a lo largo de los procesos experimentales muestran una mejora en su naturaleza adhesiva, facilitando la obtención del producto deseado en este proyecto.

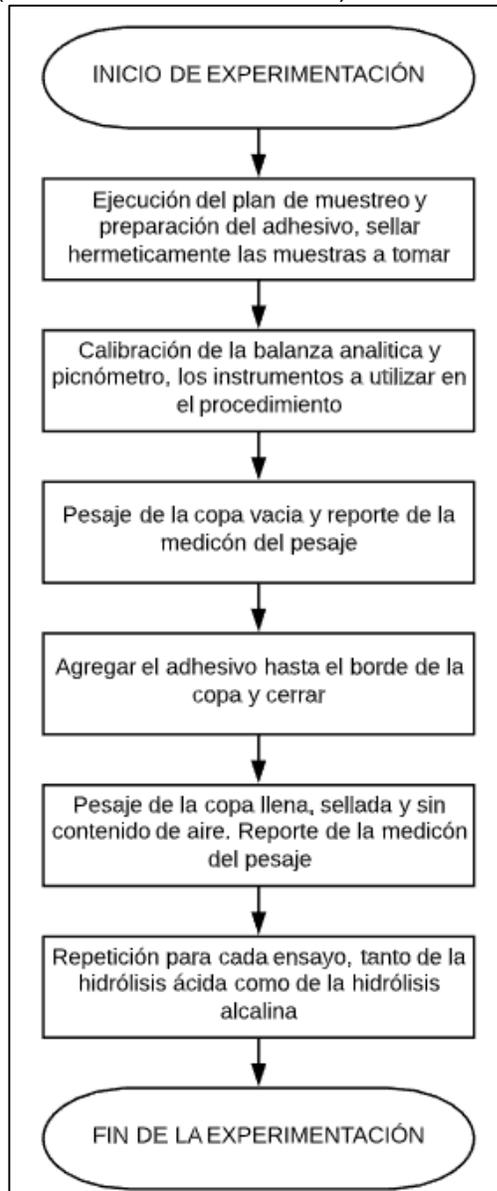
3.7.2 Determinación de la densidad de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz. Esta prueba se ejecuta siguiendo la norma técnica colombiana NTC 2988 “Adhesivos. Determinación de la densidad de adhesivos que se presentan en forma fluido.” Siguiendo un plan de muestreo inicial tal como se muestra en el Diagrama 4 (Preparación de la instrumentación para la determinación de la densidad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)).

Para determinar la densidad se hace uso del picnómetro. La estructura del picnómetro, al tener boquilla grande, genera burbujas por presencia de aire, haciendo que se acumulen en la superficie de la boquilla, aforando la muestra por medio del tapón. Este procedimiento es necesario para adquirir resultados precisos, ya que, al eliminar las burbujas de aire, es posible mantener la densidad y la masa molecular adecuada.¹¹⁰Para las soluciones semilíquidas se utiliza un picnómetro de boca ancha el cual se pesa primero vacío, posteriormente se llena con adhesivo y se tapa permitiendo un escape de aire, se pesa nuevamente y se reportan los datos

¹¹⁰ MÉTODOS DEL PICNÓMETRO PARA DETERMINAR DENSIDADES. El blog de QuercusLab. [consultado el 03 de noviembre 2019] Disponible en: <https://quercuslab.es/blog/metodo-del-picnometro-para-determinar-densidades/>

para determinar la densidad. En el ANEXO C se encuentran los cálculos realizados y en la tabla 16 se encuentra la recopilación de los datos y en el diagrama 16 se presentan los pasos que se llevaron a cabo para realizar la caracterización, teniendo en cuenta que las cantidades utilizadas se establecieron directamente de la NTC 2988.

Diagrama 16. Diagrama de procesos para la determinación de la densidad del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)



Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Resultados de la densidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

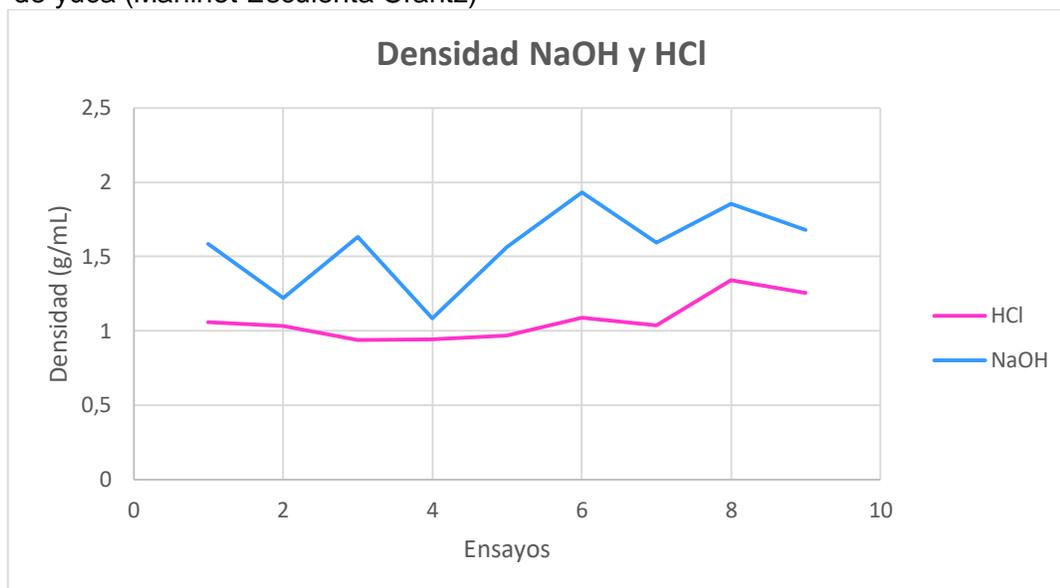
Diseño de experimentos 1 (NaOH)				
Ensayos	M copa llena (g)	M copa vacía (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)
1	196,0617	105,6451	57	1,58625614
2	173,8811	106,686	55	1,221729091
3	177,1976	95,6469	50	1,631014
4	160,1177	105,9117	50	1,08412
5	173,478	95,3166	50	1,563228
6	191,9866	95,3943	50	1,931846
7	185,6103	105,8363	50	1,59548
8	196,8818	94,9525	55	1,85326
9	190,1824	106,3211	50	1,677226
Diseño de experimentos 2 (HCl)				
Ensayos	M copa llena (g)	M copa vacía (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)
1	161,5	106,5	52	1,057692308
2	158	106,4	50	1,032
3	152,5	106,5	49	0,93877551
4	152,5	106,32	49	0,94244898
5	154	106,63	49	0,966734694
6	161	106,52	50	1,0896
7	158	106,12	50	1,0376
8	173,5	106,5	50	1,34
9	168	106,5	49	1,255102041

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 16, se determinó la densidad para los procesos alcalinos y ácidos, en donde se obtuvo un promedio de las muestras de 1,5716 g/mL y 1,0733 g/mL para la densidad, una desviación estándar de 0,27034 y 0,1389 y un porcentaje de error del 0,0542% y 0,1573%. Analizando los resultados de la tabla 16 se puede concluir que la variación de la densidad depende de la cantidad de adhesivo suministrado, como se evidencia un porcentaje de error menor en la hidrólisis alcalina respecto a la acida debido a este factor.

A partir de la información suministrada en la tabla 16. Resultados de la densidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) se realizó la gráfica de comparación entre la hidrólisis acida y la hidrólisis alcalina la cual se muestra en la gráfica 4.

Gráfica 4. Resultados de la densidad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)



Fuente: elaboración propia

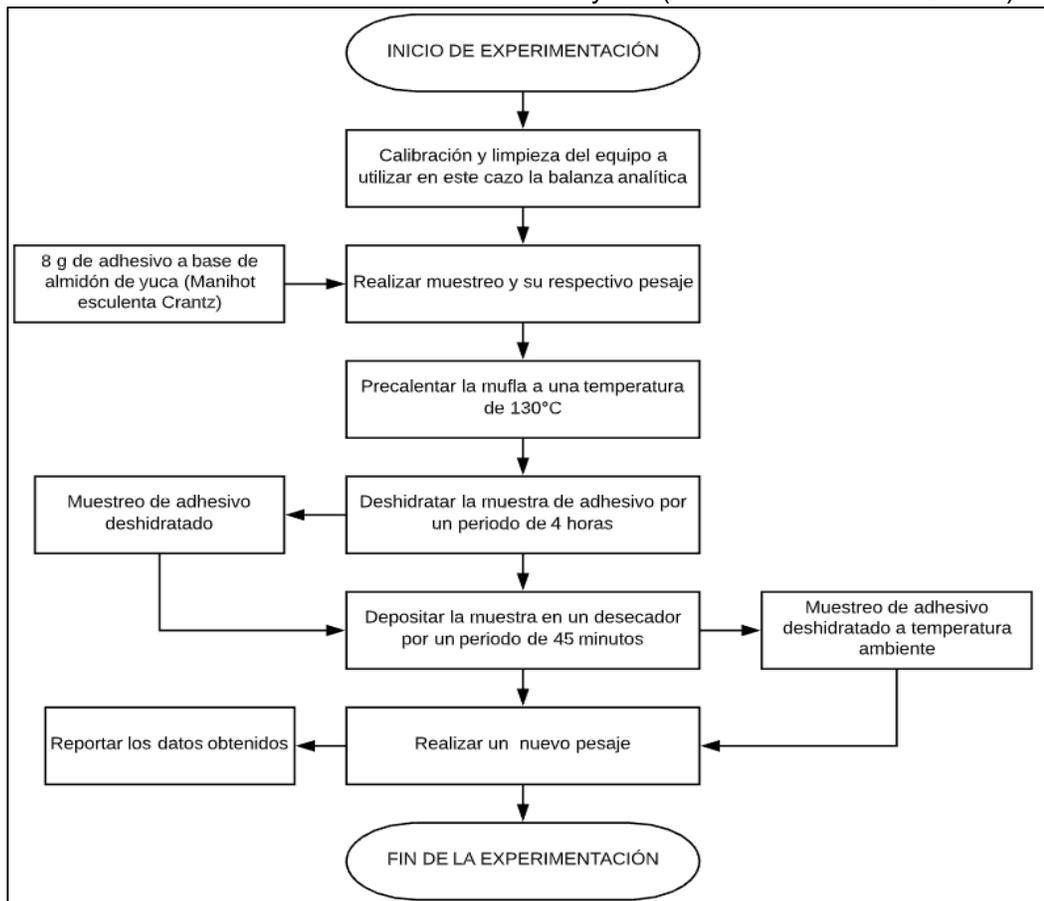
En la gráfica 4 se puede evidenciar una densidad de ácido clorhídrico menor a la de hidróxido de sodio, sin embargo el ácido clorhídrico tiene una constancia en su densidad frente a los cambios que presenta la de hidróxido de sodio, esto se debe principalmente a la manipulas de las muestras, ya que durante el momento de la caracterización presenta perturbaciones, los ensayos de hidrolisis acida se encuentran principalmente en estado líquido, semilíquido y menos viscosos que los ensayos con hidrolisis alcalina permitiendo la eliminación de aire en la cavidad de la boca del picnómetro, permitiendo así un mejor resultado; por otro lado en la hidrolisis alcalina los ensayos realizados se encuentran en estado semilíquido y un poco más viscosos que los ensayos ácidos, permitiendo la acumulación de aire y de esta manera impidiendo la extracción del mismo durante el protocolo de toma de datos.

3.7.3 Determinación del porcentaje de humedad de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Para llevar a cabo la caracterización se tuvo en cuenta la norma técnica colombiana NTC 529 “Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad”.

Siguiendo un plan de muestreo inicial tal como se muestra en el Diagrama 6 (Preparación de la instrumentación para la determinación del porcentaje de humedad del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)). El ensayo consta de pesar 8 g de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) y someterlo a una temperatura de 130°C durante un periodo de 4 horas, posteriormente se lleva a un desecador durante 45 minutos y finalmente se realiza un nuevo pesaje para determinar la cantidad de agua que se removió durante el proceso anterior, las cantidades utilizadas para realizar este procedimiento se tomaron directamente de la NTC 529. Los cálculos llevados a cabo se encuentran

en el anexo C. A continuación, el diagrama 17 se muestra el paso a paso que se realizó para determinar el porcentaje de humedad y en la tabla 17 se muestran los resultados obtenidos.

Diagrama 17. Diagrama de procesos para la determinación del porcentaje de humedad del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)



Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Resultados del porcentaje de humedad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Diseño de experimentos 2 (HCI)			
Ensayos	Peso húmedo neto del adhesivo (g)	Peso seco neto del adhesivo (g)	%humedad
1	7,9199	2,657	66,45159661
2	8,0334	2,495	68,94216646
3	8,0533	2,9793	63,00522767
4	8,1187	3,6808	54,6626923
5	7,9906	3,2908	58,81660952
6	8,0445	2,78	65,44222761

Tabla 17. (Continuación)

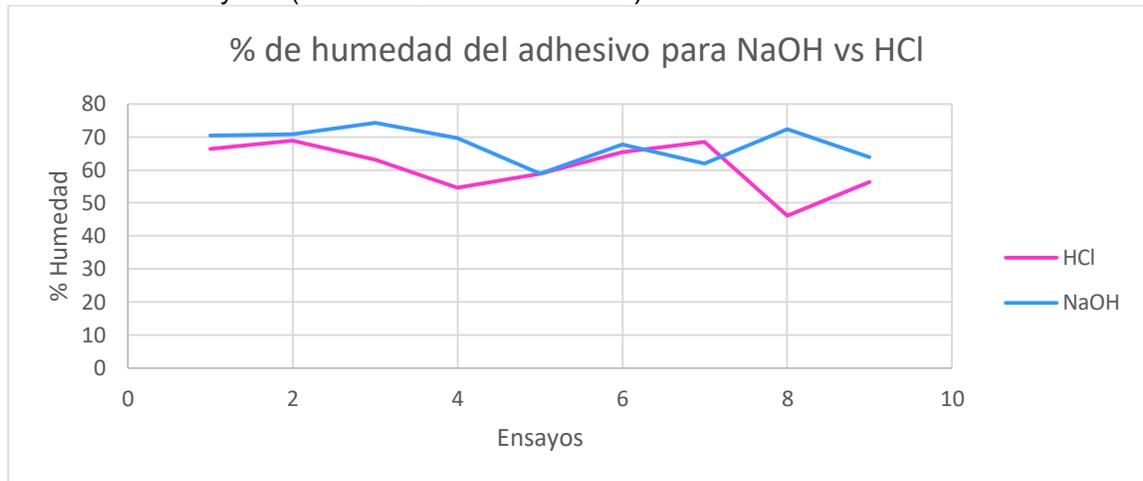
Diseño de experimentos 2 (HCl)			
Ensayos	Peso húmedo neto del adhesivo (g)	Peso seco neto del adhesivo (g)	%humedad
7	8,0347	2,5323	68,48295518
8	8,0017	4,3168	46,05146406
9	8,0355	3,5098	56,32132412
Diseño de experimentos 1 (NaOH)			
Ensayos	Peso húmedo neto del adhesivo (g)	Peso seco neto del adhesivo (g)	%humedad
1	8,0265	2,3733	70,43169501
2	8,0525	2,3452	70,87612543
3	8,0778	2,0766	74,29250539
4	8,0537	2,4473	69,61272459
5	8,0745	3,3247	58,82469503
6	8,0862	2,6109	67,7116569
7	7,9627	3,0342	61,89483467
8	7,9304	2,1991	72,26999899
9	7,9236	2,8628	63,8699581

Fuente: elaboración propia

Para la hidrólisis alcalina y acida se presentan los datos de la tabla 17 en donde se obtuvo un promedio de 67,7538 % y 60,9085 % para el porcentaje de humedad, una desviación estándar de 5,1559 y 7,6055 con un porcentaje de error del 0,0459% y 0,0361 respectivamente. Teniendo en cuenta que la materia prima utilizada para la obtención del adhesivo fue el almidón de yuca adquirido del pretratamiento con un porcentaje promedio de humedad de 49,5349 %. Se puede determinar el resultado del porcentaje de humedad para el adhesivo es coherente respecto a la materia prima puesto que al realizar tanto la hidrólisis acida como alcalina se presenta una liberación de agua durante la preparación de la solución; haciendo que el porcentaje de humedad del adhesivo aumente en un 18,2289% para los ensayos alcalinos y un 11,3736% para los ensayos ácidos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 17. Resultados del porcentaje de humedad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), se realiza la gráfica (gráfica 5) para comparar y analizar los dos procesos hidrolíticos.

Gráfica 5. Resultados del porcentaje de humedad en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

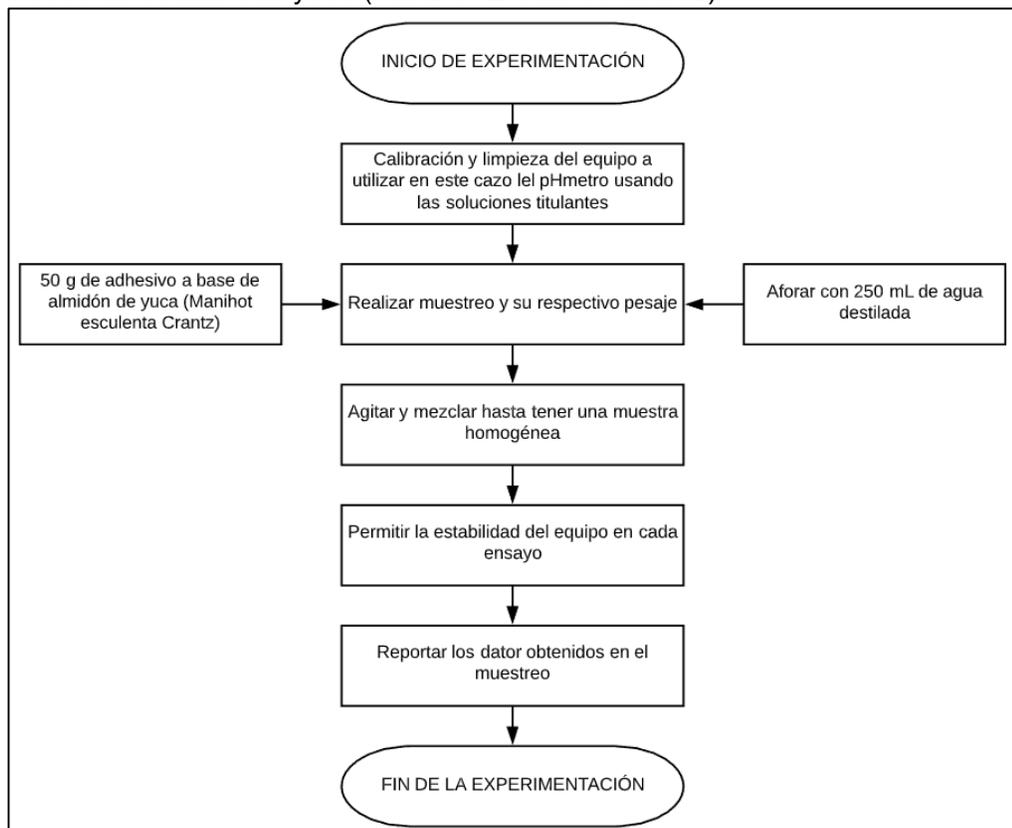


Fuente: elaboración propia

Un adhesivo de buena calidad con alto contenido de almidón y alta viscosidad, tendrán una baja solubilidad y alta absorción de agua. En la gráfica 5 se puede evidenciar que el porcentaje de humedad para los procesos hidrolíticos ácidos y alcalinos son similares puesto que las dos soluciones al reaccionar con el agua liberan calor; generando una inestabilidad en el porcentaje de humedad y ocasionando picos de caída como se puede apreciar para el ácido clorhídrico.

3.7.4 Determinación del pH de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Para realizar esta caracterización se tiene en cuenta la norma técnica colombiana NTC 926 “Productos de molinería. Almidón de maíz no modificado (fécula de maíz)”, se inicia con la preparación del equipo la cual se puede apreciar en el apartado 2,4 en el Diagrama 10 (Preparación de la instrumentación para la determinación del pH del muestreo de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)) El procedimiento consiste en tomar 50 g de adhesivo a base de almidón de yuca y aforar con 250 mL de agua destilada, continuado con la toma de datos, las cantidades utilizadas para realizar este procedimiento se toman directamente de la norma NTC 926. Los resultados obtenidos se encuentran reportados en la tabla 18 y en el diagrama 18 se muestra el paso a paso para determinar el pH del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz).

Diagrama 18. Diagrama de procesos para la determinación del pH del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)



Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Resultados del pH en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) para la hidrólisis alcalina (NaOH)

Diseño de experimentos 2 (HCl)			Diseño de experimentos 1 (NaOH)		
Ensayo	Peso adhesivo (g)	pH	Ensayo	Peso adhesivo (g)	pH
1	50,4303	1	1	50,0023	10,2
2	50,0001	2,5	2	50,345	10,1
3	50,02345	2	3	50,0122	9,9
4	50,1201	2,5	4	50,3445	10,4
5	50,0123	2,5	5	50	10,4
6	50,0324	2	6	50,9341	10,3
7	50,189	1,5	7	50,0012	9,8

Tabla 18. (Continuación)

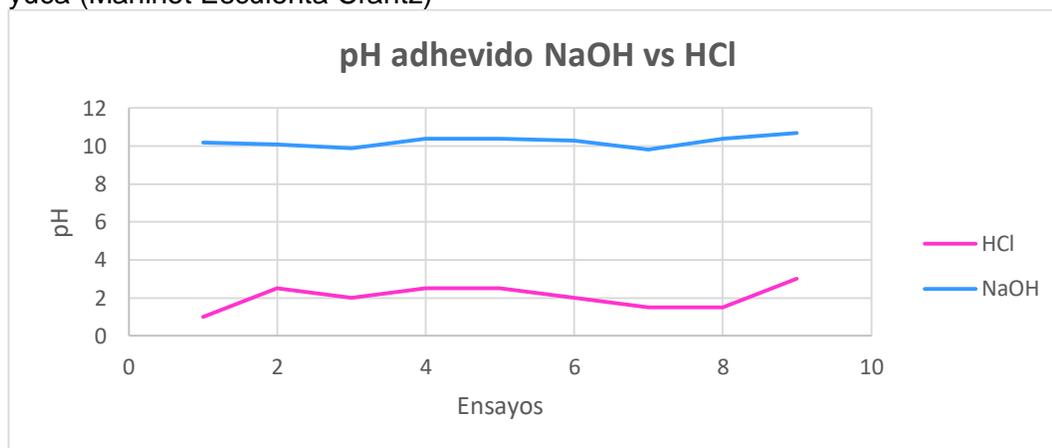
Diseño de experimentos 2 (HCl)			Diseño de experimentos 1 (NaOH)		
Ensayo	Peso adhesivo (g)	pH	Ensayo	Peso adhesivo (g)	pH
8	50,123	1,5	8	50,0001	10,4
9	51	3	9	50,0065	10,7

Fuente: elaboración propia

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos en la tabla 18 para la hidrólisis ácida y la hidrólisis alcalina, se adquirió un promedio de 2,0556 y 10,2444 para el pH, una desviación estándar de 0,6346 y 0,2789 con un porcentaje de error de 0,2 y 0,02803% respectivamente para el adhesivo a base de almidón de yuca por los dos métodos seleccionados.

A partir de la tabla 18 se realizó la gráfica 6 en donde se comparan los pH de la hidrólisis ácida y la hidrólisis alcalina.

Gráfica 6. Resultados del pH en los ensayos de adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 6 se puede observar un comportamiento lineal para los dos procesos de hidrólisis, las perturbaciones o variaciones que se presentan son debido a la concentración de las soluciones utilizadas para el desarrollo del adhesivo a base de almidón de yuca. Como es evidente los ensayos realizados con hidróxido de sodio presentan un pH básico entre 9,5 y 10 mientras que los ensayos realizados con ácido clorhídrico presentan un pH ácido entre 1 y 3 siendo acorde con lo reportado para la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

3.7.4 Determinación de propiedades Organolépticas de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz). Para la determinación de las propiedades organolépticas; se realizaron con el fin de escoger de los 33 ensayos tanto de hidrólisis alcalina, como la hidrólisis ácida, 9 muestras y con estos hallar viscosidad, densidad, porcentaje de humedad y PH.

Por medio un estudio estadístico; se evaluarán propiedades que podrían ser percibidas mediante los sentidos como vista, olfato y tacto; se excluyó la propiedad del sabor puesto que, para obtener el pegante se usan distintos componentes químicos tales como el hidróxido de sodio y el ácido clorhídrico, los cuales son tóxicos al ser ingeridos.

Este estudio se realizará mediante una encuesta con la ayuda de Tecnoparque el Sena, se realizaron preguntas a 20 profesionales con conocimiento en ingeniería, microbiología, y química pura; ellos nos brindaron sus conocimientos, opiniones y evaluación del pegante, de esta forma se demostrará un criterio de selección efectivo, asimismo se formuló la encuesta basados en la Guía Técnica Colombiana GTC 293:2018139, estas encuestas se encuentran en el Los resultados se encuentran en la ANEXO D, y en ANEXO E, se muestra las 33 ejecuciones con su respectiva cualidad de la propiedad organoléptica. , en la Tabla 20 y en la tabla 21.

Por otro lado, en cuanto a las propiedades organolépticas o apariencia de materiales de curación, se basó con la norma 060” Material de curación”, el cual nos indica ciertas características de los apósitos como el blanqueo (proceso químico a que se someten los productos textiles, para dejarlos blancos)¹¹¹, textura de origen vegetal, suave, y sin olor, además de la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas” nos indican que deben tener un color o blanco o translúcido, además del olor no debe percibirse o que sea agradable al consumidor y en cuanto al tacto, de ser consistente o compacto, sin grumos, según estas especificaciones se escogerán los ensayos que se aproximen a estas características.

3.7.4.1 Hidrolisis alcalina (hidróxido de sodio)

En la determinación de las propiedades organolépticas para la hidrólisis alcalina usando NaOH, se evaluarán las características de color, olor y sensación al tacto de las 33 muestras realizadas; se escogerán 9 muestras con las características adecuadas.

¹¹¹ (FINAT)

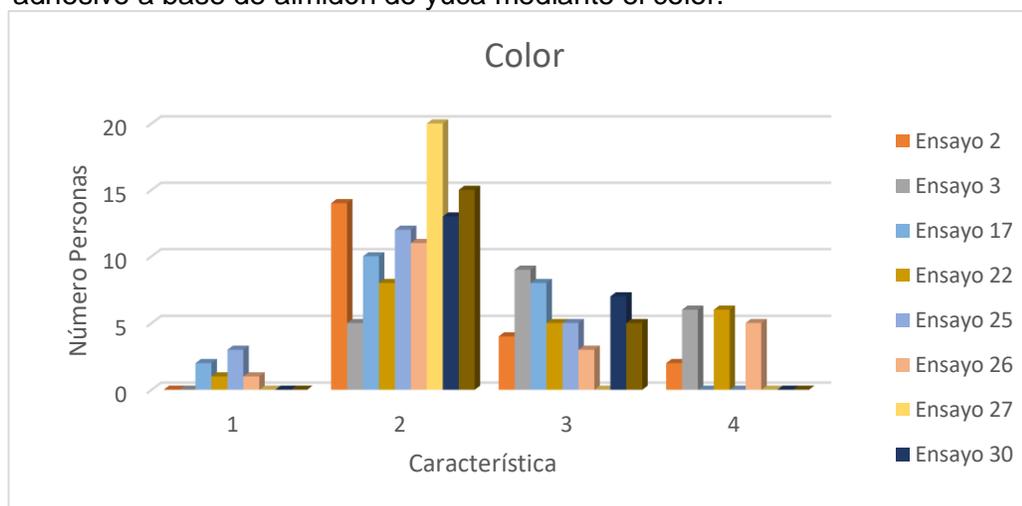
- **Característica color**

Tabla 19. Ensayos seleccionados de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.

Color								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
2	Amarrillo	0	22	Amarrillo	5	27	Amarrillo	0
	Blanco	70		Blanco	40		Blanco	100
	Rosado	20		Rosado	25		Rosado	0
	Traslúcido	10		Traslúcido	30		Traslúcido	0
3	Amarrillo	0	25	Amarrillo	15	30	Amarrillo	0
	Blanco	25		Blanco	60		Blanco	65
	Rosado	45		Rosado	25		Rosado	35
	Traslúcido	30		Traslúcido	0		Traslúcido	0
17	Amarrillo	10	26	Amarrillo	5	32	Amarrillo	0
	Blanco	50		Blanco	55		Blanco	75
	Rosado	40		Rosado	15		Rosado	25
	Traslúcido	0		Traslúcido	25		Traslúcido	0

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 7. Ensayos seleccionados de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.



Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO E se encuentra la Tabla 40. Se muestra los 33 ensayos con su respectivo muestreo. En la Gráfica 13, asimismo se muestran el estudio estadístico realizado para el total de ejecuciones, este estudio sirvió para seleccionar los 9 ensayos que se encuentran en la Gráfica 7 y la tabla 19. Se muestra los ensayos con mejores condiciones con base a la apariencia y aspecto; según la norma 060” Material de curación” y la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas”, los valores: 1, 2,3 y 4 significan el color o cualidad, es decir, amarillo,

blanco, rosado y translúcido respectivamente, además como se observa los ensayos 2, 3, 17, 22, 25, 26, 27, 30 y 32 se seleccionaron, ya que cumplen con las normas anteriormente mencionadas, estas afirman las condiciones indicadas para un adhesivo, las cuales son color blanco o translúcido que corresponde a esta característica.

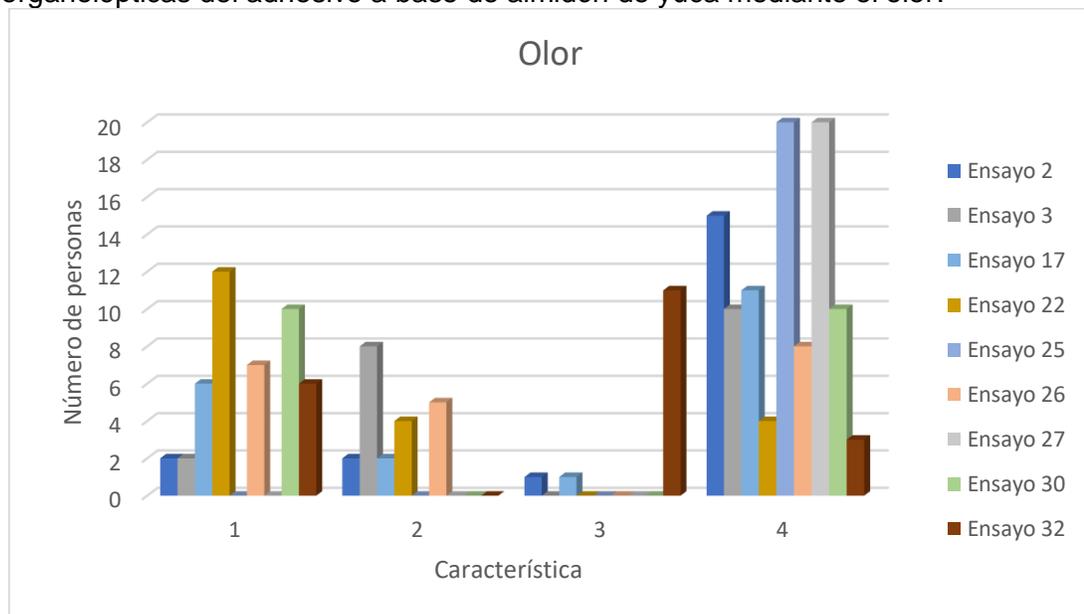
- **Característica del olor**

Tabla 20. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.

Olor								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
2	Agradable	10	22	Agradable	60	27	Agradable	0
	Tolerable	10		Tolerable	20		Tolerable	0
	Desagradable	5		Desagradable	0		Desagradable	0
	Sin olor	75		Sin olor	20		Sin olor	100
3	Agradable	10	25	Agradable	0	30	Agradable	50
	Tolerable	40		Tolerable	0		Tolerable	0
	Desagradable	0		Desagradable	0		Desagradable	0
	Sin olor	50		Sin olor	100		Sin olor	50
17	Agradable	30	26	Agradable	35	32	Agradable	30
	Tolerable	10		Tolerable	25		Tolerable	0
	Desagradable	5		Desagradable	0		Desagradable	55
	Sin olor	55		Sin olor	40		Sin olor	15

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 8. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.



Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO F, se encuentra la tabla 41, se observan los 33 ensayos con sus respectivos datos. En la Gráfica 14, igualmente se muestran el estudio estadístico realizado para el total de ejecuciones, este estudio sirvió para seleccionar los 9 ensayos que se encuentran en la Gráfica 8 y la Tabla 19. Se muestra los ensayos con mejores condiciones con base a la apariencia y aspecto; según la norma 060” Material de curación” y la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas”, los valores: 1, 2,3 y 4 significan el olor o cualidad, es decir, agradable, tolerable, desagradable y sin olor respectivamente, además como se observa los ensayos 2, 3, 17, 22, 25, 26, 27, 30 y 32 se seleccionaron, ya que cumplen con las normas anteriormente mencionadas, estas afirman las condiciones indicadas para un adhesivo, las cuales son agradable o sin olor que corresponde a esta particularidad.

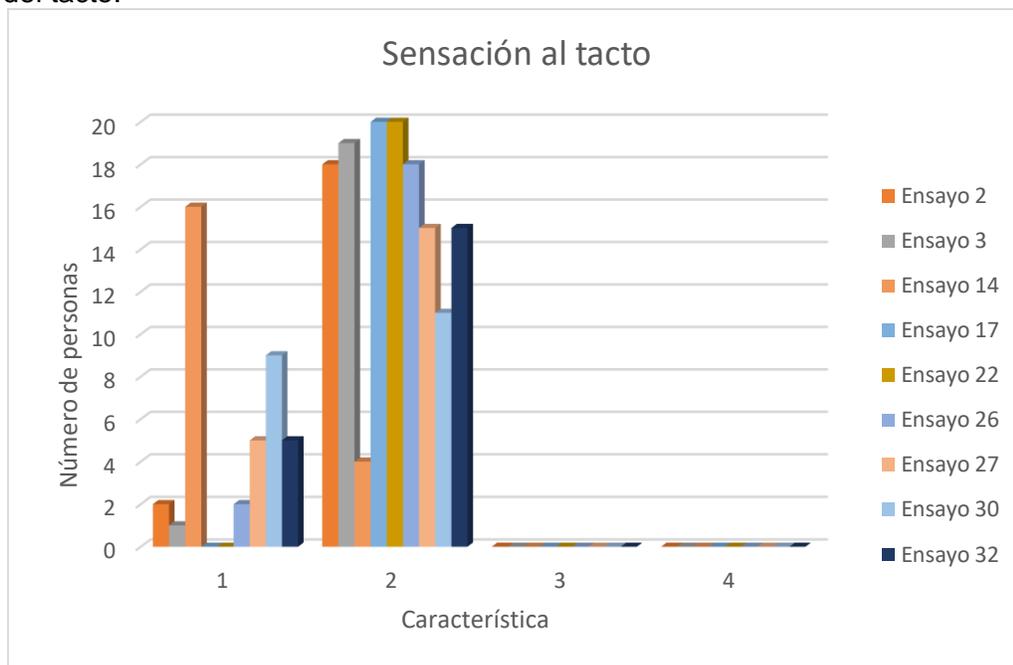
- **Característica de la sensación al tacto**

Tabla 21. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.

Sensación al tacto								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
2	Líquido	10	22	Líquido	90	27	Líquido	25
	(aguado)			(aguado)			(aguado)	
	Denso	90		Denso	10		Denso	75
	(espeso)			(espeso)			(espeso)	
	Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0
3	Arenoso	0	25	Arenoso	0	30	Arenoso	0
	(Grumoso)			(Grumoso)			(Grumoso)	
	Líquido	5		Líquido	25		Líquido	45
	(aguado)			(aguado)			(aguado)	
	Denso	95		Denso	75		Denso	55
17	(espeso)		26	(espeso)		32	(espeso)	
	Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0
	Arenoso	0		Arenoso	0		Arenoso	0
	(Grumoso)			(Grumoso)			(Grumoso)	
	Líquido	90		Líquido	10		Líquido	25
	(aguado)			(aguado)			(aguado)	
	Denso	10		Denso	90		Denso	75
	(espeso)			(espeso)			(espeso)	
	Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0
	Arenoso	0		Arenoso	0		Arenoso	0
	(Grumoso)			(Grumoso)			(Grumoso)	

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 9. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.



Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO G, se encuentra la Tabla 42. Se muestran los 33 ensayos con respecto a la hidrólisis alcalina. En la Gráfica 15, a la par se muestran el estudio estadístico realizado para el total de muestras, este estudio sirvió para elegir los 9 ensayos, los cuales se encuentran en la Gráfica 9 y la Tabla 19. Se muestra los ensayos con mejores condiciones, con base a la apariencia y aspecto; según la norma 060” Material de curación” y la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas”, los valores: 1, 2,3 y 4 significan la sensación que presenta el adhesivo; líquido (aguado), denso (espeso), sólido (duro) y arenoso (grumoso) respectivamente, además como se observa los ensayos 2, 3, 14, 17, 22, 26, 27, 30 y 32 se seleccionaron, puesto que cumplen con las normas anteriormente mencionadas, estas afirman las condiciones indicadas para un adhesivo, las cuales son líquido y denso que corresponde a esta rasgo.

Mediante este estudio estadístico se determinó los mejores 9 ensayos estos se muestran en la Tabla 22. Gracias a los parámetros dados, según la norma 060” Material de curación” y la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas.

Tabla 22. Ensayos seleccionados (hidrólisis alcalina).

Características organolépticas					
#	Característica	#	Característica	%	Característica
2	Color blanco (70%) Sin olor (75%) Denso (90%)	22	Color blanco (40%) Agradable (60%) Denso (100%)	27	Color blanco (100%) Sin olor (100%) Denso (75%)
3	Rosado (45%) Sin olor (50%) Denso (90%)	25	Color blanco (60%) Sin olor (100%) Denso (75%)	30	Color blanco (70%) Sin olor (50%) Denso (55%)
17	Color blanco (50%) Sin olor (55%) Denso (100%)	26	Color blanco (55%) Sin olor (40%) Denso (90%)	32	Color blanco (75%) Sin olor (55%) Denso (75%)

Fuente: elaboración propia.

3.7.4.2 Hidrólisis ácida (ácido clorhídrico)

En la determinación de las propiedades organolépticas para la hidrólisis ácida usando HCl, se evaluarán las características de color, olor y sensación al tacto de las 33 muestras, se escogerán 9 muestras con las particularidades adecuadas.

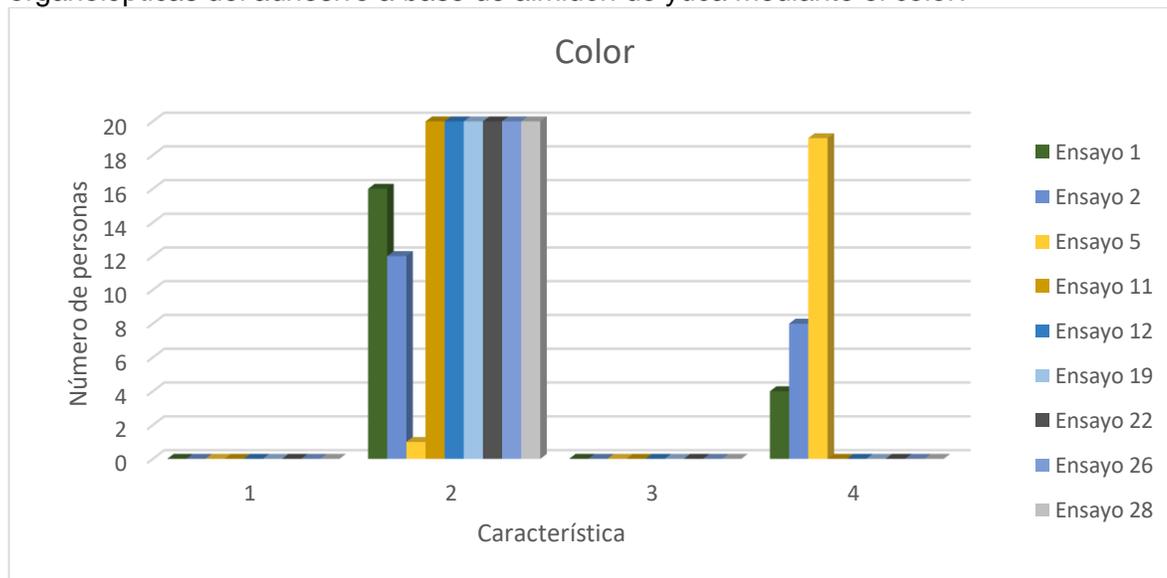
- **Característica del color**

Tabla 23. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.

Color								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
1	Amarrillo	0	11	Amarrillo	0	22	Amarrillo	0
	Blanco	80		Blanco	100		Blanco	100
	Rosado	0		Rosado	0		Rosado	0
	Traslúcido	20		Traslúcido	0		Traslúcido	0
2	Amarrillo	0	12	Amarrillo	0	26	Amarrillo	0
	Blanco	60		Blanco	100		Blanco	100
	Rosado	0		Rosado	0		Rosado	0
	Traslúcido	40		Traslúcido	0		Traslúcido	0
5	Amarrillo	0	19	Amarrillo	0	28	Amarrillo	0
	Blanco	5		Blanco	100		Blanco	100
	Rosado	0		Rosado	0		Rosado	0
	Traslúcido	95		Traslúcido	0		Traslúcido	0

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 10. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.



Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO H, se encuentra la tabla 43. Se muestra los 33 ensayos con su respectivo muestreo. En la Gráfica 16, asimismo se muestran el estudio estadístico realizado para el total de ejecuciones, este estudio sirvió para seleccionar los 9 ensayos que se encuentran en la Gráfica 10 y la Tabla 23. Se muestra los ensayos con mejores condiciones con base a la apariencia y aspecto; según la norma 060” Material de curación” y la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas”, los valores: 1, 2,3 y 4 significan el color o cualidad, es decir, amarillo, blanco, rosado y translúcido respectivamente, además como se observa los ensayos 1, 2, 5, 11, 12, 19, 22, 26 y 28 se seleccionaron, ya que cumplen con las normas anteriormente mencionadas, estas afirman las condiciones indicadas para un adhesivo, las cuales son color blanco o translúcido que corresponde a esta característica.

- **Característica de olor**

Tabla 24. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.

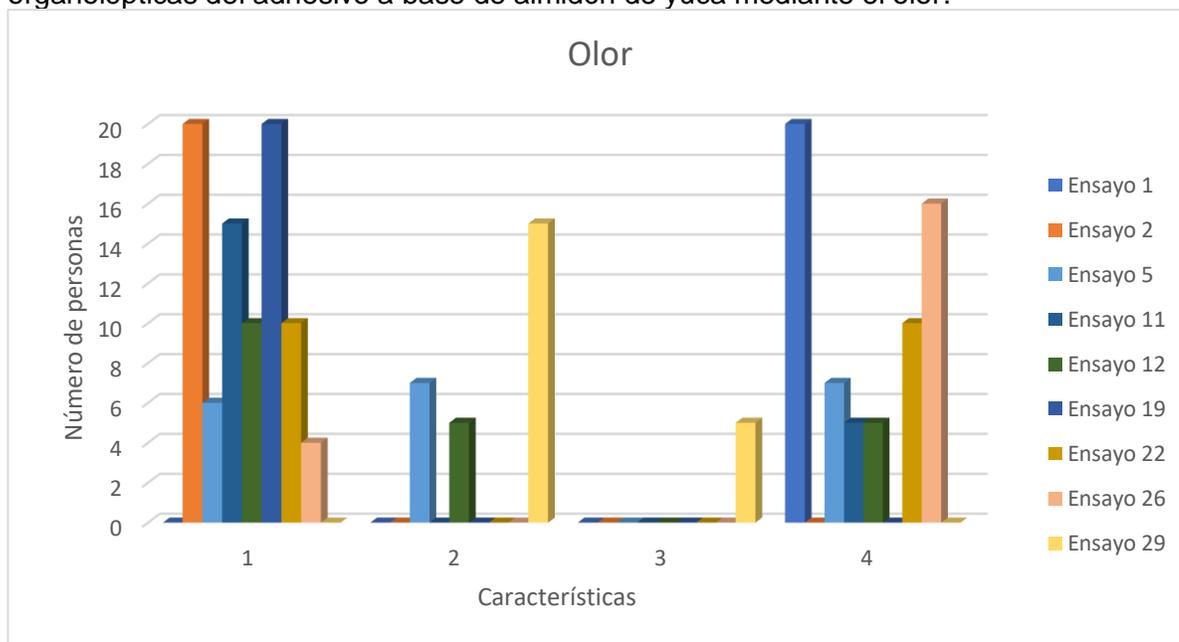
Olor								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
1	Agradable	0	11	Agradable	75	22	Agradable	50
	Tolerable	0		Tolerable	0		Tolerable	0
	Desagradable	0		Desagradable	0		Desagradable	0
	Sin olor	100		Sin olor	25		Sin olor	50
2	Agradable	100	12	Agradable	50	26	Agradable	20
	Tolerable	0		Tolerable	25		Tolerable	0
	Desagradable	0		Desagradable	0		Desagradable	0
	Sin olor	0		Sin olor	25		Sin olor	80

Tabla 24. (Continuación)

Olor								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
5	Agradable	30	19	Agradable	100	28	Agradable	15
	Tolerable	35		Tolerable	0		Tolerable	0
	Desagradable	0		Desagradable	0		Desagradable	0
	Sin olor	35		Sin olor	0		Sin olor	85

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 11 . Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.



Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO I, se encuentra la Tabla 44 Se observan los 33 ensayos con sus respectivos datos. En la Gráfica 17, igualmente, se muestran el estudio estadístico realizado para el total de ejecuciones, este estudio sirvió para seleccionar los 9 ensayos estos se encuentran en el olor y la Tabla 19. Se muestra los ensayos con mejores condiciones con base a la apariencia y aspecto; según la norma 060” Material de curación” y la norma técnica colombiana NTC 1703 “Emulsiones adhesivas”, los valores: 1, 2,3 y 4 significan el olor o calidad, es decir, agradable, tolerable, desagradable y sin olor respectivamente, además como se observa los ensayos se seleccionaron los ensayos 1, 2, 5, 11, 12, 19, 22, 26 y 28, ya que cumplen con las normas anteriormente mencionadas, estas afirman las condiciones indicadas para un adhesivo, las cuales son agradable o sin olor que corresponde a esta particularidad.

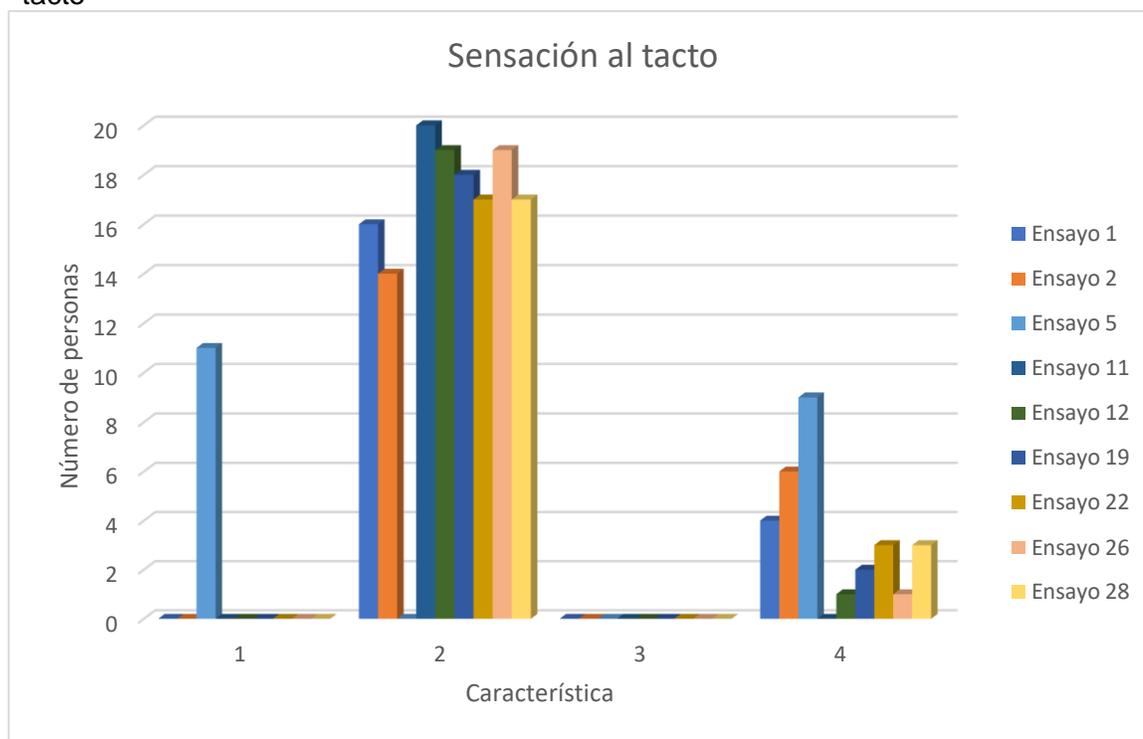
- **Característica sensación al tacto**

Tabla 25. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.

Sensación al tacto								
#	Característica	%	#	Característica	%	#	Característica	%
1	Líquido	0	11	Líquido	0	22	Líquido	0
	(aguado)			(aguado)			(aguado)	
	Denso	80		Denso	100		Denso	85
	(espeso)			(espeso)			(espeso)	
	Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0
2	Arenoso	20	12	Arenoso	0	26	Arenoso	15
	(Grumoso)			(Grumoso)			(Grumoso)	
	Líquido	0		Líquido	0		Líquido	0
	(aguado)			(aguado)			(aguado)	
	Denso	70		Denso	95		Denso	95
5	(espeso)		19	(espeso)		28	(espeso)	
	Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0
	Arenoso	30		Arenoso	5		Arenoso	5
	(Grumoso)			(Grumoso)			(Grumoso)	
	Líquido	55		Líquido	0		Líquido	0
	(aguado)			(aguado)			(aguado)	
	Denso	0		Denso	90		Denso	85
	(espeso)			(espeso)			(espeso)	
	Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0		Sólido (duro)	0
	Arenoso	45		Arenoso	10		Arenoso	15
	(Grumoso)			(Grumoso)			(Grumoso)	

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 12. Resultados seleccionados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto



Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO J, se encuentra el tacto. En la Gráfica 18 a la par se muestran el estudio estadístico realizado para el total de muestras, este estudio sirvió para elegir los 9 ensayos, los cuales se encuentran en la Gráfica 12 y la Tabla 25. Se muestra los ensayos con mejores condiciones con base a la apariencia y aspecto; según la norma 060 "Material de curación" y la norma técnica colombiana NTC 1703 "Emulsiones adhesivas", los valores: 1, 2, 3 y 4 significan la sensación que presenta el adhesivo; líquido (aguado), denso (espeso), sólido (duro) y arenoso (grumoso) respectivamente, además como se observa se seleccionaron los ensayos 1, 2, 5, 11, 12, 19, 22, 26 y 28, puesto que cumplen con las normas anteriormente mencionadas, estas afirman las condiciones indicadas para un adhesivo, las cuales son líquido y denso que corresponde a esta rasgo.

Mediante este estudio estadístico se determinó los mejores 9 ensayos estos se muestran en la tabla 26. Gracias a los parámetros dados, según la norma 060 "Material de curación" y la norma técnica colombiana NTC 1703 "Emulsiones adhesivas".

Tabla 26. Ensayos seleccionados de la hidrólisis ácida

Características organolépticas					
#	Característica	#	Característica	#	Característica
1	Color blanco (80%) Sin olor (100%) Denso (90%)	11	Color blanco (100%) Agradable (75%) Denso (100%)	22	Color blanco (100%) Sin olor (50%) Denso (85%)
2	Color blanco (60%) Agradable (100%) Denso (70%)	12	Color blanco (100%) Agradable (50%) Denso (95%)	26	Color blanco (100%) Sin olor (80%) Denso (95%)
5	Traslúcido (95%) Sin olor (35%) Líquido (55%)	19	Color blanco (100%) Agradable (100%) Denso (90%)	28	Color blanco (100%) Sin olor (85%) Denso (85%)

Fuente: elaboración propia.

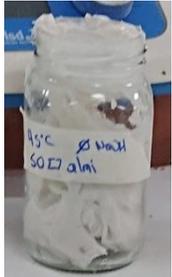
3.8 RESULTADO DE LAS FORMULACIONES DE LA OBTENCIÓN DEL ADHESIVO

A continuación, se presentarán las respectivas ejecuciones para cada proceso hidrolítico en donde es posible observar las caracterizaciones realizadas a cada uno de ellos. En el cuadro 7 se encuentra la hidrólisis alcalina en el cuadro 8 la hidrólisis ácida; esto con el fin de recopilar y agrupar los procedimientos y cálculos realizados a lo largo de este capítulo.

Cuadro 7. Adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) obtenido de la hidrólisis alcalina (NaOH)

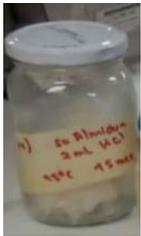
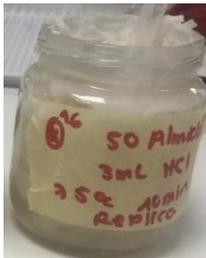
Diseño de experimentos 1 (NaOH)			
Ensayos	Propiedades	Ensayos	Propiedades
<p>1</p> 	Viscosidad (cP) = 3812 Densidad (g/mL) = 1,6853 Humedad (%) = 70,4317 pH = 10,2 Adherencia (N) = 1,1	<p>2</p> 	Viscosidad (cP) = 5300 Densidad (g/mL) = 1,2217 Humedad (%) = 70,8761 pH = 10,1 Adherencia (N) = 1,2

Cuadro 7. (Continuación)

Diseño de experimentos 1 (NaOH)			
Ensayos	Propiedades	Ensayos	Propiedades
<p>3</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 5432 Densidad (g/mL) = 1,6310 Humedad (%) = 74,2925 pH = 9,9 Adherencia (N) = 1</p>	<p>4</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 5433 Densidad (g/mL) = 1,0841 Humedad (%) = 69,6127 pH = 10,4 Adherencia (N) = 1,8</p>
<p>5</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 6245 Densidad (g/mL) = 1,5632 Humedad (%) = 58,8247 pH = 10,4 Adherencia (N) = 1</p>	<p>6</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 6160 Densidad (g/mL) = 1,9418 Humedad (%) = 67,7117 pH = 10,3 Adherencia (N) = 1,8</p>
<p>7</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 5311 Densidad (g/mL) = 1,5955 Humedad (%) = 61,8948 pH = 9,8 Adherencia (N) = 2</p>	<p>8</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 7000 Densidad (g/mL) = 1,8533 Humedad (%) = 72,2699 pH = 10,4 Adherencia (N) = 1,7</p>
<p>9</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 6500 Densidad (g/mL) = 1,6772 Humedad (%) = 63,8699 pH = 10,7 Adherencia (N) = 1,8</p>		

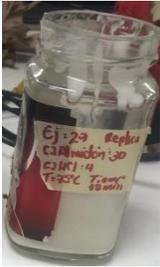
Fuente: elaboración propia

Cuadro 8. Adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) obtenido de la hidrólisis ácida (HCl)

Diseño de experimentos 2 (HCl)			
Ensayos	Propiedades	Ensayos	Propiedades
<p>1</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 4800 Densidad (g/mL) = 1,0577 Humedad (%) = 66,4516 pH = 1 Adherencia (N) = 1,8</p>	<p>2</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 6210 Densidad (g/mL) = 1,0320 Humedad (%) = 64,9822 pH = 2,5 Adherencia (N) = 1,1</p>
<p>3</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 5712 Densidad (g/mL) = 0,9388 Humedad (%) = 63,0052 pH = 2 Adherencia (N) = 1,2</p>	<p>4</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 5523 Densidad (g/mL) = 0,9424 Humedad (%) = 54,6627 pH = 2,5 Adherencia (N) = 2,4</p>
<p>5</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 4198 Densidad (g/mL) = 0,9667 Humedad (%) = 58,8166 pH = 2,5 Adherencia (N) = 1,2</p>	<p>6</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 4033 Densidad (g/mL) = 1,0896 Humedad (%) = 65,4422 pH = 2 Adherencia (N) = 1,1</p>
<p>7</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 4756 Densidad (g/mL) = 1,0376 Humedad (%) = 68,4829 pH = 1,5 Adherencia (N) = 1,2</p>	<p>8</p> 	<p>Viscosidad (cP) = 5212 Densidad (g/mL) = 1,3400 Humedad (%) = 46,0515 pH = 1,5 Adherencia (N) = 1,1</p>

Fuente: elaboración propia

Cuadro 8. (Continuación)

DISEÑO DE EXPERIMENTOS 2 (HCl)	
Ensayos 9 	Propiedades Viscosidad (cP) = 5343 Densidad (g/mL) = 1,2551 Humedad (%) = 56,3213 pH = 3 Adherencia (N) = 1

Fuente. Elaboración propia

Concluyendo este capítulo se determinó que los ensayos 4 y 7 para la hidrólisis alcalina y los ensayos 1 y 4 para la hidrólisis acida presentan las mejores propiedades y una mayor fuerza de adherencia; sin embargo, los ensayos alcalinos presentan un color amarillo pálido y blanco opaco debido a que el hidróxido de sodio presenta una reacción agresiva con el almidón degradando la molécula hasta llevarla a dextrina fortaleciendo su naturaleza adhesiva. A partir de este análisis se procede a realizar la comparación de estas cuatro ejecuciones con los apósitos comerciales.

4. COMPARACIÓN DE ADHERENCIA DE UN ADHESIVO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) FRENTE A ADHESIVOS COMERCIALES

En este apartado se realiza una comparación de la adherencia obtenido para el soporte adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) frente a apósitos comerciales; cabe resaltar que se escogieron apósitos comerciales porque el adhesivo desarrollado en este proyecto de grado hará parte de la formación de un apósito completamente biodegradable.

Para llevar a cabo esta comparación fueron seleccionados 2 apósitos comerciales a los cuales les fueron realizados la prueba de “adherencia 90°” Los apósitos comerciales utilizados para la respectiva comparación fueron:

- **Tira adhesiva sanitaria (curita).** Las malas llamadas curitas, son tiras adhesivas de estrecha amplitud, las cuales cuentan con un apósito en el centro, uno de sus principales usos es la protección de heridas superficiales.¹¹²
- **Cinta quirúrgica no tejida adhesiva:** Las cintas adhesivas de tela están confeccionadas de tela no tejida de rayón y microfibras que le dan la elasticidad a cinta son flexibles y fáciles de acomodar en rollo, presentan una excelente resistencia adhesiva inicial y duradera para la piel normal y sensible. La fibra blanca flexible con recubrimiento adhesivo deja el aire y no irrita la piel¹¹³.

Después de definir los apósitos a los cuales se les aplicara el protocolo de adherencia se procede a realizar la prueba de “adhesividad 90°” siguiendo la norma ASTM D1876 01 “Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T-Peel Test)” En el apartado 3.5 se hace la explicación y le protocolo a seguir para la prueba, en donde se utilizó como sustratos piel de cerdo, piel de oveja y piel de vaca En la tabla 19 se presentan los resultados obtenidos en la caracterización de los apósitos comerciales y en la tabla 27 la comparación con el adhesivo desarrollado a base de almidón de yuca Manihot Esculenta Crantz).

¹¹²VandemecumMEDICAL. 3M [Consulado el 03 de noviembre 2019] Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/674063O/medical-tapes-catalog-peru.pdf>

¹¹³VandemecumMEDICAL. 3M [Consulado el 03 de noviembre 2019] Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/674063O/medical-tapes-catalog-peru.pdf>

Tabla 27. Resultados de la prueba de adhesividad para apósitos comerciales.

Adhesividad 90°						
Adhesivos	Sustratos y replicas					
	piel de cerdo-piel de cerdo. Adherencia (N)	Replica piel de cerdo. Adherencia (N)	Piel de oveja-piel de oveja. Adherencia (N)	Replica piel de oveja. Adherencia (N)	piel de vaca-piel de vaca. Adherencia (N)	Replica piel de vaca. Adherencia (N)
Tira adhesiva sanitaria	2,5	2,8	2	1,5	2	2,5
Cinta quirúrgica	3,2	3	3,5	3,6	3,3	3,4

Fuente: elaboración propia

Tabla 28. Comparación de los apósitos comerciales frente al adhesivo a base de almidón de yuca

Adhesivos	Fuerza "Adhesividad 90°" (N)
Tira adhesiva sanitaria	2,8
Cinta quirúrgica	3,2
Ensayo 22 (NaOH)	1,8
Ensayo 27 (NaOH)	2
Ensayo 1 (HCl)	1,8
Ensayo 11 (HCl)	2,4

Fuente: elaboración propia

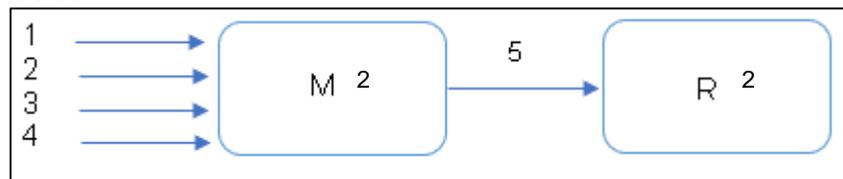
Se puede observar en la prueba de adherencia realizada, que los ensayos para el adhesivo a base de almidón de yuca presentan una fuerza de adherencia similar a las tiras adhesivas sanitarias; sin embargo, en relación con la cinta quirúrgica presenta una fuerza de adherencia menor debido a su composición y uso. De tal manera se puede concluir que el adhesivo a base de almidón de yuca presenta propiedades y adhesividad adecuada para hacer parte de un apósito y sustituir a los existentes en el mercado.

5. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

En primera medida se desarrolló el adhesivo mediante hidrólisis ácida; a continuación, se mostrarán paso a paso los cálculos necesarios para determinar el balance de energía y el calor disipado del proceso; donde se escogió el ensayo número 11, puesto que arrojó la fuerza de adhesión máxima con un valor de 2,4 N, correspondiente a 50 g de almidón, 2 ml de HCL, a una temperatura de 45°C, tiempo de 15 min y 5 ml de glicerina.

En el Diagrama 19. Diagrama del balance de masa para la hidrólisis ácida, se realizó un escalonamiento y el Diagrama 20. Diagrama de bloque proceso de obtención del adhesivo, se realizó con el fin de dar valores aproximados de las pérdidas que arroja este proceso. En el sistema ingresó cuatro corrientes la 1,2,3 y 4 se refiere al almidón, agua, glicerina y el ácido clorhídrico respectivamente, el mezclador (M2), es el encargado de homogenizar toda la mezcla y el reactor (R2), necesita de agitación constante, ya que, evita que se forme los gránulos de almidón, lo que modifica la consistencia adecuada del adhesivo, se genera mermas al instante de la reacción hidrolítica, asimismo al momento realizar el pretratamiento de la yuca, se tiene que en un inició la yuca pesaba 400g, luego del pelado, lavado, desinfección, rallado, sedimentación secado y almacenamiento, arroja un pesaje de 98 g de almidón nativo, esto significa que las pérdidas fueron alrededor del 24,75 % ; se aplica a la primera etapa del proceso, lo anteriormente dicho se reporta en la Tabla 29. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo para la hidrólisis ácida.

Diagrama 19. Diagrama del balance de masa para la Hidrólisis ácida



Fuente: elaboración propia

Tabla 29.Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis ácida).

Corriente	Nombre	Cantidad (Kg)
Corriente 1	Almidón de yuca	0,05
Corriente 2	Agua	0,05
Corriente 3	Glicerina	0,0063
Corriente 4	Hidróxido de Sodio	0,0035
Corriente 5	Solución de Almidón	0,1098

Tabla 29. (Continuación)

Corriente	Nombre	Cantidad (Kg)
M2	Mezclador	-
R2	Reactor	-

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 29. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis ácida). Se muestra la cantidad en kilogramos de cada una de las corrientes. En la Ecuación 5. Procesos reactivos en estado estacionario. No hay acumulación de materia, es decir la formación de productos y el consumo de los reactivos está ligado a las reacciones químicas involucradas; asimismo como el proceso no ocurren transformaciones químicas de materia, significa que no hay reacciones químicas involucradas¹¹⁴, debido se reduce la formula y queda como la Ecuación 6. Ecuación para el balance

Ecuación 5. Procesos reactivos en estado estacionario.

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = 0$$

Fuente: GÓMEZ QUINTERO, Claudia. Apuntes de Procesos Químicos para Ingeniería de Sistemas, capítulo 3 Balances de materia, página 115- 117, [en línea]:<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>

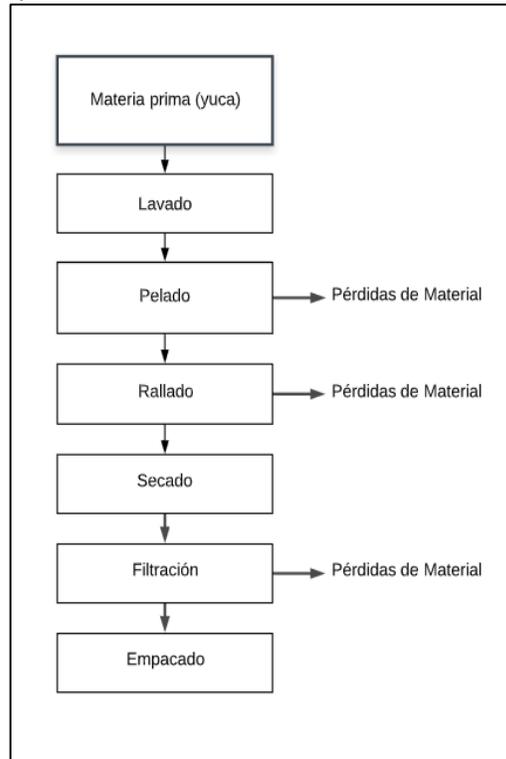
Ecuación 6. Ecuación para el balance

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

Fuente: GÓMEZ QUINTERO, Claudia. Apuntes de Procesos Químicos para Ingeniería de Sistemas, capítulo 3 Balances de materia, página 115- 117, [Recuperado]:<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>

¹¹⁴ CALUDIA, GÓMEZ QUINTERO. 2005. Apuntes de Procesos Químicos para la Ingeniería de Sistemas. [En línea] 23 de enero de 2005. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>.

Diagrama 20. Diagrama de bloque proceso de obtención del adhesivo



Fuente: elaboración propia

Para calentar esta mezcla se usó 100 ml de agua, se elaboró mediante una estufa eléctrica con una potencia de 2200 W.

Ecuación 7. Energía suministrada por la estufa

$$Q_e = P * t = 2200 \text{ W} * 900 \text{ s} = 1980 \text{ kJ}$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, 2011 <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>,

Posteriormente, se realizó el cálculo de la energía requerida para los 50 g de almidón para alcanzar la temperatura de 45°C desde una temperatura ambiente promedio de 18°C, se tomó un valor aproximado de la capacidad calorífica del almidón de maíz de 1,0439 KJ/kg °C, de acuerdo a la fuente bibliográfica que nos

muestra el estudio de las propiedades térmicas de harinas de maíz producidas por tratamiento térmico-alkalino ¹¹⁵

Ecuación 8. Energía del almidón de yuca

$$Q_a = m * cp * \Delta T = 0,05 * 1,0439 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 1,4093 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, 2011 <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>, De igual forma, se calcula a continuación la energía necesaria para que el agua alcance una temperatura de 45 °C es:

Ecuación 9. Energía necesaria para el calentamiento del H_2O

$$Q_{H_2O} = m * cp * \Delta T = 0,05 * 4,18 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 5,6430 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, 2011 <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>

Del mismo modo, la energía requerida para el ácido clorhídrico, cuya capacidad calorífica es de 2,43 KJ/kg °C, según revisión ¹¹⁶ es:

Ecuación 10. Energía requerida para el calentamiento del HCL

$$Q_{HCL} = m * cp * \Delta T = 3,552 * 10^{-3} * 2,43 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 0,1554 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>,

De modo similar se determinó la energía requerida para la glicerina, cuya capacidad calorífica es de 2,4267 KJ/kg °C, según revisión ¹¹⁷

¹¹⁵ GÓMEZ, P. Pineda. 2011. Ingeniería y Ciencia. [En línea] diciembre de 2011, [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v7n14/v7n14a07.pdf>.

¹¹⁶ Winker. 2017. [En línea] 2017. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.lco.cl/operations/safety-and-health/technical-info/safety-data-sheets/Ficha%20seguridad%20Acido%20Cloridrico.pdf>.

¹¹⁷ ESPINOSA, : Q. Leticia Ofelia Cervantes. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: 2001. <http://www.rumbonorte.cl/downloads/Tabla%20de%20Calor%20Espec%C3%ADfco.pdf>

Ecuación 11. Energía requerida para el calentamiento de la glicerina

$$Q_g = m * c_p * \Delta T = 6,3 * 10^{-3} * 2,4267 \frac{kJ}{kg * ^\circ C} * (45^\circ C - 18^\circ C) = 0,4128 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hemandarioalvarezpata.2013.pdf>,

Calculando el balance energético, se determina el calor disipado durante el proceso

Ecuación 12. Calor disipado durante el proceso

$$QD = Q_e - Q_a - Q_{H_2O} - Q_{HCl} - Q_g$$

$$= 660 kJ - 0,8456 kJ - 5,643 kJ - 0,2330 kJ - 0,4128 kJ = 652,8656 kJ$$

Fuente: MEÑACA, Carlos, FARID CERON, Richard y MARINO MERA, Javier Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

El resultado representa el calor mínimo disipado durante el proceso, puesto que el agua a medida que pasa el tiempo se evapora.

De igual forma, se realizó los cálculos correspondientes de los 33 ensayos los cuales se muestran en el ANEXO K, además en la Tabla 46, se muestra el balance energético de todas las muestras con respecto al hidrólisis ácida y en la Tabla 30 Están los 9 ensayos elegidos.

Tabla 30. Balance energético y calor disipado para la hidrólisis ácida (HCl) del ensayo seleccionados.

Ensayo	Energía de la estufa (kJ)	Energía del almidón de yuca (kJ)	Energía requerida del agua (kJ)	Energía requerida para el HCl (kJ)	Energía requerida para la glicerina (kJ)	Calor disipado (kJ)
1	660	0,8456	5,6430	0,2330	0,4128	652,8656
2	660	2,9751	11,9130	0,4920	0,8714	643,7485
5	1980	1,7851	11,9130	0,3280	0,8714	1965,1025
11	1980	1,4093	5,6430	0,1554	0,4128	1972,3796

Tabla 31. (Continuación)

Ensayo	Energía de la estufa (kJ)	Energía del almidón de yuca (kJ)	Energía requerida del agua (kJ)	Energía requerida para el HCl (kJ)	Energía requerida para la glicerina (kJ)	Calor disipado (kJ)
12	660	2,4532	9,8230	0,5409	0,7185	646,4644
19	1320	0,8456	5,6430	0,1554	0,4128	1312,9433
22	1980	2,4532	9,8230	0,5409	0,7185	1966,4644
26	660	1,4093	5,6430	0,3107	0,4128	652,2242
28	1980	2,3801	11,9130	0,3280	0,8714	1964,5075

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, las cantidades de materia prima mostradas anteriormente, se hizo la estimación del volumen total necesario de las entradas, mediante sus correspondientes densidades¹¹⁸ las cuales son: 1,5 g/m³¹¹⁹ de almidón y 1.184 kg/L de ácido clorhídrico al 37 % según revisión bibliográfica¹²⁰, de igual forma se calculó con respecto al ensayo número 11.

Ecuación 13. Volumen requerido para el almidón de yuca

$$Va = 0,05 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{1500 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 0,0333 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

¹¹⁸ MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. UIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA "UNAD". [En línea] 2010. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

¹¹⁹ Aristizábal, J., Sánchez, T. y Mejía, L. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

¹²⁰ Winker. 2017. [En línea] 2017. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.lco.cl/operations/safety-and-health/technical-info/safety-data->

Ecuación 14. Volumen requerido de ácido clorhídrico

$$V_{HCl} = 0,0024 \text{ kg} * 1,184 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 0,0028 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), , <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3BC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Ecuación 15. Volumen requerido del agua

$$V_{H_2O} = 0,05 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 0,05 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), , <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3BC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Ecuación 16. Volumen requerido de glicerina

$$Vg = 0,0063 \text{ kg} * 1,261 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 0,0079\text{l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5),

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Por último, se determinó el volumen total, mediante la sumatoria de todos los volúmenes del proceso:

Ecuación 17. Volumen total requerido.

$$Vt = (0,0333\text{l} + 0,0028\text{l} + 0,05\text{l} + 0,0079\text{l}) = 0,0941\text{l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), , <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Igualmente, se realizó los cálculos correspondientes de los demás ensayos (los valores del volumen de glicerina con un valor de 0,0079l y para el agua de 0,1l serán los mismos para cada ensayo los cuales se muestran en el ANEXO L, donde se muestra los resultados de los 33 ensayos en la Tabla 47. A continuación, en la Tabla 32. Se muestran los resultados de las 9 muestras seleccionadas.

Tabla 32. Resultados de los ensayos seleccionados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis ácida

Ensayo	Volumen requerido de almidón (L)	Volumen requerido de HCl (L)	Volumen total requerido (L)
1	0,0200	0,0042	0,0821
2	0,0333	0,0042	0,0955
5	0,0200	0,0028	0,0807
11	0,0333	0,0028	0,0941
12	0,0333	0,0056	0,0969
19	0,0200	0,0028	0,0807

Tabla 32. (Continuación)

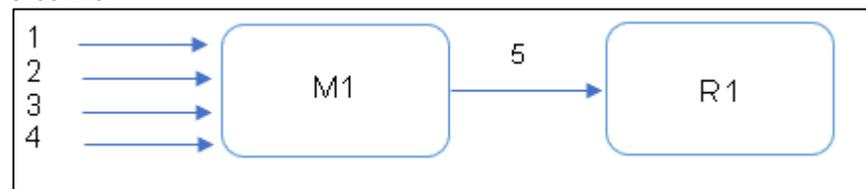
Ensayo	Volumen requerido de almidón (L)	Volumen requerido de HCl (L)	Volumen total requerido (L)
22	0,0333	0,0056	0,0969
26	0,0333	0,0056	0,0969
28	0,0267	0,0028	0,0874

Fuente: elaboración propia

Para realizar el balance de masa para la hidrólisis alcalina, se eligió el ensayo 27, puesto que presentó una fuerza de adhesión de 2 N. En el Diagrama 21. Diagrama de balance de masa para la Hidrólisis alcalina, se realizó un escalonamiento y el Diagrama 20. Diagrama de bloque proceso de obtención del adhesivo se realizó con el fin de dar valores aproximados de las pérdidas que arrojo este proceso.

En el sistema ingresó cuatro corrientes la 1,2,3 y 4 se refiere al almidón, agua, glicerina y el hidróxido de sodio respectivamente, el mezclador es el encargado de homogenizar toda la mezcla y el reactor (R1), necesita de agitación constante, ya que, evita que se forme los gránulos de almidón, lo que modifica la consistencia adecuada del adhesivo, se genera mermas al instante de la reacción hidrolítica, asimismo al momento realizar el pretratamiento de la yuca, se tiene que en un inició la yuca pesaba 400g, luego del pelado, lavado, desinfección, rallado, sedimentación secado y almacenamiento, arroja un pesaje de 100 g de almidón nativo, esto significa que las pérdidas fueron alrededor del 25 % ; se aplica a la primera etapa del proceso, lo anteriormente dicho se reporta en la Tabla 33. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis alcalina).

Diagrama 21.Diagrama del balance de masa para la Hidrólisis alcalina



Fuente: elaboración propia

Tabla 33. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis alcalina).

Corriente	Nombre	Cantidad (Kg)
Corriente 1	Almidón de yuca	0,05
Corriente 2	Agua	0,1
Corriente 3	Glicerina	0,0063

Tabla 33. (Continuación)

Corriente	Nombre	Cantidad (Kg)
Corriente 4	Hidróxido de Sodio	0,00198
Corriente 5	Solución de Almidón	0,1761
M1	Mezclador	-
R1	Reactor	-

Fuente: elaboración propia

En la tabla 33 Se muestra la cantidad en kilogramos de cada una de las corrientes. En la Tabla 32. Datos del diagrama de balance de masa para el desarrollo del adhesivo (hidrólisis alcalina). Ecuación 5. Procesos reactivos en estado estacionario no hay acumulación de materia, es decir la formación de productos y el consumo de los reactivos está ligado a las reacciones químicas involucradas; asimismo como el proceso no ocurren transformaciones químicas de materia, significa que no hay reacciones químicas involucradas¹²¹, debido se reduce la formula y queda como la Ecuación 6. Ecuación para el balance.

Se desarrolló el adhesivo mediante hidrólisis alcalina; a continuación, se muestran en detalle los cálculos necesarios para determinar el balance de energía y el calor disipado del proceso, correspondiente a 50 g de almidón, 1,98 g de NaOH, a una temperatura de 45°C, tiempo de 5 min y 5 ml de glicerina; para calentar esta mezcla se usó 50 ml de agua, se elaboró mediante una estufa eléctrica con una potencia de 2200 W.

Ecuación 18. Energía suministrada por la estufa

$$Q_e = P * t = 2200 W * 300 s = 660 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, 2011

<http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernan-darioalvarezpata.2013.pdf>,

Posteriormente, se realizó el cálculo de la energía requerida para los 50 g de almidón para alcanzar la temperatura de 45°C, desde una temperatura ambiente promedio de 18°C, se tomó un valor aproximado de la capacidad calorífica del almidón de maíz de 1,0439 KJ/kg °C, de acuerdo con la fuente bibliográfica que nos

¹²¹ CALUDIA, GÓMEZ QUINTERO. 2005. Apuntes de Procesos Químicos para la Ingeniería de Sistemas. [En línea] 23 de enero de 2005. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>.

muestra el estudio de las propiedades térmicas de harinas de maíz producidas por tratamiento térmico-alkalino ¹²²

Ecuación 19. Energía del almidón de yuca

$$Q_a = m * cp * \Delta T = 0,05 * 1,0439 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 1,4093 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, 2011 <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>

De igual forma, se calcula a continuación la energía necesaria para que el agua alcance una temperatura de 45 °C es:

Ecuación 20. Energía necesaria para el calentamiento del H₂O

$$Q_{H_2O} = m * cp * \Delta T = 0,1 * 4,18 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 11,286 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>

Del mismo modo, la energía requerida para el hidróxido de sodio, cuya capacidad calorífica es de 2,01 KJ/kg °C, según revisión ¹²³ es:

$$Q_{NaOH} = m * cp * \Delta T = 1,98 * 10^{-3} * 2,01 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 0,1075 kJ$$

De modo similar se determinó la energía requerida para la glicerina, cuya capacidad calorífica es de 2,4267 KJ/kg °C, según revisión ¹²⁴

¹²² GÓMEZ, P. PINEDA. 2011. Ingeniería y Ciencia. [En línea] diciembre de 2011, [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v7n14/v7n14a07.pdf>.

¹²³ Winker. 2017. [En línea] 2017. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.lco.cl/operations/safety-and-health/technical-info/safety-data->

¹²⁴ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

Ecuación 21. Energía requerida para el calentamiento de la glicerina

$$Qg = m * cp * \Delta T = 6,3 * 10^{-3} * 2,4267 \frac{kJ}{kg * c} * (45^{\circ}C - 18^{\circ}C) = 0,4128 kJ$$

Fuente: ÁLVAREZ, Hernán, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>

Calculando el balance energético, se determina el calor disipado durante el proceso

Ecuación 22. Calor disipado durante el proceso

$$QD = Qe - Qa - Q_{H_2O} - Q_{HCL} - Qg$$

$$= 660 kJ - 1,4093 kJ - 11,286 kJ - 0,1075 - 0,4128 kJ = 646,7845 kJ$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

El resultado representa el calor mínimo disipado durante el proceso, puesto que el agua a medida que pasa el tiempo se evapora.

De igual forma, se realizó los cálculos correspondientes de los 33 ensayos se encuentra en el ANEXO M y en la Tabla 46. Balance energético y calor disipado para la hidrólisis ácida (HCl) y en la Tabla 34. Balance energético y calor disipado para la hidrólisis ácida (NaOH). Están los ensayos seleccionados con su respectivo Balance energético y calor disipado.

Tabla 34. Balance energético y calor disipado para el hidróxido de sodio (NaOH) de los ensayos seleccionados.

Ensayo	Energía de la estufa (KJ)	Energía del almidón de yuca	Energía requerida del agua	Energía requerida para el NaOH	Glicerina	Calor disipado
2	1980	3,7580	30,096	0,2865	1,1008	1944,7587
3	1980	1,4093	11,286	0,0358	0,4128	1966,8561
17	660	1,1274	11,286	0,1075	0,4128	647,0664
25	1980	1,7538	17,556	0,1672	0,6421	1959,8810

Tabla 34. (Continuación)

Ensayo	Energía de la estufa (KJ)	Energía del almidón de yuca	Energía requerida del agua	Energía requerida para el NaOH	Glicerina	Calor disipado
26	1980	3,0064	30,096	0,1910	1,1008	1945,605
27	660	1,4093	11,286	0,1075	0,4128	8
30	1980	1,4093	11,286	0,1075	0,4128	646,7845
32	1320	1,4093	11,286	0,1075	0,4128	1966,784
						5
						1306,784
						5

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, las cantidades de materia prima mostradas anteriormente, se hizo la estimación del volumen total necesario de las entradas, mediante sus correspondientes densidades¹²⁵ las cuales son: 1,5 g/m³ ¹²⁶ de almidón y 2100 kg/m³ de hidróxido de sodio al 99 % según revisión bibliográfica¹²⁷, de igual forma se calculó con respecto al ensayo número 11.

Ecuación 23. Volumen requerido para el almidón de yuca

$$Va = 0,05 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{1500 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 0,0333 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), , <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINA%20S.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

¹²⁵ MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), , <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

¹²⁶ ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

¹²⁷ ESTADÍSTICA, INSTITUTO NACIONAL DE. 2012. [En línea] 2012. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_quimico.php?id=34231.22.00

Ecuación 24. Volumen requerido de hidróxido de sodio

$$V_{NaOH} = 0,00198 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{2100 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 0,0009 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Ecuación 25. Volumen requerido del agua

$$V_{H_2O} = 0,1 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 0,1 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Ecuación 26. Volumen requerido de glicerina

$$V_g = 0,0063 \text{ kg} * 1,261 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 0,0079 \text{ l}$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Por último, se determinó el volumen total, mediante la sumatoria de todos los volúmenes del proceso:

Ecuación 27. Volumen total requerido.

$$Vt = (0,0333l + 0,0009l + 0,1l + 0,0079l) = 0,1421l$$

Fuente: MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5), , <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

Igualmente, se realizó los cálculos correspondientes de los demás ensayos (los valores del volumen de glicerina con un valor de 0,0079l y de agua de 0,1l serán los mismos para cada ensayo los cuales se muestran en el ANEXO N y en la Tabla 49. En la Tabla 35, se muestra los 9 ensayos seleccionados que corresponde al hidrólisis alcalina.

Tabla 35. Resultados seleccionados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis alcalina

Ensayo	Volumen requerido de almidón	Volumen requerido de NaOH	Volumen total requerido
2	0,0333	0,0009	0,1422
3	0,0333	0,0003	0,1416
17	0,0267	0,0009	0,1356
22	0,0300	0,0006	0,1386
25	0,0267	0,0009	0,1356
26	0,0267	0,0006	0,1352
27	0,0333	0,0009	0,1422
30	0,0333	0,0009	0,1422
32	0,0333	0,0009	0,1422

Fuente: elaboración propia

6. COSTOS DE OPERACIÓN

En este capítulo se estiman los costos de producir un adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), dicho costo tiene en cuenta aspectos como maquinaria y equipos, insumos requeridos y gastos energéticos. Teniendo en cuenta que el precio venta de la cinta quirúrgica adhesiva de la marca HARTMANN es de \$ 20.600 COP, como se muestra en el ANEXO O.

6.1 COSTOS DIRECTOS

Estos costos presentan una correlación entre el producto o servicio y son fundamentales para determinar las fases de producción, en donde se generan presupuestos y los cálculos pertinentes.¹²⁸

Se cataloga como costo directo a los insumos y materias primas requeridas para la elaboración del producto final. Frecuentemente se obtienen de la naturaleza o a partir de subproductos, en otros casos los producen empresas del sector primario¹²⁹. Asimismo, la relación entre mano de obra y equipos requeridos, se clasifican como costos directos. Como lo es el personal requerido según las horas laborales y el costo de la maquinaria a utilizar.¹³⁰

6.1.2 Equipos y máquinas. En este apartado se tienen en cuenta los equipos que fueron necesarios para el desarrollo del adhesivo; los cuales se encuentran en el Cuadro 3. Equipos para la caracterización del almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y en el Cuadro 6. Equipos usados en la producción del adhesivo. Considerando la cantidad de equipos y el costo de cada uno de ellos. En la tabla 36 que se muestra a continuación, se muestra el total del costo de los equipos

Tabla 36. Costos de equipos y máquinas para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Equipo	Cantidad	Precio
Balanza analítica	1	\$ 1.573.926
pH-metro	1	\$ 248.990

¹²⁸ OBS Business school. Costos directos e indirectos de un proyecto. Universidad de Barcelona.[Consultado el 12 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/viabilidad-de-un-proyecto/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>.

¹²⁹ OBS Business school. Costos directos e indirectos de un proyecto. Universidad de Barcelona.[Consultado el 12 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/viabilidad-de-un-proyecto/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>.

¹³⁰ OBS Business school. Costos directos e indirectos de un proyecto. Universidad de Barcelona.[Consultado el 12 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/viabilidad-de-un-proyecto/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>.

Tabla 36. (Continuación)

Equipo	Cantidad	Precio
Viscosímetro	1	\$ 2.852.990
Mufla	1	\$ 4.500.000
Probeta	1	\$ 66.250
Plancha de calentamiento	1	\$ 415.000
Desecador	1	\$ 1.823.990
Termómetro	1	\$ 95.000
Maquina universal de ensayos	1	\$ 15.000.000
TOTAL		\$ 26.576.146

Fuente: elaboración propia

Los precios de los equipos mencionados en la Tabla 36. Costos de equipos y máquinas para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) se obtuvieron por medio de la página de “Mercado libre” y “Alibaba.com”, cuyo consorcio está dedicado al comercio electrónico por internet abriendo la posibilidad de compra de estos equipos. Las respectivas cotizaciones se encuentran en el ANEXO O en el Cuadro 9. Cotización de los equipos y maquinaria utilizada para la elaboración del adhesivo a base de almidón de yuca.

6.1.2 Materias primas. Para determinar los costos de insumos necesarios para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca, se tiene en cuenta la cantidad y el valor de la materia prima requerida. En la tabla 37 se muestran los costos de insumos requeridos.

Tabla 37. Costos de insumo para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Insumo	Valor unitario Kg (\$COP)	Cantidad (Kg)	Total (\$COP)
Almidón nativo	\$ 10.200	0,0380354	\$ 387,96
Agua destilada	\$ 4.226	0,0432023	\$ 182,57
Hidróxido de sodio	\$ 15.990	0,002945	\$ 47,09
Ácido clorhídrico	\$ 62.000	0,003156	\$ 195,67
Glicerina	\$ 78.189	0,0006	\$ 46,91
TOTAL			\$ 860,21

Fuente: elaboración propia

Los precios propuestos para la materia prima propuestos en la Tabla 37. Costos de insumo para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz), se tomaron de la página de “mercado libre”, cuyo consorcio está dedicado al comercio electrónico por internet abriendo la posibilidad de compra de estos insumos. Las respectivas cotizaciones y fichas técnicas de los reactivos se encuentran en el ANEXO O.

En la tabla 37 se puede apreciar que el costo total de insumos para producir un adhesivo a base de almidón de yuca es de \$ 860,21 COP.

6.1.3 Costos de personal. Estableciendo que, para la producción del adhesivo a base de almidón de yuca, requiere una sola persona o un solo operario, que cumpla con el horario laboral según lo establecido por el ministerio de trabajo en el año actual; Se determinó el costo del personal en la tabla 38.

Tabla 38. Costos de personal para producir un de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Rubro	Mensual (\$ COP)	Anual (\$ COP)
Salario mínimo	\$ 828.116	\$ 9.937.392
Auxilio de transporte	\$ 97.032	\$ 1.164.384
Aporte a pensión	\$ 99.374	\$ 1.192.488
Aporte a salud	\$ 70.390	\$ 844.680
ARL (Cuatrimestral)	\$ 36.023	\$ 432.276
Caja compensación	\$ 33.125	\$ 397.500
TOTAL	\$ 1.164.060	\$ 13.968.720

Fuente: CONSULTAS LABORALES. [Consultado el 19 de septiembre del 2019]. Disponible en: http://consultas-laborales.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=467&Itemid=98.

Partiendo de la información anterior, se establecen los costos directos totales a partir de la siguiente ecuación.

Ecuación 28. Costos directos totales para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca

$$\begin{aligned}
 COSTOS_{directos\ totales} &= COSTOS_{equipos\ y\ maquinaria} + COSTOS_{insumos} \\
 &+ COSTOS_{personal}
 \end{aligned}$$

$$COSTOS_{directos\ totales} = 26.576.146 + 860.21 + 1.164.064$$

$$COSTOS_{directos\ totales} = \$ 27.741.069$$

El costo directo total para producir un adhesivo a base de almidón de yuca para un apósito completamente biodegradable es de \$ 27.741.069 COP, sin embargo, se cuentan con los equipos para la producción del mismo, por tal motivo el costo directo total y aproximado para la producción del adhesivo a base de almidón de yuca es de \$ 1.164.920 COP.

6.2 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos son todos aquellos que se expresan de manera tangible, teniendo en cuenta las tareas y planes necesarios, para la prestación de un producto o servicio. Un ejemplo claro son los servicios públicos, como lo es el consumo de agua o eléctrico para bastecer una planta de producción. Sin embargo, este no presenta una correlación con el producto. Aun así es fundamental para el ciclo de

producción.¹³¹ Los equipos y maquinas descritas en los Cuadro 3. Equipos para la caracterización del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) y en el Cuadro 6. Equipos usados en la producción del adhesivo. Se utiliza potencial eléctrico y recirculación de agua; por lo tanto, no es necesario contar con una línea de gas natural, los costos indirectos se expresan en la tabla 39.

Tabla 39. Costos indirectos para producir un adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Servicios	Valor unitario (\$COP)	Total/día	Total/ mes	Costo anual (\$COP)
Agua	4.265	34.119	1.023.567	12.282.797
Luz	451.54	3.612	108.370	1.300.435
Total		37.731	1.131.936	13.583.232

Fuente: elaboración propia

Los valores del costo de servicio de energía y agua se encuentran en el ANEXO O. Teniendo en cuenta esta información los costos totales para producir un adhesivo a base de almidón de yuca, se establecen en la siguiente ecuación

Ecuación 29. Costos totales para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca

$$COSTOS\ TOTALES = COSTOS_{directos\ totales} + COSTOS_{indirectos}$$

$$COSTOS\ TOTALES = 27.741.069 + 1.131.936$$

$$COSTOS\ TOTALES = 28.873.005$$

Teniendo en cuenta que ya se cuenta con los equipos, se plantea entonces un costo total de \$2.296.856 COP para producir apropiadamente 9 Kg de adhesivo a base de almidón de yuca. Por lo tanto, se establece que producir 1 Kg de adhesivo a base de almidón de yuca cuesta \$255.206 COP.

Para concluir, debido a que el precio de los apósitos comerciales está en \$20.600 COP como se muestra en el ANEXO O, se propone un precio de venta del nuevo producto de \$19.000COP, ya que tiene un valor agregado siendo el apósito completamente biodegradable y con unas propiedades mejores a las presentadas por los apósitos comerciales. El precio de venta que se propone este sujeto a cambios puesto que solo se evalúa los costos directos e indirectos, sin tener en cuenta otros factores como por ejemplo la variación del precio de venta de la yuca. Por este motivo no se establece una rentabilidad real para la producción del adhesivo a base de almidón de yuca.

¹³¹ OBS Business school. Costos directos e indirectos de un proyecto. Universidad de Barcelona.[Consultado el 12 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/viabilidad-de-un-proyecto/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>.

7. CONCLUSIONES

- En las caracterizaciones realizadas al almidón de yuca, se obtuvo valores de viscosidad, densidad y pH de 28,3 cP, 1,4585 g/mL y 4,27 respectivamente los cuales son congruentes con los valores reportados en artículos similares.
- El valor del porcentaje de humedad obtenido es de 49,5359% y el reportado por otros autores varia en el rango de 9,5% y 9,48%; esto se debe a que el estudio realizado en el presente proyecto de trabajo de grado se realizó con una “pasta” de almidón, la cual presenta un alto contenido de agua; mientras que los otros autores realizaron el estudio con almidón en polvo o harina de almidón.
- Con respecto al porcentaje de cenizas el valor obtenido es de 0,0108% mientras que el reportado en otros artículos es de 0,29% y 0,30%; debido a que la norma aplicada para el desarrollo de la prueba tiene en cuenta el porcentaje de humedad y al ser este alto, va a generar un porcentaje de cenizas mucho más bajo.
- Las concentraciones de hidróxido de sodio superiores o iguales a 2 %p/p ayudan a mejorar las propiedades adhesivas del almidón; por otro lado, las concentraciones superiores o iguales a 2 M de ácido clorhídrico, brindan mayor adherencia y cohesión en el adhesivo a base de almidón de yuca.
- Se realizó la prueba de adhesividad para las dos hidrolisis y de esta manera se escogieron los 9 mejores ensayos de cada una, presentando una adherencia en un rango de 1 a 2 Newton para los ensayos alcalinos y de 1 a 2,4 Newton para los ensayos ácidos.
- El proceso hidrolítico alcalino presenta unas propiedades organolépticas poco favorables respecto al color que esta entre rosado y amarillo; ya que el agente hidrolizaste degrada la molécula más de lo necesario impidiendo su naturaleza adhesiva y obteniendo dextrinas no deseadas.
- Teniendo en cuenta las propiedades organolépticas, se resaltan los resultados obtenidos por el proceso hidrolítico ácido principalmente los ensayos 1 y 11.
- Según la prueba de adhesividad realizada al adhesivo a base de almidón de yuca y a los apósitos comerciales, utilizando como sustrato la piel de cerdo, se estableció que el adhesivo desarrollado a lo largo de este proyecto presenta una adherencia similar a la tira adhesiva sanitaria (curita), pero una adherencia menor a la cinta quirúrgica, lo que convierte al adhesivo a base de almidón de yuca en un fuerte competidor para las tiras adhesivas.

- Para calcular los costos de producción de 1Kg de adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz) se tuvo en cuenta la materia prima e insumos utilizados, los equipos y maquinas requeridos, los costos de servicios y los costos operacionales; de esta manera se propone un precio de venta del nuevo producto de \$19.000COP. Sin embargo, el precio de venta se estableció con los costos de producción sin tener en cuenta la variación del costo de la materia prima (yuca) y otros factores importantes; por lo tanto, es posible que ese precio de venta establecido cambie.

8. RECOMENDACIONES

- Para complementar el trabajo, se recomienda realizar la extracción de almidón por vía seca y vía húmeda, reportando los datos obtenidos y generando una comparación de las dos rutas de extracción para poder identificar en cual se obtiene una mayor calidad de almidón.
- Realizar el proceso de hidrolisis química, pero utilizando como materia prima variedades específicas de yuca, la cual permita determinar si hay diferencia significativa en la degradación de la molécula y en las dextrinas que se obtienen de cada una.
- Verificar el pH del adhesivo; ya que este debe tener un pH similar al de la piel el cual está entre 4,5 a 5,9.
- La calidad de la yuca empleada como materia prima es primordial para lograr un buen porcentaje de extracción de almidón, por lo tanto, es importante seleccionar bien la variedad de yuca y la calidad de la misma.
- Realizar el proceso de hidrolisis química con otros agentes hidrolizantes y comparar los resultados obtenidos con el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio utilizados en este proyecto de grado.
- Realizar un análisis microbiológico al adhesivo realizado a base de almidón y hacer la comparación con los adhesivos para apósitos comerciales.
- Para la obtención del adhesivo se recomienda realizar el proceso por hidrolisis química e hidrólisis enzimática y de esta manera establecer una comparación para determinar qué proceso es mejor según las propiedades obtenidas en cada uno.
- Se recomienda realizar un análisis financiero para una posible producción del adhesivo, teniendo en cuenta una proyección a 5 años y los equipos y materiales necesarios para el desarrollo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA COLLAZOS María del pilar y SALCEDO SIERRA María Cecilia. Trabajo de grado. Estudio de las aplicaciones industriales, el mercado potencial en Colombia y diseño de un producto a partir de pirodextrinas de yuca. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19220/44714_59464.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ALARCÓN, Freddy y DUFOUR, Dominique, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Almidón Agrio de Yuca en Colombia, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf

ALVARADO AYALA Álvaro Miguel y AGUAS ACERO Alejandra. Desarrollo de una propuesta para la producción y evaluación de un adhesivo a partir de almidón de papa a nivel de laboratorio. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/TESIS%20DE%20ADHESIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20DE%20PAPA.pdf>

ALVIS Armando y VÉLEZ Carlos. Análisis Físico-Químico y Morfológico de Almidones de Ñame, Yuca y Papa y Determinación de la Viscosidad de las Pastas. Información Tecnológica Vol. 19(1), 19-28 (2008) [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n1/art04.pdf>

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. D 1876 – 01 Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T-Peel Test), Estados Unidos, American Society of Testing Materials, 2008.

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. D 1876 – 01 Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T-Peel Test) Estados Unidos, American Society of Testing Materials, 2008. [Consultado el 23 de noviembre de 2019] Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/ADHESIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20MODIFICADO%20DE%20MAIZ.pdf>

ARBOLEDA Jairo. Estudio de mejora del proceso de soldadura de soldame del valle s.a.s. a partir de análisis y diseño de experimentos. Colección Académica de Ciencias Estratégicas PAG 42 ISSN -e: 2382-3283 Vol. 2 No.2 2015

ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007

[Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en:
<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

ARISTIZÁBAL Johanna y SÁNCHEZ Teresa. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca de la FAO. Análisis fisicoquímico del almidón. Cap 8, pp 66-69 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>

ARISTIZÁBAL, Johanna., SÁNCHEZ, Teresa. y MEJÍA, Danilo. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 163. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2007 [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2257/1/Libro%20de%20cultivo%20de%20la%20Yuca.pdf>

BIOESTADÍSTICA DISEÑOS FACTORIALES 2K, [Consultado el 20 de octubre de 2019] Disponible en:
<https://www.clubensayos.com/Ciencia/Bioestad%3ADstica-Dise%3AB1os-factoriales-2k/4583946.html>

CALUDIA, GÓMEZ QUINTERO. 2005. Apuntes de Procesos Químicos para la Ingeniería de Sistemas. [En línea] 23 de enero de 2005. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en:
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>.

CALUDIA, GÓMEZ QUINTERO. 2005. Apuntes de Procesos Químicos para la Ingeniería de Sistemas. [En línea] 23 de enero de 2005. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en:
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>.

CARLOS A. MEÑACA, RICHARD FARID CERON, JAVIER MARINO MERA Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5),
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

CARRASCAL DELGADO Fabian Alfredo. Trabajo de grado. Obtención de dextrinas de alta solubilidad y mínima retrogradación a partir de almidón industrial de yuca.

[Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2006/121003.pdf>

CONCEPTODEFINICION.DE VISCOSIDAD. [Consulta: 19 mayo 2019] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/viscosidad/>

DELGADO Roberto. La hidrolisis alcalina [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <https://www.monografias.com/docs111/hidrolisis-alcalina/hidrolisis-alcalina.shtml>

¹DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. DANE. Encuesta nacional agropecuaria. En: DANE. [sitio web]. Bogotá: DANE. [consulta: 20 de septiembre 2019]. Archivo pdf. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2016/boletin_ena_2016.pdf

DÍAZ CASTRO, Laura y FIALLOS FIERRO, Fernando Fabian. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (Manihot Esculenta Crantz), variedad m-TAI, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante. Sincelejo Sucre, 2008. [Consultado el 23 de noviembre de 2019] Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/ARTICULOS%20PARA%20LA%20TESIS/ADHESIVO%20A%20PARTIR%20DE%20ALMIDON%20MODIFICADO%20DE%20MAIZ.pdf>

Dra HALL, Victoria. Apósitos Hidrocoloides, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Apositos%20hidrocoloides%20su%20papel%20en%20la%20curacion%20de%20heridas.pdf>

Dra. MANTILLA, Almudena, BERRADE ZUBIRI, Edurne, PÉREZ BARRENO, David y MESA, Estrella. Menos días con heridas [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.menosdiasconheridas.com>

ELSEVIER. Farmacia Profesional. Vol 20 Número 6, pp 52-56

ESPÍN Susana, VILLACRÉS Elena, BRITO Beatriz. Caracterización Físico-Química, Nutricional y funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. Capítulo IV [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/RTAs_Ecuador_04.pdf

ESPINOSA, : Q. Leticia Ofelia Cervantes. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.rumbonorte.cl/downloads/Tabla%20de%20Calor%20Espec%C3%ADfico.pdf>

FINAT. Adestor. Conocimiento técnico [Consultado el 12 de septiembre del 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/PropiedadesAdhesivosEnsayos.pdf>

FLO.RES, Julián Una interpretación aproximativa del concepto de Hidrólisis en estructuras peptídicas en un curso de Bioquímica del IPC en el contexto de la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud. Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Dialnet-UnaInterpretacionAproximativaDelConceptoDeHidrolis-2670642.pdf>.

GALLEGO CASTILLO, Sonia y GARCÍA ÁGREDÓ, José Alberto. Corporación CLAYUCA, Producción y usos de harina refinada de yuca, [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/cartilla_modulo_5_produccion_harina_refinada.pdf

GÓMEZ, P. Pineda. 2011. Ingeniería y Ciencia. [En línea] diciembre de 2011, [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v7n14/v7n14a07.pdf>.

HERNÁN ÁLVAREZ, BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Formulación, solución y usos en Procesos Industriales. Corregida y aumentada, 2017, Editorial ArtBox Medellín, 2011 <http://www.bdigital.unal.edu.co/46991/1/hernandarioalvarezzapata.2013.pdf>,

HERNÁNDEZ MEDINA Marilyn. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000300031

HERNÁNDEZ MEDINA, Marilyn, et al. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México, Ciencia y tecnología de alimentos, ISSN 0101-2061, 2008, p 718-726. HERNÁNDEZ RUIZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Elaboración y evaluación de un adhesivo a partir del almidón de yuca nativo, (manihotsculentacrantz), variedad m-tai, utilizando hidróxido de sodio como agente hidrolizante, Sincelejo, Universidad de Sucre, 2008.

HERNÁNDEZ RUÍZ, Moisés y VERGARA NARVAEZ, Andrés. Producción de dextrinas a partir de almidón de nativo en la rallandería Toda yuca en el corregimiento Pescador, (municipio de Caldonó, Cauca). [Trabajo de grado], Popayán, Cauca, Universidad del Cauca, Facultad de ciencias Agropecuarias, 2006. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogotá D.C: El instituto, 2018. ISBN 9789588585673 153 p.

_____, NTC 5602 Determinación del olor de los adhesivos, ICONTEC, Bogotá, versión 2008-04-30

JAMES. 1979. Citado por: CHAVEZ BRITO, Daniel. Elaboración de goma modificada a partir de la dextrina de yuca para uso en la industria cartonera, Guayaquil, Universidad de Guayaquil, 2012, p 22.

JIMÉNEZ Cesar Eduardo. Curación Avanzada de Heridas. Rev Colomb Cir 2008;23(3):146-155. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v23n3/v23n3a4.pdf>

JIMÉNEZ RAMOS Edén y MARTÍNEZ DE LA CRUZ Silverio. Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (*Manihot esculentum*) variedad Guayape. Tesis de grado [Consulta: 15 de octubre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/865/BC-TES-4008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LA GUÍA QUÍMICA [sitio web]. LA GUÍA QUÍMICA, definición de hidrólisis. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/esterificacion>.

LUNA LÓPEZ Victoria, LÓPEZ MEDINA Jose Antonio y VÁZQUEZ GUTIÉRREZ Mercedes. Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica. ISSN 0212-1611. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n5/05revision04.pdf>

MADRID Mario. Tecnología de adhesivos. Departamento Técnico de Loctite España. [Consultado el 01 de noviembre 2019] Disponible en: https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7071/7071377/curso_de_adhesivos.pdf

MEDINA VALERA edro Daniel y LOPEZ REYES Angela María. Análisis crítico del diseño factorial 2k sobre casos aplicados scientia Et Technica ISSN: 0122-1701 [consultado el 23 de octubre de 2019] disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6291>

MEDINA, Pedro, CRUZ, Arturo y RESTREPO, Jorge. APLICACIÓN DE UN MODELO FACTORIAL DE EXPERIMENTACIÓN EN UN INGENIO AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA [Consultado el 23 de octubre 2019] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911652055.pdf>.

MENDOZA, Lina, JIMÉNEZ, Javier y RAMÍREZ, Miguel. EVALUACIÓN DE LA PECTINA EXTRAÍDA ENZIMÁTICAMENTE A PARTIR DE LAS CÁSCARAS DEL FRUTO DE CACAO (*Theobroma cacao* L. [Consultado el 10 de septiembre de 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a15.pdf>

MEÑACA, Carlos. FARID CERON Richard y MARINO MERA, Javier. Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Alimentos; Evaluación de la calidad de las pectinas cítricas obtenidas a partir de las cáscaras de naranja, de las variedades valencia y común, en estado de maduración GRADO CINCO (5)[Consultado el 20 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20489/Tesis%20EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20PECTINAS.pdf;jsessionid=5EB18F4D76C3CBC0966003AB1692CEAA.jvm1?sequence=1>

MÉTODOS DEL PICNÓMETRO PARA DETERMINAR DENSIDADES. El blog de QuercusLab. [consultado el 03 de noviembre 2019] Disponible en: <https://quercuslab.es/blog/metodo-del-picnometro-para-determinar-densidades/>

MONTOYA HENAO Susana. Tecnología de alimentos. Industrialización de la yuca obtención de almidón nativo y sus aplicaciones. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/35293438/INDUSTRIALIZACION_DE_LA_YUCA_Obtencion_de_almidon_nativo_y_sus_aplicaciones

OBS Business school. Costos directos e indirectos de un proyecto. Universidad de Barcelona.[Consultado el 12 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/viabilidad-de-un-proyecto/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>.

OSPINA, Bernardo y CEBALLOS, Hernán. (1983). Morfología de la planta de yuca. En: Yuca: Investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programa de Yuca; Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). Cali [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1465/1/7205001.2009.pdf>.

PARDO CANO, David Jonathan, Trabajo de grado. Ingeniero Mecánico. Propiedades Superficiales y Evaluación de Adherencia Mecánica – Química de Laminados Metal- Polímero. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en:<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmficip226p/doc/bmficip226p.pdf>

PARDO CANO, David Jonathan, Trabajo de grado. Ingeniero Mecánico. Propiedades Superficiales y Evaluación de Adherencia Mecánica – Química de Laminados Metal- Polímero. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en:<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmficip226p/doc/bmficip226p.pdf>

PÉREZ HERNÁNDEZ, María Pilar. Menos días con heridas. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://www.menosdiasconheridas.com/que-es-el-aposito-hidrocoloide/>.

QUIMINET. 2012, disponible en: (<https://www.quiminet.com/articulos/los-mejoresusos-y-aplicaciones-para-la-fecula-de-papa-2877776.htm>)

REY CESPEDES, Jaime Alejandro. DESARROLLO DE UN SISTEMA PILOTO DE SEPARACIÓN DE HARINA DE YUCA POR VÍA HÚMEDA PARA LA PRODUCCION DE ALMIDÓN [Consultado el 20 de septiembre de 2019] Disponible en:

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12154/u670938.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RODRÍGUEZ SANDOVAL Eduardo y SANDOVAL ALDANA Angélica. Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Disponible en: C:/Users/Lenovo/Downloads/6179-Texto%20del%20artículo-27880-1-10-20140618%20 (1).pdf

ROJAS RIVERA, Magda Alejandra. Elaboración y usos del almidón de yuca ICA. Boletín técnico N° 66. diciembre de 1980. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/633682R741.pdf>

RUIZ AVILÉS, Gladys, Proyecto de investigación, Magíster en Ingeniería de Procesamiento de Polímeros, Polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47250396.pdf>

SALUD SIN DAÑO [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://saludsindanio.org/americalatina/temas/residuos-hospitalarios>

SALUD SIN DAÑO [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://saludsindanio.org/americalatina/temas/residuos-hospitalarios>

VandemecumMEDICAL. 3M [Consulado el 03 de noviembre 2019] Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/674063O/medical-tapes-catalog-peru.pdf>

VELASCO, Reinaldo, LUNA, William, MERA Julian y VILLADA Hector.; Large scale industries. In. Balagopalan, C. integrated technologies for value addition and post-harvest management and tropical tuber crops. Thiruvananthapuram: Central tuber crops research institute, Cap 6, p. 106 (2000). <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n2/art03.pdf>

VERGARA NARVAEZ, Andres, Trabajo de grado. Ingeniero Industrial, Modalidad Investigativa. Elaboración y Evaluación de un Adhesivo a partir del Almidón de Yuca Nativo (Manihot Esculenta Crantz), Variedad M-TAI, Utilizando Hidróxido de Sodio

como Agente Hidrolízate. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

VERGARA NARVAEZ, Andres, Trabajo de grado. Ingeniero Industrial, Modalidad Investigativa. Elaboración y Evaluación de un Adhesivo a partir del Almidón de Yuca Nativo (Manihot Esculenta Crantz), Variedad M-TAI, Utilizando Hidróxido de Sodio como Agente Hidrolízate. [Consulta: 20 de septiembre 2019]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>

VILLAGARCÍA, Teresa. MANUAL DE STATGRAPHICS, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID CURSO DE FORMACION ESTADISTICA [Consultado el 20 de octubre de 2019] Disponible en: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/qwerty/esp/Manual%20Statgraphics%20Todo%20Centurion.pdf>

Winker. 2017. [En línea] 2017. [Consultado el 21 de octubre 2019] Disponible en: <http://www.lco.cl/operations/safety-and-health/technical-info/safety-data-sheets/Ficha%20seguridad%20Acido%20Cloridrico.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A.

FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

Figura 16. ficha técnica de la balanza analítica (NIMBUS nbl-21b)



BALANZAS ANALÍTICAS Y DE PRECISIÓN – SERIE AS R2



Balanza Analítica Radwag Serie AS R2

(d: 0.01/0,1 mg, Max: 60.220g, Tam. Plato(mm): Ø 90, Ajuste Auto Cal. Si, Ajuste Interno, Rangos: Doble, Verificadas: SI)

La Balanza serie AS R2 representa un nuevo nivel estándar para las balanzas analíticas. Cuenta con pantalla LCD moderna, legible que permite una presentación más clara del resultado de pesada. La pantalla cuenta con una nueva línea de información de texto de presentación de los mensajes y de datos adicionales, por ejemplo Nombre del producto o valor de tara.

Además, la nueva balanza de la serie R utiliza un gran número de pictogramas para indicar el modo de funcionamiento activo, la

conexión con la Internet, el nivel de carga de la batería, funciones de servicio de equilibrio. Número de Unidades de medida también se ha incrementado.

La precisión y la exactitud de medición de la balanza están aseguradas por el ajuste automático interno, que analiza los cambios de temperatura y flujo del tiempo.

La balanza de la serie AS.R cuenta con varias interfaces de comunicación: 2 x RS 232, USB tipo A, USB tipo B y WiFi opcional. La carcasa está hecha de plástico, y la bandeja está hecha de acero inoxidable.

La nueva balanza serie AS.R posee un sistema de información que se basa en 5 bases de datos, lo que permite que varios usuarios trabajen con varias bases de datos de productos, y los resultados de pesaje registrados puede ser objeto de análisis.

Los datos se registran en 5 bases de datos:

- usuarios (hasta 10 usuarios),
- productos (hasta 1.000 productos),
- pesajes (hasta 1.000, pesajes),
- taras (hasta 10 taras),
- Memoria Alibi (hasta 100.000 pesajes)

Figura 16. (Continuación)



Hay intercambio de datos en dos direcciones dentro del sistema gracias a una interfaz USB rápida. Nuevo plan permite a las bases de datos de importación y exportación utilizando pen drives USB.

Interfaces

- 2 x RS 232
- USB-A
- USB-B
- WIFI (opcional)

Teclas de función adicionales

La balanza se compone de 2 botones que permiten un fácil acceso y 4 teclas de función programables

Línea de información adicional

La pantalla tiene una nueva línea de información de texto que permite mostrar mensajes y datos adicionales, por ejemplo nombre del producto, nombre del operador o el valor de tara, etc.

Plato tipo Parrilla

Plato de pesaje para trabajo abierto complementario.

Funciones

- Auto test
- Control de peso
- Dosificación
- Recuento de piezas
- Configuración porcentaje
- Procedimientos GLP
- Estadísticas
- Totalizadora
- Bajo gancho de pesaje
- Pesada de animales
- Determinación de la densidad
- Mantenimiento de pico

Figura 16. (Continuación)



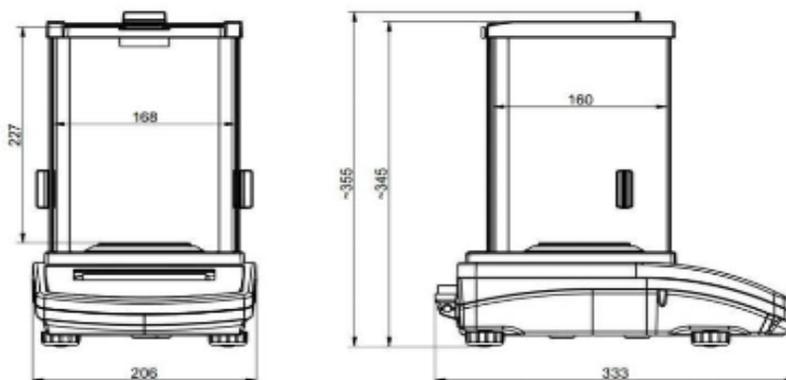
DATOS TÉCNICOS:							
Modelo	AG 602N.R2	AG 302N.R2	AG 101.R2	AG 110.R2	AG 100.R2	AG 220.R2	AG 210.R2
Capacidad máxima	6020 g	3020 g	100 g	110 g	100 g	220 g	210 g
Carga mínima	1 mg	1 mg	1 mg	10 mg	10 mg	10 mg	10 mg
Linealidad	±0,001 mg	±0,001 mg	±0,1 mg	±1 mg	±1 mg	±1 mg	±1 mg
Rango de tara	-220 g	-220 g	-100 g	-110 g	-100 g	-220 g	-210 g
Flexibilidad	±0,001 mg	±0,01 mg	±1 mg	±1 mg	±1 mg	±1 mg	±1 mg
Linealidad	±0,0002 mg	±0,01 mg	±0,1 mg	±0,2 mg	±0,2 mg	±0,2 mg	±0,1 mg
Tiempo de estabilización	40,5 s	60,5 s	4 s	3,5 s	3,5 s	3,5 s	3,5 s
Tamaño del plato	ø 70 mm	ø 70 mm	ø 70 mm	ø 10 mm	ø 10 mm	ø 10 mm	ø 10 mm
Derivada de la sensibilidad	1 ppm / °C en la temperatura de 10 ° - 40 °C						
Temperatura de trabajo	-10 ° - 40 °C						
Puente de alimentación	12 ± 0,5 VDC						
Aplic / Calibración	300 mg (autón (300))						
Pantalla	LCD (con iluminación de fondo)						
Interfaz	2 x RS 232, USB-A, USB-B, MPI (opcional)						
Tamaño de papel	430 x 480 x 100 mm						
Peso Neto / Peso Bruto	1,5/1,7 kg						

Av. Encarnación 989 Ciudad de Lima, Int. 102 - 104 PLAZA MÉDICA CARRIÓN
 ☎ +51 1 4789070 Telex - ☎ +51 1 29427732 Oficina ✉ vs.rwa@radwag.com.pl

Figura 16. (Continuación)



DIMENSIONES:



ACCESORIOS:

Mesa anti vibraciones SAL / STONE	Conjunto de determinación de la densidad
Rack para un peso bajo el gancho	Pantalla LCD adicional "WD-6"
Mesa de pesaje profesional	Adaptador de corriente con batería y cargador ZR-02
Impresora de impacto Epson Label	Teclado de PC USB
Impresora Citizen Printer PCL USB	Memoria USB externa (formato de archivos FAT)
Sopores para vasos de cristal	Mass standard
Software de ordenador "PW-WIN"	Peso patrón
Software de ordenador "RAD-CLAVE"	Cable USB USB A-B (balance - ordenador, el equilibrio - impresora PLC)
Antiestático ionizador DJ02	Cable RS 232 (escala - ordenador) "P0108"
Escáner de código de barras	Cable RS 232 (escala, Epson, impresora Citizen) "P0151" "T"
Código de barras escáner USB HID	Botón de para "Print" o "Taraf."

Av. Emancipación 348 Cercado de Lima, Int. 113 - 114 PLAZA MÉDICA CARRION
 ☎ |01| 4 339033 Tienda - |01| 296 87 52 Oficina ✉ ventas@biosix.com.pe

Fuente: balanza Analítica de 4 dígitos -Radwag. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en: https://issuu.com/biosiximportsac/docs/balanza_analitica_4_digitos_radwag

Figura 17. Ficha técnica del HORNO DE MUFLA L, (NABERTHERM)



Horno de mufla LE 1/11



Horno de mufla LE 6/11



Limitador de selección de temperatura

Con su imbatible relación rendimiento-precio, estos hornos de mufla compactos son aptos para muchas aplicaciones en laboratorio. Las características de calidad como la carcasa del horno de pared doble de acero fino inoxidable, la estructura ligera y compacta o los elementos calefactores incorporados en los tubos de vidrio cuarzoso hacen de estos modelos sus socios de confianza para sus aplicaciones.

- Tmáx 1100 °C, temperatura de trabajo 1050 °C
- Calentamiento de dos lados mediante elementos calefactores en los tubos de vidrio cuarzoso
- Fácil sustitución de los elementos calefactores y aislamiento
- Se emplean únicamente fibras aislantes no clasificadas como cancerígenas según la normativa TRGS 905, clase 1 o 2
- Carcasa de chapas estructurales de acero inoxidable
- Carcasa de doble pared para temperaturas exteriores bajas y elevada estabilidad
- Puerta abatible que puede usarse de superficie de trabajo
- Apertura de aire de escape en la parte trasera del horno
- Calefacción silenciosa con relé semiconductor
- Dimensiones compactas y peso reducido
- Controlador montado bajo la puerta para ahorrar espacio
- Uso conforme al destino en el marco de las instrucciones de servicio

Equipamiento opcional

- Chimenea de salida, chimenea de salida con ventilador o catalizador (excepto L1)
- Limitador de selección de temperatura con temperatura ajustable de desconexión para la clase de protección térmica 2 según EN 60519-2 como protección por sobretensión para el horno y la carga
- Conexión del gas de protección para el lavado del horno con gases protectores o reactivos no inflamables
- Sistema manual de inyección de gas
- Agujero de observación en la puerta

Modelo	Tmáx °C	Dimensiones internas ¹ en mm			Volumen en l	Dimensiones externas ² en mm			Potencia kW	Conexión eléctrica ³	Peso en kg	Minutos ⁴ hasta Tmáx'
		anch.	prof.	alt.		Anch.	Prof.	Alt.				
LE 1/11	1100	90	115	110	1	290	280	430	1,5	monofásica	10	10
LE 2/11	1100	110	180	110	2	330	385	430	1,8	monofásica	10	25
LE 6/11	1100	170	200	170	6	390	435	490	1,8	monofásica	18	35
LE 14/11	1100	220	300	220	14	440	535	540	2,9	monofásica	25	40

¹Con conexión a 230 V 1/N/PE o 400 V 3/N/PE ³Para la conexión eléctrica véase página 73
²Las dimensiones externas varían en la versión con equipamiento opcional. Dimensiones a petición.

✉ Solicitar información

📖 catalogue Laboratorio

📄 Control de Proceso y Documentación

Fuente: laboratorio / Hornos de mufla/hornos de precalentamiento/hornos de incineración y accesorios en NABERTHERM. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en:

https://www.nabertherm.es/produkte/details/es/labor_muffelofen#prod0pos

Figura 18. Ficha técnica del pH-metro PCE-PH 22

Peachímetro PCE-PH 22

peachímetro para la medición simultánea del valor pH y temperatura

El peachímetro resistente al agua detecta de forma rápida y precisa el valor pH y la temperatura. Gracias a la indicación doble, ambos valores se muestran simultáneamente. Gracias a la carcasa robusta y resistente al agua (IP 67), el medidor pH puede ser usado bajo circunstancias adversas. Una recalibración siempre garantiza una precisión óptima y es muy sencilla de efectuar cuando se usa los sets de calibración opcionales (función de calibración automática sin tornillos de calibración - se efectúa solo a través del teclado). En este peachímetro el electrodo está integrado en la carcasa y los valores de medición se ajustan gracias a la compensación de temperatura automática.

Si usted está buscando un peachímetro con electrodo externo unido por medio de un cable, le recomendamos el [PCE-228](#) o el [HI-98240](#). En este [enlace](#) dispone de una visión general desde la cual podrá encontrar cualquier tipo de peachímetro que pueda necesitar. Si tiene alguna pregunta sobre el peachímetro, consulte la siguiente ficha técnica o póngase en contacto con nosotros en el número de teléfono [902 044 604](#) para España, para Latinoamérica e internacional [+34 967 543 695](#) o en el número [+56 2 24053238](#) para Chile. Nuestros técnicos e ingenieros le asesorarán con mucho gusto sobre este peachímetro y sobre cualquier producto de nuestros [sistemas de regulación y control](#), [equipos de laboratorio](#), [medidores](#) o [balanzas](#) PCE Ibérica S.L.



[Mostrar precios!](#)

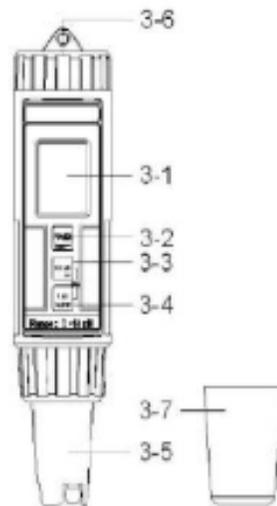


Figura 18. (Continuación)

Pechímetro PCE-PH 22

- indicación simultánea del valor pH y la temperatura: no es necesario disponer de un termómetro por separado
- compensación de temperatura automática (ATC) en el rango de 0 ... +80 °C
- indicación de temperatura (°C, °F)
- función mín, máx, y retención de datos (Data-Hold)
- registrador de datos de 100 valores (recuperables en pantalla)
- resistente al agua según IP 67
- calibración automática: le ahorra tiempo y le suministra una alta precisión
- desconexión automática
- incluido con baterías e instrucciones de uso
- obtener las soluciones de calibración opcionales

Funciones del pechímetro



- 3-1 Pantalla
- 3-2 Tecla Power (Logger / ▲)
- 3-3 Tecla Hold (Enter / Cal)
- 3-4 Tecla Rec. (°C, °F / ▼)
- 3-5 Electrodo pH
- 3-6 Tapa del compartimiento de batería
- 3-7 Capucha protectora

Especificaciones técnicas

Rangos de medición	0,0 ... 14,0 pH -5 ... +80,0 °C
Resolución	0,01 pH 0,1 °C
Precisión	± 0,02 pH ± 0,8 °C
Calibración	automática en pH 4,7 o 10
Compensación de temperatura	-5 ... +80 °C
Pantalla	pantalla LCD de 4 dígitos
Condiciones ambientales	0 ... +60 °C / <80 % H.r.
Dimensiones	186x 40 mm
Alimentación	4 baterías de 1,5 V AAA (incluidas)
Peso	130 g

Figura 18. (Continuación)
Imágenes de uso



Esta imagen muestra el peachímetro siendo calibrado. La calibración se efectúa con el set de calibración pH-4 y pH-7 incluido en el envío.



Con el peachímetro resistente al agua PCE-PH 22 puede medir rápidamente el valor pH. También se le indica en la pantalla la temperatura actual.



Con este peachímetro resistente es muy útil para el mantenimiento y control del pH, como por ejemplo, de una piscina o para acuarios, en general para cualquier lugar que desee controlar el pH como la temperatura del agua, que junto con el set de calibración de pH-4 y pH-7 (incluido en el envío) puede realizar una recalibración del equipo, por lo que convierte a este equipo en la herramienta idónea para la medición del pH de manera fácil y sencilla.

Contenido del envío

1 x Peachímetro PCE-PH 22 incluido el electrodo pH y set de calibración (pH-4 y pH-7), baterías e instrucciones de uso.

Adicional

- Set de calibración (pH 4 + pH 7 en frascos de 75 ml cada uno)

Fuente: equipos de medida - Balanzas - Regulación y control PCE Ibérica S.L. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/>

Figura 19. Ficha técnica de desecador, día. Int 210 mm, Alt 320mm

En verre DURAN® borosilicaté 3.3.

Pièces détachées pour emploi sous vide (DIN 12491). Il est possible d'interchanger les couvercles et les parties inférieures (respecter le DN).

Exemples d'applications : Séchage de produits humides et conservation de substances sensibles à l'humidité.

En vidrio DURAN® borosilicato 3.3.

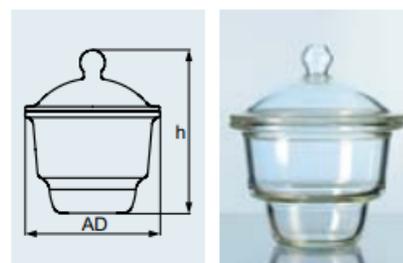
Componentes resistente al vacío (DIN 12491). Las piezas de repuesto tales como tapas y bases son intercambiables (tener en cuenta el DN).

Ejemplos de aplicación: Secado de productos húmedos y envasado de sustancias sensibles a la humedad.

DESSICATEUR DURAN®
à rodage plan, sans raccord,
avec couvercle à bouton

DESECADOR DURAN®
con brida plana, sin conexión,
tapa con bola

N° de commande Cód. artículo	DN	h mm	Ø int. de brida Ø int. brida mm	Ø ext. de brida Ø ext. brida mm	Volumen moyen Volumen aprox. l	Quantité par emballage Unidad de venta
24 781 46	100	187	119	153 +/- 2	0,7	1
24 781 57	150	252	172	215 +/- 2	2,4	1
24 781 61	200	309	224	270 +/- 2	5,8	1
24 781 66	250	357	274	320 +/- 2	10,5	1
24 781 69	300	433	332	380 +/- 2	18,5	1



DIN
12491

DESSICATEUR À VIDE DURAN®
bride à rainure, tubulure NOVUS (RIN 24/29)
dans le couvercle, avec joint torique et robinet

DESECADOR AL VACÍO DURAN®
brida con ranura y tubuladura NS NOVUS
(NS 24/29) en la tapa, con junta tórica y llave

Version complète livrée auparavant Version completa	DN	Ø ext. de brida Ø ext. brida mm	composée par se compone de las siguientes partes	
24 780 61	200	270	24 773 61	partie inférieure, base
			24 420 61	couvercle, tapa
			24 799 04	robinet, llave
			29 214 61	bague, anillo

DESSICATEUR À VIDE DURAN®
partie inférieure avec tubulure latérale
(RIN 24/29) et robinet, couvercle à bouton

DESECADOR AL VACÍO DURAN®
base con tubuladura lateral NS NOVUS
(NS 24/29) y llave, tapa con bola

Version complète livrée auparavant Version completa	DN	Ø ext. de brida Ø ext. brida mm	composée par se compone de las siguientes partes	
24 783 XX ¹	100 - 300	153 - 380	24 771 XX ¹	parties inférieures, base
			24 410 XX ¹	couvercles, tapa
			24 798 03	robinet, llave

¹ Dans le numéro d'article, remplacer XX par la diamètre nominal DN: DN 100 = 46, DN 150 = 57, DN 200 = 61, DN 250 = 66, DN 300 = 69

¹ Las XX en la 6ª y 7ª posición del artículo tienen que ser remplazadas por el tamaño DN: DN 100 = 46, DN 150 = 57, DN 200 = 61, DN 250 = 66, DN 300 = 69

DIN
12491

DESSICATEUR À VIDE DURAN®
avec bouchon à fermeture de sécurité
WERTEX

DESECADOR AL VACÍO DURAN®
con tapón de seguridad WERTEX

Version complète livrée auparavant Version completa	DN	Ø ext. de brida Ø ext. brida mm	composée par se compone de las siguientes partes	
24 784 57	150	215	24 770 57	partie inférieure, base
			24 430 57	couvercle, tapa
			24 796 03	bouchon de fermeture, tapón
24 784 66	250	320	24 770 66	partie inférieure, base
			24 430 66	couvercle, tapa
			24 796 03	bouchon de fermeture, tapón

Ficha 19. (Continuación)

Ficha técnica	
Altura de la base hasta el tope sin incluir la tapa (mm)	235
Altura de la placa hasta el tope sin incluir la tapa (mm)	122
Diámetro de placa (mm)	250
Diámetro exterior de brida (mm)	320
Diámetro interior de brida (mm)	272
Diámetro nominal (mm)	250
Material	vidrio
Modelo	Mobilex
Rosca	GL32
Rosca tapa	GL32
Tipo de tapa	Mobilex
Volumen (L)	10.5

Fuente: CATÁLOGO PARA MATERIAL DE LABORATORIO Duran Group. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/CATALOGO-DURAN-ed2012.pdf>

Figura 20. ficha técnica del VISCOSÍMETRO ROTACIONAL EXPERT R FUNGILAB (V300002)

V300002 Viscosímetro Rotacional EXPERT R

Rango de medida 100 - 40.000.000 cP (mPa·s)

Velocidad en r.p.m. 0.01 - 200

Número velocidades 54

Características principales:

Equipos destinados a laboratorios de control de calidad e investigación, que permiten el volcado de datos a PC, en formato Excel mediante la nueva conexión USB

Teclado táctil de 12 teclas.

Lectura directa en pantalla gráfica

Información mostrada:

Velocidad seleccionada r.p.m.

Husillo seleccionado SP

Lectura de viscosidad cP (mPa·s) o cSt Centipoises y Centistokes

Porcentaje de fondo de escala %

Función AUTO-RANGO

Temperatura de la muestra °C o °F

Posibilidad de calibración del equipo por parte del usuario

Shear Rate (con husillos coaxiales) SR (s⁻¹)

10 opciones de idioma de trabajo.

Shear Stress (con husillos coaxiales) SS (N/m²)

Un extenso menú facilita múltiples posibilidades de trabajo

Densidad (introducida por el usuario) g/cm³

Puerto USB.

Convertidor de unidades SI a CGS

Fácil manejo

Time to torque.

Software Datalogger. USB permite la transferencia de información a formato Excel en el P.

Time to stop.

10 memorias de trabajo

El equipo en su versión estándar se suministra con 6 agujas, pié con cremallera y nuez, soporte, protector de agujas, cable USB, Software Datalogger y maleta de transporte.

Opciones personalizables

Programable.

Multistep

Rampas

AUTO-TEST con aviso acústico y visual en caso de mal funcionamiento

Figura 20. (Continuación)

Ficha técnica:

Precisión: $\pm 1\%$ del fondo de escala.

Resolución:

Usando el adaptador de baja viscosidad: 0.01

Para viscosidades inferiores a 10.000 cP: 0.1

Repetibilidad: 0.2%

Rangos de temperatura:

0°C a +100°C

32°F a 212.0 °F

Resolución: 0.1°C / 0.1722 °F

Precisión: ± 0.1 °C

Tipo de sonda: PT100

Opera con 100-240 VAC, 50/60 Hz.

MARCA FUNGILAB, Hecho en España

Conforme a la norma ISO 9001:2008

NOTA: Incluye manuales de uso en idioma Español

Fuente. Equipos para laboratorio, calidad a su alcance. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en: <http://equipoparalaboratorio.mx/viscosímetros/1843-v300002-viscosímetro-rotacional-expert-r-fungilab.html>

Figura 21. Ficha técnica de la probeta (Capacidad 100 ml)

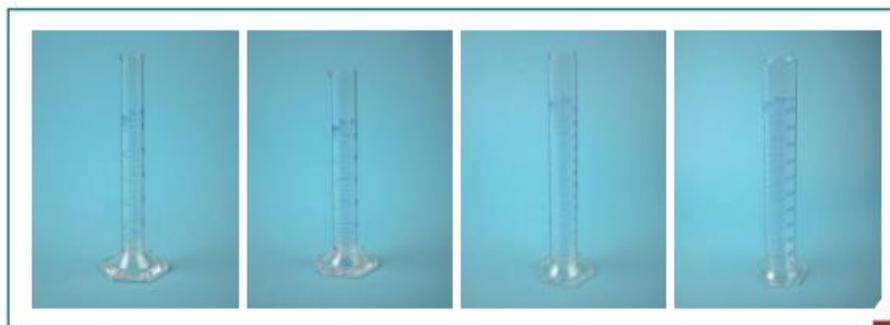


▶ DBB - Clase A, forma alta, vidrio

- 1 | Las probetas graduadas son un elemento indispensable en el trabajo diario de laboratorio para la preparación de soluciones o la medición de volúmenes de toda clase de líquidos.
- 2 | Endo Glassware presenta una completa gama de probetas graduadas de vidrio forma alta en las Clases A y B; en ambas clases ofrece tanto

- probetas con pico como probetas con tapón normalizado de PP.
- 3 | Todas ellas presentan una base hexagonal que proporciona una mayor estabilidad, han sido calibradas a 20°C mediante ajuste por contenido (IN), y están fabricadas según la norma ISO 4788.

▶ Probetas graduadas clase A (graduación azul)



ISO
4788

Referencia	Capacidad	Altura	Graduación	Tolerancia	Diámetro
DBB001	5 mL	112 mm	0.1 mL	± 0.05 mL	11 mm
DBB002	10 mL	135 mm	0.2 mL	± 0.1 mL	12 mm
DBB003	25 mL	160 mm	0.5 mL	± 0.25 mL	20 mm
DBB004	50 mL	195 mm	1.0 mL	± 0.5 mL	25 mm
DBB005	100 mL	240 mm	1.0 mL	± 0.5 mL	30 mm
DBB006	250 mL	320 mm	2.0 mL	± 1.0 mL	40 mm
DBB007	500 mL	380 mm	5.0 mL	± 2.5 mL	50 mm
DBB008	1000 mL	420 mm	10.0 mL	± 5.0 mL	65 mm
DBB009	2000 mL	520 mm	20.0 mL	± 10.0 mL	80 mm

Fuente. Auxilab S.L. Material de laboratorio. [Consultado el 10 de diciembre de 2019]
 Disponible en: <https://www.auxilab.es/es/productos-laboratorio/probeta-graduada-vidrio-100-ml/>

Figura 22. Ficha técnica de la plancha de calentamiento con agitador



Agitador Magnético Con Plancha de Calentamiento

Este equipo está diseñado para suplir las necesidades de agitación y calentamiento. Ideal en áreas de control de calidad, investigación, docencia y procesos técnicos en el laboratorio químico, farmacéutico, clínico, industrial, médico, veterinario, hospitalario, etc.

Con control de temperatura análogo y control de velocidad electrónico PID, con luz testigo de funcionamiento.

La temperatura en el recipiente debe ser calibrada y controlada mediante un termómetro externo (no incluido).

El elemento calefactor, distribuido en la base permite un calentamiento uniforme y alcanza la temperatura requerida en poco tiempo.

El exterior está fabricado en lámina de acero protegida con pintura electrostática.

Con superficie de calentamiento en placa de vidrio refractario CERAN, aislando la resistencia para ofrecer alta seguridad en su operación.



INCLUYE

Barra magnética de agitación.

Dos(2) fusibles de 10 A.

Manual de Instrucciones.

Certificado de Calibración.

Carta de Garantía.

OTROS EQUIPOS E&Q

- Ablandadores.
- Agitadores magnéticos.
- Agitador Orbital.
- Baño seco.
- Baños de aceite.
- Baños de agua.
- Baños de refrigeración.
- Baños serológicos.
- Bombas de vacío.
- Desionizadores.
- Filtros de agua.
- Floculadores.
- Fuclómetro.
- Corrales dispensadora de agua.
- Hornos.
- Incubadora portátil.
- Incubadoras de cultivo.
- Incubadoras de digestibilidad por papalpa.
- Incubadora DBO.
- Kjeldahl.
- Monta de calentamiento.
- Muffas.
- Osmosis reversa.
- Plancha de calentamiento.
- Plancha de calentamiento con agitación.
- Saahlet.
- Suavizadores.
- Termo-reactor para DQO.
- Turbidímetro.
- Unidad de refrigeración.

Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.
Garantía de un año contra posibles defectos de fabricación.
Mantenimiento y asistencia técnica permanente.

Bogotá D.C., Colombia.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MODELO	AMPC-1C	
CAPACIDAD	PUESTOS	1
MEDIDAS EXTERNAS (Largo x Ancho x Alto)	cm	20 x 20 x 14
MEDIDAS PLANCHA (Largo x Ancho)		18 x 18
UNIFORMIDAD A TEMPERATURA MAX.	° C	± 10%
RANGO DE TEMPERATURA		60 hasta 360
RANGO DE RPM	rpm	100 hasta 800
FRECUENCIA	Hz	50/60
POTENCIA	W	350
VOLTAJE	V.A.C.	110 - 115

Fuente: E&Q electrónica y química. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en:

<http://www.elementosquimicos.com.co/media/descargas/infotecnica/AGITADOR%20CON%20PLANCHA%20DE%20CALENTAMIENTO.pdf>

Figura 23. Ficha técnica del termómetro digital

 <p>SENA Servicio Nacional de Aprendizaje Laboratorio de Investigaciones Agroindustriales LIA</p>	<h2 style="margin: 0;">FICHA TECNICA DE EQUIPOS</h2> <h3 style="margin: 0;">TERMOMETRO DIGITAL DE PUNZÓN</h3>		PROGRAMA BUENAS PRACTICAS DE LABORATORIO BPL
	Preparado por: José Libardo Tapiero Cuellar	Aprobado por: Director Laboratorio	Fecha: 20/01/2018

	SERVICIO	Laboratorio de Investigaciones Agroindustriales LIA
	EQUIPO/EQUIPOS	TERMOMETRO DIGITAL DE PUNZÓN
	RESPONSABLE	José Libardo Tapiero Cuellar
	USO PRINCIPAL	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	Termómetro Digital de Punzón Amplio Display Ref. 5058	
ACCESORIOS	<ul style="list-style-type: none"> * Manual de operación e instalación. * Registro Sanitario. 	
ACTUACIONES SOBRE EL EQUIPO Y METODOS		
ESPECIFICACIONES TECNICAS	Rango de Temperatura: -50-300°C (-58-572°F) Selección °C o °F Resolución: 0.1°C/0.1°F Precisión: -1°C Amplio Display Largo del Punzón: 133 mm Con protector para la punta del punzón Batería 1Xcr2032 (Incluida) Dimensiones: 258x25.5x10mm Empaque individual en caja de cartón Disposición final: Desechar adecuadamente** Vida Útil: 3 a 5 años Marca BRIXCO	
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> * El equipo se debe entregar instalado y en perfecto estado de funcionamiento y además se debe transferir el conocimiento de su uso a través de capacitación de 8 horas. * Garantía mínima de 1 año contra defectos de manufactura y características técnicas. 	

Fuente: FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS TERMÓMETRO DIGITAL DE PUNZÓN. Laboratorio de Investigaciones Agroindustriales LIA SENA. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en: http://contratacion.sena.edu.co/_file/solicitudes/39274_10.pdf

Figura 24. Ficha técnica de la Máquina universal de ensayos de tensión (MRC Scientific Instruments. Referencia: UTM65B.)

MAQUINAS IBMT4


INTRODUCCIÓN

Esta serie de máquinas está destinada a efectuar ensayos de tracción sobre probetas metálicas y no metálicas.

Con los accesorios adecuados, estas máquinas también pueden efectuar ensayos a compresión, flexión, punzonado, cizalla, despegue, etc.

MODELOS

REFERENCIA	CAPACIDAD MAX.
IB MT4 600 MD2W	600 kN
IB MT4 1000 MD2W	1000 kN
IB MT4 1500 MD2W	1500 kN
IB MT4 2000 MD2W	2000 kN

Novedad: PC "Todo en Uno"

Interfaz de usuario mediante PC "Todo en Uno" con pantalla táctil integrada, más moderna y sencilla de utilizar.



El nuevo sistema sustituye ventajosamente al ordenador de sobremesa, ya que incluye todas las características de un completo PC junto con la versatilidad de una pantalla táctil.

El ordenador PC "Todo en Uno" permite un importante ahorro de espacio en el laboratorio y ofrece al usuario una posición idónea tanto para manejar el software WinTest32 como los dispositivos de ensayo.



Máquina IB MT4 1000 MD2W

IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS

1. Pistón hidráulico de doble efecto y gran recorrido.
2. Placa superior del marco de ensayos: actúa cierre estructural para mejora de rigidez.
3. 4 Columnas cromadas: alta rigidez, aseguran un reparto homogéneo de cargas y la axialidad.
4. Cabezal hidráulico superior de tracción: guiado en su desplazamiento.
5. Mando remoto para apertura/cierre de mordazas hidráulicas y posicionamiento del pistón.
6. Mordaza inferior: montada en serie con la célula de carga.
7. Célula de carga.
8. Placa inferior: cierre del marco y base de la estructura.

Figura 24. (Continuación)

iberbasi **MAQUINAS IBMT4**

MARCO DE ENSAYOS
Marco de ensayos tipo monoespacio, formado por una placa base, cuatro robustas columnas y una placa superior de cierre.
Sistema de fijación columnas-travesaño pretensado
Fabricado conforme a las normas EN10002-2; ASTM E4, ISO 7500-1; DIN 51221; BS1610.
Pistón hidráulico de doble efecto montado sobre el travesaño superior, con movimiento guiado por las columnas y alineado con el cabezal superior.
Sobre la placa base se monta el cabezal inferior de tracción.

ELEMENTOS DE MONTAJE
Para asegurar un correcto posicionamiento de mangueras hidráulicas y cables, se han distribuido a lo largo del marco varios elementos de anclaje.
Mejoran aspectos de seguridad, así como el aspecto general de la máquina y su limpieza.



Conectores rápidos de alta durabilidad, incluidos para facilitar las labores de primera instalación y para minimizar los riesgos de un mal conexionado.

Opción protección para el grupo hidráulico

Figura 24. (Continuación)

MAQUINAS IBMT4		ibertest			
<i>Tabla de modelos y características</i>					
MODELOS	IBMT4-600	IBMT4-1000	IBMT4-1500	IBMT4-2000	
Fuerza máxima	600 kN	1000 kN	1500 kN	2000 kN	
Clase	0,5 según ISO 7500-1				
Rango de medida / Escalas	Del 1 % al 100 % de la capacidad nominal de la célula. Escala única: Autoescala				
Resolución en fuerza	5 dígitos con coma flotante (3 enteros y 2 decimales)				
Celula de carga	Universal (tracción-compresión), de bandas extensométricas, en puente completo				
Repetibilidad célula de carga	Mejor o igual que $\pm 0,05$ %				
Carrera del pistón	580 mm	600 mm	600 mm	600 mm	
Luz libre horizontal (distancia entre columnas)	600 x 350 mm	700 x 400 mm	800 x 450 mm	800 x 480 mm	
Distancia máx. entre cabezales de tracción estándar	610 mm	700 mm	720 mm	720 mm	
Distancia máx. entre platos de compresión estándar	400 mm	500 mm	500 mm	500 mm	
Velocidad de desplazamiento máxima	100 mm/min	75 mm/min	50 mm/min	50 mm/min	
Resolución en desplazamiento	0,001 mm (1 μ m)				
Dimensiones del marco de ensayos: (ancho x fondo x alto)	800 x 620 x 2650 mm	980 x 720 x 3182 mm	1150 x 880 x 3600 mm	1200 x 940 x 3850 mm	
Peso	3000 kg	4300 kg	7800 kg	8300 kg	
Alimentación eléctrica	Tensión trifásica 380 V más neutro y tierra, 50/60 Hz (a especificar). Potencia aprox. 11 kW				

Fuente: Máquinas Universales Servohidráulicas Serie IBMT4. Ibertest. Ingeniería para control y ensayo de materiales. ibertest. [Consultado el 10 de diciembre de 2019] Disponible en: [es/wp-content/uploads/docs/fichas_producto/maquinas_ensayo/hidraulicas/IBMT4_ES.pdf](https://www.ibertest.es/wp-content/uploads/docs/fichas_producto/maquinas_ensayo/hidraulicas/IBMT4_ES.pdf)

ANEXO B

ECUACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA

Determinación de la densidad del muestreo de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Ecuación 30. Densidad

$$\rho = \frac{m (g)}{Vf (mL) - Vo (mL)}$$

Replica 1.

$$\rho = \frac{5,0546 g}{3,5 mL} = 1,4442 \frac{g}{ml}$$

Replica 2.

$$\rho = \frac{5,0727 g}{4 mL} = 1,2682 \frac{g}{ml}$$

Replica 3.

$$\rho = \frac{5,0214 g}{3 mL} = 1,6738 \frac{g}{ml}$$

Replica 4.

$$\rho = \frac{5,0161 g}{3,5 mL} = 1,4332 \frac{g}{ml}$$

Determinación del porcentaje de humedad del muestreo de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Ecuación 31. Porcentaje de humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso humedo}} * 100 \%$$

Ecuación 32. Peso húmedo neto

$$\text{Peso humedo neto} = \text{Peso humedo} - \text{Peso vidrio}$$

Ecuación 33. Peso seco neto

$$\text{Peso seco neto} = \text{Peso seco} - \text{Peso vidrio}$$

Replica 1.

$$\text{Peso Vidrio} = 27,8711 g \quad \text{Peso Húmedo} = 35,9309 g \quad \text{Peso Seco} = 31,8026 g$$

$$\text{Peso humedo neto} = 35,9309 g - 27,8711 g = 8,0598 g$$

$$\text{Peso seco neto} = 31,8026 \text{ g} - 27,8711 \text{ g} = 3,9315 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0598 \text{ g} - 3,9315 \text{ g}}{8,0598 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 50,8052 \%$$

Replica 2.

$$\text{Peso Vidrio} = 22,1494 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 30,1715 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 26,1616 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 30,1715 \text{ g} - 22,1494 \text{ g} = 4,0122 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 26,1616 \text{ g} - 22,1494 \text{ g} = 3,9315 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0221 \text{ g} - 4,0122 \text{ g}}{8,0221 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 49,9857 \%$$

Replica 3.

$$\text{Peso Vidrio} = 29,2122 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 37,2835 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 33,2883 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 37,2835 \text{ g} - 29,2122 \text{ g} = 8,0713 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 33,2883 \text{ g} - 29,2122 \text{ g} = 4,0861 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0713 \text{ g} - 4,0861 \text{ g}}{8,0713 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 49,3749 \%$$

Replica 4.

$$\text{Peso Vidrio} = 32,5017 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 40,5725 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 36,7003 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 40,5725 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 8,0708 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 36,7003 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 4,1986 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0708 \text{ g} - 4,1986 \text{ g}}{8,0708 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 47,9779\%$$

Determinación del porcentaje de cenizas del muestreo de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Ecuación 34. Porcentaje de cenizas

$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Masa de cenizas (g)}}{\text{Masa de la muestra (g)} * [100 - \% \text{ humedad}]} * 100$
--

Replica 1.

Masa cenizas = 0,0295 g Masa muestra = 5,0560 g % Humedad= 50,8052 %

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{0,0295 \text{ g}}{5,0560 \text{ g} * [100 - 50,8052]} * 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = 0,0119 \%$$

Replica 2.

Masa cenizas = 0,0233 g Masa muestra = 5,0101 g % Humedad= 49,9857 %

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{0,0233 \text{ g}}{5,0101 \text{ g} * [100 - 49,9857]} * 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = 0,0093 \%$$

Replica 3.

Masa cenizas = 0,0294 g Masa muestra = 5,0171 g % Humedad= 49,3749 %

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{0,0294 \text{ g}}{5,0171 \text{ g} * [100 - 49,3749]} * 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = 0,0116 \%$$

Replica 4.

Masa cenizas 0,0268 g Masa muestra = 5,0091 g % Humedad= 47,9779 %

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{0,0268 \text{ g}}{5,0091 \text{ g} * [100 - 47,9779]} * 100$$

$$\% \text{ Cenizas} = 0,0103 \%$$

Determinación del porcentaje de rendimiento del almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)**Ecuación 35. Rendimiento**

$$\% \text{ de Rendimiento} = \frac{g \text{ de almidón de yuca nativo}}{g \text{ de una yuca}} * 100$$

$$\% \text{ de Rendimiento} = \frac{45 \text{ g}}{800\text{g}} * 100$$

$$\% \text{ de Rendimiento} = 5,625 \%$$

ANEXO C

ECUACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ADHESIVO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA

Determinación de la densidad del adhesivo a base de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)

Ecuación 36. Densidad

$$\rho = \frac{m_{\text{pícnómetro lleno}}(g) - m_{\text{pícnómetro vacío}}(g)}{V_{\text{pícnómetro}}(mL)}$$

Diseño experimental 1 (NaOH)

Ensayo 1

$$\rho = \frac{196,0617 \text{ g} - 105,6451 \text{ g}}{57 \text{ mL}} = 1,5863 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 2

$$\rho = \frac{173,8811 \text{ g} - 106,6861 \text{ g}}{55 \text{ mL}} = 1,2218 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 3

$$\rho = \frac{177,1976 \text{ g} - 95,6469 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,6310 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 4

$$\rho = \frac{160,1177 \text{ g} - 105,9117 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,0841 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 5

$$\rho = \frac{173,478 \text{ g} - 95,3160 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,5632 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 6

$$\rho = \frac{191,9866 \text{ g} - 95,3943 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,9318 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 7

$$\rho = \frac{185,6103 \text{ g} - 105,8363 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,5955 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 8

$$\rho = \frac{196,8818 \text{ g} - 94,9525 \text{ g}}{55 \text{ mL}} = 1,8533 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 9

$$\rho = \frac{190,1824 \text{ g} - 106,3211 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,6772 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Diseño experimental 2 (HCl)**Ensayo 1**

$$\rho = \frac{161,5 \text{ g} - 106,5 \text{ g}}{52 \text{ mL}} = 1,0577 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 2

$$\rho = \frac{158 \text{ g} - 106,4 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,0320 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 3

$$\rho = \frac{152,5 \text{ g} - 106,5 \text{ g}}{49 \text{ mL}} = 0,9388 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 4

$$\rho = \frac{152,5 \text{ g} - 106,32 \text{ g}}{49 \text{ mL}} = 0,9424 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 5

$$\rho = \frac{154 \text{ g} - 106,63 \text{ g}}{49 \text{ mL}} = 0,9667 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 6

$$\rho = \frac{161 \text{ g} - 106,52 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,0896 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 7

$$\rho = \frac{158 \text{ g} - 106,12 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,0376 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 8

$$\rho = \frac{173,5 \text{ g} - 106,5 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 1,3400 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Ensayo 9

$$\rho = \frac{168 \text{ g} - 106,5 \text{ g}}{49 \text{ mL}} = 1,2551 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

Determinación del porcentaje de humedad del adhesivo a base de almidón de yuca (Manihot Esculenta Crantz)

Ecuación 37. Porcentaje de humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} * 100 \%$$

Ecuación 38. Peso húmedo neto

$$\text{Peso húmedo neto} = \text{Peso húmedo} - \text{Peso vidrio}$$

Ecuación 39. Peso seco neto

$$\text{Peso seco neto} = \text{Peso seco} - \text{Peso vidrio}$$

Diseño experimental 1 (NaOH)

Ensayo 1.

$$\text{Peso Vidrio} = 27,8711 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 35,8976 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 30,2444 \text{ g}$$

$$\text{Peso húmedo neto} = 35,8976 \text{ g} - 27,8711 \text{ g} = 8,0265 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 30,2444 \text{ g} - 27,8711 \text{ g} = 2,3733 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0265 \text{ g} - 2,3733 \text{ g}}{8,0265 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 70,4317 \%$$

Ensayo 2.

$$\text{Peso Vidrio} = 22,1494 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 30,2019 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 24,4946 \text{ g}$$

$$\text{Peso húmedo neto} = 30,2019 \text{ g} - 22,1494 \text{ g} = 8,0525 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 24,4946 \text{ g} - 22,1494 \text{ g} = 2,3452 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0525 \text{ g} - 2,3452 \text{ g}}{8,0525 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 70,8761 \%$$

Ensayo 3.

$$\text{Peso Vidrio} = 29,2122 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 37,2900 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 31,2888 \text{ g}$$

$$\text{Peso húmedo neto} = 37,2900 \text{ g} - 29,2122 \text{ g} = 8,0778 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 31,2888 \text{ g} - 29,2122 \text{ g} = 2,0766 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0778 \text{ g} - 2,0766 \text{ g}}{8,0778 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 74,2925 \%$$

Ensayo 4.

$$\text{Peso Vidrio} = 32,5017 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 40,5554 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 34,9490 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 40,5554 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 8,0537 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 34,9490 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 2,4473 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0537 \text{ g} - 2,4473 \text{ g}}{8,0537 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 69,6127\%$$

Ensayo 5.

$$\text{Peso Vidrio} = 19,7987 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 27,8732 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 23,1234 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 27,8732 \text{ g} - 19,7987 \text{ g} = 8,0745 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 23,1234 \text{ g} - 19,7987 \text{ g} = 3,3247 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0745 \text{ g} - 3,3247 \text{ g}}{8,0745 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 58,8247 \%$$

Ensayo 6.

$$\text{Peso Vidrio} = 22,3331 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 30,4193 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 24,9440 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 30,4193 \text{ g} - 22,3331 \text{ g} = 8,0862 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 24,9440 \text{ g} - 22,3331 \text{ g} = 2,6109 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0862 \text{ g} - 2,6109 \text{ g}}{8,0862 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 61,7117 \%$$

Ensayo 7.

$$\text{Peso Vidrio} = 14,4689 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 22,4316 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 17,5031 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 22,4316 \text{ g} - 14,4689 \text{ g} = 7,9627 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 17,5031 \text{ g} - 14,4689 \text{ g} = 3,0342 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{7,9627 \text{ g} - 3,0342 \text{ g}}{7,9627 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 61,8948\%$$

Ensayo 8.

$$\text{Peso Vidrio} = 14,5595 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 22,4899 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 16,7586 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 22,4899 \text{ g} - 14,5595 \text{ g} = 7,9304 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 16,7586 \text{ g} - 14,5595 \text{ g} = 2,1991 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{7,9304 \text{ g} - 2,1991 \text{ g}}{7,9304 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 72,2699\%$$

Ensayo 9.

$$\text{Peso Vidrio} = 19,2642 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 27,1878 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 22,1270 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 27,1878 \text{ g} - 19,2642 \text{ g} = 7,9236 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 22,1270 \text{ g} - 19,2642 \text{ g} = 2,8628 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{7,9236 \text{ g} - 2,8628 \text{ g}}{7,9236 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 63,8699 \%$$

Diseño experimental 2 (HCl)

Ensayo 1.

$$\text{Peso Vidrio} = 27,8711 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 35,7910 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 30,5281 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 35,7910 \text{ g} - 27,8711 \text{ g} = 7,9199 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 30,5281 \text{ g} - 27,8711 \text{ g} = 2,6570 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{7,9199 \text{ g} - 2,6750 \text{ g}}{7,9199 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 66,4516\%$$

Ensayo 2.

$$\text{Peso Vidrio} = 22,1494 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 30,1828 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 24,4464 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 30,1828 \text{ g} - 22,1494 \text{ g} = 8,0334 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 24,4464 \text{ g} - 22,1494 \text{ g} = 2,4950 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0334 \text{ g} - 2,4950 \text{ g}}{8,0334 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 68,9422 \%$$

Ensayo 3.

$$\text{Peso Vidrio} = 29,2122 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 37,2655 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 32,1915 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 37,2655 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 8,0533 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 32,1915 \text{ g} - 29,2122 \text{ g} = 2,9793 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0533 \text{ g} - 2,9793 \text{ g}}{8,0533 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 63,0052\%$$

Ensayo 4.

$$\text{Peso Vidrio} = 32,5017 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 40,6204 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 36,1825 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 40,6204 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 8,1187 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 36,1825 \text{ g} - 32,5017 \text{ g} = 3,6808 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,1187 \text{ g} - 3,6808 \text{ g}}{8,1187 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 54,6627\%$$

Ensayo 5.

$$\text{Peso Vidrio} = 19,7987 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 27,7893 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 23,0895 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 27,7893 \text{ g} - 19,7987 \text{ g} = 7,9906 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 23,0895 \text{ g} - 19,7987 \text{ g} = 3,2908 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{7,9906 \text{ g} - 3,2908 \text{ g}}{7,9906 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 58,8166 \%$$

Ensayo 6.

$$\text{Peso Vidrio} = 22,3331 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 30,3776 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 25,1131 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 30,3776 \text{ g} - 22,3331 \text{ g} = 8,0445 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 25,1131 \text{ g} - 22,3331 \text{ g} = 2,7800 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0445 \text{ g} - 2,7800 \text{ g}}{8,0445 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 65,4422 \%$$

Ensayo 7.

$$\text{Peso Vidrio} = 14,4689 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 22,5036 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 17,0012 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 22,5036 \text{ g} - 14,4689 \text{ g} = 2,5323 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 17,0012 \text{ g} - 14,4689 \text{ g} = 4,1986 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0347 \text{ g} - 2,5323 \text{ g}}{8,0347 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 68,4829\%$$

Ensayo 8.

$$\text{Peso Vidrio} = 14,5595 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 22,5612 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 18,8763 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 22,5612 \text{ g} - 14,5595 \text{ g} = 8,0017 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 18,8763 \text{ g} - 14,5595 \text{ g} = 4,3168 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0017 \text{ g} - 4,3168 \text{ g}}{8,0017 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 46,0515 \%$$

Ensayo 9.

$$\text{Peso Vidrio} = 19,2642 \text{ g} \quad \text{Peso Húmedo} = 27,2997 \text{ g} \quad \text{Peso Seco} = 22,7740 \text{ g}$$

$$\text{Peso humedo neto} = 27,2997 \text{ g} - 19,2642 \text{ g} = 8,0355 \text{ g}$$

$$\text{Peso seco neto} = 22,7740 \text{ g} - 19,2642 \text{ g} = 3,5098 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{8,0355 \text{ g} - 3,5098 \text{ g}}{8,0355 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 56,3213 \%$$

Figura26. Continuación de la encuesta de propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca (hidrólisis ácida)

11		X					X		X		
12		X					X		X		
13		X				X		X			
14			X		X					X	
15		X					X		X		
16		X					X		X		
17		X					X			X	
18			X				X				X
19		X			X		X	X	X		
20		X					X	X			
21		X					X			X	
22		X			X				X		
23		X				X		X			
24			X				X				X
25		X					X		X		
26		X					X		X		
27		X				X		X			
28		X					X		X		
29		X					X			X	
30		X					X		X		
31			X				X		X		
32		X					X		X		
33			X				X				X

Fuente: elaboración propia

ANEXO E

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (COLOR) DE LA HIDRÓLISIS ALCALINA

Tabla 40. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.

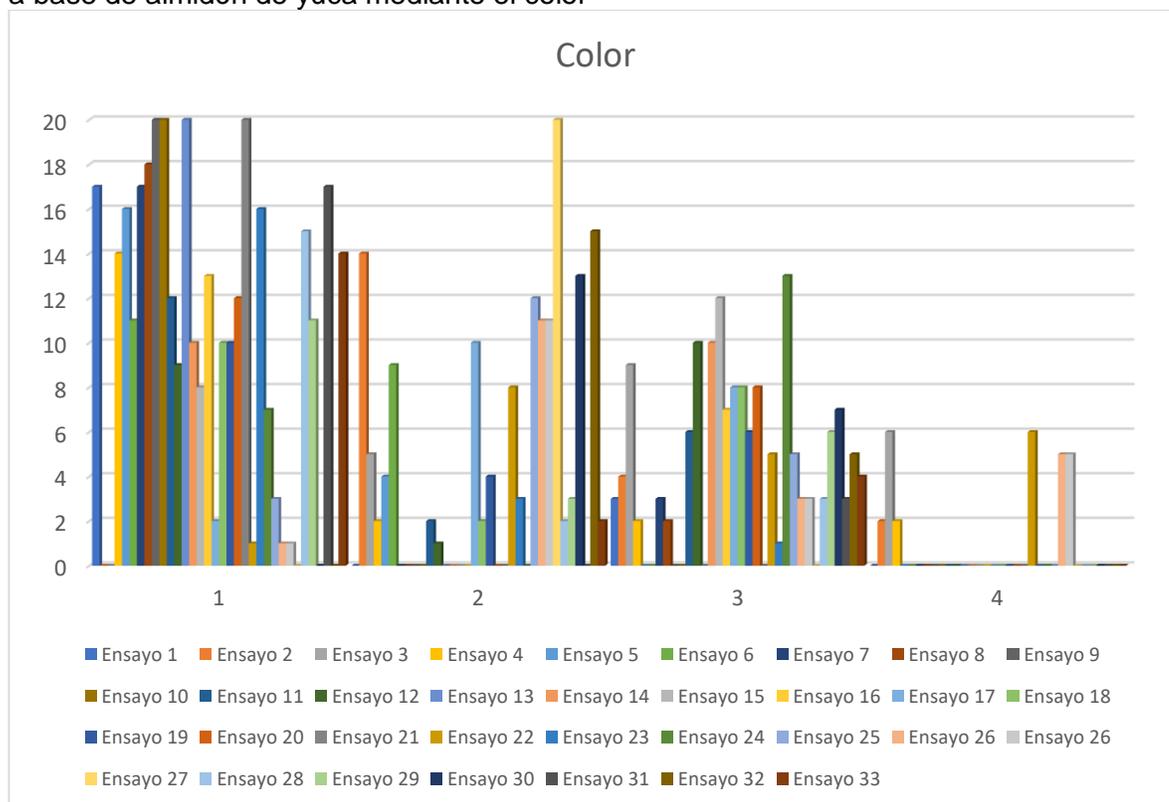
Color								
1	Amarrillo	85%	12	Amarrillo	45%	23	Amarrillo	80%
	Blanco	0%		Blanco	5%		Blanco	15%
	Rosado	15%		Rosado	50%		Rosado	5%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
2	Amarrillo	0%	13	Amarrillo	100%	24	Amarrillo	35%
	Blanco	70%		Blanco	0%		Blanco	0%
	Rosado	20%		Rosado	0%		Rosado	65%
	Traslúcido	10%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
3	Amarrillo	0%	14	Amarrillo	50%	25	Amarrillo	15%
	Blanco	25%		Blanco	0%		Blanco	60%
	Rosado	45%		Rosado	50%		Rosado	25%
	Traslúcido	30%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
4	Amarrillo	70%	15	Amarrillo	40%	26	Amarrillo	5%
	Blanco	10%		Blanco	0%		Blanco	55%
	Rosado	10%		Rosado	60%		Rosado	15%
	Traslúcido	10%		Traslúcido	0%		Traslúcido	25%
5	Amarrillo	80%	16	Amarrillo	65%	27	Amarrillo	0%
	Blanco	20%		Blanco	0%		Blanco	100%
	Rosado	0%		Rosado	35%		Rosado	0%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
6	Amarrillo	55%	17	Amarrillo	10%	28	Amarrillo	75%
	Blanco	45%		Blanco	50%		Blanco	10%
	Rosado	0%		Rosado	40%		Rosado	15%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
7	Amarrillo	85%	18	Amarrillo	50%	29	Amarrillo	55%
	Blanco	0%		Blanco	10%		Blanco	15%
	Rosado	15%		Rosado	40%		Rosado	30%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
8	Amarrillo	90%	19	Amarrillo	50%	30	Amarrillo	0%
	Blanco	0%		Blanco	20%		Blanco	65%
	Rosado	10%		Rosado	30%		Rosado	35%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%

Tabla 40. (Continuación)

Color								
9	Amarrillo	100%	20	Amarrillo	60%	31	Amarrillo	85%
	Blanco	0%		Blanco	0%		Blanco	0%
	Rosado	0%		Rosado	40%		Rosado	15%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
10	Amarrillo	100%	21	Amarrillo	100%	32	Amarrillo	0%
	Blanco	0%		Blanco	0%		Blanco	75%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	25%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
11	Amarrillo	60%	22	Amarrillo	5%	33	Amarrillo	70%
	Blanco	10%		Blanco	40%		Blanco	10%
	Rosado	30%		Rosado	25%		Rosado	20%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	30%		Traslúcido	0%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 13. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color



Fuente: elaboración propia

ANEXO F

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (OLOR) DE LA HIDRÓLISIS ALCALINA

Tabla 41. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.

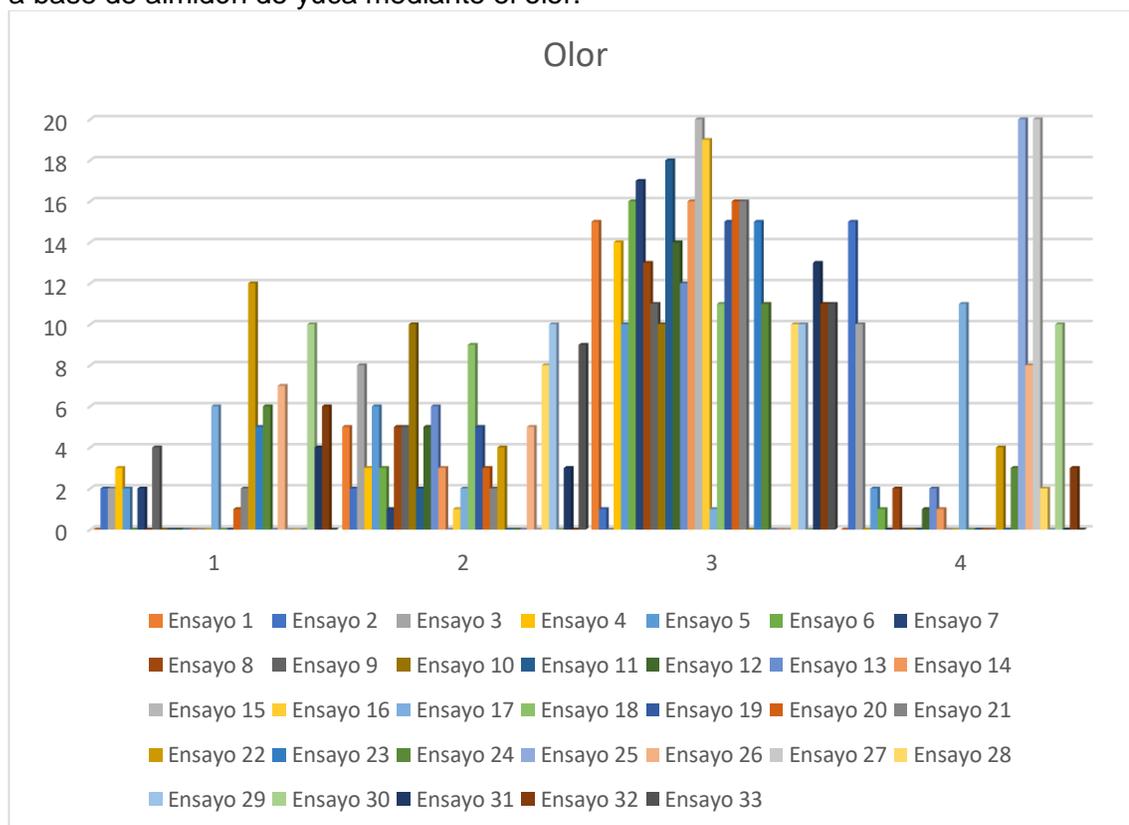
Olor								
1	Agradable	0%	12	Agradable	0%	23	Agradable	25%
	Tolerable	25%		Tolerable	25%		Tolerable	0%
	Desagradable	75%		Desagradable	70%		Desagradable	75%
	Sin olor	0%		Sin olor	5%		Sin olor	0%
2	Agradable	10%	13	Agradable	0%	24	Agradable	30%
	Tolerable	10%		Tolerable	30%		Tolerable	0%
	Desagradable	5%		Desagradable	60%		Desagradable	55%
	Sin olor	75%		Sin olor	10%		Sin olor	15%
3	Agradable	10%	14	Agradable	0%	25	Agradable	0%
	Tolerable	40%		Tolerable	15%		Tolerable	0%
	Desagradable	0%		Desagradable	80%		Desagradable	0%
	Sin olor	50%		Sin olor	5%		Sin olor	100%
4	Agradable	15%	15	Agradable	0%	26	Agradable	35%
	Tolerable	15%		Tolerable	0%		Tolerable	25%
	Desagradable	70%		Desagradable	100%		Desagradable	0%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	40%
5	Agradable	10%	16	Agradable	0%	27	Agradable	0%
	Tolerable	30%		Tolerable	5%		Tolerable	0%
	Desagradable	50%		Desagradable	95%		Desagradable	0%
	Sin olor	10%		Sin olor	0%		Sin olor	100%
6	Agradable	0%	17	Agradable	30%	28	Agradable	0%
	Tolerable	15%		Tolerable	10%		Tolerable	40%
	Desagradable	80%		Desagradable	5%		Desagradable	50%
	Sin olor	5%		Sin olor	55%		Sin olor	10%
7	Agradable	10%	18	Agradable	0%	29	Agradable	0%
	Tolerable	5%		Tolerable	45%		Tolerable	50%
	Desagradable	85%		Desagradable	55%		Desagradable	50%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%
8	Agradable	0%	19	Agradable	0%	30	Agradable	50%
	Tolerable	25%		Tolerable	25%		Tolerable	0%
	Desagradable	65%		Desagradable	75%		Desagradable	0%
	Sin olor	10%		Sin olor	0%		Sin olor	50%
9	Agradable	20%	20	Agradable	5%	31	Agradable	20%
	Tolerable	25%		Tolerable	15%		Tolerable	15%
	Desagradable	55%		Desagradable	80%		Desagradable	65%

Tabla 41. (Continuación)

Olor								
9	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%
10	Tolerable	25%	21	Tolerable	15%	32	Tolerable	15%
	Desagradable	55%		Desagradable	80%		Desagradable	65%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	15%
11	Agradable	0%	22	Agradable	60%	33	Agradable	0%
	Tolerable	10%		Tolerable	20%		Tolerable	45%
	Desagradable	90%		Desagradable	0%		Desagradable	55%
	Sin olor	0%		Sin olor	20%		Sin olor	0%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 14. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.



Fuente: elaboración propia.

ANEXO G

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (SENSACIÓN AL TACTO) DE LA HIDRÓLISIS ALCALINA

Tabla 42. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.

Sensación al tacto								
1	Líquido (aguado)	45%	12	Líquido (aguado)	60%	23	Líquido (aguado)	75%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	10%		Denso (espeso)	10%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	55%		Arenoso (Grumoso)	30%		Arenoso (Grumoso)	15%
2	Líquido (aguado)	10%	13	Líquido (aguado)	65%	24	Líquido (aguado)	90%
	Denso (espeso)	90%		Denso (espeso)	35%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	10%
3	Líquido (aguado)	5%	14	Líquido (aguado)	80%	25	Líquido (aguado)	25%
	Denso (espeso)	95%		Denso (espeso)	20%		Denso (espeso)	75%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%
4	Líquido (aguado)	45%	15	Líquido (aguado)	30%	26	Líquido (aguado)	10%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	90%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	55%		Arenoso (Grumoso)	70%		Arenoso (Grumoso)	0%
5	Líquido (aguado)	70%	16	Líquido (aguado)	10%	27	Líquido (aguado)	25%
	Denso (espeso)	20%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	75%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	10%		Arenoso (Grumoso)	90%		Arenoso (Grumoso)	0%

Tabla 42. (Continuación)

Sensación al tacto								
6	Líquido (aguado)	0%	17	Líquido (aguado)	0%	28	Líquido (aguado)	100%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	100%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	100%		Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%
7	Líquido (aguado)	100%	18	Líquido (aguado)	55%	29	Líquido (aguado)	25%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	10%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	35%		Arenoso (Grumoso)	75%
8	Líquido (aguado)	0%	19	Líquido (aguado)	10%	30	Líquido (aguado)	45%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	55%
	Sólido (duro)	100%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	90%		Arenoso (Grumoso)	0%
9	Líquido (aguado)	75%	20	Líquido (aguado)	100%	31	Líquido (aguado)	0%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	100%
	Arenoso (Grumoso)	25%		Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%
10	Líquido (aguado)	100%	21	Líquido (aguado)	0%	32	Líquido (aguado)	25%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	75%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	90%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	10%		Arenoso (Grumoso)	0%

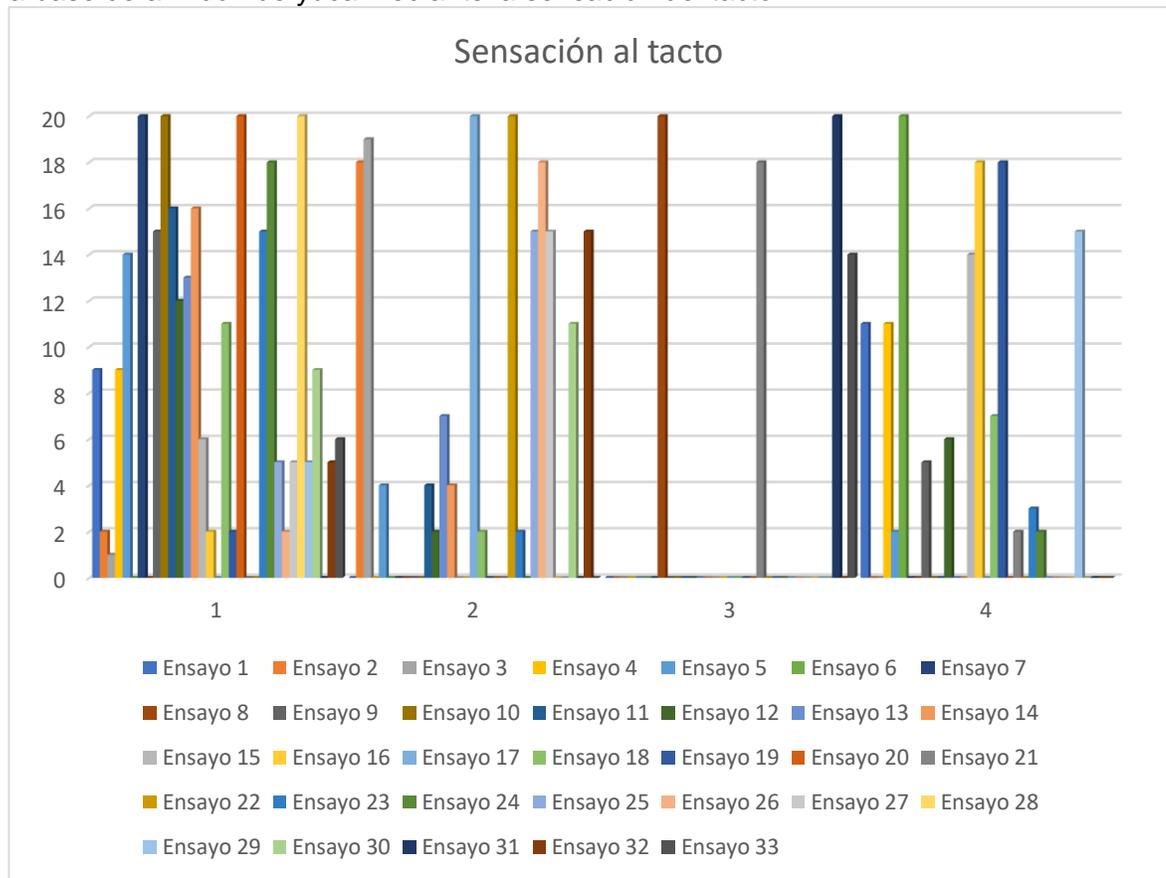
Fuente: elaboración propia.

Tabla 42. (Continuación)

Sensación al tacto								
11	Líquido (aguado)	80%	22	Líquido (aguado)	0%	33	Líquido (aguado)	30%
	Denso (espeso)	20%		Denso (espeso)	100%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	70%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	0%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 15. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto



Fuente: elaboración propia.

ANEXO H

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (COLOR) DE LA HIDRÓLISIS ÁCIDA

Tabla 43. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color.

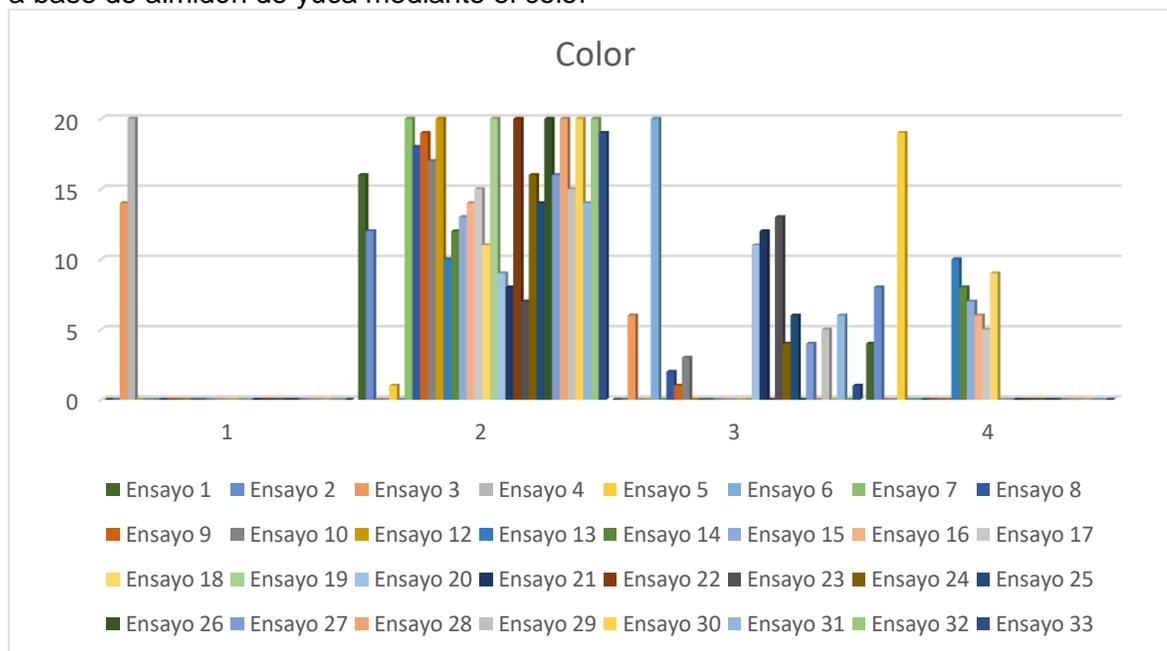
Color								
1	Amarrillo	0%	12	Amarrillo	0%	23	Amarrillo	0%
	Blanco	80%		Blanco	100%		Blanco	35%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	65%
	Traslúcido	20%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
2	Amarrillo	0%	13	Amarrillo	0%	24	Amarrillo	0%
	Blanco	60%		Blanco	50%		Blanco	80%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	20%
	Traslúcido	40%		Traslúcido	50%		Traslúcido	0%
3	Amarrillo	70%	14	Amarrillo	0%	25	Amarrillo	0%
	Blanco	0%		Blanco	60%		Blanco	70%
	Rosado	30%		Rosado	0%		Rosado	30%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	40%		Traslúcido	0%
4	Amarrillo	100%	15	Amarrillo	0%	26	Amarrillo	0%
	Blanco	0%		Blanco	65%		Blanco	100%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	0%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	35%		Traslúcido	0%
5	Amarrillo	0%	16	Amarrillo	0%	27	Amarrillo	0%
	Blanco	5%		Blanco	70%		Blanco	80%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	20%
	Traslúcido	95%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
6	Amarrillo	0%	17	Amarrillo	0%	28	Amarrillo	0%
	Blanco	0%		Blanco	75%		Blanco	100%
	Rosado	100%		Rosado	0%		Rosado	0%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	25%		Traslúcido	0%
7	Amarrillo	0%	18	Amarrillo	0%	29	Amarrillo	0%
	Blanco	100%		Blanco	55%		Blanco	75%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	25%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	45%		Traslúcido	0%
8	Amarrillo	0%	19	Amarrillo	0%	30	Amarrillo	0%
	Blanco	90%		Blanco	100%		Blanco	100%
	Rosado	10%		Rosado	0%		Rosado	0%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%

Tabla 43. (Continuación)

		Color				Color		
9	Amarrillo	0%	20	Amarrillo	0%	31	Amarrillo	0%
	Blanco	95%		Blanco	45%		Blanco	70%
	Rosado	5%		Rosado	55%		Rosado	30%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
10	Amarrillo	0%	21	Amarrillo	0%	32	Amarrillo	0%
	Blanco	85%		Blanco	40%		Blanco	100%
	Rosado	15%		Rosado	60%		Rosado	0%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%
11	Amarrillo	0%	22	Amarrillo	0%	33	Amarrillo	0%
	Blanco	100%		Blanco	100%		Blanco	95%
	Rosado	0%		Rosado	0%		Rosado	5%
	Traslúcido	0%		Traslúcido	0%		Traslúcido	0%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 16. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el color



Fuente: elaboración propia.

ANEXO I

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (OLOR) DE LA HIDRÓLISIS ÁCIDA

Tabla 44. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor.

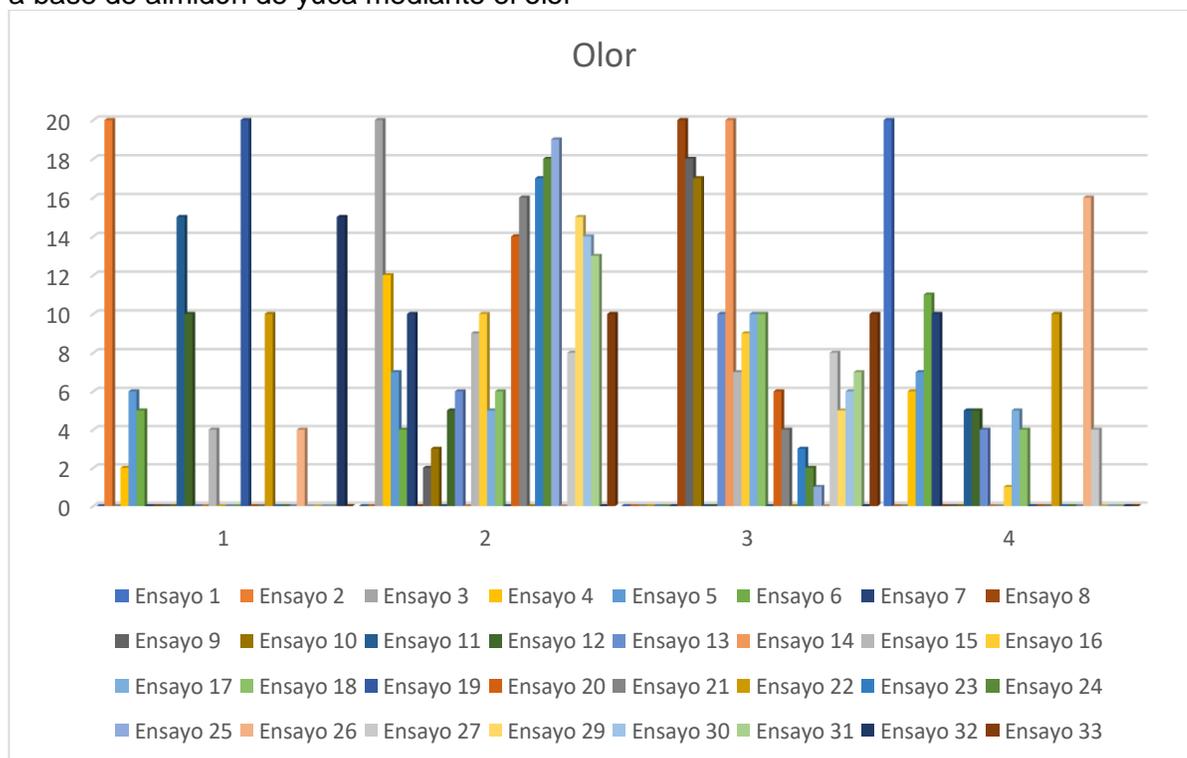
Olor								
1	Agradable	0%	12	Agradable	50%	23	Agradable	0%
	Tolerable	0%		Tolerable	25%		Tolerable	85%
	Desagradable	0%		Desagradable	0%		Desagradable	15%
	Sin olor	100%		Sin olor	25%		Sin olor	0%
2	Agradable	100%	13	Agradable	0%	24	Agradable	0%
	Tolerable	0%		Tolerable	30%		Tolerable	90%
	Desagradable	0%		Desagradable	50%		Desagradable	10%
	Sin olor	0%		Sin olor	20%		Sin olor	0%
3	Agradable	0%	14	Agradable	0%	25	Agradable	0%
	Tolerable	100%		Tolerable	0%		Tolerable	95%
	Desagradable	0%		Desagradable	100%		Desagradable	5%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%
4	Agradable	10%	15	Agradable	20%	26	Agradable	20%
	Tolerable	60%		Tolerable	45%		Tolerable	0%
	Desagradable	0%		Desagradable	35%		Desagradable	0%
	Sin olor	30%		Sin olor	0%		Sin olor	80%
5	Agradable	30%	16	Agradable	0%	27	Agradable	0%
	Tolerable	35%		Tolerable	50%		Tolerable	40%
	Desagradable	0%		Desagradable	45%		Desagradable	40%
	Sin olor	35%		Sin olor	5%		Sin olor	20%
6	Agradable	25%	17	Agradable	0%	28	Agradable	15%
	Tolerable	20%		Tolerable	25%		Tolerable	0%
	Desagradable	0%		Desagradable	50%		Desagradable	0%
	Sin olor	55%		Sin olor	25%		Sin olor	85%
7	Agradable	0%	18	Agradable	0%	29	Agradable	0%
	Tolerable	50%		Tolerable	30%		Tolerable	75%
	Desagradable	0%		Desagradable	50%		Desagradable	25%
	Sin olor	50%		Sin olor	20%		Sin olor	%
8	Agradable	0%	19	Agradable	100%	30	Agradable	0%
	Tolerable	0%		Tolerable	0%		Tolerable	70%
	Desagradable	100%		Desagradable	0%		Desagradable	30%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%

Tabla 44. (Continuación)

Olor								
9	Agradable	0%	20	Agradable	0%	31	Agradable	0%
	Tolerable	10%		Tolerable	70%		Tolerable	65%
	Desagradable	90%		Desagradable	30%		Desagradable	35%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%
10	Agradable	0%	21	Agradable	0%	32	Agradable	100%
	Tolerable	15%		Tolerable	80%		Tolerable	0%
	Desagradable	85%		Desagradable	20%		Desagradable	0%
	Sin olor	0%		Sin olor	0%		Sin olor	0%
11	Agradable	75%	22	Agradable	50%	33	Agradable	0%
	Tolerable	0%		Tolerable	0%		Tolerable	50%
	Desagradable	0%		Desagradable	0%		Desagradable	50%
	Sin olor	25%		Sin olor	50%		Sin olor	0%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 17. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante el olor



Fuente: elaboración propia.

ANEXO J

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (SENSACIÓN AL TACTO) DE LA HIDRÓLISIS ÁCIDA

Tabla 45. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto.

Sensación al tacto								
1	Líquido (aguado)	0%	12	Líquido (aguado)	0%	23	Líquido (aguado)	0%
	Denso (espeso)	80%		Denso (espeso)	95%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	85%
	Arenoso (Grumoso)	20%		Arenoso (Grumoso)	5%		Arenoso (Grumoso)	15%
2	Líquido (aguado)	0%	13	Líquido (aguado)	0%	24	Líquido (aguado)	100%
	Denso (espeso)	70%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	65%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	30%		Arenoso (Grumoso)	35%		Arenoso (Grumoso)	0%
3	Líquido (aguado)	85%	14	Líquido (aguado)	0%	25	Líquido (aguado)	90%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	70%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	15%		Arenoso (Grumoso)	30%		Arenoso (Grumoso)	10%
4	Líquido (aguado)	90%	15	Líquido (aguado)	0%	26	Líquido (aguado)	0%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	95%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	90%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	10%		Arenoso (Grumoso)	10%		Arenoso (Grumoso)	5%
5	Líquido (aguado)	55%	16	Líquido (aguado)	0%	27	Líquido (aguado)	85%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	55%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	45%		Arenoso (Grumoso)	45%		Arenoso (Grumoso)	15%

Tabla 45. (Continuación)

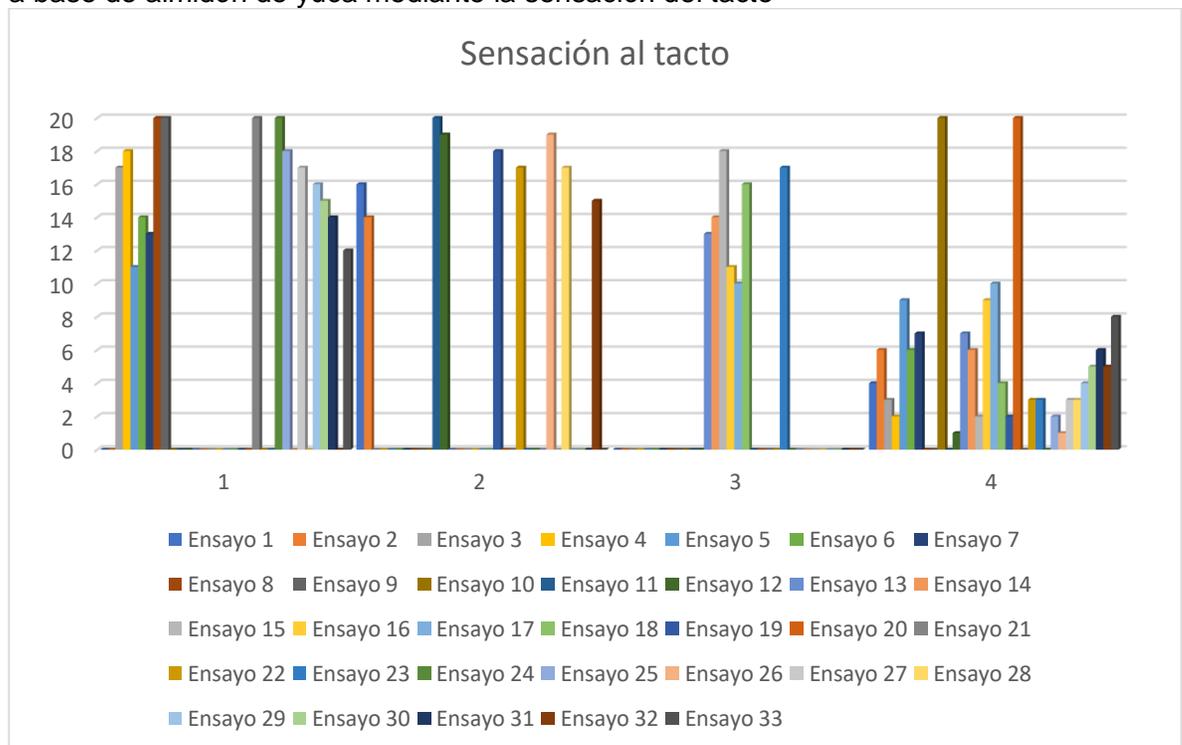
Sensación al tacto								
6	Líquido (aguado)	70%	17	Líquido (aguado)	0%	28	Líquido (aguado)	0%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	85%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	50%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	30%		Arenoso (Grumoso)	50%		Arenoso (Grumoso)	15%
7	Líquido (aguado)	65%	18	Líquido (aguado)	0%	29	Líquido (aguado)	80%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	80%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	35%		Arenoso (Grumoso)	20%		Arenoso (Grumoso)	20%
8	Líquido (aguado)	100%	19	Líquido (aguado)	0%	30	Líquido (aguado)	75%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	90%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	10%		Arenoso (Grumoso)	25%
9	Líquido (aguado)	100%	20	Líquido (aguado)	0%	31	Líquido (aguado)	70%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	100%		Arenoso (Grumoso)	30%
10	Líquido (aguado)	0%	21	Líquido (aguado)	100%	32	Líquido (aguado)	0%
	Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	0%		Denso (espeso)	75%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	100%		Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	25%

Tabla 45. (Continuación)

Sensación al tacto								
11	Líquido (aguado)	0%	22	Líquido (aguado)	0%	33	Líquido (aguado)	60%
	Denso (espeso)	100%		Denso (espeso)	85%		Denso (espeso)	0%
	Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%		Sólido (duro)	0%
	Arenoso (Grumoso)	0%		Arenoso (Grumoso)	15%		Arenoso (Grumoso)	40%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 18. Resultados de la determinación de las propiedades organolépticas del adhesivo a base de almidón de yuca mediante la sensación del tacto



Fuente: elaboración propia.

ANEXO K

BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA (HCL)

Tabla 46. Balance energético y calor disipado para la hidrólisis ácida (HCl)

Ensayo	Energía de la estufa (kJ)	Energía del almidón de yuca (kJ)	Energía requerida del agua (kJ)	Energía requerida para el HCl (kJ)	Energía requerida para la glicerina (kJ)	Calor disipado (kJ)
1	660	0,8456	5,6430	0,2330	0,4128	652,8656
2	660	2,9751	11,9130	0,4920	0,8714	643,7485
3	1320	1,9625	9,8230	0,4057	0,7185	1307,0902
4	1320	1,4093	5,6430	0,3107	0,4128	1312,2242
5	1980	1,7851	11,9130	0,3280	0,8714	1965,1025
6	1980	2,9751	11,9130	0,6560	0,8714	1963,5845
7	1980	0,8456	5,6430	0,3107	0,4128	1972,7879
8	660	1,7851	11,9130	0,6560	0,8714	644,7745
9	1320	1,5450	7,7330	0,3194	0,5657	1309,8370
10	1980	1,1274	5,6430	0,3107	0,4128	1972,5061
11	1980	1,4093	5,6430	0,1554	0,4128	1972,3796
12	660	2,4532	9,8230	0,5409	0,7185	646,4644
13	1320	1,7851	11,9130	0,6560	0,8714	1304,7745
14	660	2,9751	11,9130	0,3280	0,8714	643,9125
15	1980	0,8456	5,6430	0,1554	0,4128	1972,9433
16	1980	1,4093	5,6430	0,2330	0,4128	1972,3019
17	1980	1,7851	11,9130	0,6560	0,8714	1964,7745
18	660	0,8456	5,6430	0,3107	0,4128	652,7879
19	1320	0,8456	5,6430	0,1554	0,4128	1312,9433
20	660	1,4093	5,6430	0,1554	0,4128	652,3796
21	660	1,4719	9,8230	0,2704	0,7185	647,7161
22	1980	2,4532	9,8230	0,5409	0,7185	1966,4644
23	660	1,7851	11,9130	0,3280	0,8714	645,1025
24	1980	2,9751	11,9130	0,3280	0,8714	1963,9125
25	1320	2,9751	11,9130	0,3280	0,8714	1303,9125
26	660	1,4093	5,6430	0,3107	0,4128	652,2242
27	660	2,3801	11,9130	0,6560	0,8714	644,1795
28	1980	2,3801	11,9130	0,3280	0,8714	1964,5075
29	660	2,9751	11,9130	0,6560	0,8714	643,5845
30	1980	1,9312	7,7330	0,2129	0,5657	1969,5572
31	1980	1,1587	7,7330	0,4258	0,5657	1970,1168

Tabla 46. (Continuación)

Ensayo	Energía de la estufa (kJ)	Energía del almidón de yuca (kJ)	Energía requerida del agua (kJ)	Energía requerida para el HCl (kJ)	Energía requerida para la glicerina (kJ)	Calor disipado (kJ)
32	1980	1,7851	11,9130	0,4920	0,8714	1964,9385
33	660	1,1274	5,6430	0,1554	0,4128	652,6614

Fuente: elaboración propia

ANEXO L

DETERMINACIÓN DE VOLUMEN PARA PROCESO HIDROLÍTICO (HCl)

Tabla 47. Resultados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis ácida

Ensayo	Volumen requerido de almidón (L)	Volumen requerido de HCl (L)	Volumen total requerido (L)
1	0,0200	0,0042	0,0821
2	0,0333	0,0042	0,0955
3	0,0267	0,0042	0,0888
4	0,0333	0,0056	0,0969
5	0,0200	0,0028	0,0807
6	0,0333	0,0056	0,0969
7	0,0200	0,0056	0,0836
8	0,0200	0,0056	0,0836
9	0,0267	0,0042	0,0888
10	0,0267	0,0056	0,0902
11	0,0333	0,0028	0,0941
12	0,0333	0,0056	0,0969
13	0,0200	0,0056	0,0836
14	0,0333	0,0028	0,0941
15	0,0200	0,0028	0,0807
16	0,0333	0,0042	0,0955
17	0,0200	0,0056	0,0836
18	0,0200	0,0056	0,0836
19	0,0200	0,0028	0,0807
20	0,0333	0,0028	0,0941
21	0,0200	0,0028	0,0807
22	0,0333	0,0056	0,0969
23	0,0200	0,0028	0,0807
24	0,0333	0,0028	0,0941
25	0,0333	0,0028	0,0941
26	0,0333	0,0056	0,0969
27	0,0267	0,0056	0,0902
28	0,0267	0,0028	0,0874
29	0,0333	0,0056	0,0969
30	0,0333	0,0028	0,0941
31	0,0200	0,0056	0,0836
32	0,0200	0,0042	0,0821
33	0,0267	0,0028	0,0874

Fuente: elaboración propia

ANEXO M
BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA (NaOH)

Tabla 48. Balance energético y calor disipado para el hidróxido de sodio (NaOH)

Ensayo	Energía de la estufa (KJ)	Energía del almidón de yuca	Energía requerida del agua	Energía requerida para el NaOH	Glicerina	Calor disipado
1	1980	1,4093	11,286	0,0000	0,4128	1966,8920
2	1980	3,7580	30,096	0,2865	1,1008	1944,7587
3	1980	1,4093	11,286	0,0358	0,4128	1966,8561
4	660	3,7580	30,096	0,0000	1,1008	625,0452
5	660	1,1274	11,286	0,0000	0,4128	647,1738
6	1980	3,3822	30,096	0,2865	1,1008	1945,1345
7	660	1,2683	11,286	0,1075	0,4128	646,9254
8	660	3,7580	30,096	0,2865	1,1008	624,7587
9	660	3,0064	30,096	0,0000	1,1008	625,7968
10	1980	2,9751	23,826	0,2268	0,8714	1952,1006
11	660	3,0064	30,096	0,2865	1,1008	625,5103
12	1980	1,1274	11,286	0,1075	0,4128	1967,0664
13	1320	3,7580	30,096	0,0000	1,1008	1285,0452
14	660	2,3801	23,826	0,2268	0,8714	632,6956
15	1320	3,0064	30,096	0,2865	1,1008	1285,5103
16	660	3,3822	30,096	0,0000	1,1008	625,4210
17	660	1,1274	11,286	0,1075	0,4128	647,0664
18	1980	3,0064	30,096	0,0000	1,1008	1945,7968
19	1980	1,2683	11,286	0,0000	0,4128	1967,0329
20	1980	1,1274	11,286	0,0000	0,4128	1967,1738
21	660	3,7580	30,096	0,1910	1,1008	624,8542
22	1320	1,9730	17,556	0,1114	0,6421	1299,7175
23	1980	2,3801	23,826	0,0000	0,8714	1952,9225
24	660	1,4093	11,286	0,0000	0,4128	646,8920
25	1980	1,7538	17,556	0,1672	0,6421	1959,8810
26	1980	3,0064	30,096	0,1910	1,1008	1945,6058
27	660	1,4093	11,286	0,1075	0,4128	646,7845
28	660	1,1274	11,286	0,0358	0,4128	647,1380
29	1980	3,7580	30,096	0,0000	1,1008	1945,0452
30	1980	1,4093	11,286	0,1075	0,4128	1966,7845
31	1320	1,1274	11,286	0,0000	0,4128	1307,1738
32	1320	1,4093	11,286	0,1075	0,4128	1306,7845
33	660	2,1922	17,556	0,0000	0,6421	639,6097

Fuente: elaboración propia

ANEXO N

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN PARA EL PROCESO HIDROLÍTICO (NaOH)

Tabla 49. Resultados de la determinación de volumen requerido para el proceso de hidrólisis alcalina

Ensayo	Volumen requerido de almidón	Volumen requerido de NaOH	Volumen total requerido
1	0,0333	0,0000	0,1413
2	0,0333	0,0009	0,1422
3	0,0333	0,0003	0,1416
4	0,0333	0,0000	0,1413
5	0,0267	0,0000	0,1346
6	0,0300	0,0009	0,1389
7	0,0300	0,0009	0,1389
8	0,0333	0,0009	0,1422
9	0,0267	0,0000	0,1346
10	0,0333	0,0009	0,1422
11	0,0267	0,0009	0,1356
12	0,0267	0,0009	0,1356
13	0,0333	0,0000	0,1413
14	0,0267	0,0009	0,1356
15	0,0267	0,0009	0,1356
16	0,0300	0,0000	0,1379
17	0,0267	0,0009	0,1356
18	0,0267	0,0000	0,1346
19	0,0300	0,0000	0,1379
20	0,0267	0,0000	0,1346
21	0,0333	0,0006	0,1419
22	0,0300	0,0006	0,1386
23	0,0267	0,0000	0,1346
24	0,0333	0,0000	0,1413
25	0,0267	0,0009	0,1356
26	0,0267	0,0006	0,1352
27	0,0333	0,0009	0,1422
28	0,0267	0,0003	0,1349
29	0,0333	0,0000	0,1413
30	0,0333	0,0009	0,1422
31	0,0267	0,0000	0,1346
32	0,0333	0,0009	0,1422
33	0,0333	0,0000	0,1413

Fuente: elaboración propia

ANEXO O

COTIZACIÓN DE EQUIPOS Y FICHAS TÉCNICAS DE INSUMOS

Figura 27. Cita quirúrgica adhesiva de la marca HARTMANN



Cosmopor® E steril

Apósito autoadhesivo estéril. Soporte en no tejido flexible, permeable al aire y al vapor de agua. Adhesivo de poliacrilato **hipoalergénico**. Compresa central absorbente y antiadherente. Indicado para el recubrimiento de heridas. Envasado individualmente en sobre estéril.

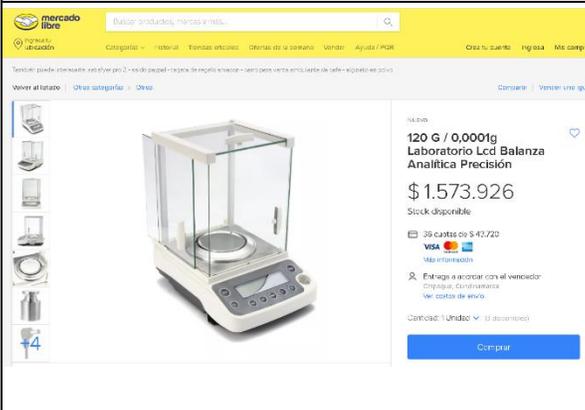


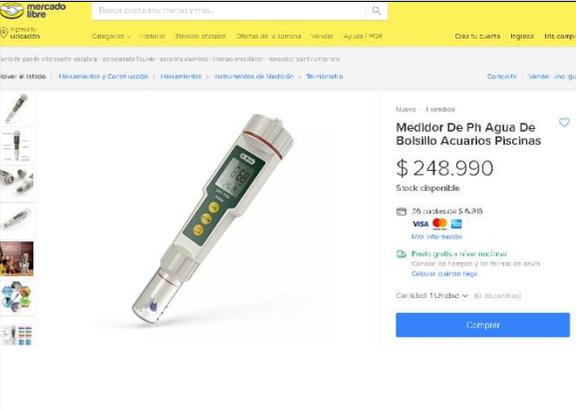
Código	Dimensiones	Presentación	Precio
710-028	7,2 x 5 cm	Caja 50 u.	5,40 €
			\$ 20.600

Fuente. APÓSITOS Y ALGODÓN, MEDICAL. [Consultado el 31 de octubre 2019]
 Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1_Apositos_y_algodon.pdf]

Cuadro 9. Cotización de los equipos y maquinaria utilizada para la elaboración del adhesivo a base de almidón de yuca

Cotización de equipos





Cuadro 9. (Continuación)

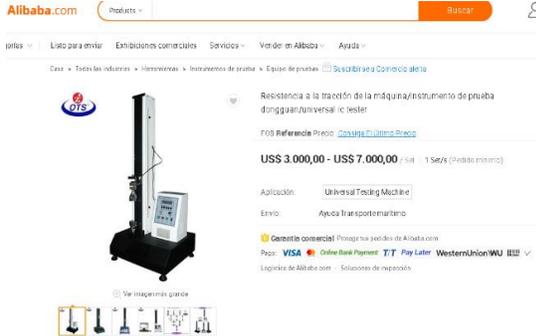
Cotización de equipos

<p>mercado libre Buscar productos, marcas y más... Categoría: Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros de la ciencia > Vender > Ayuda / PQR > Crear tu cuenta > Ingresar > Mis compras</p> <p>Ver el listado > Instrumentos y Otros > Medidores de Instrumentos > Otros > Comprar > Vender una guía</p> <p>Vevor Viscometro Digital Fluidimetro Medidor De Precision \$2.852.990 Stock disponible 12 cuotas de \$ 237.40 al interés VISA MasterCard Más información Entrega a acordar con el vendedor Calcular los tiempos y los costos de envío Ver costos de envío Cantidad: 1 Unidad > 0 disponibles Comprar</p>	<p>mercado libre Buscar productos, marcas y más... Categoría: Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros de la ciencia > Vender > Ayuda / PQR > Crear tu cuenta > Ingresar > Mis compras</p> <p>Ver el listado > Instrumentos y Otros > Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros > Comprar > Vender una guía</p> <p>Horno De Laboratorio De Convección Por Gravedad \$4.500.000 Stock disponible 35 cuotas de \$ 125.000 VISA MasterCard Más información Entrega a acordar con el vendedor Calcular los tiempos y los costos de envío Ver costos de envío 0 días disponible Comprar</p>
<p>mercado libre Buscar productos, marcas y más... Categoría: Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros de la ciencia > Vender > Ayuda / PQR > Crear tu cuenta > Ingresar > Mis compras</p> <p>Ver el listado > Salud y Equipamiento Médico > Equipamiento Médico > Otros > Comprar > Vender una guía</p> <p>Probetas Graduadas De Vidrio 100 Ml Clase B Modelo 2103080 \$66.250 Stock disponible 12 cuotas de \$ 5.521 al interés VISA MasterCard Más información Entrega a acordar con el vendedor Calcular los tiempos y los costos de envío Ver costos de envío 0 días disponible Comprar</p>	<p>mercado libre Buscar productos, marcas y más... Categoría: Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros de la ciencia > Vender > Ayuda / PQR > Crear tu cuenta > Ingresar > Mis compras</p> <p>Ver el listado > Instrumentos y Equipamiento Científico > Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros > Comprar > Vender una guía</p> <p>Plancha De Calentamiento Con Agitación Magnética 1600 Rpm \$415.000 Stock disponible 12 cuotas de \$ 34.583 al interés VISA MasterCard Más información Envío gratis a nivel nacional Calcular los tiempos y los costos de envío Calcular cuando llega Cantidad: 1 Unidad > 0 disponibles Comprar</p>
<p>mercado libre Buscar productos, marcas y más... Categoría: Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros de la ciencia > Vender > Ayuda / PQR > Crear tu cuenta > Ingresar > Mis compras</p> <p>Ver el listado > Salud y Equipamiento Médico > Cuidado de la Salud > Termómetros > Comprar > Vender una guía</p> <p>Desecador De Vidrio De 240mm Jar, Desecador De Laboratorio \$1.823.990 Stock disponible 36 cuotas de \$ 50.666 VISA MasterCard Más información Envío gratis a nivel nacional Calcular los tiempos y los costos de envío Calcular cuando llega Cantidad: 1 Unidad > 0 disponibles Comprar</p>	<p>mercado libre Buscar productos, marcas y más... Categoría: Instrumentos Científicos > Instrumentos Científicos > Otros de la ciencia > Vender > Ayuda / PQR > Crear tu cuenta > Ingresar > Mis compras</p> <p>Ver el listado > Salud y Equipamiento Médico > Cuidado de la Salud > Termómetros > Comprar > Vender una guía</p> <p>Termómetro De Laboratorio 2 L Graduaciones \$95.000 Stock disponible 35 cuotas de \$ 2.630 VISA MasterCard Más información Envío gratis a nivel nacional Calcular los tiempos y los costos de envío Calcular cuando llega 0 días disponible Comprar</p>

Fuente: elaboración propia

Cuadro 9. (Continuación)

Cotización de equipos



Fuente: elaboración propia

Cuadro 10. Cotización de insumos químicos requeridos para la producción de un adhesivo a base de almidón de yuca.

Cotización de insumos	
<p>Almidón De Yuca Extra X 1000 Grs - kg a \$10200 \$10,200 Stock disponible 36 cartas de \$ 283 Envío a nivel nacional Cantidad: 1 Unidad</p>	<p>Agua Destilada Desmineralizada Para Consumo Y Medicinal \$16,000 Stock disponible 12 cartas de \$ 1,333 sin Interés Envío a nivel nacional Cantidad: 1 Unidad</p>
<p>Hidróxido De Sodio-lejía-soda Cáustica Naoh 99.9% Puro 10kg \$159,900 Stock disponible 12 cartas de \$ 13,325 sin Interés Entrega a acordar con el vendedor Cantidad: 1 Unidad</p>	<p>Ácido Clorhídrico Al 4 % X 500 Cc \$31,000 Stock disponible 36 cartas de \$ 861 Entrega a acordar con el vendedor Cantidad: 1 Unidad</p>
<p>Glicerina Vegetal De Medio Galon (64 Onzas) Usp Vg Grado All \$147,990 Stock disponible 12 cartas de \$ 12,332 sin Interés Envío gratis a nivel nacional Cantidad: 1 Unidad</p>	

Fuente: elaboración propia

Figura 28. Ficha técnica del almidón de yuca

 CENTRO AGROPECUARIO "LA GRANJA" SENA - ESPINAL	FICHA TECNICA DEL ALMIDON DE YUCA		PROGRAMA BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA BPM
			PROGRAMA DE CONTROL DE PROVEEDORES
Preparado por: LUISA KARINA SANCHEZ	Aprobado por: HARRISON MORENO PEÑA	Fecha: 24 DE AGOSTO DE 2010	Versión: 2010

NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	ALMIDON DE YUCA	
PROVEEDOR	No registra	
DESCRIPCION FISICA DEL PRODUCTO	<p>Es una harina que se obtiene de la yuca. Es Utilizado principalmente para alimentación humana en productos de confitería y en especial en la preparación de panes. Contiene proteínas, grasa, Carbohidratos, ceniza humedad y fibra.</p>	
INGREDIENTES PRINCIPALES	yuca	
INGREDIENTES SECUNDARIOS	No aplica	
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	Apariencia	polvo fino
	Color	blanca
	Olor	característico de la yuca
	Sabor	característico de la yuca
	pH	6
	Textura	polvo
CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	No aplica	
ESTADO DE LA PRIMA Y/O INSUMO	Líquido	
	Sólido	polvo
	Gaseoso	
EMPAQUES Y PRESENTACIONES	Bolsas de polipropileno	
CANTIDAD	500 g y 1000 g	

Figura 28. (Continuación)

INSTRUCCIONES EN LA ETIQUETA	Consérvese en un lugar fresco y seco	
NUMERO DE REGISTRO SANITARIO (SI APLICA)	No aplica	
VIDA UTIL ESPERADA	12	meses
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	Ambiente	25-30°C
	Refrigeración	
	Congelación	
NORMATIVIDAD QUE RIGE LA MATERIA PRIMA Y/O INSUMO	CODEX STAN 176-1989	
CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO	Conservar en un lugar fresco y evitar la humedad	

Fuente. SÁNCHEZ Luisa Karina, PROGRAMA BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA BPM, FICHA TECNICA DEL ALMIDON DE YUCA. CENTRO AGROPECUARIO “LA GRANJA” SENA – ESPINAL

Figura 29. Ficha técnica del agua destilada



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS
AGUA DESTILADA

SECCIÓN I: DATOS GENERALES

HSA: 170 / 1.0 Nombre comercial: **AGUA DESTILADA**
 No. ONU: **SIR** No. CAS: **7732-18-5**
 Elaborado el: **01/02/2011** Revisión: **1.0** Actualizado el: **01/02/2011**

Ver descripción de riesgos en la sección XII

GRADO DE RIESGO NFPA: 4 Severo 3 Serio 2 Moderado 1 Ligero 0 Mínimo



ANTES DE MANEJAR, TRANSPORTAR O ALMACENAR ESTE PRODUCTO, DEBE LEERSE Y COMPRENDERSE LO DISPUESTO EN EL PRESENTE DOCUMENTO.

COMERCIALIZADOR													
QMax México SA de CV, Unidad de negocios, Poza Rica Calle 22 No. 503 Col. Cazones c.p.93230 Poza Rica de Hgo., Veracruz Teléfono: 01 782 82 5-54-42 y 5-54-42	QMax México SA de CV, Unidad de negocios, Veracruz Av. Paseo Costa de Oro N° 648, Local 25, 26 y 27, Fracc. Costa de Oro Boca de Río, Ver. México, CP 94229 Teléfono: (01-229)-130-37-76 y 130-37-78												
QMax México SA de CV, Unidad de negocios Raynosa Paseo de las Cañadas 131. Col Fuentes Sección Lomas Raynosa Tamaulipas C.P. 88730 Teléfono: (899) 9219250	QMax México SA de CV, Unidad de negocios Villahermosa Carretera Villahermosa - Cardenas KI 155-500, RIA Gonzalez 3ra. Sección, Centro, Tabasco. CP 86280 Teléfono: (01) 9933 310 0290, con 10 líneas												
QMax México SA de CV, Unidad de negocios Ciudad del Carmen Avenida 1, Sur, Lot# 1, Maz L, Puerto Industrial Pesquero, Laguna Azul, Ciudad del Carmen, Campeche CP 24140 Teléfono: (01) 938 112 1383 / (01) 938 112 1258													
EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A SETIQ1:													
Interior de la República: 01-800-00-214-00 (las 24 hrs.) En el Distrito Federal: 5559-1588 (las 24 hrs.) Para llamadas originadas en cualquier otra parte, llame a: 0-11-62-5-559-1588													
CONSULTAS A HOJAS DE DATOS													
Departamento de Calidad, Salud, Seguridad Industrial y Medio Ambiente (CSSIMA) Poza Rica: Teléfono: 01 782 82 5-54-42 y 5-54-42, Ext. 410 Raynosa: Teléfono: (899) 9219250, Ext. 5280, 5281 Veracruz: Teléfono: (01-229)-130-37-76 y 130-37-78, Ext. 39 Villahermosa: Teléfono: (01) 9933 310 0290, con 10 líneas, Ext. 2121 Ciudad del Carmen: Teléfono: (01) 938 112 1383 Ext. 1105 Horario oficina, lunes a viernes													
ASISTENCIA TÉCNICA:													
Departamento de Operaciones Poza Rica Teléfono: 01 782 82 5-54-42 y 5-54-42, Ext. 411 Raynosa Teléfono: (899) 9219250, Ext. 5270, 5274 Veracruz: Teléfono: (01-229)-130-37-76 y 130-37-78, Ext. 317 Villahermosa: Teléfono: (01) 9933 310 0290, con 10 líneas, Ext. 2135 Ciudad del Carmen: Teléfono: (01) 938 112 1383 Ext. 1105 (Horario oficina, lunes a viernes)													
II.- DATOS DE SUSTANCIA QUIMICA													
Familia química: N/D Estado físico: Líquido Nombre químico: AGUA DESTILADA Clase de riesgo de transporte SCT: N/A Nombre común: AGUA DESTILADA No. de Guía de Respuesta GRE: No está incluido este reactivo en la Sinónimos: Agua desionizada, Agua destilada; H2O, Agua neutra.													
Descripción y uso General del producto: Es aquella a la que se le han eliminado las impurezas e iones mediante la destilación. Se emplea para la realización de ciertos análisis físicos efectuados a los fluidos de control base agua y aceite.													
SECCIÓN III: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES													
Componente peligroso	%	Numero CAS	Número ONU	CPTS/CCTE (ppm)	LMPE-PPT7	LMPE-CT	LMPE-P	IPVS o IDLH	GRADO DE RIESGO				
									S	F	R	E	
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SECCIÓN IV. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS													
Estado físico: Líquido Temperatura de ebullición (°C): 100 Temperatura de fusión (°C): N/A Temperatura de inflamación (°C): N/A Temperatura de auto ignición (°C): N/A Densidad (kg/m3): 1000 Vol. de evaporación (Butil - Acetato =1): N/A Presión de vapor (mmHg 20°C): 17.5	Porcentaje de volatilidad: N/D Color: Incoloro Olor: Inodoro Peso molecular (g/mol): 18.0153 Solubilidad en agua: Soluble 100% PH: 6.0 - 7.0 Límite de inflamabilidad superior: N/A Límite de inflamabilidad inferior: N/A												
SECCIÓN V. RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN													
¿Es inflamable? <input type="checkbox"/> Si esta seleccionado significa que Si es inflamable													

Figura 29. (Continuación)

 HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS	
AGUA DESTILADA	
Si fue Afirmativo, ¿bajo que condiciones?:	La sustancia no es combustible, agente de uso más apropiado para extinguir el fuego circundante.
Temperatura de inflamación (°C):	N/A
Temperatura de auto ignición (°C):	N/A
Medios de Extinción:	Limite de inflamabilidad superior: N/A Limite de inflamabilidad inferior: N/A Con Agua: N/A Con CO2: N/A Con Espuma: N/A Con Polvo Químico: N/A Otros Medios: Ninguno en particular, utilizar los extintores según los materiales implicados en el incendio.
Equipo de protección personal para combate de incendios:	Usar protecciones para las vías respiratorias para los humos existentes.
Procedimiento y Precauciones en el combate de incendios:	N/A
Condiciones de riesgo especial:	N/A
Información de explosión:	N/A
Sensibilidad al impacto:	N/A
Sensibilidad a la descarga eléctrica:	N/A
Otros datos relevantes:	SD
SECCIÓN VI. RIESGOS DE REACTIVIDAD	
Efectos por exposición aguda:	N/A
¿Estabilidad?	<input checked="" type="checkbox"/>
Negativo, Condiciones de reactividad:	Estable en condiciones ordinarias de empleo y almacenaje. <small>Seleccionado significa estable</small>
Incompatibilidad:	Reductores fuertes, Cloruros ácidos, Cloruro de Fósforo, Pentacloruro de Fósforo.
Productos peligrosos de la descomposición:	N/A
Polymerización espontánea:	No ocurrir.
Otras condiciones, a fin de evitar reacciones:	N/A
SECCIÓN VII. RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS	
VII.1 Según la vía de ingreso al organismo, reacciones tóxicas por:	
a) Ingestión:	N/A
b) Inhalación:	N/A
c) Contacto con los ojos:	N/A
d) Contacto con la piel:	N/A
VII.2 Sustancia Química considerada como:	Carcinogénica <input type="checkbox"/> Mutagénica <input type="checkbox"/> Teratogénica <input type="checkbox"/>
Otras consideraciones toxicas:	N/A
Instituciones que clasifican (NIOSH, OSHA, ACGIH, Incluir NOM-010-STPS):	N/A
VII.3 Información complementaria.	CL50: N/A DL 50: Oral en rata: > 90 ml / Kg. (Investigado como mutágeno).
Efectos por exposición crónica:	N/A
VII.4 Emergencia y Primeros Auxilios	
VII.4.1 Medidas precautorias en caso de:	
a) Ingestión:	N/A
b) Inhalación:	N/A
c) Contacto con los ojos:	N/A
d) Contacto con la piel:	N/A
VII.4.2 Otros riesgos o efectos a la salud:	N/A
VII.4.3 Antídotos (dosis, en caso de existir):	N/A
VII.4.4 Otra información importante para la atención médica primaria:	N/A
SECCIÓN VIII. INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME	
Procedimiento y precauciones inmediatas:	Limpiar ó absorber con un material inerte seco y colocar en un contenedor de recuperación apropiado. Absorber con un material inerte y colocar el producto esparcido en un recipiente apropiado para desechos.
Recomendaciones para evacuación:	N/D
Método de mitigación:	N/D

Figura 29. (Continuación)



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS

AGUA DESTILADA

SECCIÓN IX. PROTECCIÓN ESPECIAL ESPECÍFICA PARA CASOS DE EMERGENCIA

Controles de ingeniería: N/A
 Respiratorio: N/A
 Ojos: N/A
 Manos: N/A
 Ventilación local: No se requiere ventilación especial para el manejo seguro de este reactivo.

SECCIÓN X. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN

Numero ONU: N/A
 Clase de riesgo de transporte: N/A
 Guía de Respuesta en caso de Emergencia: No está incluido este reactivo en la última edición de la Guía, (2008).



Colocar el cartel que identifica el contenido y riesgo del producto transportado, cumpliendo con el color, dimensiones, colocación, etc., dispuestos en la NOM-004-SCT/2000 y empleando el modelo que se muestran en el recuadro de la derecha.

SECCIÓN XI. INFORMACIÓN SOBRE ECOLOGÍA

Acorde a requerimientos de SEMARNAT: Este reactivo no es nocivo para el medio ambiente.

SECCIÓN XII. INFORMACIÓN SOBRE MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Para su manejo, transporte terrestre: N/A
 Para el Almacenamiento: N/A
 Otras precauciones: N/A

SECCIÓN XIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
 NOM-018-STPS-2000 "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo".
 NOM-010-STPS-1999, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral".
 NOM-004-SCT-2000 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos".
 NOM-006-SCT-2000 "Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos".
 "Reglamento de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

1 Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Petrolera.
 4 Número Asignado por la Organización de las Naciones Unidas.
 7 Remedamiento Peligroso para la Vida o la Salud.
 10 Grado de Riesgo de Reactividad.

2 Clasificación del Departamento de Transporte de U.S.
 5 Concentración Promedio ponderada en el Tiempo (TPM).
 8 Grado de Riesgo a la salud.
 11 Grado de Riesgo Especial.

3 Chemical Abstract Service Number.
 6 Concentración para corto tiempo (PCTL).
 9 Grado de Riesgo de inflamabilidad.

NIVEL DE RIESGO								
	(S) RIESGO A LA SALUD	(I) RIESGO DE INFLAMABILIDAD	(R) RIESGO DE REACTIVIDAD	(E) RIESGO ESPECIAL				
	4	Fatal	4	Extremadamente inflamable	4	Puede detonar	OXY	Oxidante
	3	Extremadamente riesgoso	3	Inflamable	3	Puede detonar pero requiere fuente de inicio	ACID	Ácido
	2	Ligeramente riesgoso	2	Combustible	2	Cambio químico violento	ALC	Alcalino
	1	Riesgoso	1	Combustible si se calienta	1	Inestable si se calienta	CORR	Corrosivo
	0	Material normal	0	No se quema	0	Estable	+	No use agua
						Y	Material Radiactivo	

Fuente. Q max, Datos generales. Hoja de seguridad de sustancias. [Consultado el 20 de diciembre de 2019] Tomado de: <http://www.upv.es/entidades/DIRA/infoweb/dira/info/U0698122.PDF>

Figura 30. Ficha técnica del hidróxido de sodio

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD				
HIDROXIDO DE SODIO				
				
Fecha Revisión: 21/03/2005				
SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA				
Nombre del Producto:	HIDROXIDO DE SODIO			
Sinónimos:	Soda cáustica (anhídrica), Soda cáustica en escamas, Cáustico blanco, Lejía, Hidrato de sodio.			
Fórmula:	NaOH			
Número interno:				
Número UN:	1823 Sólido			
Clase UN:	8			
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.			
Teléfonos de Emergencia:				
SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES				
COMPONENTES				
Componente	CAS	TWA	STEL	%
Hidróxido de sodio	1310-73-2	N.R. (ACGIH 2004)	C 2 mg/m ³ (ACGIH 2004)	99-100
Uso:	Neutralización de ácidos, refinación del petróleo, producción de papel, celulosa, textiles, plásticos, explosivos, removedor de pinturas, limpiador de metales, electroplateado, limpiadores comerciales y domésticos, pelado de frutas y verduras en la industria de alimentos.			
SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS				
VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:				
Peligro. Corrosivo. Higroscópico. Reacciona con agua ácidos y otros materiales. Causa quemaduras a piel y ojos. Puede ocasionar irritación severa de tracto respiratorio y digestivo con posibles quemaduras. En casos crónicos puede producir cáncer en el estómago y dermatitis por contacto prolongado con la piel.				
EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:				
Inhalación:	Irritante severo. Los efectos por la inhalación del polvo o neblina varían desde una irritación moderada hasta serios daños del tracto respiratorio superior, dependiendo de la severidad de la exposición. Los síntomas pueden ser estornudos, dolor de garganta o goteo de la nariz. Puede ocurrir neumonía severa.			
Ingestión:	Corrosivo. La ingestión puede causar quemaduras severas de la boca, garganta y estómago. Pueden ocurrir severas lesiones tisulares y muerte. Los síntomas pueden ser sangrado, vómitos, diarrea, caída de la presión sanguínea. Los daños pueden aparecer algunos días después de la exposición.			
Piel:	Corrosivo. El contacto con la piel puede causar irritación o severas quemaduras y cicatrización en las exposiciones mayores.			

Figura30. (Continuación)

Ojos:	Produce irritación con dolor, enrojecimiento y lagrimeo constante. En casos severos quemaduras de la córnea e incluso ceguera.
Efectos crónicos:	Contacto prolongado produce dermatitis, fiasmas e inflamación de la piel. Puede causar cáncer al esófago.
SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Inhalación:	Transferir al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Buscar atención médica inmediatamente.
Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Ojos:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Colocar una venda esterilizada. Buscar atención médica.
Nota para los médicos:	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.
SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO	
Punto de inflamación (°C):	N.A.
Temperatura de autoignición (°C):	N.A.
Límites de inflamabilidad (%V/V):	N.A.
Peligro de incendio y/o explosión:	No es combustible pero en contacto con agua puede generar suficiente calor para encender combustibles. El material caliente o fundido puede reaccionar violentamente con agua. El contacto con algunos metales genera hidrógeno el cual inflamable y explosivo. Durante un incendio se forman gases tóxicos y corrosivos.
Medios de extinción:	No usar medios de extinción halogenados ni chorro de agua a presión. Utilizar un agente adecuado al fuego circundante.
Productos de la combustión:	Óxido de Sodio.
Precauciones para evitar incendio y/o explosión:	Evitar el contacto con metales, combustibles y humedad. Mantener los contenedores cerrados. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosiones y resistentes a la corrosión.
Instrucciones para combatir el fuego:	Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar todos los materiales combustibles de la zona. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Refrigerar los contenedores con agua en forma de rocío. Si los contenedores están cerrados, retirarlos del área de peligro.
SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL	
Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Los residuos deben recogerse con medios mecánicos no metálicos y colocados en contenedores apropiados para su posterior disposición.	
SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO	
Manejo:	Utilizar los elementos de protección personal así sea muy corta la exposición o la actividad que realizar con la sustancia; mantener estrictas normas de higiene. No fumar ni beber en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar.

Figura 30. (Continuación)

Almacenamiento:	Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. En recipientes no metálicos, preferiblemente a nivel del piso. Sefalzar adecuadamente. Rotular los recipientes adecuadamente.
SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL	
Controles de ingeniería:	Ventilación local para mantener la concentración por debajo de los límites de salud ocupacional. Debe disponerse de duchas y estaciones lavajos.
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección de los ojos y rostro:	Gafas de seguridad con protector lateral.
Protección de piel:	Careta, guantes, overol de PVC y botas de caucho.
Protección respiratoria:	Respirador con filtro.
Protección en caso de emergencia:	Equipo de respiración autocontenido (S.C.B.A) y ropa de protección TOTAL resistente a la corrosión.
SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Apariencia, olor y estado físico:	Sólido blanco inodoro en forma de escamas.
Gravedad específica (Agua=1):	2.13 / 25°C
Punto de ebullición (°C):	1390
Punto de fusión (°C):	318
Densidad relativa del vapor (Aire=1):	N.R.
Presión de vapor (mm Hg):	42.0 / 999°C
Viscosidad (cp):	4 a 350 °C.
pH:	14 (solución 5%)
Solubilidad:	Soluble en agua, alcohol y glicerol.
SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad química:	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manipulación. No se polimeriza. Es sensible a la humedad o exposición excesiva al aire.
Condiciones a evitar:	Calor, llamas, humedad e incompatibles.
Incompatibilidad con otros materiales:	El contacto con ácidos y compuestos halogenados orgánicos, especialmente tricloroetileno, puede causar reacciones violentas. El contacto con nitrometano u otros compuestos niro similares produce sales sensibles al impacto. El contacto con metales tales como aluminio, magnesio, estaño o cinc puede liberar gas hidrógeno (inflamable). Reacciona rápidamente con varios azúcares para producir monóxido de carbono. Reacciona con materiales inflamables.
Productos de descomposición peligrosos:	Cuando este material se calienta hasta la descomposición puede liberar óxido de sodio.
Polimerización peligrosa:	No ocurrirá.
SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	
Quemaduras severas por ingestión y contacto. Puede provocar desprendimiento del epitelio conjuntival y corneal. LDLo oral conejo= 0.5 g/kg (en solución al 10%).	
Iritación de los ojos y la piel: el hidróxido de sodio ha sido extensivamente estudiado en animales porque este tiene la habilidad de causar severos daños a la piel y a los ojos.	
Los factores que determinan la extensión y reversibilidad de el daño incluye el estado físico, la concentración, la cantidad involucrada y la duración del contacto. Los efectos pueden variar de una irritación mediana a severa corrosión con destrucción del tejido, incluyendo la ceguera y la muerte.	
Toxicidad inhalación: Exposición de ratas a aerosoles formados a partir del hidróxido de sodio en solución (5 a 40%) resulta en irritación significativa del tracto respiratorio.	
Es considerado como no carcinógeno por ACGIH, NIOSH, NTP, OSHA e IARC.	
No existe información disponible relacionada con efectos de tipo teratogénico, mutagénico o neurotóxico.	

Fuente. Q max, Datos generales. Hoja de seguridad de sustancias. [Consultado el 20 de diciembre de 2019] Tomado de: [http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/hidroxido_de_sodio.pdf]

Figura 31. Ficha técnica del ácido clorhídrico

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD				
ACIDO CLORHIDRICO LIQUIDO				
 <p>Rótulo NFPA</p>	 <p>Rótulos UN</p>			
Fecha Revisión: 19/12/2005				
SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA				
Nombre del Producto:	ACIDO CLORHIDRICO LIQUIDO			
Sinónimos:	Acido muriático, Cloruro de hidrógeno (cuando es gaseoso), Acido hidrocórico, Espiritus de sal			
Fórmula:	HCl			
Número interno:				
Número UN:	1789			
Clase UN:	8			
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.			
Teléfonos de Emergencia:				
SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES				
COMPONENTES				
Componente	CAS	TWA	STEL	%
Acido Hidrocórico	7647-01-0	N.R. (ACGIH 2004)	Ceiling: 2 ppm (ACGIH 2004)	37
Agua	7732-18-5	N.R. (ACGIH 2004)	N.R. (ACGIH 2004)	63
Uso:	Síntesis química, procesamiento de alimentos (jarabe de maíz, glutamato de sodio), acidificación (activación) de pozos de petróleo, reducción de minerales, decapado y limpiado de metales, acidificante industrial, limpieza en general, p. ej. de membranas en plantas de desalinización, desnaturalizante de alcohol.			
SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS				
VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:				
Líquido incoloro o ligeramente amarillo. ¡Peligro!. Corrosivo e higroscópico. Puede ocasionar severa irritación al tracto respiratorio o digestivo, con posibles quemaduras. Puede ser nocivo si se ingiere. Produce efectos fatales de acuerdo con estudios con animales. Puede ser fatal si se ingiere o se inhala. Puede ser sensibilizador. Órganos blanco: sistema respiratorio, dientes, ojos, piel y sistema circulatorio.				
EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:				
Inhalación:	Corrosivo. Exposición ligera: irritación nasal, quemaduras, tos y sofocación. Exposición prolongada: quemaduras, úlceras en la nariz y la garganta. Si la concentración es elevada causa ulceración de la nariz y la garganta, edema pulmonar, espasmos, shock; falla circulatoria, incluso la muerte. Los síntomas del edema pulmonar pueden ser retardados.			
Ingestión:	Corrosivo. Puede generar quemaduras en la boca, garganta, esófago y estómago; náuseas, dificultad al comer, vómito, diarrea; en casos graves, colapso y muerte. Puede ser fatal en concentraciones o dosis elevadas. En caso de broncoaspiración puede causar daños graves a los pulmones y la muerte.			
Piel:	Puede causar inflamación, enrojecimiento, dolor y quemaduras, dependiendo de la concentración.			

Figura 31. (Continuación)

Ojos:	Corrosivo. Produce irritación, dolor, enrojecimiento y lagrimeo excesivo. La solución concentrada o una sobreexposición a los vapores puede causar quemaduras de la córnea y pérdida de la visión.
Efectos crónicos:	Asma ocupacional. Las exposiciones repetidas a bajas concentraciones pueden generar coloración café y daños en el esmalte de los dientes, y dermatitis. La frecuente inhalación puede ocasionar sangrado de la nariz. También han sido reportadas bronquitis crónica y gastritis.
SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial (evitar el método boca a boca). Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Si éste se produce de manera natural, inclinar la persona hacia el frente para evitar la broncoaspiración. Suministrar más agua. Buscar atención médica.
Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Bucar atención médica.
Ojos:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Nota para los médicos:	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.
SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO	
Punto de inflamación (°C):	N.A.
Temperatura de autoignición (°C):	N.A.
Limites de inflamabilidad (%V/V):	N.A.
Peligros de incendio y/o explosión:	No es inflamable, pero en contacto con metales libera hidrógeno el cual es inflamable.
Medios de extinción:	Usar el agente de extinción adecuado según el tipo de fuego del alrededor. En caso de grandes incendios use agua en forma de rocío, espuma resistente al alcohol.
Productos de la combustión:	Produce humos tóxicos más pesados que el aire. Al ser calentada la solución libera vapores tóxicos de cloruro de hidrógeno. A temperaturas superiores de 1500°C, libera cloro e hidrógeno.
Precauciones para evitar incendio y/o explosión:	Mantener lejos de fuentes de calor. Evitar que entre en contacto con sustancias incompatibles, como metales. Mantener buena ventilación a nivel del piso y no almacene en lugares altos.
Instrucciones para combatir el fuego:	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Retirar los contenedores expuestos si no hay riesgo, en caso contrario, enfriarlos aplicando agua en forma de rocío en la parte externa, desde una distancia segura. Utilizar protección personal.
SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL	
Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventile el área. No tocar el líquido, ni permita el contacto directo con el vapor. Eliminar toda fuente de calor. Evitar que la sustancia caiga en alcantarillas, zonas bajas y confinadas, para ello construya diques con arena, tierra u otro material inerte. Dispersar los vapores con agua en forma de rocío. Mezclar con soda o cal para neutralizar. Recoger y depositar en contenedores herméticos para su posterior disposición. Lavar la zona con abundante agua.	
SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO	

Figura 31. (Continuación)

Manejo:	Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Evitar la liberación de vapor en las áreas de trabajo. Para diluir o preparar soluciones, adicionar lentamente el ácido al agua para evitar salpicaduras y aumento rápido de la temperatura. Debe tenerse cuidado con el producto cuando se almacena por periodos prolongados.
Almacenamiento:	Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles tales como agentes oxidantes, reductores y bases fuertes. Rotular los recipientes adecuadamente y manténgalos herméticamente cerrados. Proveer el lugar de un sistema de desagüe apropiado y con piso resistente a la corrosión. El sistema de ventilación debe ser resistente a la corrosión. Madera y otros materiales orgánicos combustibles, no deben ser usados sobre los pisos y estructuras del almacenamiento. Los contenedores no deben ser metálicos. El área de almacenamiento debe corresponder a corrosivos.
SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL	
Controles de ingeniería:	Ventilación local y general resistente a la corrosión, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Se debe considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Se debe garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministre aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección de los ojos y rostro:	Gafas de seguridad resistente a químicos con protección lateral.
Protección de piel:	Guantes overol y botas. Los materiales resistentes son: neopreno, nitrilo/polivinil cloruro, polietileno clorado, viton/neopreno, caucho natural, nitrilo, viton, butil/neopreno, clorobutilo, policarbonato, neopreno/PVC, caucho estireno butadieno
Protección respiratoria:	Respirador con filtro para vapores ácidos.
Protección en caso de emergencia:	Equipo de respiración autónomo (SCBA) y ropa de protección total que incluya: guantes, gafas, ropa de PVC y botas de caucho.
SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Apariencia, olor y estado físico:	El ácido clorhídrico es un líquido humeante incoloro o amarillo claro con olor penetrante e irritante.
Gravedad específica (Agua=1):	1.184
Punto de ebullición (°C):	50 a 760 mm Hg.
Punto de fusión (°C):	-66
Densidad relativa del vapor (Aire=1):	1.27
Presión de vapor (mm Hg):	158 a 20 °C.
Viscosidad (cp):	0.48 a -155 °C.
pH:	0.1 (1N); 2.01 (0.01N).
Solubilidad:	Soluble en agua, alcoholes, éter y benceno. Insoluble en hidrocarburos.
SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad química:	Estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento. Es sensible a la luz solar directa.
Condiciones a evitar:	Calor, luz solar directa y materiales incompatibles.
Incompatibilidad con otros materiales:	Agua, metales activos, álcalis, óxidos metálicos, hidróxidos, aminas, carbonatos, anhídrido acético, óleum, ácido sulfúrico, vinil acetato, aldehídos, epóxidos, agentes reductores y oxidantes, sustancias explosivas, cianuros, sulfuros, carburos, acetiluros, boruros.
Productos de descomposición peligrosos:	Emite vapores tóxicos de cloruro de hidrógeno cuando se calienta hasta la descomposición y reacciona con agua o vapor de agua para producir calor y vapores tóxicos y corrosivos. La descomposición térmica oxidativa produce vapores tóxicos de cloro y explosivo gas de hidrógeno.

Figura 31. (Continuación)

<p>SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA</p> <p>Los valores de toxicidad se han reportado para el producto concentrado DL50 (Intraperitoneal, ratón)=40,142 mg/Kg. DL50 (oral, conejo)=900 mg/Kg. LC50/1 H (inhalación, ratones)=1108 ppm. LC50 (inhalación, ratas) = 3124 ppm/1 H. La IARC (Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer) clasificó esta sustancia en el Grupo 3: no carcinogénico para humanos. Se está investigando por efectos mutágenicos, teratogénicos y reproductivos.</p>
<p>SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA</p> <p>El principal efecto en el medio acuático es la alteración del pH, el cual dependiera de la concentración del ácido. Este ácido se caracteriza por disociarse totalmente; por lo tanto puede afectar significativamente las condiciones normales del medio acuático. Toxicidad peces: CL50/96 H (agua fresca, pez Mosquito) =282 ppm. Es mortal a concentraciones mayores de 25 mg/L. El producto en la superficie del suelo es biodegradable. Si se localiza dentro del suelo se puede filtrar a las fuentes de agua superficiales.</p>
<p>SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN</p> <p>Debe tenerse presente la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos para su adecuada eliminación. Considerar el uso del ácido diluido para neutralizar residuos alcalinos. Adicionar cuidadosamente ceniza de soda o cal, los productos de la reacción se pueden conducir a un lugar seguro, donde no tenga contacto el ser humano, la disposición en tierra es aceptable.</p>
<p>SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE</p> <p>Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. También se clasifica como sustancia peligrosa para el medio ambiente (Clase 9.2). No transporte con sustancias explosivas, gases venenosos, sustancias que puedan presentar combustión espontánea, comburentes, peróxidos, radiactivos ni sustancias con riesgo de incendio.</p>
<p>SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1986. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Justicia. Resolución 0009 del 18 de febrero de 1987. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 0031 de junio 13 de 1991. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 007 de 1992. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución 0001 del 30 de enero de 1995 por el cual se adiciona la resolución 09 de 1987. Mediante las cuales se establecen regulaciones para aquellas sustancias que puedan utilizarse para el procesamiento de drogas que producen dependencia.

Fuente. Q max, Datos generales. Hoja de seguridad de sustancias. [Consultado el 20 de diciembre del 2019] Tomado de: [http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido_clorhidrico.pdf]

Figura 32. Ficha técnica de la glicerina

RIF: J-30845025-1

HOJA DE SEGURIDAD
(MSDS / Material Safety Data Sheet)
GLICERINA



Rombo NFPA-704



Rótulos UN

Fecha Revisión: 02/06/2007

*** TELEFONOS DE EMERGENCIA ***

CORQUIVEN, C.A. : +58 (241) 832.73.49 / 832.70.92 / 838.95.68 - Otros: *171

IDENTIFICACION

Sinónimos	: Glicerol, Alcohol Glicílico, Glicil alcohol, 1, 2, 3 Propanotriol, Trihidroxipropano.
Fórmula	: C3H5(OH)3
Composición	: 99.8% de pureza
Número Interno	:
Número CAS	: 56-81-5
Número UN	: N.R.
Clases UN	: 9.1
Usos	: Resinas alquídicas, celofán, explosivos, gomas de ester, productos farmacéuticos, perfumería, plastificante para celulosa regenerada, acondicionamiento de tabaco, licores, disolventes, rollos para tinta de imprenta, poliolo de poliuretano, agente emulsionante, sellos de gomas y tintas de copia, humectante.

EFFECTOS PARA LA SALUD

(LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL)

TWA	: 10 mg/m ³
STEL	: N.R.
TECHO (C)	: N.R.
IPVS	: N.R.
Inhalación	: Puede irritar el tracto respiratorio.
Ingestión	: Produce náusea, vómito, diarrea, fiebre.
Piel	: Irritación
Ojos	: Irritación
Efectos Crónicos	: N.R.

Figura 32. (Continuación)

PRIMEROS AUXILIOS	
Inhalación :	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo.
Ingestión	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Buscar atención médica inmediatamente.
Piel :	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica
Ojos :	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
RIESGOS DE INCENDIO Y/O EXPLOSION	
Punto de Inflamación (°C)	160 (copa cerrada)
Temperatura de Autoignición (°C)	392
Limites de Inflamabilidad (%V/V)	inferior: 0.9
Peligros de Incendio y/o Explosión	Combustible. Enciende con dificultad
Productos de la Combustión:	A temperaturas mayores de 290°C puede desprender gases irritantes y tóxicos (acroleína), monóxido de carbono y dióxido de carbono.
Precauciones para evitar Incendio y/o Explosió	Evitar el contacto con agentes oxidantes fuertes y otros materiales incompatibles. Evitar el calentamiento excesivo. Conectar a tierra los recipientes para evitar descargas electrostáticas.
Procedimientos en caso de Incendio y/o Explosión:	Evacuar o aislar el área de peligro. Alejar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. No inhalar el humo producido. Mantenerse alejado del lugar. Enfriar los contenedores aplicando agua en forma de rocío.
Agentes Extintores del Fuego:	Espuma para alcohol, polvo químico seco o dióxido de carbono.
ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION	
Almacenamiento :	Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente.
Tipo Recipiente :	
Manipulación :	Utilizar los elementos de protección personal así sea muy corta la exposición o la actividad que realice con la sustancia; mantener estrictas normas de higiene. No fumar ni beber en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conozcer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar.
PROCEDIMIENTOS EN CASO DE ESCAPE Y/O DERRAME	
Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Construir barreras para detener el derrame. Recoger el líquido con equipo apropiado y transferir a otro recipiente limpio, seco y con cierre hermético. Diluir los residuos de la zona con abundante agua .	
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL/CONTROL EXPOSICION	
Uso Normal	: Guantes de caucho, gafas de seguridad y overol
Control de Emergencia	: Equipo de respiración autocontenido (SCBA) y equipo de protección total.
Controles de Ingeniería	: Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.
PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS	
Apariencia	Líquido viscoso transparente de olor neutro.
Gravedad Específica (Agua=1)	1.260 / 20°C
Punto de Ebullición (°C)	290
Punto de Fusión (°C)	18
Densidad Relativa del Vapor (Aire=1)	3.20
Presión de Vapor (mm Hg)	3 / 20°C
Viscosidad (cp)	N.R.
pH	N.A.
Solubilidad	Soluble en agua y alcohol. Insoluble en éter, benceno, cloroformo, aceites finos y volátiles.

Figura 32. (Continuación)

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD
Estabilidad : Estable bajo condiciones normales
Incompatibilidades ó Materiales a Evita
Agua : No Aire : No
Otras : Peligro de fuego o explosión al contacto con agentes oxidantes fuertes como hidróxido de cromo, clorato o permanganato de potasio, hipoclorito de sodio, cloro, óxido crómico, permanganato de potasio. Riesgo de explosión al contacto con oxidantes, peróxido sódico, ácido nítrico más ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno.
INFORMACION TOXICOLOGICA
Considerado como no tóxico. DL50= 12.6 g/Kg.
INFORMACION ECOLOGICA
DBO5= 61-78%. Toxicidad peces: LC50 >10 g/l. Es biodegradable en solución acuosa.
CONSIDERACIONES DE ELIMINACION Y/O DISPOSICION
Puede recolectarse para su posterior purificación. Por ser un material no tóxico puede realizarse una dilución y después desecharlo.
INFORMACION DE TRANSPORTE
No requiere etiqueta, pero por precaución puede etiquetarse como material combustible. No transporte con sustancias incompatibles.
INFORMACION DE REGULACION
1. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Decreto 1344/70, modificado por la Ley 33/86. Artículo 48: Transportar carga sin las medidas de protección, higiene y seguridad. Artículo 49: Transportar materiales inflamables, explosivos o tóxicos al mismo tiempo que pasajeros o alimentos. Artículo 50: Transportar combustible o explosivos en forma insegura. Suspensión de la Licencia de Conducción.
OTRA INFORMACION
La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.
Bibliografía :

Fuente. Q max, Datos generales. Hoja de seguridad de sustancias. [Consultado el 20 de diciembre del 2019] Tomado de: [http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/glicerol.pdf]

Figura 33. Servicio público, energía eléctrica

**TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA (\$/kWh)
REGULADAS POR LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG)
SEPTIEMBRE DE 2019**

SECTOR RESIDENCIAL NIVEL DE TENSIÓN 1				
ESTRATO (E)	RANGO DE CONSUMO (kWh-mes)	PROPIEDAD DE CODENSA (\$/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh)	PROPIEDAD COMPARTIDA (*) (\$/kWh)
E1	0-CS (+)	216,5768	201,4922	209,0344
	Más de CS	519,8748	481,5101	500,6925
E2	0-CS (+)	270,7210	251,8654	261,2930
	Más de CS	519,8748	481,5101	500,6925
E3	0-CS (+)	441,8936	409,2836	425,5886
	Más de CS	519,8748	481,5101	500,6925
E4	Todo consumo	519,8748	481,5101	500,6925
E5	Todo consumo	623,8498	577,8121	600,8310
E6	Todo consumo	623,8498	577,8121	600,8310

ÁREAS COMUNES NIVEL DE TENSIÓN 1		
MODALIDAD (Todo consumo)	PROPIEDAD DE CODENSA (\$/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh)
E1	519,8748	481,5101
E2	519,8748	481,5101
E3	519,8748	481,5101
E4	519,8748	481,5101
E5 y E6, Industrial y Comercial	623,8498	577,8121
Exenta de contribución	519,8748	481,5101

(+) CS: Consumo de Subsistencia

SECTOR NO RESIDENCIAL								
CATEGORÍA	OPCIÓN	SUBCATEGORÍA	NIVEL 1 PROPIEDAD DE CODENSA (\$/kWh)	NIVEL 1 PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh)	NIVEL 1 PROPIEDAD COMPARTIDA (*) (\$/kWh)	NIVEL 2 (11.4 y 13.2 kV) (\$/kWh)	NIVEL 3 (34.5 kV) (\$/kWh)	NIVEL 4 (115 kV) (\$/kWh)
			OFICIAL E INDUSTRIAL SIN CONTRIBUCIÓN	SENCILLA	Monería	519,8748	481,5101	500,6925
OFICIAL E INDUSTRIAL SIN CONTRIBUCIÓN	OPCIONES HORARIAS (**)	Punta	522,5632	484,1965	503,3809	416,4538	383,2456	330,9911
		Fuera de Punta	519,5466	481,1819	500,3643	414,3116	381,9614	334,6452
		Monería	623,8498	577,8121	600,8310	497,2871	459,0553	397,2928
INDUSTRIAL Y COMERCIAL CON CONTRIBUCIÓN	SENCILLA	Monería	623,8498	577,8121	600,8310	497,2871	459,0553	397,2928
INDUSTRIAL Y COMERCIAL CON CONTRIBUCIÓN	OPCIONES HORARIAS (**)	Punta	627,0758	581,0382	604,0571	499,7446	459,8947	397,1893
		Fuera de Punta	623,4559	577,4183	600,4372	497,1739	458,3537	401,5742
		Nocturna	522,6319	484,2672	503,4496	416,6631	384,7981	
INDUSTRIAL SIN CONTRIBUCIÓN	DOBLE HORARIA	Duena	519,5329	481,1682	500,3506	414,2323	382,0011	
		Nocturna	627,1583	581,1206	604,1395	499,9667	461,7577	
INDUSTRIAL CON CONTRIBUCIÓN	DOBLE HORARIA	Nocturna	623,4395	577,4018	600,4207	497,0788	458,4013	
		Duena						

Fuente: BOLETÍN TARIFARIO JULIO A SEPTIEMBRE DE 2019. [Consultado el 20 de septiembre del 2019]. Disponible en: <https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%C3%B1ol/personas/1-17-1/2019/Tarifario-septiembre-2019.pdf>

Figura 34. Servicio público agua y alcantarillado



acueducto
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
DIRECCION DE APOYO COMERCIAL
GERENCIA CORPORATIVA SERVICIO AL CLIENTE
TARIFAS CARGO FIJO Y CONSUMO

**ESTRUCTURA TARIFARIA PARA LOS SUSCRIPTORES ATENDIDOS EN BOGOTÁ D. C. POR LA EMPRESA DE ACUEDUCTO
TARIFAS ALCANTARILLADO AÑO 2019**

CARGO FIJO \$/Suscriptor/mes														
		dic-2018	ene-2019	feb-2019	mar-2019	abr-2019	may-2019	jun-2019	jul-2019	ago-2019	sep-2019	oct-2019	nov-2019	dic-2019
E	CARGO FIJO \$/Suscriptor/mes													
	Extrato 1	1.893,08	1.893,08	1.893,08	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58	1.893,58
	Extrato 2	3.676,16	3.676,16	3.676,16	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18	3.787,18
	Extrato 3	5.207,38	5.207,38	5.207,38	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16	5.365,16
	Extrato 4	6.126,92	6.126,92	6.126,92	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96
	Extrato 5	15.256,04	15.256,04	15.256,04	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78	15.716,78
S	CONSUMO BÁSICO \$/m³													
	Extrato 1	795,92	795,92	795,92	819,14	819,14	819,14	819,14	819,14	819,14	819,14	819,14	819,14	819,14
	Extrato 2	1.591,83	1.591,83	1.591,83	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28	1.638,28
	Extrato 3	2.255,09	2.255,09	2.255,09	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90	2.320,90
	Extrato 4	2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47
	Extrato 5	4.006,11	4.006,11	4.006,11	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01
I	CONSUMO NO BÁSICO \$/m³													
	Extrato 1	2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47
	Extrato 2	2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47
	Extrato 3	2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47
	Extrato 4	2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47
	Extrato 5	4.006,11	4.006,11	4.006,11	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01	4.123,01
D	CARGO FIJO \$/Suscriptor/2 meses													
	COMERCIAL	9.190,38	9.190,38	9.190,38	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94	9.467,94
	INDUSTRIAL	8.026,26	8.026,26	8.026,26	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66	8.268,66
	OFICIAL	6.126,92	6.126,92	6.126,92	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96
	ESPECIAL	6.126,92	6.126,92	6.126,92	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96	6.311,96
	E	CONSUMO \$/m³												
COMERCIAL		3.979,58	3.979,58	3.979,58	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71	4.095,71
INDUSTRIAL		3.793,36	3.793,36	3.793,36	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57	3.904,57
OFICIAL		2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47
ESPECIAL		2.653,05	2.653,05	2.653,05	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47	2.730,47

Fuente: ACUEDUCTO AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. [Consultado el 20 de septiembre del 2019]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB!/ut/p/z1/tVNbT8lWGP0tPOxR-rEb4FtRMMySCCSqwvpiutKO6raMrQ_311siCZcYpC-9fOc7PTn5DiJohkhBa5lSI1VBM3uPSfjY7V7ilgvuKOp3PcCTsXuN7y8ARiGallJlIyeQcxed6NEwAf18JVwhKA0apYEnSCjqsTVsfS FaY0ixQzCIN6tCBirIVn6-YUQ7QिताMqmq73PFWallwWRJMwv9qRqppaAVmh7SRmwZdiwMtp9sgWDojd2eBxDdulsBGxyx1dDepSGKfDStJV-jh0Lp3Np59we3-gfYYdl-gn2_cAhOR3061VF4OupjDBI8TtGeQbUpk0_LJcE2IKow_MWg2X8kxH6cZir5yJEUeq-TlqK54Jrr5krb54UxZXXugAPr9bqZKpVmvMIU7sC2loWIRrNNJCrvOO9nj2L4ZXnx4P6rTc6-7XdiKEJYtxovAMKrt-T/dz/d5/L2dBISvZ0FBIS9nQSEh/

ANEXO P
MARCO NORMATIVO

Tabla 50. Marco normativo del proyecto

Norma	Título	Versión
NTC 271	Cereales, leguminosas secas y sus productos molidos. Muestreo de lotes estáticos.	31/10/2001
NTC 440	Productos alimenticios. Métodos de Ensayo.	19/08/2015
NTC 529	Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad.	21/10/2009
NTC 2790	Adhesivos. Métodos de ensayo para determinar la viscosidad.	15/12/2011
NTC 2988	Adhesivos. Determinación de la densidad de adhesivos que se presentan en forma fluida.	1/01/1996
NTC 3806	Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de la ceniza total.	18/10/1995
NTC 4490	Referencias documentales para fuentes de información electrónicas.	28/10/1998
NTC 4647	Alimento para animales. Preparación de las muestras de ensayo.	28/07/1999
NTC 4876	Terminología estándar para adhesivos.	15/12/2010
NTC 5004	Adhesivos. Toma de muestras.	28/11/2010
NTC 5063	Adhesivos. Método de ensayo para determinar la viscosidad aparente de adhesivos con velocidad de corte dependiente de las propiedades de flujo.	17/07/2002
NTC 5168	Adhesivos. Clasificación general.	28/05/2003
NTC 926	Productos de molinería. Almidón de maíz no modificado (fécula de maíz).	13/04/2016
NTC 1486	Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación	23/07/2008

Tabla 50. (Continuación)

Norma	Título	Versión
<i>NTC 5613</i>	Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura.	23/07/2008
<i>ASTM D1876 (01)</i>	Standard Test Method for Peel Resistance of Adhesives (T-Peel Test).	23/05/2008
<i>FINAT Test Methods 2</i>	Prueba de desprendimiento del adhesivo (90°).	28/07/2010

Fuente: elaboración propia