

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ	REVISÓ	APROBO		
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): EDGAR FARID APELLIDOS: CARREÑO FLOREZ

NOMBRE(S): CARLOS ALBERTO APELLIDOS: MEZA BARBOSA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GABRIEL APELLIDOS: PEÑA RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ALMIDONES A PARTIR DE SEMILLAS DE AGUACATE HASS (*PERSEA AMERICANA 'HASS*) PARA LA ELABORACIÓN DE RESINAS BIODEGRADABLES

RESUMEN

El desecho agroindustrial semilla de aguacate hass (*Persea americana 'hass*) es un residuo abundante que genera diferentes subproductos de valor agregado. El propósito de esta investigación fue extraer almidón de las semillas de aguacate hass (SAH) por el método de álcalis en vía húmeda con hidróxido de sodio (NaOH)-0,2% p/p y tratamiento de metabisulfito de sodio (Na₂S₂O₅)-0,2% p/p y posterior caracterización estructural, morfológica y fisicoquímica. El almidón extraído se modificó a través de acetilación y plastificación química en proporciones variables de almidón, ácido acético y glicerina mediante la técnica de fundición y posterior peletización elaborando así resinas biodegradables. El rendimiento de extracción del almidón de SAH fue de 14,93% a 35°C. Se evidencia una estructura tipo B con una cristalinidad del 38,63% mostrando acoplamiento térmico y granulometría media de 12,87±5,29µm, adquiriendo además propiedades de alta absorción de agua, poder de hinchamiento y viscosidad superior en 5,94±0,05 g gel/g muestra, 6,05±0,05g gel/g almidón y 1685,37mPa·s respectivamente. El valor óptimo de respuesta al grado de sustitución (GS) se estableció en 0,1021 para 7,00g de almidón, 2,28g de glicerina y 0,50g de ácido acético. La extracción de almidón fue exitosa y su rendimiento puede considerarse bajo, no obstante, el medio ambiente y la seguridad alimentaria pueden verse beneficiadas gracias a la transformación inteligente de este desecho en sistemas no alimentarios para la elaboración de películas o biodegradables al impartir condiciones favorables de textura, consistencia y cizallamiento.

PALABRAS CLAVE: Residuo Agroindustrial, Semilla de Aguacate Hass, Álcalis Húmeda, Almidón Modificado, Resina Biodegradable.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 254 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM: 1

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ALMIDONES A PARTIR DE SEMILLAS DE
AGUACATE HASS (*PERSEA AMERICANA* 'HASS) PARA LA ELABORACIÓN DE
RESINAS BIODEGRADABLES

EDGAR FARID CARREÑO FLOREZ

CARLOS ALBERTO MEZA BARBOSA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CÚCUTA

2022

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ALMIDONES A PARTIR DE SEMILLAS DE
AGUACATE HASS (*PERSEA AMERICANA* 'HASS) PARA LA ELABORACIÓN DE
RESINAS BIODEGRADABLES

EDGAR FARID CARREÑO FLOREZ

CARLOS ALBERTO MEZA BARBOSA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

DIRECTOR:

GABRIEL PEÑA RODRIGUEZ

Ph. D en Ingeniería de Materiales y Tecnologías Avanzadas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CÚCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 03 de noviembre, 2022
HORA: 10:00 a.m.
LUGAR: Salón SD - 302
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA INDUSTRIAL

TÍTULO DE LA TESIS: "SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ALMIDONES A PARTIR DE SEMILLAS DE AGUACATE HASS (*PERSEA AMERICANA* 'HASS) PARA LA ELABORACIÓN DE RESINAS BIODEGRADABLES

JURADOS: PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO
CESAR ORLANDO VARGAS MANTILLA

DIRECTOR: GABRIEL PEÑA RODRIGUEZ

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
EDGAR FARID CARREÑO FLOREZ	1192788	cinco, cero	5,0
CARLOS ALBERTO MEZA BARBOSA	1192860	cinco, cero	5,0

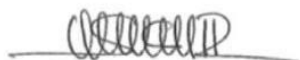
LAUREADA



PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO



CESAR ORLANDO VARGAS MANTILLA



Vo.Bo ÓSCAR MAYORGA TORRES
Director Plan de Estudios
Ingeniería Industrial
Magíster M.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por su bondad, amor y luz que han guiado mi camino en la obtención de este logro.

A mi madre GLENIA MAIRA FLOREZ SILVA el pilar más importante de mi vida por sus sabios consejos, ejemplo y comprensión constante.

A mi director, GABRIEL PEÑA RODRÍGUEZ, por su conocimiento, enseñanzas y apoyo, que llevaron a la realización exitosa de este trabajo de grado.

Al Grupo de Investigación en Instrumentación y Física de la Materia Condensada (GIFIMAC), por el espacio para llevar a cabo la investigación.

A la Universidad de Antioquía (UdeA), por su colaboración en las medidas de MEB.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS), Sede de Guatiguará, por su colaboración en las medidas de DRX.

Al Laboratorio de Investigación en Polímeros (LIPOL) de la Universidad de Antioquía (UdeA), por su apoyo en el proceso termoformado de las muestras.

A todas las personas que hicieron posible esta investigación, por su apoyo y colaboración, especialmente a la Arquitecta LISETH DAYANA CASADIEGOS TORRES quien me ha brindado su comprensión y motivación en la culminación del proyecto.

A la Universidad Francisco de Paula Santander a través del fondo FINU 059 de 2022 por el cual se financio el proyecto.

Por Edgar Farid Carreño Florez

AGRADECIMIENTOS

A mi director, GABRIEL PEÑA RODRÍGUEZ, por su conocimiento, enseñanzas y apoyo, que llevaron a la realización exitosa de este trabajo de grado.

Al Grupo de Investigación en Instrumentación y Física de la Materia Condensada (GIFIMAC), por el espacio para llevar a cabo la investigación.

A la Universidad de Antioquía, por su colaboración en las medidas de MEB.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS), Sede de Guatiguará, por su colaboración en las medidas de DRX.

Al Laboratorio de Investigación en Polímeros (LIPOL) de la Universidad de Antioquía (UdeA), por su apoyo en el proceso termoformado de las muestras.

A todas las personas que hicieron posible esta investigación, por su apoyo y colaboración, en la culminación del proyecto.

A la Universidad Francisco de Paula Santander a través del fondo FINU 059 de 2022 por el cual se financio el proyecto.

Por Carlos Alberto Meza Barbosa

Contenido

	pág.
Introducción	21
1. Problema	27
1.1 Título	27
1.2 Planteamiento del Problema	27
1.3 Formulación del Problema	33
1.4 Justificación	34
1.4.1 A nivel de la Empresa	41
1.4.2 A nivel del Estudiante	41
1.5 Objetivos	42
1.5.1 Objetivo General	42
1.5.2 Objetivos Específicos	42
1.6 Alcances y Limitaciones	42
1.6.1 Alcances	42
1.6.2 Limitaciones	43
2. Marco Referencial	44
2.1 Antecedentes	44
2.2 Marco Teórico	54
2.2.1 Residuos Agroindustriales	54
2.2.2 Polímeros Biodegradables	55
2.2.3 Polímeros Naturales	55
2.2.3.1 Polisacáridos	55

2.2.3.1.1 Almidón	56
2.2.3.2 Aplicaciones Industriales del Almidón	58
2.2.4 Almidón de Semilla de Aguacate Hass	59
2.2.5 Extracción de Almidón por el Método de vía Húmeda en Álcalis	61
2.2.6 Caracterización Fisicoquímica del Almidón	64
2.2.7 Temperatura de Gelatinización (TG)	65
2.2.8 Viscosidad	65
2.2.9 pH	66
2.2.10 Contenido de Materia Seca	66
2.2.11 Contenido de Cenizas	67
2.2.12 Pulpa	67
2.2.13 Caracterización Morfológica y Estructural del Almidón	68
2.2.13.1 Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)	68
2.2.13.2 Difracción de Rayos X (DRX)	69
2.2.14 Modificaciones del Almidón	70
2.2.14.1 Proceso de Gelatinización	70
2.2.14.2 Proceso de Retrogradación	71
2.2.15 Compuestos para la Elaboración de Resinas Biodegradables	73
2.2.15.1 Plastificantes	73
2.2.15.2 Agua Destilada	74
2.2.15.3 Glicerol o Glicerina	74
2.2.15.4 Sorbitol	75
2.2.15.5 Etilenglicol	75

2.2.15.6 Polietilenglicol	76
2.2.15.7 Alcohol Polivinílico	77
2.2.16 Modificadores Químicos	78
2.2.17 Modificación Física	79
2.2.18 Almidón Termoplástico	80
2.2.19 Resinas Biodegradables	81
2.2.20 Métodos de Obtención de Resinas Biodegradables Basados en Almidón	82
2.2.21 Determinación Química del Grado de Modificación del Almidón	84
2.3 Marco Conceptual	85
2.4 Marco Contextual	93
2.5 Marco Legal	94
3. Diseño Metodológico	99
3.1 Tipo de Investigación	99
3.2 Población y Muestra	100
3.2.1 Población	100
3.2.2 Muestra	101
3.3 Instrumentos o Técnicas para la Recolección de la Información	101
3.3.1 Fuentes Primarias	101
3.3.2 Fuentes Secundarias	101
3.4 Etapas del Proceso	102
3.5 Análisis de la Información	106
4. Análisis y Discusión de los Resultados	108
4.1 Extracción de Almidón de las Semillas de Aguacate Hass	108

4.2 Materia Prima, Materiales y Equipos	108
4.3 Ensayos Preliminares y Selección del Método de Extracción por Vía Húmeda	111
4.3.1 Rendimiento	112
4.3.2 Tiempo de Procesamiento	112
4.3.3 Concentración de NaOH	112
4.3.4 Temperatura de Secado	113
4.3.5 Color de los Especímenes	113
4.3.6 Métodos Preliminares a la Extracción	113
4.3.7 Selección del Método	123
4.3.8 Preparación de las Muestras	124
4.3.8.1 Determinación de la Humedad y Sólidos Totales de las SAH	125
4.4 Extracción de Almidón por Álcalis Húmeda a partir de SAH	128
4.4.1 Materias Primas para la Extracción de Almidón de las SAH	128
4.4.2 Reactivos para la Extracción de Almidón de las SAH	129
4.4.3 Equipos para la Extracción de Almidón de las SAH	129
4.4.4 Condiciones de Operación	130
4.4.5 Procedimiento para la Extracción de Almidón de las SAH	130
4.4.5.1 Diagrama del Proceso Operativo	131
4.4.5.2 Diagrama de Flujo del Proceso	132
4.4.6 Balance de Materia para el Proceso de Extracción	134
4.4.6.1 Lavado y Separación de la Cáscara	137
4.4.6.2 Rayado	138
4.4.6.3 Triturado	138

4.4.6.4 Tamizado	139
4.4.6.5 Precipitado Inicial	140
4.4.6.6 Mezclado en Álcalis	140
4.4.6.7 Lavado, Neutralización y Precipitado Secundario	141
4.4.6.8 Limpieza Ultrasónica	142
4.4.6.9 Secado	142
4.4.7 Resultados de la Extracción de Almidón mediante Álcalis Húmeda	144
4.4.8 Determinación de la Humedad para el Almidón de SAH	147
4.4.9 Determinación del Costo para el Almidón a Escala de Laboratorio	148
4.4.9.1 Oportunidades en la Bioeconomía para el Almidón de SAH	149
4.5 Caracterización Fisicoquímica del Almidón de SAH	151
4.5.1 Índice de Absorción de Agua (IAA)	151
4.5.2 Índice de Solubilidad en Agua (ISA)	153
4.5.3 Poder de Hinchamiento (PH)	155
4.5.4 Temperatura de Gelatinización (TG)	157
4.5.5 Viscosidad	160
4.5.6 pH	162
4.5.7 Contenido de Materia Seca	164
4.5.8 Contenido de Cenizas	164
4.5.9 Pulpa	166
4.6 Caracterización Morfológica y Estructural del Almidón	167
4.6.1 Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)	167
4.6.2 Difracción de Rayos X (DRX)	173

4.7 Aplicaciones Industriales del Almidón de Semilla de Aguacate Hass	177
4.8 Modificación Química y Física del Almidón Nativo	178
4.8.1 Modificación Química del Almidón de SAH	179
4.9 Composición de las Formulaciones de Almidón Modificado Químicamente	183
4.9.1 Reactivos y Materiales del Proceso de Modificación Química	187
4.9.2 Procedimiento	188
4.9.2.1 Determinación del Grado de Sustitución	190
4.9.3 Resultados de la Modificación Química del Almidón	190
4.9.3.1 Análisis de Varianza	191
4.9.3.2 Efectos en la Superficie de Repuesta para el GS	193
4.9.4 Modificación Física en la Elaboración de Resinas Biodegradables	196
4.9.4.1 Proceso de Modificación Física	197
4.9.4.2 Equipos para la Modificación Física	197
4.9.4.3 Parámetros de Proceso y Resultados de la Modificación Física	198
4.9.5 Confirmación de la Modificación del Almidón	203
4.9.5.1 Resultados del Grado de Sustitución para el ATP	203
4.9.6 Determinación del Costo para el ATP a Escala de Laboratorio	204
5. Conclusiones	206
6. Recomendaciones	210
Bibliografía	212
Anexos	245