



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## ÍNDICE

---



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[\*Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features\*](#)

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>I.1. ANTECEDENTES EN FILMS Y RECUBRIMIENTOS</b>	
<b>COMESTIBLES BIODEGRADABLES</b>	6
I.1.1. Componentes de los films biodegradables	6
I.1.2. Aplicación de recubrimientos biodegradables /comestibles	14
<b>I.2. ESTUDIOS PREVIOS CON UTILIZACIÓN DE ALMIDÓN</b>	15
I.2.1. Estructura y composición de los almidones	15
I.2.2. Cambios estructurales del almidón	17
I.2.2.1. Gelatinización y desestructuración	17
I.2.3. Métodos de obtención de los films de almidón	20
I.2.4. Propiedades y aplicaciones de films de almidón de yuca	23
<b>I.3. ESTUDIOS PREVIOS CON UTILIZACIÓN DE GELATINA</b>	28
I.3.1. Estructura y composición de la gelatina	28
I.3.2. Cambios estructurales de la gelatina	30
I.3.3. Propiedades y aplicación de films de gelatina	31
<b>I.4. FILMS MIXTOS ALMIDÓN Y GELATINA</b>	36
<b>I.5. FILMS DE BIOPOLIMEROS COMO VEHICULO DE ANTIMICROBIANOS</b>	39
I.5.1. influencia de la incorporación de aceites esenciales en las propiedades de los films biodegradables	45
<b>II. HIPÓTESIS Y OBJETIVO</b>	49
HIPÓTESIS	51
OBJETIVO GENERAL	52
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	52
PLAN DE TRABAJO	53
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	56
<b>III.1. MATERIAS PRIMAS</b>	58
III.1.1. Características de las materias primas	58
<b>III.2. PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS FILMS</b>	59
III.2.1. Films con almidón, gelatina y lípido	59
III.2.2. Films con almidón, gelatina y aceites esenciales	62
<b>III.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS FILMS</b>	64
III.3.1. Medida del espesor	64

III.3.2. Control de humedad	64
III.3.3. Permeabilidad al vapor de agua (PVA)	65
III.3.4. Permeabilidad al oxígeno (PO)	66
III.3.5. Propiedades mecánicas	67
III.3.6. Propiedades ópticas: brillo y transparencia	69
III.3.7. Microestructura	72
III.3.8. Difracción de rayos X	75
III.3.9. Análisis térmico (DSC)	76
III.3.10. Efectividad antifúngica en los films secos aislados	77
<b>III.4. APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A LA CONSERVACIÓN DE PAPAYAS</b>	80
III.4.1. Efectividad antifúngica de los recubrimientos	83
III.4.2. Calidad de papayas recubiertas	84
<b>IV. CAPITULO 1</b>	88
<b>PROPIEDADES FÍSICAS DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA- GELATINA</b>	
IV.1.1. MICROESTRUCTURA	90
IV.1.2. PROPIEDADES ÓPTICAS Y BRILLO	99
IV.1.3. PROPIEDADES BARRERA	105
IV.1.4. PROPIEDADES MECÁNICAS	110
<b>IV. CAPITULO 2</b>	121
<b>PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Æ GELATINA</b>	
IV.2.1. OBSERVACIONES MICROESTRUCTURALES	123
IV.2.2. ANÁLISIS TÉRMICO POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO (DSC)	156
<b>IV. CAPITULO 3</b>	167
<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y ANTIFUNGICAS DE FILMS DE ALMIDÓN-GELATINA CON ACEITES ESENCIALES</b>	
IV.3. 1. MICROESTRUCTURA DE LOS FILMS	169
IV.3.2. PROPIEDADES BARRERA Y PÉRDIDAS DE ACEITE ESENCIAL DE LOS FILMS	175
IV.3.3. PROPIEDADES MECÁNICAS	179

IV.3.4. PROPIEDADES ÓPTICAS	182
IV.3.5. PROPIEDADES ANTIFÚNGICA	184
<b>IV. CAPITULO 4</b>	<b>191</b>
<b>APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ALMIDÓN-GELATINA CON ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACION DE PAPAYA</b>	
I.4.1 CALIDAD DE PAPAYAS RECUBIERTAS	193
IV.4.1.1 Propiedades fisicoquímicas y pérdida de peso	193
IV.4.1.2. Color	198
IV.4.1.3. Firmeza	201
IV.4.2. EFECTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE LOS RECUBRIMIENTOS	205
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>212</b>
CAPITULO IV.1	214
CAPITULO IV.2	215
CAPITULO IV.3	216
CAPITULO IV.4	217
GENERALES	218
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>219</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>257</b>
ANEXO 1. CAPITULO IV.4.2 COLOR	259
ANEXO 2. CAPITULO IV.4.1.3. FIRMEZA PAPAYAS SIN PIEL	263
ANEXO 3. CAPITULO IV.4.1.3. FIRMEZA PAPAYAS CON PIEL	267

## INDICE DE FIGURAS

### I. INTRODUCCIÓN

I.1. ESTRUCTURA HELICOIDAL DE LA GELATINA	29
I.2. REORGANIZACION DE LA GELATINA	31

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. MOLDE DE TEFLÓN	61
III.2. FILM DE ALMIDÓN DE YUCA	62
III.3. DESECADORES EN CÁMARA A TEMPERATURA Y HUMEDAD CONTROLADA	64
III.4. COPAS EN DESECADOR Y EN ESTUFA A TEMPERATURA Y HUMEDAD CONTROLADA	66
III.5. EQUIPO PARA MEDIR PERMEABILIDAD AL OXIGENO OX-TRAN . MOCON	67
III.6. EQUIPO PARA MEDIR PROPIEDADES MECÁNICAS (PRENSA UNIVERSAL)	69
III.7. EQUIPO PARA MEDIR TRANSPARENCIA (ESPECTRO COLORÍMETRO MINOLTA	70
III.8. EQUIPO PARA MEDIR BRILLO (MULTI-GLOSS MINOLTA	72
III.9. EQUIPO PARA OBSERVAR MICROESTRUCTURAS JEOL®	73
III.10. EQUIPO PARA OBSERVAR MICROCOPIA DE FUERZA ATOMICA	75
III.11. EQUIPO DE MEDICIÓN DE CALORÍMETRIA DSC	77
III.12. CULTIVO DE <i>COLLETOTRICHUM GLOEOSPOROIDES</i> DE 7 DÍAS	78
III.13. CULTIVO DE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> DE 7 DÍAS	78
III.14. PLACAS CON SEMBRADO POR INCLUSIÓN, CON DE FILM CON ACEITE ESENCIAL	80
III.15. PAPAYAS EN ESTADO DE MADURACIÓN N° 2	81
III.16. CORTE DE PAPAYA EN ESTADO DE MADURACIÓN N° 2	81
III.17. PAPAYA A LAS 24 HORAS DE APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO	82

### IV. CAPITULO 1

#### PROPIEDADES FÍSICAS DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA- GELATINA

IV.1.1 MICROGRAFÍAS SEM DE LA SUPERFICIE DE	
---	--

FILMS DE ALMIDÓN Y GELATINA PUROS Y MIXTOS:	
SIN LÍPIDO (IZQUIERDA) Y CON LÍPIDO	92
IV.1.2 MICROGRAFÍAS SEM DEL CORTE TRANSVERSALES DE FILMS DE ALMIDÓN Y GELATINA PUROS Y MIXTOS: SIN LÍPIDO Y CON LÍPIDO	94
IV.1.3. ESFUERZO DE TENSIÓN (TS) VS DEFORMACIÓN DE HENKY ( $\epsilon$ ), DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA, PUROS Y MIXTOS, CON Y SIN ADICIÓN DE LÍPIDO	111
IV.1.4 MODULO DE ELASTICIDAD (ME), TENSION A LA FRACTURA (TS) Y EXTENSIBILIDAD (E) EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE GELATINA INCORPORADO A LOS FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA, CON Y SIN ADICIÓN DE LÍPIDOS	112

## IV.CAPITULO 2

### PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA

IV.2.1. DIFRACTOGRAMAS POR RAYOS X DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA, CON Y SIN ÉSTER	126
IV.2.2. DIFRACTOGRAMA OBTENIDO POR RAYOS X DEL LÍPIDO PURO	127
IV.2.3. MICROGRAFÍAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES OBTENIDAS POR SEM DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA (1500 AUMENTOS) SIN LÍPIDO	132
IV.2.4. MICROGRAFÍAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES OBTENIDAS POR SEM DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA (1500 AUMENTOS) CON LÍPIDO	134
IV.2.5. MICROGRAFÍAS DE LA SUPERFICIE DE LOS FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA OBTENIDAS POR SEM (1500 AUMENTOS) SIN LÍPIDO	136
IV.2.6. MICROGRAFÍAS DE LA SUPERFICIE DE LOS FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA OBTENIDAS POR SEM (1500 AUMENTOS) CON LÍPIDO	138
IV.2.7 MICROGRAFÍAS OBTENIDAS POR AFM DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA (TAPPING MODE, 50 X 50 $\mu$ M) SIN LÍPIDO	144

IV.2.8. MICROGRAFÍAS OBTENIDAS POR AFM DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA (TAPPING MODE, 50X 50 $\mu$ M) LÍPIDO	146
IV.2.9. MICROGRAFÍAS OBTENIDAS POR AFM (MODE PHASE 50 X 50 $\mu$ M) DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA SIN LÍPIDO	148
IV.2.10. MICROGRAFÍAS OBTENIDAS POR AFM (MODE PHASE 50 X 50 $\mu$ M) DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA CON LÍPIDO	150
IV.2.11. MICROGRAFÍAS OBTENIDAS POR AFM (PEAK FORCE MODE (LOGDMT) 30X30 $\mu$ M) DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA SIN LÍPIDO	152
IV.2.12. MICROGRAFÍAS OBTENIDAS POR AFM (PEAK FORCE MODE (LOGDMT) 30X30 $\mu$ M) DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA CON LÍPIDO	154
IV.2.13. TERMOGRAMAS TÍPICOS OBTENIDOS POR DSC DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA SIN LÍPIDO	162
IV.2.14. TERMOGRAMAS TÍPICOS OBTENIDOS POR DSC DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA CON LÍPIDO	164
IV.2.15. TERMOGRAMA CON LA CRISTALIZACIÓN DEL LÍPIDO	166

#### **IV. CAPITULO 3**

##### **PROPIEDADES FÍSICAS Y ANTIFUNGICAS DE FILMS DE ALMIDÓN-GELATINA CON ACEITES ESENCIALES**

IV.3.1. OBSERVACIONES MICROESTRUCTURALES (SEM) DE LA SUPERFICIE Y SECCIÓN TRANSVERSAL DE FILMS ALMIDÓN-GELATINA (50S-50G), CON AE	173
---	-----

#### **IV. CAPITULO 4**

##### **APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ALMIDÓN-GELATINA CON ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACION DE PAPAYA**

IV.4.1. PÉRDIDA DE PESO DE LAS PAPAYAS NO RECUBIERTAS Y RECUBIERTAS	
--	--





*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

CON ALMIDÓN-GELATINA-ACEITES ESENCIALES	196
IV.4.2. PORCENTAJE DE FRUTOS AFECTADOS CON FOG Y CG EN PAPAYAS NO RECUBIERTAS Y RECUBIERTAS CON ALMIDÓN-GELATINA-ACEITES ESENCIALES	207

## INDICE DE TABLAS

### I. INTRODUCCIÓN

I.1. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS PARA FILMS DE ALMIDÓN DE	27
I.2. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTUDIOS CON FILMS DE GELATINA	35
I.3. FILMS CON INCORPORACIÓN DE ACEITES ESENCIALES PARA ESTUDIOS MICROBIOLÓGICOS <i>IN VITRO</i>	42
I.4. APLICACIONES DE FILMS CON ACEITES ESENCIALES PARA EL CONTROL MICROBIANO EN LA CONSERVACIÓN DE DIFERENTES FRUTOS	44

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES (AE)	59
---	----

### IV. CAPITULO 1

#### PROPIEDADES FÍSICAS DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA- GELATINA

IV.1.1 TRANSMITANCIA INTERNA ( $T_i$ ) Y BRILLO 60° DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA, PUROS Y MIXTOS, CON Y SIN ADICIÓN DE LÍPIDO	100
IV.1.2 PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA (PVA), PERMEABILIDAD AL OXIGENO (PO), HUMEDAD ( $X_w$ ) Y ESPESOR ( $\mu\text{M}$ ) DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA, PUROS Y MIXTOS, CON Y SIN ADICIÓN DE LÍPIDO	106
IV.1.3 MODULO DE ELASTICIDAD (ME), TENSIÓN DE FRACTURA (TS) Y PORCENTAJE DE EXTENSIBILIDAD (E) DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA, PUROS Y MIXTOS, CON Y SIN ADICIÓN DE LÍPIDOS	114

#### **IV. CAPITULO 2**

##### **PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA - GELATINA**

IV.2.1. PARAMETROS DE RUGOSIDAD RQ (RUGOSIDAD MEDIA CUADRÁTICA), RA (RUGOSIDAD PROMEDIO) DE LOS FILMS DE ALMIDÓN DE YUCA Y GELATINA BOVINA SIN Y CON LIPIDO	141
IV.2.2. TEMPERATURA DE TRANSICIÓN VÍTREA (TG) DE LAS DIFERENTES MATRICES OBTENIDAS POR DSC A TIEMPO INICIAL DE ALMACENAMIENTO	159
IV.2.3. TEMPERATURA DE FUSIÓN DEL LÍPIDO (INICIAL, MEDIA Y FINAL) Y ENTALPIA DE FUSIÓN PARA LAS DISTINTAS FORMULACIONES CON LÍPIDO	160

#### **IV. CAPITULO 3**

##### **PROPIEDADES FÍSICAS Y ANTIFUNGICAS DE FILMS DE ALMIDÓN-GELATINA CON ACEITES ESENCIALES**

IV.3.1. PROPIEDADES BARRERA AL VAPOR DE AGUA Y AL OXÍGENO DE LOS FILMS Y PÉRDIDA DE ACEITE ESENCIAL EN FILMS ALMIDÓN-GELATINA (50:50), CON AE	176
IV.3.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS FILMS ALMIDÓN-GELATINA (50S-50G), CON Y SIN AE	180
IV.3.3. PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS FILMS ALMIDÓN-GELATINA (50:50), CON AE	183
IV.3.4. HALO DE INHIBICIÓN DE CRECIMIENTO DE <i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> (FOG) Y <i>COLLETOTRICHUM GLOEOSPOROIDES</i> (CG) DE LOS DIFERENTES FILMS CON AE	186

#### **IV. CAPITULO 4**

##### **APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS ALMIDÓN-GELATINA CON ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACION DE PAPAYA**

IV.4.1. COMPOSICIÓN EN SÓLIDOS SOLUBLES, HUMEDAD Y ACIDEZ DE LAS PAPAYAS, RECUBIERTAS Y NO RECUBIERTAS	197
--	-----



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

IV.4.2. COORDENADAS DE COLOR DE LAS PAPAYAS, RECUBIERTAS (RC) Y NO RECUBIERTAS, ANTES (0) Y DESPUÉS DE SU ALMACENAMIENTO (6 DÍAS) EN CONDICIONES AMBIENTE	200
IV.4.3. FIRMEZA DE LAS PAPAYAS SIN PIEL, RECUBIERTAS Y NO RECUBIERTAS, ANTES Y DESPUÉS DE SU ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES AMBIENTE EXTREMO Y CENTRO DEL FRUTO	202
IV.4.4. FIRMEZA DE LAS PAPAYAS CON PIEL, RECUBIERTAS Y NO RECUBIERTAS, ANTES Y DESPUÉS DE SU ALMACENAMIENTO EN CONDICIONES AMBIENTE EXTREMO Y CENTRO DEL FRUTO	204