

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1.

### BAGAZO DE AGAVE COMO MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 15 |
| INTRODUCCIÓN .....  | 16 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                                  | 18 |
| Separación de fibra-médula .....                            | 18 |
| Procesamiento de la fibra y elaboración de tableros .....   | 18 |
| Pruebas de resistencia .....                                | 22 |
| Pruebas de absorción de agua e hinchamiento .....           | 25 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                | 25 |
| Separación de constituyentes .....                          | 25 |
| Elaboración de tableros con fibras de bagazo de agave ..... | 28 |
| CONCLUSIONES .....  | 32 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 33 |

## CAPÍTULO 2.

### OBTENCIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS A BASE DE FI- BRAS DE HENEQUÉN CON POLIETILENO O POLIESTIRENO

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....                                  | 35 |
| INTRODUCCIÓN .....                             | 36 |
| Alcance del estudio .....                      | 40 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                     | 41 |
| Polímeros usados .....                         | 41 |
| Obtención de las fibras .....                  | 41 |
| Tratamiento químico de las fibras .....        | 42 |
| Acetilación de las fibras .....                | 42 |
| Bencilación de las fibras .....                | 42 |
| Manufactura de los materiales compuestos ..... | 43 |
| Determinación de las propiedades .....         | 45 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                   | 46 |
| Método de obtención de las fibras .....        | 46 |

|  |    |
|--|----|
| Tratamiento químico de las fibras .....  | 48 |
| Acetilación .....                        | 48 |
| Bencilación .....                        | 48 |
| Propiedades de los materiales compuestos |    |
| polietileno–fibra de henequén .....      | 49 |
| Densidad de los materiales .....         | 49 |
| Tensión .....                            | 50 |
| Curvas de esfuerzo – deformación .....   | 54 |
| Flexión .....                            | 57 |
| Impacto .....                            | 59 |
| Absorción de agua .....                  | 60 |
| Micrografías SEM .....                   | 61 |
| Propiedades de los materiales compuestos |    |
| de poliestireno–fibra de henequén .....  | 64 |
| Densidad de los materiales .....         | 64 |
| Tensión .....                            | 65 |
| Curvas de esfuerzo deformación .....     | 67 |
| Flexión .....                            | 70 |
| Impacto .....                            | 72 |
| Absorción de agua .....                  | 73 |
| Micrografías SEM .....                   | 74 |
| CONCLUSIONES .....                       | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                       | 78 |

### **CAPÍTULO 3.**

#### **MATERIALES COMPUESTOS DE PARTÍCULAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y PLÁSTICO RECICLADO**

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 85 |
| INTRODUCCIÓN .....   | 86 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....   | 88 |
| Preparación del material del bagazo de caña de azúcar .....                                    | 88 |
| Preparación del material plástico .....  | 89 |
| Efecto de la densidad y tamaño de partícula sobre las propiedades del material compuesto ..... | 90 |
| Manufactura del material compuesto .....   | 91 |
| Evaluación de las propiedades del material compuesto .....                                     | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| Elaboración de probetas para ensayos .....                                   | 93  |
| Determinación de las propiedades a ensayo de flexión .....                   | 94  |
| Determinación de la absorción de agua<br>e hinchamiento del espesor .....    | 97  |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 99  |
| Clasificación de las partículas fibrosas de bagazo de caña .....             | 99  |
| Partículas denominadas como "A" .....  | 99  |
| Partículas denominadas como "B" .....  | 100 |
| Partículas denominadas como "B" .....  | 101 |
| Influencia del tamaño de partícula y densidad .....                          | 101 |
| Densidad .....   | 102 |
| Resistencia a la flexión (MOR) .....   | 102 |
| Módulo de elasticidad a flexión (MOE) .....                                  | 104 |
| Diagramas de esfuerzo – deformación .....                                    | 106 |
| Absorción de agua .....  | 107 |
| Hinchamiento del espesor .....   | 109 |
| Absorción de agua e hinchamiento<br>del espesor a inmersión prolongada ..... | 111 |
| Comparación de propiedades .....   | 112 |
| ANÁLISIS DE USOS POTENCIALES .....   | 114 |
| Con base a la absorción de agua e hinchamiento del espesor .....             | 114 |
| Con base a las propiedades de flexión .....                                  | 115 |
| CONCLUSIONES .....   | 116 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 117 |

## **CAPÍTULO 4.**

### **COMBINACIÓN DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADO, BAGAZO DE CAÑA Y LLANTA TRITURADA EN LA ELABORACIÓN DE TABLEROS COMPUESTOS**

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| RESUMEN .....                      | 121 |
| INTRODUCCIÓN .....                 | 121 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....         | 123 |
| Bagazo de caña .....               | 123 |
| Llanta triturada .....             | 124 |
| Polietileno de alta densidad ..... | 125 |
| Agente acoplante .....             | 125 |

|  |            |
|--|------------|
| Formulación de mezclas .....   | 126        |
| Diseño experimental .....  | 127        |
| Elaboración de tableros .....  | 128        |
| Elaboración de probetas y descripción<br>de los ensayos físico-mecánicos ..... | 130        |
| Densidad .....   | 130        |
| Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad .....                         | 130        |
| Resistencia al cizallamiento paralela a la superficie del tablero .....        | 133        |
| Determinación del hinchamiento del espesor .....                               | 133        |
| Determinación de absorción de agua .....                                       | 134        |
| Ensayos de trabajabilidad .....  | 135        |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>137</b> |
| Formulación de mezclas .....   | 137        |
| Aplicación del diseño experimental rotacional compuesto .....                  | 139        |
| Aspectos generales de la elaboración de tableros .....                         | 139        |
| Evaluación de propiedades físico-mecánicas .....                               | 141        |
| Densidad de los tableros compuestos .....                                      | 141        |
| Módulo de elasticidad a flexión .....  | 142        |
| Resistencia a la flexión .....   | 147        |
| Determinación de la resistencia al cizallamiento .....                         | 151        |
| Condiciones óptimas para la elaboración<br>de los tableros compuestos .....    | 157        |
| Módulo de elasticidad .....  | 159        |
| Resistencia a la flexión .....   | 160        |
| Resistencia al cizallamiento .....   | 161        |
| Hinchamiento y absorción .....   | 161        |
| Análisis comparativo de propiedades con otros tableros .....                   | 162        |
| Trabajabilidad .....   | 165        |
| Corte con sierra circular .....  | 165        |
| Cepillado .....  | 166        |
| Barrenado .....  | 167        |
| Escoplado .....  | 168        |
| Moldurado .....  | 169        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>170</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>170</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>171</b> |

## **CAPÍTULO 5.**

### **EFFECTO DEL BIODETERIORO EN LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y TENSIÓN DE COMPUESTOS PLÁSTICO-MADERA**

|  |     |
|--|-----|
| RESUMEN .....  | 175 |
| INTRODUCCIÓN .....   | 175 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....   | 177 |
| Materia prima .....  | 177 |
| Elaboración de especímenes de flexión y tensión .....                    | 180 |
| Hongos de prueba .....   | 181 |
| Prueba de pudrición acelerada .....                                      | 181 |
| Ensayos mecánicos .....  | 183 |
| Contenido de humedad .....   | 184 |
| Microscopía SEM .....  | 184 |
| Controles .....  | 185 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 186 |
| Pérdida de peso .....  | 186 |
| Resistencia a la flexión .....   | 189 |
| Resistencia a la tensión .....   | 192 |
| Contenido de humedad .....   | 194 |
| Microscopía SEM .....  | 195 |
| Correlación pérdida de peso – resistencia mecánica .....                 | 201 |
| Criterios para la clasificación de la resistencia natural de los CPM ... | 203 |
| CONCLUSIONES .....   | 203 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 204 |

## **CAPÍTULO 6.**

### **ESTUDIO DEL KENAF (*Hibiscus cannabinus*): PULPEO, BLANQUEO Y CARGADO DE CARBONATO DE CALCIO “IN SITU” PARA OBTENER UN MATERIAL COMPUESTO PARTICULADO**

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| RESUMEN .....               | 207 |
| INTRODUCCIÓN .....          | 208 |
| Descripción del kenaf ..... | 211 |
| Elaboración del papel ..... | 213 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 214 |

|  |     |
|--|-----|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 219 |
| Materia prima y pulpeo exploratorio .....  | 219 |
| Tratamiento de refinación y propiedades<br>de resistencia físico-mecánicas ..... | 222 |
| Blanqueo de las pulpas del kenaf .....   | 224 |
| Secuencias CEHP y CED .....  | 224 |
| Cargado de pulpas con carbonato de calcio .....                                  | 227 |
| Fracción corteza .....   | 227 |
| Fracción médula .....  | 229 |
| CONCLUSIONES .....   | 231 |
| BIBLIOPGRAFÍA .....  | 232 |

## **CAPÍTULO 7.**

### **MATERIALES COMPUESTOS CON FIBRAS DE BAGAZO DE AGAVE TEQUILANA WEBER Y POLIPROPILENO**

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN .....   | 235 |
| INTRODUCCIÓN .....  | 236 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 239 |
| Materiales .....  | 240 |
| Elaboración del compuesto .....   | 240 |
| Preparación del bagazo de agave .....   | 240 |
| Preparación del compuesto en el mezclador termocinético .....   | 240 |
| Preparación del compuesto en el extrusor .....  | 241 |
| Moldeo por inyección de especímenes para<br>el análisis de propiedades mecánicas. ....  | 241 |
| Pruebas de absorción de humedad de los compuestos .....   | 242 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 242 |
| Propiedades físicas de los compuestos. ....   | 242 |
| Absorción de humedad en los compuestos<br>después de dos horas en agua caliente. ....   | 242 |
| Absorción de humedad en compuestos como función del tiempo<br>de exposición sumergidos en agua destilada y a 65% y 90% HR. .... | 243 |
| Hinchamiento en compuestos como función<br>del tiempo de exposición a 65% y 90% HR. ....  | 246 |
| Absorción de humedad y variación del peso en función<br>del tipo de proceso en ambientes con 65% y 90% HR. ....                 | 249 |
| Absorción e hinchamiento de compuestos elaborados<br>en el extrusor y sumergidos en agua destilada. ....                        | 249 |

|   |     |
|---|-----|
| Propiedades mecánicas de los compuestos. ....   | 250 |
| Efecto de la adición de bagazo de agave y PP-I-AM<br>en la resistencia a la tensión y el módulo de elasticidad. ....                                | 250 |
| Efecto de la adición de bagazo de agave y de<br>PP-I-AM en la resistencia a la flexión y el<br>módulo de elasticidad de flexión de compuestos. .... | 252 |
| Efecto de la adición de bagazo de agave y<br>de PP-I-AM en la resistencia al impacto. ....  | 254 |
| Efecto del tamaño de partícula de bagazo<br>de agave en las propiedades mecánicas. ....   | 256 |
| Efecto del modo de preparación de<br>los compuestos sobre las propiedades mecánicas. ....   | 259 |
| Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) ....   | 260 |
| CONCLUSIONES .....  | 265 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 266 |

## **CAPÍTULO 8.**

### **POLISACÁRIDOS EN BIOMATERIALES COMPUESTOS: QUITINA Y QUITOSANA, REGENERACIÓN DE NERVIOS LESIONADOS; TUBULIZADOS CON QUITOSANA COMPUESTA.**

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN .....   | 269 |
| INTRODUCCIÓN .....  | 271 |
| Los polisacáridos como biomateriales .....  | 272 |
| Quitina y quitosana .....   | 273 |
| Procesamiento de la quitina y quitosana .....   | 275 |
| Propiedades de la quitina y quitosana .....   | 277 |
| APLICACIONES COMO BIOMATERIALES .....   | 278 |
| La quitosana como piel artificial .....   | 278 |
| Materiales de curación (apósitos y vendajes)<br>de heridas basados en quitina y quitosana. .... | 279 |
| Reparación nerviosa mediante tubulización .....   | 281 |
| TRABAJOS EXPERIMENTALES EN LA U. DE G. ....   | 282 |
| Cámaras axónicas .....  | 282 |
| Cámaras axónicas de materiales biológicos y no biológicos .....                                 | 284 |
| Neuroesteroides, definición y biosíntesis .....   | 285 |
| Significancia biológica de los neuroesteroides .....  | 285 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b>  | 285 |
| Objetivo general  | 287 |
| Objetivos particulares  | 288 |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>   | 289 |
| Experimentación con animales  | 289 |
| Ratas   | 289 |
| Conejos   | 291 |
| Elaboración de prótesis de quitosana  | 291 |
| Ratas   | 291 |
| Conejos   | 292 |
| Cromatografía de gases  | 294 |
| Análisis histológico de la pared de las prótesis de quitosana<br>implantadas en el espacio subcutáneo y manifestaciones clínicas. | 295 |
| <b>RESULTADOS</b>   | 296 |
| Ratas   | 296 |
| Índice funcional del nervio ciático   | 296 |
| Supervivencia neuronal  | 297 |
| Análisis con microscopía de luz del nervio en regeneración  | 297 |
| Estudio de la citoarquitectura del nervio en regeneración   | 298 |
| Tubulización con silicón  | 298 |
| Tubulización con quitosana  | 299 |
| Estudio a los 90 días poslesión del segmento medio del nervio en<br>regeneración mediante microscopía electrónica de transmisión. | 301 |
| Descripción de los componentes celulares  | 302 |
| Cuantificación del diámetro interno axónico (calibre)   | 303 |
| Conejos   | 305 |
| Cromatografía de gases  | 305 |
| Estudios histológicos   | 306 |
| Análisis de crecimientos nerviosos en las prótesis de quitosana   | 308 |
| Porcentaje de éxito   | 308 |
| Discusión   | 309 |
| Ratas   | 309 |
| Conejos   | 313 |
| Estudios histológicos   | 315 |
| Regeneración del nervio facial axotomizado-tubulizado   | 317 |
| <b>CONCLUSIONES</b>   | 321 |
| Ratas   | 321 |
| Conejos   | 322 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | 323 |