

# Tabla de Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introducción</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Objetivos del trabajo . . . . .                                    | 4         |
| 1.1.1. Objetivo general . . . . .                                       | 4         |
| 1.1.2. Objetivos específicos . . . . .                                  | 5         |
| <b>2. Antecedentes</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1. <i>Trichoderma reesei</i> . . . . .                                | 6         |
| 2.1.1. Proliferación . . . . .  | 6         |
| 2.1.2. Fuentes de carbono . . . . .                                     | 8         |
| 2.2. Condiciones favorables para la conidiación del organismo . . . . . | 9         |
| 2.2.1. Exposición lumínica . . . . .                                    | 9         |
| 2.2.2. Estado de carbono y nitrógeno . . . . .                          | 10        |
| 2.2.3. pH ambiente . . . . .  | 10        |
| 2.2.4. Señalización de calcio . . . . .                                 | 11        |
| 2.2.5. Compuestos orgánicos volátiles (COV) . . . . .                   | 11        |
| 2.3. Microgravedad . . . . .  | 11        |
| 2.3.1. Física . . . . .   | 11        |
| 2.3.2. Implicancias generales en la vida . . . . .                      | 13        |
| 2.3.3. Viabilidad fúngica en el espacio . . . . .                       | 14        |
| <b>3. Métodos de encapsulación</b>                                      | <b>17</b> |
| 3.1. Encapsulación fisicoquímica . . . . .                              | 17        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.1.1.    | Coacervación . . . . .  | 17        |
| 3.1.2.    | Inclusión molecular . . . . .                                       | 18        |
| 3.2.      | Encapsulación química . . . . .                                     | 19        |
| 3.2.1.    | Polimerización interfacial . . . . .                                | 19        |
| 3.3.      | Encapsulación mecánica . . . . .                                    | 19        |
| 3.3.1.    | Gelificación iónica . . . . .                                       | 19        |
| 3.3.2.    | Co-cristalización . . . . .   | 20        |
| 3.3.3.    | Atrapamiento en liposomas . . . . .                                 | 21        |
| 3.3.4.    | Secado por aspersión . . . . .                                      | 22        |
| 3.3.5.    | Enfriamiento por aspersión . . . . .                                | 23        |
| 3.3.6.    | Montaje capa por capa (LbL) . . . . .                               | 23        |
| 3.3.7.    | Extrusión . . . . .   | 24        |
| 3.3.8.    | Electrohilado . . . . .   | 25        |
| <b>4.</b> | <b>Metodología de trabajo</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>5.</b> | <b>Evaluación de factibilidad</b>                                   | <b>30</b> |
| 5.1.      | Gelificación iónica . . . . .                                       | 30        |
| 5.1.1.    | <i>Trichoderma asperellum</i> y <i>Trichoderma reesei</i> . . . . . | 30        |
| 5.1.2.    | Componentes de la cápsula . . . . .                                 | 32        |
| 5.2.      | Montaje capa por capa (LbL) . . . . .                               | 32        |
| 5.3.      | Secado por aspersión . . . . .                                      | 33        |
| 5.3.1.    | <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Trichoderma reesei</i> . . . . .     | 33        |
| 5.3.2.    | Componentes de la cápsula . . . . .                                 | 34        |
| 5.4.      | Electrohilado . . . . .   | 35        |
| 5.4.1.    | <i>Trichoderma viride</i> y <i>Trichoderma reesei</i> . . . . .     | 35        |
| 5.4.2.    | Componentes de la cápsula . . . . .                                 | 36        |
| <b>6.</b> | <b>Metodologías de encapsulación propuestas</b>                     | <b>37</b> |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 6.1.      | Crecimiento de <i>T. reesei</i> y recolección de esporas . . . . . | 37        |
| 6.2.      | Propuesta de encapsulación vía gelificación iónica . . . . .       | 37        |
| 6.2.1.    | Materiales . . . . .   | 37        |
| 6.2.2.    | Instrumentos . . . . .   | 38        |
| 6.2.3.    | Encapsulación de esporas por gelificación iónica . . . . .         | 38        |
| 6.3.      | Propuesta de encapsulación vía montaje LbL . . . . .               | 39        |
| 6.3.1.    | Materiales . . . . .   | 39        |
| 6.3.2.    | Instrumentos y técnicas de caracterización . . . . .               | 39        |
| 6.3.3.    | Síntesis de lignina catiónica Kraft . . . . .                      | 39        |
| 6.3.4.    | Encapsulación LbL de esporas de <i>T. reesei</i> . . . . .         | 40        |
| 6.4.      | Propuesta de encapsulación vía secado por aspersión . . . . .      | 40        |
| 6.4.1.    | Materiales . . . . .   | 40        |
| 6.4.2.    | Instrumentos y técnicas de caracterización . . . . .               | 41        |
| 6.4.3.    | Preparación de cápsulas mediante secado por aspersión . . . . .    | 41        |
| 6.5.      | Propuesta de encapsulación vía electrohilado . . . . .             | 41        |
| 6.5.1.    | Materiales . . . . .   | 41        |
| 6.5.2.    | Instrumentos y técnicas de caracterización . . . . .               | 42        |
| 6.5.3.    | Preparación de poliacrilamida . . . . .                            | 42        |
| 6.6.      | Encapsulación de esporas . . . . .                                 | 42        |
| <b>7.</b> | <b>Comparación de costos</b> . . . . .                             | <b>44</b> |
| 7.1.      | Gelificación iónica . . . . .                                      | 44        |
| 7.2.      | Montaje LbL . . . . .  | 44        |
| 7.3.      | Secado por aspersión . . . . .                                     | 45        |
| 7.4.      | Electrohilado . . . . .  | 45        |
| 7.5.      | Comparación de las metodologías . . . . .                          | 46        |
| <b>8.</b> | <b>Evaluación de viabilidad</b> . . . . .                          | <b>48</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 8.1. Estudio de crecimiento . . . . .                              | 48        |
| 8.1.1. Liberación de esporas . . . . .                             | 48        |
| 8.1.2. Preparación del medio de cultivo . . . . .                  | 49        |
| 8.1.3. Porcentaje de germinación . . . . .                         | 49        |
| 8.1.4. Propuestas de estudio . . . . .                             | 50        |
| 8.2. Desarrollo bajo microgravedad . . . . .                       | 50        |
| 8.3. Montaje experimental . . . . .                                | 52        |
| <b>9. Conclusión</b>   | <b>53</b> |
| <b>Bibliografía</b>  | <b>56</b> |
| <b>Anexos</b>  | <b>71</b> |
| <b>A. Cálculos para la demostración de la microgravedad</b>        | <b>71</b> |
| A.1. Fuerza de gravedad . . . . .                                  | 71        |
| A.2. Velocidad tangencial . . . . .                                | 71        |
| <b>B. Fuentes de carbono</b>                                       | <b>73</b> |
| B.1. Fuentes de carbono solubles . . . . .                         | 73        |
| B.2. Fuentes de carbono polisacáridos puros e insolubles . . . . . | 74        |
| B.3. Fuentes de carbono lignocelulosas e insolubles . . . . .      | 75        |
| <b>C. Diámetro promedio de esporas</b>                             | <b>76</b> |
| C.1. <i>Trichoderma reesei</i> . . . . .                           | 76        |
| C.2. <i>Trichoderma asperellum</i> . . . . .                       | 79        |
| <b>D. Determinación de costos</b>                                  | <b>81</b> |
| D.1. Gelificación iónica . . . . .                                 | 81        |
| D.2. Montaje LbL . . . . .   | 86        |
| D.3. Secado por aspersión . . . . .                                | 94        |

|   |            |
|---|------------|
| D.4. Electrohilado . . . . .                        | 98         |
| <b>E. Escalamiento y costos proyectados</b>         | <b>105</b> |
| E.1. Estimación de materiales . . . . .             | 105        |
| E.1.1. Gelificación iónica . . . . .                | 105        |
| E.1.2. Montaje LbL . . . . .                        | 105        |
| E.1.3. Secado por aspersión . . . . .               | 106        |
| E.1.4. Electrohilado . . . . .                      | 106        |
| E.2. Escalamiento . . . . .                         | 107        |
| <b>F. Aproximación de tiempos de implementación</b> | <b>108</b> |
| F.1. Gelificación iónica . . . . .                  | 108        |
| F.2. Montaje LbL . . . . .                          | 109        |
| F.3. Secado por aspersión . . . . .                 | 110        |
| F.4. Electrohilado . . . . .                        | 111        |