

---

**ÍNDICE GENERAL**

<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1. Antecedentes.....	3
2. Alimentos funcionales.....	5
2.1. Contexto internacional.....	7
2.2. El mercado de los funcionales.....	9
2.3. Métodos más comunes para la obtención de alimentos funcionales...	10
3. Elaboración de hortalizas enriquecidas mediante impregnación a vacío.....	13
3.1. Impregnación a vacío.....	13
3.2. Matrices vegetales.....	16
3.2. 1. Pared celular en vegetales superiores.....	18
4. Hortalizas estudiadas .....	20
4.1. Brócoli y Coliflor .....	20
4.2. Endibia.....	24
4.3. Zanahoria.....	28
5. Aloe vera. Componente funcional incorporado a las matrices vegetales .....	31
5.1. Botánica.....	32
5.2. Composición química.....	34
5.3. Historia.....	35
5.4. Usos y aplicaciones.....	37
5.5. Productos del aloe y su veracidad.....	41
5.6. Componente funcional .....	43
5.7. Uso en alimentos .....	45
<b>II. Objetivos.....</b>	<b>47</b>
1. Objetivos .....	49
1.1. Objetivo general .....	49
1.2. Objetivos específicos.....	50

2. Plan de trabajo .....	51
2.1. Estudio y caracterización del material vegetal .....	51
2.2. Estudio y caracterización de las dispersiones acuosas de gel de aloe vera.....	52
2.3. Estudio de la factibilidad del enriquecimiento de brócoli, coliflor, endibia y zanahoria con gel de aloe vera, presentes en una dispersión, en concentraciones de 5 y 30 g/L.....	52
<b>III. Materiales y Métodos.....</b>	<b>55</b>
1. Materiales .....	57
1.1. Matrices vegetales .....	57
1.2. Disoluciones de impregnación.....	58
1.2.1. Disoluciones para el estudio de caracterización.....	58
2. Métodos experimentales, equipos e instalaciones .....	62
2.1. Caracterización físico-química de las materias primas .....	62
2.1.1. Humedad .....	62
2.1.2. Actividad del agua .....	63
2.1.3. pH.....	64
2.1.4. Sólidos solubles .....	64
2.1.5. Densidad aparente y densidad real.....	66
2.1.6. Porosidad real.....	67
2.1.7. Estudio reológico.....	67
2.1.8. Análisis del tamaño de partículas .....	69
2.1.9. Potencial zeta.....	70
3. Impregnación a vacío .....	71
3.1. Equipo experimental .....	71
4. Efecto de la IV con aloe sobre la tasa de respiración de las hortalizas ....	77
4.1. Coeficiente de respiración. ....	79
5. Cuantificación teórica de AGS por modelo matemático .....	80
6. Análisis colorimétrico cuantitativo de polisacáridos de aloe .....	81

6.1. Principio.....	82
6.2. Materiales y equipos .....	82
6.3. Curva de calibración .....	83
6.4. Preparación de las muestras .....	83
6.5. Cálculo.....	84
7. Análisis cuantitativo de ácido málico por espectrofotometría UV.....	85
7.1. Principio.....	86
7.2. Materiales y equipos .....	86
7.3. Preparación muestra: Dispersión AGS .....	87
7.4. Preparación de la muestra: Hortalizas.....	87
7.5. Procedimiento .....	87
7.6. Cálculo.....	88
8. Cuantificación de minerales por cromatografía .....	89
8.1. Preparación de las muestras .....	89
8.2. Equipo y procedimiento .....	90
8.3. Rectas de calibrado.....	91
8.4. Cálculo.....	93
9. Microscopia electrónica de barrido a bajas temperaturas (CryoSEM). Preparación de las muestras y métodos de observación. ....	93
10. Evaluación sensorial .....	94
11. Análisis estadístico.....	96
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>97</b>
<b>IV.1. Caracterización de brócoli, coliflor, endibia y zanahoria.....</b>	<b>99</b>
1. Introducción.....	101
2. Diseño de experiencias.....	101
3. Caracterización fisicoquímica de las hortalizas.....	104
4. Estudio y caracterización de las hortalizas .....	114
5. Influencia de la IV sobre la tasa respiratoria y coeficiente de respiración del material vegetal .....	119

<b>IV.2. Estudio de dispersiones acuosas de Gel de Aloe Vera en Polvo .....</b>	<b>129</b>
1. Introducción.....	131
2. Diseño de experiencias.....	133
3. Resultados experimentales. ....	134
3.1. Actividad del agua ( $a_w$ ).....	134
3.2. Densidad.....	142
3.3. Comportamiento reológico.....	146
3.4. pH .....	151
3.5. Sólidos solubles (Brix).....	154
4. Distribución del tamaño de partícula.....	157
5. Potencial zeta .....	162
IV.3. Efectos de la dispersión de gel de Aloe vera sobre la matriz vegetal .....	165
1. Introducción .....	167
2. Caracterización fisicoquímica de las hortalizas en estudio.....	168
2.1. Diseño de experiencias.....	168
2.2. Resultados.....	169
3. Comportamiento del material vegetal durante la IV con aloe .....	171
3.1. Diseño de experiencias.....	171
3.2. Resultados.....	172
3.2.1. Brócoli .....	172
3.2.2. Coliflor.....	177
3.2.3. Endibia.....	181
3.2.4. Zanahoria.....	185
3.2.5. Comparación del comportamiento de brócoli, coliflor, endibia y zanahoria durante la IV con aloe .....	189
4. Efecto de la IV sobre la tasa respiratoria (TR) de las hortalizas.....	196
4.1. Diseño de experiencias.....	196
4.2. Resultados.....	197
4.2.1. Brócoli .....	200

---

4.2.2. Coliflor.....	204
4.2.3. Endibia.....	206
4.2.4. Zanahoria.....	208
5. Cuantificación del aloe incorporado .....	210
5.1. Diseño de experiencias.....	210
5.2. Resultados.....	212
5.2.1. A partir de un modelo basado en balances de materia.....	212
5.2.2. A partir del contenido de polisacáridos.....	213
5.2.3. A partir del contenido en ácido málico.....	219
5.3. A partir del contenido en Calcio .....	223
5.3.1. Minerales en gel de aloe vera en polvo .....	223
5.3.2. Calcio en hortalizas impregnadas con dispersión de gel de aloe vera en polvo .....	224
5.4. Análisis y comparación métodos aplicados .....	227
6. Características sensoriales de las hortalizas impregnadas .....	229
6.1. Diseño de experiencias.....	229
6.2. Resultados.....	230
<b>V. Conclusiones .....</b>	<b>235</b>
<b>VI. Bibliografía .....</b>	<b>241</b>
<b>VII. Anejos .....</b>	<b>267</b>