

Índice de contenidos

Índice de tablas	XIX
Índice de figuras	XXI
Índice de ecuaciones	XXIV
Capítulo 1 Introducción.....	1
I.1 Justificación.....	1
I.2 Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill)	4
I.2.1 Origen, estructuras e hibridaciones	4
I.2.2 Fisiología, formación del fruto y maduración.....	5
I.2.3 Temporada de cultivo.....	6
I.2.4 Producción anual	7
I.3 Higos chumbos (<i>Opuntia</i> spp.).....	9
I.3.1. Orígenes.....	9
I.3.2. Taxonomía	10
I.3.3. Variedades cultivadas.....	11
I.3.4. Descripción morfológica.....	12
I.3.5. Producción y cultivos de <i>Opuntia</i> spp.....	14
I.4 Aprovechamiento de los subproductos frutícolas.....	16
I.4.1. Perspectiva general	16
I.4.2. Identificación de oportunidades	17
I.4.3. Biocompuestos activos en subproductos	18
I.4.4. Compuestos fenólicos	20

I.4.5. Colorantes naturales	22
I.5. Contribución de la tesis doctoral	26
I.6. Estructura de la tesis doctoral	28
I.6. Bibliografia	29
Capítulo 2 Objetivos y plan de trabajo.....	52
II.1 Objetivo General.....	54
II.2 Objetivos Específicos.....	55
II.3 Plan de Trabajo.....	56
Capítulo 3 Metodología experimental	63
III.1 Materias primas	65
III.1.1 Aguacate (<i>Persea americana</i> Mill).....	65
III.1.2 Higos chumbos (<i>Opuntia</i> Spp).	65
III.2 Preparación de la muestra	66
III.2.1 Aguacates	66
III.2.2 Higos chumbos	67
III.2.3 Tratamientos térmicos.	68
III.3 Parámetros morfológicos.....	69
III.3.1 Dimensiones y peso	69
III.3.2 Color	69
III.4 Caracterización nutricional	70
III.4.1 Proteína	70
III.4.2 Grasa	70
III.4.3 Humedad	70

III.4.4 Cenizas	70
III.4.5 Carbohidratos	70
III.4.6 Energia	71
III.5 Compuestos hidrofílicos	72
III.5.1 Azúcares solubles	72
III.5.2 Ácidos orgánicos	72
III.6 Compuestos lipofílicos.....	74
III.6.1 Ácidos grasos	74
III.6.2 Tocoferoles	75
III.7 Preparacion de extractos	76
III.7.1 Extracción por agitación	76
III.7.2 Extracción por Ultrasonidos.....	76
III.7.3 Extracción por microondas	77
III.7.4 Procesos post-extracción.....	78
III.8 Determinaciones preliminares de compuestos funcionales	79
III.8.1 Polifenoles por el metodo de Folin-Ciocalteu.....	79
III.8.2 Flavonoides por el metodo de tricloro aluminio	80
III.8.3 Betalainas por metodo espectrofotometrico	81
III.9 Evaluación de propiedades bioactivas.....	83
III.9.1 Actividad antibacteriana	83
III.9.2 Actividad antifungica	84

III.9.3 Ensayos capacidad antitumoral	84
III.9.4 Ensayos de evaluación hepatotoxicidad	86
III.9.5 Actividad antioxidante por el método de DPPH.....	86
III.9.6 Actividad antioxidante por el método del poder reductor	87
III.9.7 Actividad antioxidante por el método de TBARS	89
III.9.8 Actividad antioxidante por el método de β-caroteno....	90
III.9.9 Actividad antioxidante por el método de ABTS	90
III.10 Identificación y cuantificación de biocompuestos.....	92
III.10.1 Polifenoles y Flavonoides.....	93
III.10.2 Betalainas	94
III.11 Determinación y modelización de isotermas de sorción	95
III.12 References.....	97
Capítulo 4 Caracterización de los frutos y subproductos de <i>Persea americana</i>	119
IV.1 Antecedentes	121
IV.1.1 Características de los frutos de <i>Persea americana</i>	121
IV.1.2 Efecto del secado sobre los compuestos fenólicos.....	123
IV.2 Caracterización de los compuestos bioactivos de los subproductos de <i>Persea americana</i> mill: Una rica fuente de antioxidantes inherentes.	126
Abstract	128
IV.2.1 Introduction	129
IV.2.2 Material and Methods	131

IV.2.2.1 Samples preparation	131
IV.2.2.2 Extraction procedure	131
IV.2.2.3. Phenolic compounds.....	131
IV.2.2.4. Bioactive properties evaluation.....	132
IV.2.2.4.1 Antioxidant activity assays	132
IV.2.2.4.2. Antimicrobial activity assays	132
IV.2.2.5. Statistical analysis.....	134
IV.2.3. Results and discussion	135
IV.2.3.1. Phenolic profile of <i>P. americana</i> by-products	135
IV.2.3.2. Antioxidant capacity of <i>P. americana</i> by-products ...	137
IV.2.3.3. Antimicrobial activity of <i>P. americana</i> by-products..	142
IV.2.4. Conclusion.....	145
Acknowledgements.....	145
References	146
Capítulo 5 Caracterización de los frutos de las especies <i>Opuntia</i> spp	171
V.1 Antecedentes	173
V.1.1 Metodología rápida de detección de betalaínas.....	173
V.2 Caracterización extensiva de tres variedades de frutos de <i>Opuntia</i> spp. para la innovación de ingredientes alimentarios.	176
Abstract.....	179
V.2.1. Introduction	180

V.2.2. Material and Methods	182
V.2.2.1. Sample preparation	182
V.2.2.2. Morphological parameters.....	182
V.2.2.3. Chemical characterisation.....	182
V.2.2.3.1 Proximal nutritional composition	182
V.2.2.3.2. Hydrophilic compounds	183
V.2.2.3.3. Lipophilic compounds	184
V.2.2.4. Antimicrobial effect of fruit pulp	185
V.2.2.5. Statistical analysis.....	185
V.2.3. Results and discussion.....	187
V.2.3.1. Morphological parameters and nutritional composition	187
V.2.3.2. Hydrophilic and lipophilic compounds.....	190
V.2.3.3. Antimicrobial properties	197
V.2.4. Conclusions	201
Acknowledgements.....	201
References	202
Capítulo 6 Caracterización de los subproductos de <i>Opuntia spp.</i>	227
VI.1 Antecedentes	229
VI.1.1 Efecto del secado en los compuestos fenólicos de las pieles de <i>Opuntia</i>	230
VI.1.2 Modelización de isotermas de sorción de las pieles de <i>Opuntia</i>	232

VI.2 Valorización de los subproductos de <i>Opuntia</i> spp.: Determinación de los perfiles fenólicos, betalainicos y sus propiedades bioactivas.	234
Abstract	236
VI.2.1. Introduction	237
VI.2.2. Material and Methods	239
VI.2.2.1. Samples preparation	239
VI.2.2.2. Extraction procedure	239
VI.2.2.3. Phenolic compounds.....	239
VI.2.2.4. Betalain compounds	240
VI.2.2.5. Bioactive properties evaluation.....	241
VI.2.2.5.1. Antioxidant activity assays	241
VI.2.2.5.2. Antimicrobial activity assays	241
VI.2.2.5.3. Cytotoxicity assays	242
VI.2.2.6. Statistical analysis	242
VI.2.3. Results and discussion	244
VI.2.3.1. Phenolic and betalain composition.....	244
VI.2.3.2. Antioxidant activity.....	246
VI.2.3.3. Antibacterial and antifungal activity.....	251
VI.2.3.4. Cytotoxic activity	254
VI.2.4. Conclusion.....	255
Aknowledgement.....	255
References	256

Capítulo 7 Optimización de los extractos de las pieles de <i>Opuntia</i> spp.	281
Abstract.....	286
VII.1.1. Introduction	287
VII.1.2. Material and Methods.....	289
VII.1.2.1. Samples preparation	289
VII.1.2.2. Experimental design	289
VII.1.2.3. Extraction procedure.....	290
VII.1.2.3.1. Ultrasound-assisted extraction (UAE)	290
VII.1.2.3.2. Microwave-assisted extraction (MAE).....	291
VII.1.2.4. Colorimetric determination and extraction yield ...	291
VII.1.2.5. Antioxidant activity evaluation.....	291
VII.1.2.6. LC-DAD/MS-MS characterization of extracts	292
VII.1.2.6.1. Phenolic profiling.....	292
VII.1.2.6.2. Betalainic profiling	293
VII.1.2.7. Statistical analysis	293
VII.1.3. Results and discussion	294
VII.1.3.1. Tentative identification of bioactive compounds. ..	294
VII.1.3..2. Model fitting and technologies used.....	298
VII.1.3.3. Effects of independent variables on betacyanins. ...	301
VII.1.3.3.1 Ultrasound-assisted extraction.....	301
VII.1.3.3.2. Microwave-assisted extraction.....	302
VII.1.3.4. Effects of independent variables on phenolic acids and flavonoids.....	305

VII.1.3.4.1. Ultrasound-assisted extraction	305
VII.1.3.4.2. Microwave-assisted extraction	306
VII.1.3.5. Effects of independent variables on antioxidant activity.	307
VII.1.3.5.1. Ultrasound-assisted extraction and microwave-assisted extraction	307
VII.1.3.6. Effects of independent variables on yield and colour.	307
VII.1.3.6.1. Extraction yield on UAE and MAE	307
VII.1.3.7. Colour effect on ultrasonic and microwave extractions	308
VII.1.3.8. Comparison of UAE and MAE RSM.....	308
VII.1.4. Conclusion.....	311
Capítulo 8 Conclusiones	331
Capítulo 9 Anexos	340
Anexo 1	342
Anexo 2	345
Anexo 3	347