
ÍNDICE

JUSTIFICACIÓN	1
I. INTRODUCCIÓN	5
I.1. PROCESOS TECNOLÓGICOS EMPLEADOS EN LA OBTENCIÓN DE ALIMENTOS EN POLVO	7
I.1.1. Liofilización (<i>Freeze-drying</i>)	8
I.1.2. Atomización (<i>Spray-drying</i>)	11
I.1.3. Uso de aditivos como vehículo en la obtención de alimentos en polvo.	14
I.2. CONCEPTOS INVOLUCRADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE ALIMENTOS EN POLVO	19
I.2.1. Clasificación de los productos en polvo de acuerdo al tamaño, forma y manejo de las partículas	19
I.2.2. Aspectos fisicoquímicos relacionados con la estabilidad de los productos en polvo	23
a) Relación entre la cantidad de agua de un sistema y su actividad termodinámica	23
b) Temperatura de transición vítrea y su relación con la composición	27
c) Estado físico del sistema y su relación con la estabilidad de los productos en polvo	30
I.2.3. Reconstitución de alimentos en polvo	36
I.3. LAS FRUTAS COMO INGREDIENTES NATURALES EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN POLVO	38
I.3.1. El borjón	39
I.3.2. La fresa	42

II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	45
II.1. OBJETIVO GENERAL	47
II. 2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	47
II. 3. PLAN DE TRABAJO	49
	53
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
III.1. DEFINICIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN EL ESTUDIO	55
III.1.1. Pulpa de fruta	55
III.1.2. Solutos utilizados como aditivos	56
III.1.3. Borojó atomizado	56
III.1.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS FRUTAS EMPLEADAS COMO MATERIA PRIMA	56
III.2.1. Determinación de la humedad	56
III.2.2. Determinación del contenido en sólidos solubles (°Brix)	57
III.2.3. Determinación del contenido en proteínas	58
III.2.4. Determinación del contenido en grasas	60
III.2.5. Determinación del contenido en cenizas	60
III.2.6. Determinación del contenido en hidratos de carbono	61
a) Azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa)	61
b) Fibra dietética total	62
c) Pectinas	64
III.2.7. Determinación del contenido en fenoles totales	66
III.2.8. Determinación de la actividad antioxidante	67
III.2.9. Determinación del ácido ascórbico	68
III.2.10. Determinación de la actividad del agua	68
III.2.11. Determinación de pH y acidez valorable	69
III.3. OBTENCIÓN DE LOS PRODUCTOS LIOFILIZADOS EN POLVO.	70
III.3.1. Pulpa sin adición de solutos	70
III.3.2. Pulpa con adición de solutos	71
III.4. ESTUDIO DE LA RELACIÓN TEMPERATURA DE TRANSICIÓN DE FASES – HUMEDAD – ACTIVIDAD DEL AGUA	73
III.4.1. Isotermas de sorción	73
III.4.2. Transiciones de fase	74
III.5. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PRODUCTOS EN POLVO	75

III.5.1. Análisis de la morfología de las partículas constituyentes de los productos en polvo	75
III.5.2. Medida de las propiedades mecánicas	76
III.5.3. Medida del color	78
III.6. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PRODUCTOS EN POLVO FRENTE A LA REHIDRATACIÓN	79
III.6.1. Medida de la solubilidad	79
III.6.2. Análisis del comportamiento reológico	80
	83
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
IV.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SOLUTOS DE ALTO PESO MOLECULAR UTILIZADOS EN EL ESTUDIO	85
IV.1.1. Isotermas de sorción y temperaturas de transición vítrea	86
IV.2. CARACTERIZACIÓN DEL BOROJÓ	95
IV.2.1. Caracterización del producto fresco	95
IV.2.2. Relaciones temperatura de transición de fases – humedad – actividad del agua	99
a) Borojó atomizado	99
b) Borojó liofilizado	109
IV.2.3. Cambios en las propiedades físicas de los productos en polvo en función de la humedad	122
a) Análisis de la morfología de las partículas constituyentes de los productos en polvo	122
b) Análisis de las propiedades mecánicas y el color con relación al tipo de aditivo y el nivel de humectación	128
<i>Propiedades mecánicas del producto liofilizado</i>	131
<i>Cambios en el color</i>	135
<i>Propiedades mecánicas del producto atomizado</i>	141
<i>Cambios en el color</i>	148
IV.2.4. Efecto de la temperatura y del contenido de humedad en el comportamiento del borojó liofilizado en polvo frente a la rehidratación	154
a) Ensayo de solubilidad	155
b) Comportamiento reológico	161
IV.3. CARACTERIZACIÓN DE LA FRESA	169
IV.3.1. Caracterización del producto fresco	169

Índice

IV.3.2. Relaciones temperatura de transición de fases – humedad – actividad del agua en fresa liofilizada en polvo	172
IV.3.3. Cambios en las propiedades físicas de la fresa liofilizada en función de la humedad	180
a) Análisis de las propiedades mecánicas y del color con relación al tipo de aditivo y el nivel de humectación	180
<i>Propiedades mecánicas de la fresa liofilizada</i>	181
<i>Cambios en el color</i>	186
IV.3.4. Efecto de la temperatura en la solubilidad de la fresa liofilizada en polvo.	192
CONCLUSIONES	197
Recomendaciones	202
BIBLIOGRAFÍA	203