

ÍNDICE DE CONTENIDOS

JUSTIFICACIÓN E INTERÉS DEL ESTUDIO	1
I. INTRODUCCIÓN	
I.1. LA FRESA	5
I.1.1. Características botánicas	5
I.1.2. Composición de la fresa y papel funcional	8
I.1.3. Importancia económica	10
I.1.4. Problemática de la estacionalidad del fruto	12
I.2. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA COMO TÉCNICA PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	12
I.3. PRODUCTOS PROCESADOS DE FRESA: UNTABLES Y MERMELADAS	17
I.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LOS UNTABLES DE FRESA	20
I.4.1. Propiedades Ópticas	20
I.4.2. Propiedades Mecánicas	21
I.4.3. Sabor y aroma	23
I.4.4. Propiedades antioxidantes	24
I.5. AZÚCARES CONVENCIONALES Y DE NUEVA GENERACIÓN	25
I.5.1. Sacarosa	27
I.5.2. Glucosa	28
I.5.3. Fructosa	29
I.5.4. Isomaltulosa	30
II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	
II.1. OBJETIVOS	35
II.1.1. Objetivo general	35
II.1.2. Objetivos específicos	35
II.2. PLAN DE TRABAJO	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
III.1. MATERIA PRIMA	43
III.2. AGENTES OSMÓTICOS	44
III.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	44

III.3.1. Estudio comparativo de la transferencia de materia en deshidratación osmótica por vía húmeda y por vía seca.	44
III.3.2. Influencia de las variables de proceso en productos formulados de 30 y 50 °Brix.	45
III.3.3. Optimización de la formulación de un producto untable de 50 °Brix.	47
III.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	54
III.4.1. Determinación del contenido en humedad	55
III.4.2. Determinación del contenido en sólidos solubles totales	55
III.4.3. Determinación de la actividad de agua	56
III.4.4. Determinación de pH	56
III.4.5. Determinación de las propiedades ópticas	57
III.4.6. Determinación de las propiedades mecánicas	58
III.4.7. Determinación de las propiedades reológicas	59
III.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	61
III.6. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE CARÁCTER ANTIOXIDANTE	64
III.6.1. Determinación del contenido en Antocianinas	64
III.6.2. Determinación de la Actividad Antioxidante (DPPH)	67
III.7. ANÁLISIS DEL PERFIL AROMÁTICO	70
III.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	76
IV. RESULTADOS	
IV.1. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA TRANSFERENCIA DE MATERIA EN DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA POR VÍA HÚMEDA Y POR VÍA SECA	79
IV.1.1. Evolución de la concentración en fase líquida en la etapa de equilibrado	80
IV.1.2. Flujos netos de masa, agua y solutos	87
IV.1.3. Conclusiones relativas al estudio de la etapa de deshidratación osmótica	93
IV.2. INFLUENCIA DE LAS VARIABLES DE PROCESO EN EL COLOR, TEXTURA Y REOLOGÍA DE PRODUCTOS UNTABLES DE FRESA.	95

IV.2.1. Influencia de las variables del proceso en las propiedades ópticas de los productos untables	99
IV.2.2. Influencia de las variables del proceso en las propiedades mecánicas de los productos untables	103
IV.2.3. Influencia de las variables del proceso en las propiedades reológicas de los productos untables	108
IV.2.4. Conclusiones relacionadas con el color, textura y reología de los productos untables de fresa	115
IV.3. OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN POR VÍA SECA DE PRODUCTOS UNTABLES DE FRESA DE 50 °BRIX.	118
IV.3.1. Análisis de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de los productos untables	122
IV.3.1.1. Propiedades fisicoquímicas	122
IV.3.1.2. Estabilidad microbiológica	124
IV.3.2. Análisis de las propiedades antioxidantes de los productos untables	125
IV.3.2.1. Contenido en antocianinas	127
IV.3.2.2. Actividad antioxidante total	134
IV.3.3. Análisis de las propiedades de las propiedades ópticas y mecánicas de los productos untables	141
IV.3.3.1. Propiedades ópticas	141
IV.3.3.2. Propiedades mecánicas	148
IV.3.4. Análisis del perfil aromático de los productos untables	153
IV.3.5. Optimización de las variables del proceso de formulación	168
IV.3.6. Conclusiones relativas a la etapa de optimización del proceso de formulación de untables de fresa	171
 V.BIBLIOGRAFÍA CITADA	 177
 ANEXOS	
ANEXO 1. CONDICIONES DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA PARA LA OBTENCIÓN DE UNTABLES DE 30 Y 50 °BRIX.	199
ANEXO.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS UNTABLES DE FRESA DE 30 Y 50 °BRIX.	201

2.1. Propiedades fisicoquímicas de los productos untables de 30 y 50 °Brix	201
2.2. Parámetros reológicos de los untables de fresa	203
ANEXO 3. OPTIMIZACIÓN DE UNTABLES DE FRESA 50 °BRIX.	205
3.1. Caracterización materia prima	205
3.2. Características de los untables de 50 °Brix	207
3.3. Coordenadas colorimétricas de los untables de fresa de 50 °Brix	213
3.4. Propiedades mecánicas de los untables de fresa de 50 °Brix	219
3.5. Perfil aromático de los untables de fresa	223
PUBLICACIONES RESULTADO DE ESTE TRABAJO	241

ÍNDICE DE FIGURAS

I. INTRODUCCIÓN

Figura I.1. Esquema de las partes del fresal (a) y estructura de la fresa (b).	6
Figura I.2. Molécula de Sacarosa	27
Figura I.3. Molécula de Glucosa.	28
Figura I.4. Molécula de Fructosa.	29
Figura I.5. Molécula de Isomaltulosa.	31

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Figura III.1. <i>Fragaria vesca</i> var. Camarosa	43
Figura III.2. Identificación de las muestras de fresa en cuartos para el seguimiento de la variación de masa durante el tratamiento de deshidratación osmótica.	46
Figura III.3. Esquema de los pasos seguidos para la formulación de los distintos untables de 30 o 50 °Brix.	50
Figura III.4. Espacio colorimétrico Cielab.	58
Figura III.5. Prensa universal de textura (TA-XT Plus, Aname) utilizada para la determinación de las propiedades mecánicas en las muestras.	58

Figura III.6. Curva tipo de Fuerza (N)-Tiempo (s) obtenida en el ensayo back-extrusion.	59
Figura III.7. Reómetro (RheoStress 1, Haake) utilizado para los ensayos reológicos.	60
Figura III.8. Curva tipo esfuerzo (Pa)-gradiente de velocidad (s-1) obtenida en el ensayo estacionario.	60
Figura III.9. Curva tipo G'/G''-frecuencia (Hz) obtenida en el ensayo oscilatorio.	61
Figura III.10. Esquema del método de dilución seriada y siembra en superficie.	63
Figura III.11. Resumen de las diferentes etapas implicados en la siembra en placa.	64
Figura III.12. Esquema de los pasos a seguir para la extracción de antocianinas.	65
Figura III.13. Diferencias de coloración entre el blanco y el extracto metanólico con antocianinas procedentes de la muestra para el análisis del contenido en antocianinas.	66
Figura III.14. Estructura molecular del DPPH.	67
Figura III.15. Diferencias en la coloración del DPPH antes y después adicionar la muestra antioxidante.	68
Figura III.16. Representación de la actividad antioxidante expresada como % de Inhibición del DPPH, en los productos untables.	68
Figura III.17. Esquema de los pasos a seguir para determinar la capacidad antioxidante según el protocolo del método DPPH.	69
Figura III.18. Esquema de las etapas del protocolo de extracción de compuestos volátiles.	71
Figura. III.19. Esquema fotográfico de los pasos de la etapa de extracción de los compuestos volátiles en fresa fresca y producto procesado.	72
Figura III.20. Cromatograma característico de Fresa Fresca.	74
Figura III.21. Cromatograma característico de Untable de fresa recién elaborado (24 horas).	75
Figura III.22. Cromatograma característico de Untable de fresa a los 90 días de almacenamiento.	75

IV. RESULTADOS

- Figura IV.1.** Esquema del plan experimental llevado a cabo para la realización del estudio comparativo de la transferencia de materia en deshidratación osmótica por vía húmeda y por vía seca. 80
- Figura IV.2.** Evolución de la concentración de sólidos solubles en el medio (y^{ss}) y en la fase líquida de la fruta (z^{ss}) en el proceso de *deshidratación osmótica por vía húmeda con concentración del medio variable*. 82
- Figura IV.3.** Evolución de la concentración de sólidos solubles en el medio (y^{ss}) y en la fase líquida de la fresa (z^{ss}) en el proceso de *deshidratación osmótica por vía húmeda con concentración del medio constante*. 83
- Figura IV.4.** Evolución típica la concentración de sólidos solubles en el medio (y^{ss}) y en la fase líquida de la fresa (z^{ss}) en el proceso de *deshidratación osmótica por vía seca*. 83
- Figura IV.5.** Evolución de la concentración de sólidos solubles en el medio (y^{ss}) y en la fase líquida de la fresa (z^{ss}) en los diferentes procesos de deshidratación osmótica (H-V) *vía húmeda con concentración del medio variable*, (H-C) *vía húmeda con concentración del medio constante* y (S-V) *vía seca con concentración del medio variable* para los tres agentes osmóticos (S: Sacarosa; F: Fructosa; I: Isomaltulosa). 85
- Figura IV.6.** Variaciones de masa neta (ΔM^o) experimentadas por los cuartos de fresa durante los diferentes procesos de deshidratación osmótica (H-C) *vía húmeda con concentración del medio constante*, (H-V) *vía húmeda con concentración del medio variable* y (S-V) *vía seca con concentración del medio variable* para los tres azúcares. 89
- Figura IV.7.** Variaciones de masa de agua (ΔM^w) experimentadas por los cuartos de fresa durante los diferentes procesos de deshidratación osmótica (H-C) *vía húmeda con concentración del medio constante*, (H-V) *vía húmeda con concentración del medio variable* y (S-V) *vía seca con concentración del medio variable* para los tres azúcares. 90
- Figura IV.8.** Variaciones de masa de sólidos solubles (ΔM^{ss}) experimentadas por los cuartos de fresa durante los diferentes procesos de deshidratación osmótica (H-C) *vía húmeda con concentración del medio constante*, (H-V) *vía húmeda con concentración del medio variable* y (S-V) *vía seca con concentración del medio variable* para los tres azúcares. 91
- Figura IV.9.** Esquema del plan experimental llevado a cabo para la realización del estudio de la influencia de las variables del proceso en el color, textura y reología de productos untables de fresa. 96

- Figura IV.10.** Situación de las muestras de fresco y de los productos untables con 1,5 % de pectina en los planos cromáticos L^*a^* y b^*a^* , según los distintos métodos de elaboración (H: *Deshidratación osmótica vía húmeda*; S1: *Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida*; S2: *Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida*) y los distintos azúcares (S: sacarosa; I: isomaltulosa; SG: sacarosa + glucosa (50:50 (p/p)); IF: isomaltulosa + fructosa (50:50 (p/p))). 100
- Figura IV.11.** Valores de consistencia (área positiva de la curva fuerza vs. tiempo (N·s)) de los productos de 30 y 50 °Brix, según los distintos métodos de elaboración (H: *Deshidratación osmótica vía húmeda*; S1: *Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida*; S2: *Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida*) y los distintos azúcares (S: sacarosa; I: isomaltulosa; SG: sacarosa + glucosa (50:50 (p/p)); IF: isomaltulosa + fructosa (50:50 (p/p))). 104
- Figura IV.12.** Valores de adhesividad (área negativa de la curva fuerza vs. tiempo (N·s)) de los productos de 30 y 50 °Brix, según los distintos métodos de elaboración (H: *Deshidratación osmótica vía húmeda*; S1: *Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida*; S2: *Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida*) y los distintos azúcares (S: sacarosa; I: isomaltulosa; SG: sacarosa + glucosa (50:50 (p/p)); IF: isomaltulosa + fructosa (50:50 (p/p))). 105
- Figura IV.13.** Reogramas correspondientes a los productos de 30 y 50 °Brix, según los distintos métodos de elaboración (H: *Deshidratación osmótica vía húmeda*; S1: *Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida*; S2: *Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida*) y los distintos azúcares (S: sacarosa; I: isomaltulosa; SG: sacarosa + glucosa (50:50 (p/p)); IF: isomaltulosa + fructosa (50:50 (p/p))). 109
- Figura IV.14.** Barridos de frecuencia de los productos de 30 y 50 °Brix, según los distintos métodos de elaboración (H: *Deshidratación osmótica vía húmeda*; S1: *Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida*; S2: *Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida*) y los distintos azúcares (S: sacarosa; I: isomaltulosa; SG: sacarosa + glucosa (50:50 (p/p)); IF: isomaltulosa + fructosa (50:50 (p/p))) para los productos elaborados con un 1,5 % de pectina. 113
- Figura IV.15.** Esquema del plan experimental llevado a cabo para la optimización de productos untables de fresa de 50 °Brix 119
- Figura IV.16.** Gráficos de superficie para la variación de antocianinas (C_{90} - C_F) de los productos untables formulados con la mezcla sacarosa-isomaltulosa (SI) a los 90 días de almacenamiento en función de las distintas variables de proceso. 133

Figura IV.17. Gráficos de superficie para el % de inhibición del DPPH de los productos untables formulados con la mezcla sacarosa-isomaltulosa (SI) a los 90 días de almacenamiento en función de las distintas variables de proceso.	139
Figura IV.18. Gráficos de superficie para el % de inhibición del DPPH de los productos untables formulados con la mezcla fructosa-isomaltulosa (FI) a los 90 días de almacenamiento en función de las distintas variables de proceso.	140
Figura IV.19.a. Situación de las muestras de fresco y de los productos untables formulados con la mezcla sacarosa: isomaltulosa (SI) con 37,5 % de isomaltulosa (nivel alto (1)) en los planos cromáticos L^*a^* y b^*a^* . Los productos representados corresponden a formulaciones con un nivel alto y bajo de las variables de formulación: % de pectina (2 y 1,5 %), de ácido cítrico (0,75 y 0,25 %) y duración del tratamiento térmico (15 y 5 min).	142
Figura IV.19.b. Situación de las muestras de fresco y de los productos untables formulados con la mezcla fructosa: isomaltulosa (FI) con 37,5 % de isomaltulosa (nivel alto (1)) en los planos cromáticos L^*a^* y b^*a^* . Los productos representados corresponden a formulaciones con un nivel alto y bajo de las variables de formulación: % de pectina (2 y 1,5 %), de ácido cítrico (0,75 y 0,25 %) y duración del tratamiento térmico (15 y 5 min).	143
Figura IV.20. Gráficos de superficie de las coordenadas colorimétricas a^* y b^* de los untables formulados con la mezcla sacarosa-isomaltulosa (SI) a los 90 días de almacenamiento en función de los % de pectina y ácido cítrico.	146
Figura IV.21. Valores de consistencia (A1-2) (N.s) de los untables de fresa con 37,5 % de isomaltulosa (nivel alto (1)). Los productos representados corresponden a formulaciones con un nivel alto y bajo de las variables de formulación: % de pectina (2 y 1,5 %), de ácido cítrico (0,75 y 0,25 %) y duración del tratamiento térmico (15 y 5 min).	149
Figura IV.22. Gráficos de superficie para los valores de consistencia (área positiva de la curva fuerza vs. tiempo) y adhesividad (área negativa de la curva fuerza vs. tiempo) (N.s) de los productos untables a los 90 días de almacenamiento en función del porcentaje de pectina y ácido cítrico.	153
Figura IV.23. Biplot de los diferentes lotes (A-N), los productos untables recién elaborados (S0-n y F0-n), los productos untables tras 90 días de almacenamiento (S90-n y F90-n), y los compuestos volátiles.	161

Figura IV.24.a. Biplot de los untables elaborados con la mezcla <u>sacarosa-isomaltulosa</u> a los 90 días de almacenamiento (S90-n), y los compuestos volátiles de la fresa fresca que experimentaron variaciones netas de su concentración como consecuencia del procesado y /o el almacenamiento.	163
Figura IV.24.b. Biplot de los untables elaborados con la mezcla <u>fructosa-isomaltulosa</u> a los 90 días de almacenamiento (F90-n), y los compuestos volátiles de la fresa fresca que experimentaron variaciones netas de su concentración como consecuencia del procesado y /o el almacenamiento.	164
Figura IV.25.a. Biplot de los untables elaborados con la mezcla <u>sacarosa-isomaltulosa</u> a los 90 días de almacenamiento (S90-n), y los compuestos volátiles generados como consecuencia del procesado y /o el almacenamiento.	166
Figura IV.25.b. Biplot de los untables elaborados con la mezcla <u>fructosa-isomaltulosa</u> a los 90 días de almacenamiento (F90-n), y los compuestos volátiles generados como consecuencia del procesado y /o el almacenamiento.	167
Figura IV.26. Gráficos de superficie obtenidos mediante la optimización del diseño para los % de pectina y Ácido cítrico	170

ÍNDICE DE TABLAS

I. INTRODUCCIÓN

Tabla I.1. Clasificación científica de la fresa (<i>Fragaria vesca</i>)	6
Tabla I.2. Composición química y nutritiva en 100 g de fresa y cantidad diaria recomendada (C.D.R.) de cada sustancia.	9
Tabla I.3. Producción mundial de fresa en el año 2008.	11
Tabla I.4. Participación en la exportación mundial de fresa en el año 2008	12

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla III.1. Propiedades de los azúcares utilizados y actividad de agua (a_w) de las disoluciones saturadas, tanto de los azúcares individuales como de las mezclas utilizadas en la elaboración de untables.	44
Tabla III.2. Composición de las disoluciones osmóticas utilizadas en la deshidratación osmótica por vía húmeda y de la mezcla de azúcares para la deshidratación osmótica por vía seca utilizadas para las distintas experiencias de deshidratación	45

Tabla III.3. Condiciones de deshidratación osmótica para la obtención de fresa deshidratada y disolución osmótica.	48
Tabla III.4. Untables de fresa de 30 °Brix obtenidos en función de las distintas combinaciones de las variables estudiadas: método de elaboración (proceso osmótico y % de fruta), tipo de azúcar, y % de pectina.	51
Tabla III.5. Untables de fresa de 50 °Brix obtenidos en función de las distintas combinaciones de las variables estudiadas: procesado (proceso osmótico y % de fruta), tipo de azúcar, y % de pectina.	52
Tabla III.6. Valores de cada variable para los distintos niveles a los que fueron ensayadas.	53

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla IV.1. Tiempo de sobre-saturación estimado del medio osmótico en el proceso de deshidratación osmótica por vía seca.	84
Tabla IV.2. Constante cinética (k_z) de la modelización de la evolución de la concentración en fase líquida y tiempo de equilibrio estimado (t (min)).	86
Tabla IV.3. Valores de la constante cinética (K^j) para la predicción según la ecuación IV.2 de los flujos netos de masa, agua y sólidos solubles en función de los diferentes procesos de deshidratación osmótica (H-C) vía húmeda con concentración del medio constante, (H-V) vía húmeda con concentración del medio variable y (S-V) vía seca con concentración del medio variable para los tres azúcares.	92
Tabla IV.4.a. Composición fisicoquímica de los diferentes untables obtenidos según el tipo de azúcar, método de elaboración, y porcentaje de pectina para los untables de 30 °Brix ($n = 3$).	97
Tabla IV.4.b. Composición fisicoquímica de los diferentes untables obtenidos según el tipo de azúcar, método de elaboración, y porcentaje de pectina para los untables de 50 °Brix ($n = 3$).	98
Tabla IV.5.a. Grupos homogéneos identificados a partir del análisis de la varianza factorial realizado, para los productos de 30 °Brix en función de los dos tipos de azúcares (S: Sacarosa; I: Isomaltulosa), los distintos métodos de elaboración (H: <i>Deshidratación osmótica vía húmeda</i> ; S1: <i>Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida</i> ; S2: <i>Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida</i>) y los diferentes porcentajes de pectina (1, 1,5 y 2 %).	102

Tabla IV.5.b. Grupos homogéneos identificados a partir del análisis de la varianza factorial realizado, para los productos de 50 °Brix en función de los tipos de azúcares (S: Sacarosa; SG: Sacarosa + Glucosa (50:50 (p/p)); IF Isomaltulosa + Fructosa (50:50 (p/p))), los distintos métodos de elaboración (H: <i>Deshidratación osmótica vía húmeda</i> ; S1: <i>Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida</i> ; S2: <i>Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida</i>) y los diferentes porcentajes de pectina (1, 1,5 y 2 %).	103
Tabla IV.6.a. Grupos homogéneos de las propiedades mecánicas identificados a partir del análisis de la varianza factorial realizado, para los productos de 30 °Brix en función de los tipos de azúcares (S: Sacarosa; I: Isomaltulosa), los distintos métodos de elaboración (H: <i>Deshidratación osmótica vía húmeda</i> ; S1: <i>Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida</i> ; S2: <i>Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida</i>) y los diferentes porcentajes de pectina (1, 1,5 y 2 %).	106
Tabla IV.6.b. Grupos homogéneos de las propiedades mecánicas identificados a partir del análisis de la varianza factorial realizado, para los productos de 50 °Brix en función de los tipos de azúcares (S: Sacarosa; SG: Sacarosa + Glucosa (50:50 (p/p)); IF Isomaltulosa + Fructosa (50:50 (p/p))), los distintos métodos de elaboración (H: <i>Deshidratación osmótica vía húmeda</i> ; S1: <i>Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida</i> ; S2: <i>Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida</i>) y los diferentes porcentajes de pectina (1, 1,5 y 2 %).	106
Tabla IV.7.a. Grupos homogéneos de las propiedades reológicas identificados a partir del análisis de la varianza factorial realizado, para los productos de 30 °Brix en función de los tipos de azúcares (S: Sacarosa; I: Isomaltulosa), los distintos métodos de elaboración (H: <i>Deshidratación osmótica vía húmeda</i> ; S1: <i>Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida</i> ; S2: <i>Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida</i>) y los diferentes porcentajes de pectina (1, 1,5 y 2 %).	110
Tabla IV.7.b. Grupos homogéneos de las propiedades reológicas identificados a partir del análisis de la varianza factorial realizado, para los productos de 50 °Brix en función de los tipos de azúcares (S: Sacarosa; SG: Sacarosa + Glucosa (50:50 (p/p)); IF: Isomaltulosa + Fructosa (50:50 (p/p))), los distintos métodos de elaboración (H: <i>Deshidratación osmótica vía húmeda</i> ; S1: <i>Deshidratación osmótica vía seca sin eliminar fase líquida</i> ; S2: <i>Deshidratación osmótica vía seca eliminando fase líquida</i>) y los diferentes porcentajes de pectina (1, 1,5 y 2 %).	111
Tabla IV.8. Diseño experimental de los productos untables obtenidos en función de las distintas combinaciones de las variables del proceso.	121

Tabla IV.9. Valores de actividad de agua (a_w), humedad (x^w), contenido en sólidos solubles (x^{ss}) y pH de los diferentes lotes utilizados para la elaboración de los untables.	122
Tabla IV.10. Resumen del análisis de varianza para la actividad de agua (a_w) y pH de los untables de fresa recién elaborados (tiempo 0).	123
Tabla IV.11. Valores de actividad antioxidante y contenido en antocianinas, así como los grupos homogéneos establecidos para los diferentes lotes de fresa fresca.	127
Tabla IV.12.a. Contenido en antocianinas de los productos untables formulados con la mezcla sacarosa-isomaltulosa (SI) a lo largo del almacenamiento expresado como mg de pelargonidina-3-glucósido/ 100 g de untable.	128
Tabla IV.12.b. Contenido en antocianinas de los productos untables formulados con la mezcla fructosa-isomaltulosa (FI) a lo largo del almacenamiento expresado como mg de pelargonidina-3-glucósido/ 100 g de untable.	129
Tabla IV.13. Resumen del Análisis de Varianza realizado para el contenido en antocianinas de los untables de fresa a distintos tiempos de almacenamiento (0, 45 y 90 días).	131
Tabla IV.14. Ecuaciones de regresión obtenidas mediante el análisis de superficie de respuesta realizado para el contenido en antocianinas de los untables de fresa a distintos tiempos de almacenamiento (0, 45 y 90 días).	131
Tabla IV.15.a. Valores del DPPH obtenidos para los productos untables formulados con la mezcla sacarosa-isomaltulosa (SI) a lo largo del almacenamiento expresado como % de inhibición del DPPH.	135
Tabla IV.15.b. Valores del DPPH obtenidos para los productos untables formulados con la mezcla fructosa-isomaltulosa (FI) a lo largo del almacenamiento expresado como % de inhibición del DPPH.	136
Tabla IV.16. Resumen del Análisis de Varianza realizado para la capacidad antioxidante de los untables de fresa a los distintos tiempos de almacenamiento (0, 45 y 90 días).	137
Tabla IV.17. Ecuaciones de regresión obtenidas mediante el análisis de superficie-respuesta realizado para la capacidad antioxidante de los untables de fresa a los distintos tiempos de almacenamiento (0, 45 y 90 días).	137
Tabla IV.18. Resumen del análisis de varianza de las coordenadas colorimétricas (L^* , a^* y b^*) de los untables a los distintos tiempos de almacenamiento (0, 45 y 90 días).	145

Tabla IV. 19. Resumen del análisis de varianza de los valores de consistencia (A1-2) y adhesividad (A2-3) (N-s) de los untables de fresa a los distintos tiempos de almacenamiento (0, 45 y 90 días).	151
Tabla IV.20: Índices de retención (IR) calculados para los diferentes compuestos volátiles identificados en fresa fresca.	154
Tabla IV.21. Perfil aromático de fresa expresado como C_F : μg compuesto volátil /100 g de fresa (n=3).	155
Tabla IV.22: Índices de retención (IR) calculados para los diferentes compuestos volátiles identificados en fresa fresca.	158
Tabla IV.23. Valores deseados de las diferentes propiedades de los untables de fresa.	170
Tabla IV.24. Valores de las variables de proceso obtenidos mediante la optimización de las múltiples respuestas del diseño experimental	170