

INDICE

Abstract

Resumen

AGRADECIMIENTOS

PRÓLOGO.....	5
SIGLAS Y ABREVIACIONES.....	6
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Objetivo general	9
1.2 Objetivos específicos	9
1.3 Hipótesis.....	9
2. CONTEXTO	10
2.1 Presentación del laboratorio	10
2.2 Proyecto AKER	11
2.3 Problemática	12
3. REMOLACHA Y ESPECTROSCOPIA.....	14
3.1 La remolacha	14
3.1.1 Composición química	15
3.2 Introducción a la espectroscopía	16
3.2.1 Principios físicos	17
3.2.2 Métodos de adquisición de espectros	18
3.3 Aplicación de la NIRS	19
3.3.1 La NIRS aplicada a la remolacha	20
3.3.2 Quimiometría	21
4. MATERIALES Y MÉTODO	22
4.1 Instrumentación óptica	22
4.1.1 Fibras simples	22
4.1.2 Fibras múltiples	23
4.1.3 Esfera de integración	24
4.1.4 Dispositivo de prueba	25

4.2 Muestras	25
4.3 Adquisición espectral	26
4.4 Sólidos solubles	27
4.5 Análisis multivariado	27
4.5.1 Principios y criterios estadísticos	28
4.5.2 Pre-tratamiento espectral	30
4.5.3 Modelo PLS	31
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
5.1 Análisis estadístico	33
5.1.1 Análisis de varianza	34
5.2 Análisis espectral	35
5.2.1 Esfera de integración	35
5.2.2 Fibras simples	36
5.2.3 Fibras múltiples	38
5.3 Calibración de modelos	41
5.3.1 Modelo de referencia configuración esfera de integración	41
5.3.2 Modelo fibras simples	43
5.3.3 Modelo fibras múltiples	44
6. CONCLUSIÓN	47
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la remolacha: (a) Raíz rugosa de forma cónica, (b) Surco sacarífero (c) Tallo y (d) Hojas. (Fuente: (Boiffin & Choppin de Janvry, 1994))	15
Figura 2. Composición química de una planta de remolacha. (Fuente: (Schiweck, et al., 1994))	15
Figura 3. Representación del comportamiento de la luz en un cuerpo.	17
Figura 4. Esquema de modos de análisis espectral. (A) Fuente de luz; (B) Muestra; (C) Soporte de la muestra; (D) Fibra óptica; (E) Detector.	18
Figura 5. Esquema de configuración óptica FS.	23

Figura 6. Esquema configuración óptica FM.	23
Figura 7. Esquema configuración óptica "Esfera de integración"	24
Figura 8. Dispositivo óptico experimental para el análisis de geometrías ópticas.	25
Figura 9. Esquema de las secciones de remolacha para el análisis de configuraciones ópticas.	26
Figura 10. Reflectancia espectral de una esfera de integración. Los colores de los espectros representan valores brix de las muestras de remolacha, en grados brix.	35
Figura 11. Reflectancia espectral en muestras de remolacha con fibras simples de diferentes diámetros 200 μm (Fig <i>a</i>) y 550 μm (Fig <i>b</i>). Los colores de los espectros representan valores brix de las muestras de remolacha, en grados brix.	37
Figura 12. Reflectancia espectral en muestras de remolacha con fibras múltiples a diferentes distancias entre la fibra de emisión y de recepción de luz. Distancia entre fibras (a) 0,55 mm, (b) 1,11 mm y (c) 1,65 mm. Los colores de los espectros representan valores brix de las muestras de remolacha, en grados brix.	39
Figura 13. Modelo para la determinación de sólidos solubles en remolacha con una esfera de integración. (a) Modelo de calibración y (b) Modelo de validación.	42
Figura 14. Modelo para la determinación de sólidos solubles en remolacha con una geometría óptica de fibras simples con dos diámetros como montaje: 200 μm (a) Modelo de calibración y (b) Modelo de validación, 550 μm (c) Modelo de calibración y (d) Modelo de validación.	44
Figura 15. Modelo para la determinación de sólidos solubles en remolacha con fibras múltiples. Tres distancias emisión-recepción: 0.55 mm (a) Modelo de calibración y (b) Modelo de validación, 1.11 mm (c) Modelo de calibración y (d) Modelo de validación, 1.65 mm (e) Modelo de calibración y (f) Modelo de validación.	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variabilidad estadística de muestras utilizadas para el análisis de dispositivos ópticos.	33
Tabla 2. Análisis de varianza en muestras de remolacha. (Fuente: Statgraphics® Centurion)	34
Tabla 3. Parámetros de los modelos para determinar sólidos solubles en remolacha con diferentes geometrías ópticas. D: Diámetro de la fibra óptica y d: Distancia entre fibras emisión-recepción.	46