

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	3
1.2. Objetivos	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Superficie y estadísticas mundiales de la producción de manzana	4
2.2. Producción de Manzanos en Chile	4
2.3. Factores que afectan la calidad de la fruta	5
2.4. Daño por sol	5
2.4.1. Cambios bioquímicos asociados al daño por sol	6
2.5. Factores que afectan el daño por sol	7
2.5.1. Condiciones ambientales	7
2.5.2. Manejos agronómicos incidentes al daño por sol	8
2.5.3. Variedades según el largo de su ciclo de crecimiento y fecha de cosecha	9
2.6. Manejos de control del daño por sol	9
2.6.1. Protectores solares	9
2.6.2. Riego elevado	10
2.6.3. Mallas sombreadoras	10
2.7. Espectroscopia de Reflectancia	11
2.7.1. Generalidades de la espectroscopia de reflectancia	11
2.7.2. Alcances de la espectroscopia de reflectancia	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Ubicación del ensayo	13
3.2. Material vegetal	13
3.3. Tratamientos	13
3.4. Evaluaciones	14
3.4.1. Reflectancia de los frutos en el huerto	14
3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico	15
3.5.1. Análisis de cambios en las curvas espectrales de frutos dañados por sol	15
3.5.2. Análisis PLS para frutos expuestos con y sin daño por sol	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Características espectrales de un fruto sano expuesto	17
4.2. Diferencias espectrales entre frutos expuestos y no expuestos a la radiación solar directa	
4.3. Características espectrales de un fruto expuesto con daño por sol	21
4.4. Análisis discriminante PLS de la evolución del daño por sol	26
4.5. Comportamiento espectral de frutos con y sin daño por sol	29
4.6. Comparación de curvas espectrales predictivas del daño por sol	33

V. CONCLUSIONES37
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS38
ANEXOS44

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO III

Figura 3.1.	Tratamientos del ensayo en manzana Granny Smith. Donde, 0= Fruto sin daño por sol, no expuesto a la radiación directa, 1= Fruto sin daño por sol, expuesto a la radiación directa, 2= Fruto con daño por sol leve, 3= Fruto con daño por sol moderado, 4= Fruto con daño por sol severo.	14
--------------------	--	----

CAPÍTULO IV

Figura 4.1.	Evolución de curvas espectrales de un fruto sano expuesto, en huerto Los Lirios y Quilpué, en fecha 2 (75 DDPF) y fecha 10 (129 DDPF).	18
Figura 4.2.	Manzana cv. Granny Smith con presencia de rubor rojizo.	19
Figura 4.3.	Curvas espectrales características de un fruto sano expuesto con (curva roja) y sin rubor rojizo en su mejilla (curva verde), en fecha 4 (87 DDPF) de huerto Los Lirios	20
Figura 4.4.	Curvas espectrales para un fruto expuesto sin daño (curva naranja) y uno no expuesto sin daño (curva gris) en fecha 2 (75 DPPF) de huerto Los Lirios.	21
Figura 4.5.	Media de las curvas espectrales de reflectancia Vis/NIR, de las clase 1 (fruto expuesto al sol, sin daño), 2 (Fruto expuesto con daño por sol leve) y 3 (Fruto expuesto con daño por sol moderado) en fecha 10 (129 DDPF) del huerto Los Lirios.	23

Figura 4.6.	Curvas espectrales de reflectancia para un fruto con daño por sol leve en fecha 4 (87 DDPF; línea naranja), en fecha 10 (129 DDPF; línea verde), con daño por sol moderado, de huerto Los Lirios.	23
Figura 4.7.	Espectro de reflectancia de manzana con daño por sol, de 4 fechas de medición en huerto Los Lirios. Donde; 87 DDPF= daño leve, 103 y 109 DDPF= daño moderado y 125 DDPF= daño severo.	25
Figura 4.8.	Diagrama de codo, del modelo PLS-DA de frutos expuestos clase 1 (sin daño por sol), 2 (daño por sol leve) y 3 (daño por sol moderado), en fecha 10 (129 DDPF) de huerto Los Lirios.	27
Figura 4.9.	Firmas espectrales VIS/NIR de reflectancia para frutos (n=587), sin daño por sol (clase 1) y frutos con daño por sol leve (clase 2) y moderado (clase 3) en fecha 10 (129 DDPF), del huerto Los Lirios.	28
Figura 4.10.	Gráfico de datos predichos para frutos con clase 2 por el modelo PLS de frutos con clase 1 (fruto expuesto sin daño por sol), clase 2 (fruto expuesto con daño por sol leve) y clase 3 (fruto expuesto con daño por sol moderado), en fecha 10 (129 DDPF) de huerto Los Lirios.	29
Figura 4.11.	Curvas espectrales para un fruto con daño por sol leve (curva negra) y para un fruto sin daño por sol (curva roja), ambas de una misma fecha de medición (F2 “75 DDPF”) en huerto Los Lirios.	30
Figura 4.12.	Diagrama de codo, del modelo PLS-DA de frutos expuestos con (clase 2 y 3; daño leve y moderado respectivamente) y sin daño por sol (clase 1), de huerto Los Lirios en fecha 10 (129 DDPF).	31
Figura 4.13.	Evolución de curvas espectrales, basadas en mediciones Vis-NIR, a partir de fecha 3 (80 DDPF) hasta fecha 12 (144 DDPF) de frutos con presencia de daño (línea roja, clase 2, 3 y 4; daño por sol leve, moderado y severo, respectivamente) y frutos sin daño por sol (línea negra, clase 1) en huerto Los Lirios.	32

- Figura 4.14.** Gráfico de datos predichos por el modelo PLS-DA, para frutos con presencia (rombos rojos) y ausencia de daño por sol (círculos negros) en manzanas var. Granny Smith de huerto Los Lirios. **(A)** Gráfico de residuales del modelo PLS, representan el 0.04% en T^2 de Hotelling. **(B)** Predicho de frutos expuestos sin daño por sol (clase 1). 33
- Figura 4.15.** Curvas espectrales de reflectancia en la región Vis/NIR del espectro, de las clase 1 (fruto expuesto sin daño por sol), clase 2 (fruto expuesto con daño por sol leve), clase 3 (fruto expuesto con daño por sol moderado) y clase 4 (fruto expuesto con daño por sol severo), a partir de fecha 2 (75 DDPF), hasta fecha 13 (151 DDPF) del huerto Los Lirios. 34

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO III

Cuadro 3.1.	Rangos de longitud de onda (nm) para análisis de posición del primer pico de las curvas espectrales de un fruto con daño por sol.	16
--------------------	---	----

CAPÍTULO IV

Cuadro 4.1.	Error estándar de calibración (RMSEC), error estándar de la validación cruzada (RMSECV), coeficiente de determinación de calibración (R^2_{CAL}) y coeficiente de determinación de validación (R^2_{VAL}) del modelo PLS-DA para las clases 1, 2 y 3. Donde 1 (fruto expuesto sin daño por sol), 2 (fruto expuesto con daño por sol leve) y 3 (fruto expuesto con daño por sol moderado).	27
Cuadro 4.2.	Tabla de confusión de la validación cruzada, para clase 1(fruto expuesto sin daño por sol), 2 (fruto expuesto con daño por sol leve) y 3 (fruto expuesto con daño por sol moderado) del análisis PLS.	28
Cuadro 4.3.	Rangos de longitud de onda (nm) del movimiento de las curvas. Donde; 1 = clase 1, fruto expuesto sin daño por sol, 2 = clase 2, fruto expuesto con daño por sol leve, 3 = clase 3, fruto expuesto con daño por sol moderado y 4 = clase 4, fruto expuesto con daño por sol severo. A partir de fecha de medición 2 (75 DDPF) hasta fecha 13 (151 DDPF).	35
Cuadro 4.4.	Resultados de análisis de cinco curvas en frutos con daño por sol en huerto Los Lirios y Quilpué.	36

