

---

**USO DE LA RELECTANCIA COMO INDICADOR NO DESTRUCTIVO PARA  
PREDECIR EL DAÑO POR SOL EN MANZANAS cv. GRANNY SMITH.**

**SUSANA CATALINA PARADA FARÍAS  
INGENIERO AGRONOMO**

**RESUMEN**

La manzana (*Malus domestica* Borkh) Granny Smith es la tercera variedad más exportada en Chile, pero sus índices de descarte por diversos daños o desórdenes la hacen una variedad muy interesante de investigar, uno de estos daños se debe a la sensibilidad de esta variedad al daño por sol. El objetivo de este ensayo consistió en identificar características espectrales particulares de frutos con daño y sin daño por sol, frutos expuestos y no expuestos al sol, que pudiesen entregar información espectral predictiva del daño, con el fin de minimizar esta brecha de descartes y determinar manejos anticipados para eliminarlo o reducirlo.

El sistema de medición de reflectancia Vis/NIR (visible/infrarrojo cercano), como herramienta para investigación, demostró ser un método rápido para monitorear la fruta en el campo. Se utilizó espectroscopia de reflectancia Vis/NIR, a través de un espectrómetro (Jaz-EL350, software Ocean optics). El ensayo se llevó a cabo a partir del 11 de Diciembre de 2013 (68 días después de plena flor) hasta el 04 de marzo de 2014 (151 días después de plena flor) en los huertos Quilpué y Los Lirios, ambos ubicados en la Comuna de San Clemente. Se eligieron completamente al azar 500 frutos de cada huerto y semanalmente se les midió reflectancia Vis/NIR. Las mediciones de reflectancia consistieron en dos escaneos sobre la piel del fruto, además de la clasificación visual del daño por sol del fruto. Se evaluaron frutos sin daño por sol, no expuestos a la luz solar directa, frutos expuestos sin daño por sol y con daño por sol leve, moderado y severo. Para el análisis estadístico se utilizó un análisis de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) de Matlab. El PLS-DA, logró separar entre un fruto con daño por sol y otro sin daño, con un bajo error en la validación cruzada y calibración (4.5%). Confirmando claramente, la variabilidad espectral entre ambas condiciones. Los frutos sanos no expuestos presentaron características espectrales particulares, que no se confunden con ningún otro tratamiento del ensayo. Las características espectrales de la fruta con daño por sol leve, pueden ser similares a las de frutos expuestos sin daño o a las de frutos con daño por sol

moderado, producto de que se encuentran en una condición intermedia entre ambas situaciones.

Se determinaron rangos de longitud que pudieran identificar movimientos a través del espectro del primer pico de las curvas de frutos expuestos con daño por sol, según estos rangos, las curvas mostraron una baja probabilidad de predecir el daño por sol, una fecha antes de identificar visualmente el daño.

Palabras clave: Malus domestica Borkh, reflectancia Vis/NIR (Visible/Infrarrojo cercano), espectroscopia, PLS-DA..

## ABSTRACT

Granny Smith apple (*Malus domestica* Borkh) is the third most exported variety in Chile, but their discard rates for different damage or disorders make it a very interesting variety of research, one of these damages is due to the sensitivity of this variety to sunburn. The aim of this paper was to identify specific spectral characteristics of fruit with and without damage to sunburn and exposed and not exposed fruit to sunlight which could give predictive information of spectral damage, in order to minimize discard gap and determine anticipated handling to eliminate or reduce it.

The reflectance measurement system Vis / NIR (Visible/NIR) used as a tool for research, proved to be a quick method to monitor the fruit in the field. Reflectance spectroscopy Vis / NIR was used, through a spectrometer (Jaz-EL350, Ocean Optics software). The test was carried out from December 11, 2013 (68 days after full bloom) until March 4, 2014 (151 days after full bloom) in Quilpué and Los Lirios orchards, both located in the area of San Clemente. 500 completely randomly selected fruits of each orchard and their reflectance was measured weekly Vis / NIR. Reflectance measurements consisted of two scans on the fruit skin, besides the visual classification of the sunburn damage of the fruit. Fruit without sunburn damage was evaluated, not exposed to direct sunlight, fruits exposed without sunburn damage and fruit exposed with mild, moderate and severe sunburn damage. For statistical analysis, regression analysis of partial least squares (PLS-DA) of Matlab was used. The PLS-DA, managed to separate a fruit between one with sunburn damage and the other without sunburn damage, with low crosscalibration (4.5%) and validation error. This study clearly confirms the spectral variability between both conditions. Unexposed healthy fruits showed particular spectral characteristics, which are not confused with any other trial treatment. The spectral characteristics of the fruit with mild sun damage may be similar to those of exposed undamaged fruit or fruit with moderate sun damage, due to the fact that they are in an intermediate condition between both situations.

Length ranges that could identify movements across the spectrum of the first peak of the curves of fruits exposed to sunburn were determined, according to these parameters; curves showed a low probability to predict the sunburn within a date before identifying the damage visually.

---

Keywords: Malus domestica Borkh, reflectance Vis / NIR (Visible / Near Infrared), spectroscopy, PLS-DA.