
**VALIDACIÓN DE UN MODELO TERMOGRÁFICO PARA LA PREDICCIÓN DE
DAÑO POR SOL EN MANZANAS (*Malus domestica Borkh.*)**

**LUZ MARÍA BREVIS PALMA
INGENIERO AGRÓNOMO**

RESUMEN

El daño por sol es uno de los principales problemas que afecta la producción de manzanas en Chile, generando cuantiosas pérdidas económicas. Este desorden fisiológico, provocado por alta exposición a radiación solar y elevada temperatura durante la temporada de crecimiento, genera cambios fisiológicos y morfológicos en la fruta, disminuyendo su valor comercial. El objetivo de este estudio fue validar un índice de estrés hídrico de cultivo o "Crop Water Stress Index" (CWSI), empleado para predecir la aparición de daño por sol en manzanas cuando aún los síntomas no son visibles. La estimación del CWSI se desarrolla a partir de datos termográficos de la superficie de los frutos. El ensayo se realizó en dos cultivares de manzanas (Granny Smith y Fuji), durante la temporada 2014-2015, en un huerto comercial de la comuna de San Clemente, Región del Maule. A partir de 80 y 86 DDPF, frutos sanos fueron marcados para su seguimiento hasta la cosecha. En forma mensual, se estimó la temperatura superficial de cada fruto, mediante una cámara infrarroja Modelo FLIR-40. En cada fecha, se clasificó el nivel de daño por sol según las categorías: Sin daño, Leve, Moderado-Severo. Posteriormente, las termografías fueron analizadas mediante software "FLIR tools" (v.2.0), para el cálculo del CWSI y CWSI acumulado, en cada fruto; paralelamente, se estimaron las unidades de estrés del huerto durante la temporada, considerando información de temperatura y humedad relativa del aire. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de Varianza (ANOVA) y una posterior separación de medias (Tukey, $P \leq 0,05$). Los índices CWSI y CWSI acumulado, mostraron diferencias estadísticamente significativas en ambos cultivares. A partir de 86-108 DDPF, manzanas cv. Granny Smith evidenciaron diferencias significativas entre los frutos sanos y los dañados por sol al final de la temporada, aun cuando éstos no presentaban daños visibles, lo cual indicaría la capacidad predictiva del modelo. En el cv. Fuji, estas diferencias en el CWSI se observaron a partir de los 122 DDPF; sin embargo, en este caso, los frutos ya presentaban daño visible leve. Las unidades de estrés acumuladas en la

temporada, siguieron la misma tendencia que el CWSI acumulado para los frutos que alcanzaron el mayor nivel de daño (moderado-severo), expresada en pendientes similares.

Palabras claves: Termografía infrarroja, Índice de estrés hídrico (CWSI), Unidades de estrés, crop wáter stress index, sunburn.

ABSTRACT

Sun damage is one of the main problems affecting apple production in Chile, generating economic losses. This physiological disorder caused by high exposure to sunlight and high temperatures during the growing season, generates physiological and morphological changes in the fruit, decreasing its market value. The aim of this study was to validate an index of crop water stress or "Crop Water Stress Index" (CWSI), used to predict the onset of sunburn on apples, even when symptoms are not visible. The estimate of the CWSI is developed thermographic data from the surface of the fruit. The trial was conducted in two cultivars of apples (Granny Smith and Fuji), during the 2014-2015 season in a commercial orchard in the town of San Clemente, Maule Region. From 80 to 86 DAF, healthy fruits were marked for follow-up to harvest. On a monthly basis, the surface temperature of each fruit was estimated using a FLIR infrared camera Model-40. On each date, the level of sunburn was classified according to category: "No damage", "Mild", "Moderate- Severe". Subsequently, the thermal images were analyzed by "FLIR tools" (v.2.0) software to calculate the CWSI and CWSI accumulated in each fruit; Meanwhile, the stress of the garden units were estimated during the season, considering information of temperature and relative humidity. The results were statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA) and subsequent separation (Tukey, $P \leq 0.05$). The CWSI and CWSI cumulative indices showed statistically significant differences in both cultivars. From 86-108 DDPF, apples cv. Granny Smith showed significant differences between healthy fruits and sun-damaged at the end of the season, even if they did not have visible damage, which would indicate the predictive ability of the model. In the cv. Fuji, these differences were observed in the CWSI from 122 DDPF; however, in this case, the fruits and had mild visible damage. The units of stress accumulated in the season, followed the same trend as the aggregate CWSI for fruit reached the highest level of damage (moderate to severe) expressed similar slopes.

Key words: Infrared thermography, water stress index (CWSI), stress units, crop water stress index, sunburn.