

---

**“USO DE IMÁGENES SATELITALES MULTIESPECTRALES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN, COMO HERRAMIENTAS PARA ESTUDIAR EL DESARROLLO FENOLÓGICO Y CRECIMIENTO DEL CEREZO (*Prunus avium* L.) EN TRES LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE CÚRICO, REGIÓN DEL MAULE-CHILE”**

**EDUARDO ALFREDO VON BENNEWITZ ÁLVAREZ  
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL TERRITORIAL**

**RESUMEN**

La Percepción Remota, dentro de ella el uso de imágenes satelitales, se ha convertido en una importante fuente de información y herramienta de manejo de la producción agrícola, no sólo a escalas locales sino a nivel global. En el caso de especies frutales, los índices de vegetación han sido utilizados con éxito variable para la identificación de especies frutales, a partir de diferentes tipos de sensores y modelos de transformación. La percepción remota se ha utilizado escasamente para apoyar los estudios sobre desarrollo vegetacional, de superficie y manejo a nivel de zonas y predial de especies frutales en el caso específico de Chile. Para el caso del cerezo no se registran estudios publicados, llevados a cabo en Chile, que utilicen las herramientas de la Teledetección para estimar parámetros de desarrollo vegetativo, fenología o estimación de superficie. El objetivo general de este trabajo fue explorar el uso de imágenes satelitales multiespectrales (Landsat ETM+ y SPOT 5), e índices de vegetación (NDVI, SAVI) como herramientas para estudiar el desarrollo fenológico y crecimiento del cerezo (*Prunus avium* L.) en tres localidades de la provincia de Curicó, Región del Maule-Chile. Los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar mediante el uso de imágenes satelitales, la capacidad del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y del índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI) para discriminar la presencia de huertos de cerezo frente a otras especies frutales, viñas suelo desnudo y construcciones de concreto y la relación entre una clasificación supervisada e información del sistema SIG para el cerezo. 2) Evaluar los valores del índice de vegetación (NDVI), obtenidos a partir de tres imágenes satelitales Landsat ETM+ de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2011, sin corrección radiométrica ni atmosférica. Relacionar dicha información con datos de seguimiento fenológico y registros de radiación solar para dichos predios. 3) Evaluar el uso de imágenes satelitales multitemporales (Landsat ETM+) e índices diferenciales de vegetación (NDVI, SAVI), obtenidos mediante el modelo

MetriCTM (corrección radiométrica y atmosférica) como herramientas para el estudio remoto de estados fenológicos del cerezo en tres localidades de la provincia de Curicó. En estos trabajos se ha mostrado la baja utilidad relativa de las imágenes de los sensores SPOT 5 y Landsat 7 ETM+ para discriminar con un nivel de precisión aceptable el desarrollo fenológico y crecimiento del cerezo a nivel general, en diversas localidades de la provincia de Curicó. A partir de los resultados obtenidos, se puede apreciar que las categorías definidas según el NDVI son significativamente diferentes si se contrasta al arándano con cerezo, ciruelo y vid ( $P < 0,005$ ) pero no entre ciruelo y kiwi. Al analizar los valores de NDVI entre cerezo y otros tipos, se pudo apreciar su capacidad discriminadora entre vegetación y suelo o entre vegetación y construcciones de concreto. En el caso del índice SAVI las categorías definidas entre diferentes frutales no se diferencian significativamente entre ellas salvo para el caso del Kiwi. La baja capacidad discriminadora y nula precisión del NDVI para detectar cambios de categorías de vegetación que se presenta en algunos resultados puede ser explicado por la resolución espacial de las imágenes Landsat ETM+ (Resolución espacial de 30\*30 m en las bandas 1,2,3,4, 5 y 7 y de 120\*120 m y para la imagen SPOT 5 una resolución de 10\*10m). En muchas de las especies frutales estudiadas la cobertura de su canopia representa aproximadamente sólo un 60% del espacio terrestre. En el caso de imágenes corregidas atmosférica y radiométricamente, a través del Modelo MetriCTM, se puede apreciar en general valores mayores para SAVI que para NDVI en iguales sitios y estados fenológicos a iguales fechas (valores para ambos índices varían entre un rango 0,23-0,54).

Ello refleja en parte la acción de este índice en minimizar el efecto del suelo desnudo cercano a la vegetación. La capacidad de discriminar eventos fenológicos para los mismos sitios, en base a índices de vegetación, es bajo. Por ejemplo eventos fenológicos muy diferentes como aumento de coloración de frutos y momento de cosecha son en la mayoría de los casos estadísticamente no diferentes. También se producen valores muy diferentes para NDVI y SAVI entre sitios. En base a los resultados obtenidos no es posible discriminar entre estados cercanos de fenología o estados en que la proporción de follaje es sólo ligeramente diferente. **Palabras clave: Especies frutales, teledetección, índice de vegetación, patrón espacial, discriminación y precisión.**

## SUMMARY

Remote sensing and the use of satellite imagery, has become an important source of information and management tool in agricultural production, not only locally but globally. In the case of fruit species, vegetation indexes have been used with varying success for fruit species identification, using different types of sensors and processing models. Remote sensing has been used sparingly to support vegetation development studies, landscape management and fruit production in Chile. To the best of our knowledge, not studies have been published in Chile, using remote sensing tools to estimate phenology and vegetative development parameters in cherry trees. The main objective of this study was to explore the use of multispectral satellite imagery (Landsat ETM + and SPOT 5), and vegetation indices (NDVI, SAVI) as tools to study the phenological development and growth of cherry (*Prunus avium* L.) in three locations in the Curicó province, Maule Region, Chile. The specific objectives were: 1) To evaluate through the use of satellite imagery, the ability of the normalized difference vegetation index (NDVI) and the vegetation index adjusted for soil (SAVI) to discriminate the presence of cherry orchards over other fruit species, soil vineyards bare concrete construction and the relationship between a supervised classification and GIS for cherry. 2) Evaluate the values of normalized vegetation index (NDVI), obtained from three Landsat ETM + satellite images (October, November and December 2011), with none radiometric and atmospheric corrections. To relate this information with phonological monitoring data and records of solar radiation for these sites. 3) To evaluate the use of multitemporal satellite imagery (Landsat ETM +) and vegetative indexes (NDVI, SAVI), obtained by the Metriectm model (radiometrically and atmospherically corrected) as tools for studying remote phenological stages of cherry. These studies have shown the relative utility of low sensing images (SPOT 5 and Landsat 7 ETM +) to discriminate with an acceptable accuracy level, phenological development and growth ofcherry orchards in various locations in the Curicó province. From the results, we can see that the categories defined by NDVI are significantly different when contrasted with blueberries, plum and vine ( $P < 0.005$ ) but not between plum and kiwi. Analyzing NDVI values between cherry and other types, a discriminatory capacity between vegetation and ground or between

vegetation and concrete construction was observed. For the SAVI index, defined categories among different fruit species, did not differ significantly among them except for the case of the Kiwi. The low discriminatory power and no accuracy to detect changes of NDVI vegetation categories presented in some of the results can be explained by the spatial resolution of Landsat ETM + images (spatial resolution of 30 \* 30 m in bands 1,2,3 , 4, 5 and 7 and 120 \* 120 m SPOT 5 image to a resolution of 10 \* 10m). In many fruit species studied its canopy coverage represents approximately only 60% of terrestrial space. In the case of atmospheric and radiometrically corrected images (using the Metrixtm model), in most cases, larger values were recorded for NDVI compared to SAVI (equal sites and phenological stages) (for both indices values vary within a range of 0.23 to 0.54). This reflects in part the action of this index to minimize the effect of bare ground near to vegetation. The ability to discriminate phenological events for the same sites, based on vegetation indices, is low. For example different phenological events (e.g) increased coloration of fruits and harvest, are in most cases not statistically different. Very different values for NDVI and SAVI (equal dates and phenological stages) were recorded depending on the site. Based on the results is not possible to discriminate between phenology in the case of nearby states or phenological states in which the proportion of foliage is only slightly different.

**Keywords: Fruit species, remote sensing, vegetation index, spatial pattern, discrimination and precision.**