

**Identificación y clasificación de cultivos de piña (*Ananas comosus*), en tres regiones de Costa Rica, a partir de imágenes satelitales Landsat 8 y el software de árboles de decisión See 5.**

**Pineapple (*Ananas comosus*) crops identification and classification, in three regions of Costa Rica, with Landsat 8 Imagery and See5 Decision-Tree Software.**

*Heileen Aguilar Arias<sup>1</sup>*

*Meybell Carranza Solano<sup>2</sup>*

*Lloyd Foster Burr<sup>3</sup>*

*Marilyn Ortega Rivera<sup>4</sup>*

**Introducción**

La población humana en rápida expansión y las demandas asociadas de bienes y servicios están ejerciendo una presión creciente sobre los sistemas ecológicos. (Hurni *et al.* 2007). Esto debido a que, por un lado, las demandas de los recursos naturales han aumentado dramáticamente y continuaran aumentando (FAO, 1997), y por otro lado, los recursos se han reducido tanto en cantidad como en calidad y la extracción se ha vuelto más intensiva y extensiva que antes (Vitousek *et al.* 1997), por lo que la gestión sostenible de las zonas agrícolas es crucial, ya que la agricultura desempeña un papel importante en la economía de muchos países en desarrollo (Branca, 2011).

Entre los cultivos agrícolas bases de estas economías, se encuentra la piña (*Ananas comosus*), que durante los últimos 100 años, se ha convertido en uno de los principales cultivos frutícolas comerciales. Entre los principales países productores se destacan: Nigeria, Tailandia, India, Brasil, China, Filipinas y Costa Rica (Cerrato, 2013). En Costa Rica específicamente, la producción de piña, según datos de la FAO para el año 2008, alcanzó 33 134 hectáreas (ha) cosechadas, en el año 2009 información suministrada por la Secretaría Ejecutiva de Planificación Agropecuaria (SEPSA) y validada por la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP) indica que el área total sembrada de piña es de 39 000 ha, datos derivados del Censo Agropecuario de Costa Rica para el año 2014 reportan un área destinada al cultivo de piña de 37 659 ha, convirtiéndolo en uno de los países líderes en exportación a escala mundial, en cuanto al rendimiento de

toneladas métricas (tm) exportables por hectárea, que para el año 2008 se estimaba en 125 tm /ha (FAO, 2008).

Es así como se confirma que, la disponibilidad de información detallada y actualizada de uso de la tierra agrícola es importante para entender los impactos ambientales de las actividades de un determinado cultivo y proporcionan una base importante para muchas aplicaciones agrícolas con diversos fines, tales como la estimación del rendimiento, los registros de rotación de cultivos y la productividad del suelo (Low *et al.* 2013), programación de riegos, predicción de cosechas, detección de plagas y enfermedades, y más recientemente en contaminación y fertilidad de suelos. (Tosini y Pantaleone, 2012). En este punto, el análisis de imágenes teledetectadas es un método fiable y rentable para la vigilancia de los cultivos a través de áreas grandes y podría proporcionar registros temporales consistentes (Li *et al.* 2015).

Diversas investigaciones se han basado en el desarrollo y combinación de diferentes técnicas de identificación y clasificación de cultivos con la integración de imágenes satelitales a distintas resoluciones espaciales y provenientes de diferentes sensores, por ejemplo, Wardlow *et al.* (2007), investigaron la aplicabilidad de series temporales de datos de MODIS 250 m para clasificar uso/cobertura del suelo en cultivos agrícolas en las planicies centrales de EEUU, Willington *et al.* (2013) clasificaron imágenes MODIS, utilizando redes neuronales, según la cobertura del suelo en las categorías: soja, maíz y suelo desnudo en el área de Córdoba, Argentina, Tosini y Pantaleone (2012) analizaron la clasificación de cultivos mediante el uso de un clasificador basado en redes de base radial aplicado a imágenes de satélite Landsat sobre todas sus bandas.

Tigges *et al.* (2013) investigaron las diferentes combinaciones de bandas espectrales y temporales de imágenes RapidEye para la clasificación de la vegetación urbana, Ustuner *et al.* (2014) investigaron el uso potencial de tres índices de vegetación diferentes de las imágenes RapidEye en la clasificación por tipo de cultivo, Li *et al.* (2015) generaron un mapa de clasificación de cultivos a 30 m de resolución, proporcionando la distribución espacial de los cultivos anuales y perennes en las llanuras de Osage al suroeste de Missouri, a partir de imágenes Landsat TM y MODIS.

Entre los múltiples algoritmos aplicados para la clasificación de imágenes, el uso de árboles de decisión, un clasificador basado en reglas no paramétrico, es uno de los más utilizados en los últimos años, pues posee ventajas importantes sobre otros métodos, ya que puede ser entrenado de forma rápida, su ejecución es rápida y se puede administrar datos en diferentes escalas (Pal y Mather, 2003) y entre los que se destaca el software de árboles de decisión See5, sofisticada herramienta de minería de datos que permite descubrir patrones que delimitan las categorías, uniéndolos en clasificadores, y usándolos para hacer predicciones. La utilización de este clasificador, puede observarse en las investigaciones desarrolladas por Long *et al.* 2014, quienes utilizaron el algoritmo de clasificación See5, para el desarrollo de un mapa y monitoreo de los manglares de Filipinas durante el período 1990-2010, en Uruguay, Baeza *et al.* 2014, generaron un mapa de uso/ cobertura del suelo a nivel nacional a partir de series temporales de IVN-MODIS, utilizando el software See5 para el procesamiento de las firmas fenológicas utilizadas para la clasificación, presentando altos niveles de exactitud, por otro lado, en la provincia de Guangxi, China, Zhao *et al.* 2011, evaluaron el potencial de las imágenes Landsat TM para identificar la información de tierras de cultivo, mediante la integración de software de árbol de decisiones See5, obteniendo una precisión global de 88,48% y 91,85%, utilizando los puntos de muestreo de GPS y los datos estadísticos, por separado.

Es así como, las observaciones frecuentes de imágenes de sensores remotos pueden poner de manifiesto las características únicas de los cultivos durante sus ciclos de desarrollo y, por lo tanto, son particularmente útiles para la clasificación de las tierras agrícolas. En este estudio se desarrolló un método de clasificación, mediante la integración de imágenes Landsat 8, el software de árboles de decisión See5 y herramientas de mapeo NLCD integrado en ERDAS, con el apoyo de métodos alternos de digitalización, puntos de muestreo GPS y la interpretación de imágenes satelitales RapidEye 2012 y Carta 2005, con el objetivo de identificar áreas con cultivos de piña, en tres regiones productivas de Costa Rica.