

Resumen

El presente proyecto se origina de la necesidad de satisfacer la alta demanda alimentaria, que cumplan con los niveles de nutrición adecuados, para lo cual las técnicas de teledetección han sido de gran utilidad porque permite producir alimentos de alta calidad de forma sostenible. Este estudio pretende analizar la respuesta espectral tras la aplicación de nanofertilizantes y la presencia de Antracnosis en el lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*) mediante imágenes obtenidas por cámaras multispectrales acopladas a drones y el uso de espectroradiómetro, en la zona del IASA I (Sangolquí), para mejorar su cadena productiva. Para la determinación de la variabilidad espectral, se sintetizó nanopartículas quelatadas de Fe y Zn a una concentración de 80 ppm, las mismas que se aplicaron vía foliar con un diseño completamente al azar (DCA) para las dos variedades de lupino i) 450 Andino y ii) F5 (ECU-2658 x ECU-8415) en tres estados fenológicos. Con los datos espectrales obtenidos del espectroradiómetro y los ortomosaicos generados a partir de las imágenes multispectrales se calcularon los índices de vegetación (NDVI, DVI, RDVI y TNDVI), a los cuales se les estudió estadísticamente bajo un análisis de varianza ANOVA y Tukey, también se elaboró una biblioteca espectral. Además, para la detección de antracnosis en el estado reproductivo, se tomaron muestras georreferenciadas de plantas sanas y enfermas (afectadas por antracnosis) e imágenes multispectrales a las alturas de 20 y 30 m, para la generación de ortomosaicos que mediante métodos de clasificación supervisada (Random Forest, CART y SVM), fueron clasificados en dos niveles de acuerdo a las muestras tomadas. Como resultado se determinó, que existe variabilidad espectral en los tratamientos con nanopartículas de hierro y zinc, destacando que la variedad de lupino F5 muestra una mejora del 2% en la vigorosidad del cultivo tras aplicar nanopartículas quelatadas de zinc en los estados fenológicos de desarrollo vegetativo y floración, aseverando que existe mejoría del protocolo previamente utilizado por Martínez & Yanchatipán, (2020). Con respecto a las clasificaciones, al validar los

métodos de clasificación supervisada mediante matriz de confusión e índice kappa, se demostró que CART detectó con mayor precisión la presencia de Antracnosis.

Palabras clave: lupino, nanofertilizantes, datos espectrales, índices de vegetación, prueba ANOVA, clasificación supervisada.

Abstract

The present project originates from the need to satisfy the high food demand, which meet the adequate nutrition levels, for which remote sensing techniques have been very useful because they allow the production of high quality food in a sustainable way. This study aims to analyze the spectral response after the application of nanofertilizers and the presence of Anthracnose in lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet) through images obtained by multispectral cameras coupled to drones and the use of spectroradiometer, in the area of IASA I (Sangolquí), to improve its production chain. For the determination of spectral variability, Fe and Zn chelated nanoparticles were synthesized at a concentration of 80 ppm and applied via foliar in a completely randomized design (CRD) for the two lupine varieties i) 450 Andean and ii) F5 (ECU-2658 x ECU-8415) at three phenological stages. With the spectral data obtained from the spectroradiometer and the orthomosaics generated from the multispectral images, the vegetation indices (NDVI, DVI, RDVI and TNDVI) were calculated and studied statistically under an ANOVA and Tukey analysis of variance, and a spectral library was also elaborated. In addition, for the detection of anthracnose in the reproductive stage, georeferenced samples of healthy and diseased plants (affected by anthracnose) and multispectral images were taken at heights of 20 and 30 m, for the generation of orthomosaics that by means of supervised classification methods (Random Forest, CART and SVM), were classified into two levels according to the samples taken. As a result, it was determined that there is spectral variability in the treatments with iron and zinc nanoparticles, highlighting that the lupine variety F5 shows a 2% improvement in crop vigor after applying chelated zinc nanoparticles in the phenological stages of vegetative development and flowering, asserting that there is an improvement of the protocol previously used by Martínez & Yanchatipán, (2020). With respect to the classifications, when validating the supervised classification methods using the confusion matrix and kappa index, it was demonstrated that CART detected the presence of Anthracnose with greater precision.

Key words: lupine, nanofertilizers, spectral data, vegetation indices, ANOVA test, supervised classification.