

TESI GUANYADORA DEL “IV PREMI CÀTEDRA AGROBANK A LA MILLOR TESI DOCTORAL”

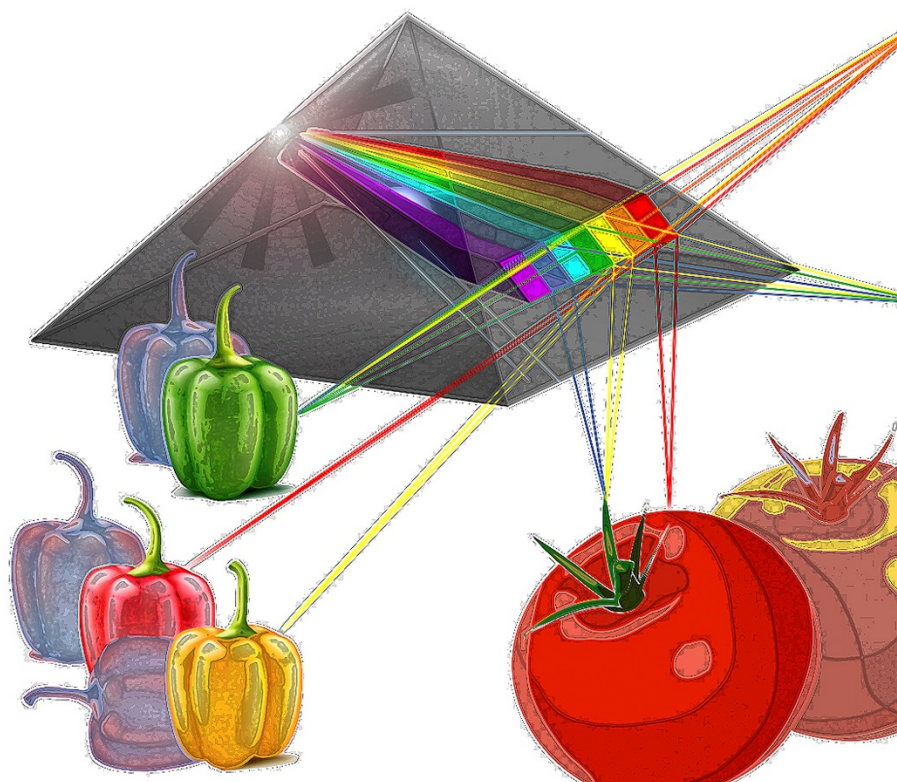


UNIVERSITY OF CÓRDOBA

Near infrared spectral sensors for the
characterization, authentication and quality
and safety assurance of horticultural products

PhD Dissertation

Irina Torres Rodríguez



RESUM DE LA TESI GUANYADORA DEL "IV PREMI CÀTEDRA AGROBANK A LA MILLOR TESI DOCTORAL"

Autora: Dra. Irina Torres Rodríguez.

Directores: Dra. M^a Teresa Sánchez Pineda de las Infantas y Dra. Dolores Pérez Martín.

Título: Senyors espectrals d'infraroig pròxim per a la caracterització, autenticació i assegurament de la qualitat i seguretat de productes hortofructícoles.

RESUMEN

Els productes hortofructícoles tenen una gran importància econòmica i nutricional a nivell mundial, sent bàsics en una dieta equilibrada. En aquesta mena de productes és clau que la seva recol·lecció es realitzi en el moment de maduresa considerat com a òptim en funció de la seva destinació final. A més, s'ha de dur a terme un control fiable de qualitat i seguretat alimentària tant en la recepció en la indústria com durant el seu processament. Per tant, els productors, la indústria, els responsables de realitzar les inspeccions de control de qualitat i seguretat i, finalment, els consumidors, demanen tecnologies que proporcionin informació exacta i útil sobre els paràmetres que influeixen directament sobre la qualitat i seguretat d'una fruita o hortalissa i sobre la seva autenticació, sent clau el que aquestes tecnologies no estiguin limitades pels seus costos, el seu caràcter destructiu o els seus temps d'anàlisi.

La Espectroscòpia de Reflectància en l'Infraroig Pròxim (en anglès, Near Infrared Reflectance Spectroscopy, NIRS) ha demostrat la seva capacitat per a ser utilitzada amb èxit en el sector agroalimentari, amb avantatges específics enfront d'altres tècniques analítiques com són l'alta velocitat de resposta, el ser no destructiva, respectuosa amb el medi ambient, multi-producte i multi-paràmetre, així com proporcionar un senyal digital única de cada producte que pot ser lligada a altres tecnologies de la informació i de la comunicació, proporcionant sistemes de control automatitzats d'última generació

Els sensors NIRS han estat utilitzats principalment en la indústria hortofructícola en aplicacions "at-line" o "ex-post". Recentment, existeix un gran interès, a nivell científicotècnic, per l'aplicació *in situ*, tant en camp com en la línia industrial de transformació, d'aquesta mena de sensors, la qual cosa permetria la implantació, en la cadena alimentària, de sistemes de presa de decisions en temps real, augmentant l'eficiència productiva i el control de la qualitat i seguretat dels productes elaborats. L'evolució i millores en la instrumentació, orientada cap a la seva miniaturització, una major portabilitat i estabilitat en condicions no controlades estan permetent que es pugui abordar la possibilitat de realitzar el control de matèries primeres, productes i processos *in situ* que està demandant el sector hortofructícola. No obstant això, en aquest àmbit d'enormes potencialitats queden nombrosos aspectes en els quals aprofundir, principalment els relatius a l'optimització de la mesura, al processament de les dades espectrals i a la seva connexió amb sistemes de suport a la decisió, que possibilitin que aquest tipus d'aplicacions siguin una realitat.

L'objectiu principal d'aquesta Tesi Doctoral ha estat desenvolupar models NIRS precisos i robustos per a la predicció de paràmetres de qualitat i seguretat en fruites i hortalisses durant el seguiment de maduració i en la recepció en la indústria, així com en les línies de classificació. Amb aquest propòsit s'han avaluat dos espectrofotòmetres comercialment disponibles, un molt adequat per a efectuar mesuraments *in situ*, directament sobre producte en la mata (espectrofotòmetre basat en la tecnologia de filtres lineals variables, en anglès coneguda per les seves sigles LVF) i l'altre idoni per a la seva utilització en les línies industrials de classificació (espectrofotòmetre basat en espectroscòpia NIR per Transformada de Fourier, en anglès, FT-*NIR).

Així mateix, el present Treball de recerca va analitzar la viabilitat d'utilitzar un espectrofotòmetre manual, portàtil, basat en tecnologia MEMS (en anglès, microelectrical mechanical system), per a l'autenticació d'hortalisses en funció del seu origen. Igualment, un model més actual de l'instrument MEMS empleat en la determinació anterior, va ser utilitzat per al desenvolupament i avaluació de models predictius NIRS per a l'optimització del maneig de factors pre-collita (irrigació), destinats a afavorir la presa de decisions en temps real en camp.

També s'ha dut a terme el desenvolupament d'estratègies de calibratge avançades per a la predicció de paràmetres de qualitat físic-química en fruites del gènere *Citrus*, durant el seu procés de maduració en arbre, emprant per a això un instrument NIRS manual, portàtil basat en tecnologia MEMS.

Finalment, s'ha iniciat la posada a punt d'una metodologia d'anàlisi destinada a la determinació del rendiment de collita en taronges verdes en arbre, emprant per a això l'anàlisi d'imatges hiperespectrals.

Els resultats obtinguts en els diferents treballs de recerca que formen part d'aquesta Tesi Doctoral han posat de manifest el potencial de la tecnologia NIRS per a la seva incorporació *in situ* en el sector hortofructícola, com a sensor que proporcionarà una petjada espectral única de cada producte, d'utilitat per a la traçabilitat d'aquests, i així mateix, com un registre òptic d'enorme interès per a controlar que el producte compleix uns estàndards de qualitat i de seguretat determinats, d'acord amb les diferents normatives que regulen el seu ús industrial.

Així mateix, els resultats de l'anàlisi d'imatges hiperespectrals indiquen que és possible utilitzar un nombre reduït de longituds d'ona del rang de l'infraroig pròxim de l'espectre per a l'estimació del rendiment de collita en taronja, la qual cosa permetrà el desenvolupament futur d'equips de baix cost i pes reduït per a la detecció de fruits verds sans, possibilitant la seva integració en vehicles aeris no tripulats per a l'obtenció d'imatges amb una alta resolució espectral i espacial. No obstant això, el treball desenvolupat és només l'inici d'una línia de recerca complexa, de gran actualitat i valor per a les necessitats del sector agroalimentari, en general, i del citrícola, en particular.