

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS 2

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS 7

RESUMEN 10

ABSTRACT 13

RESUM 16

PREFACIO..... 19

 1. Marco de la tesis 19

 2. Estructura de la memoria..... 20

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN..... 22

 1. Nuevas tecnologías en la agricultura de precisión..... 22

 2. AgTech aplicadas en cultivos cítricos 25

 2.1. Recolección mecanizada de cítricos..... 25

 2.2. Confección de mapas digitales de rendimiento en cítricos 27

 2.3. Sistemas avanzados para detección temprana de plagas y enfermedades en cítricos 28

CAPÍTULO II - OBJETIVOS..... 31

 1. Objetivo General 31

 2. Objetivos específicos..... 31

CAPÍTULO III – PROTOTIPO DE PLATAFORMA DE ASISTENCIA A LA RECOLECCIÓN. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS Y AVANCES. RENDIMIENTOS DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN ASISTIDA 34

 Resumen..... 34

 1. Introducción 34

 2. Objetivos 35

 3. Prototipo de plataforma móvil de asistencia a la recolección de cítricos 36

 3.1. Descripción del prototipo..... 36

 3.2. Funcionalidades del prototipo en campo 38

 3.3. Sistema de inspección automática de la fruta recolectada 38

 3.4. Mandos de control del prototipo..... 40

 3.5. Sistemas de posicionamiento..... 41

 3.6. Identificación de necesidades y áreas de mejora en el prototipo 41

 4. Identificación de riesgos y medidas de prevención y seguridad implementadas en el prototipo 42

 4.1. Elementos de seguridad activa 42

 4.2. Elementos de seguridad pasiva..... 46

5.	Identificación de áreas de mejora para asegurar la calidad de la fruta a su paso por el prototipo e implementación de mejoras	48
5.1.	Materiales y métodos.....	48
5.2.	Resultados	49
5.3.	Conclusiones.....	50
5.4.	Identificación de áreas de mejora.....	51
5.5.	Implementación de mejoras	51
6.	Avances en el sistema de inspección y en el control y automatización de las funciones del prototipo	56
6.1.	Avances en el sistema de inspección automática	56
6.2.	Mejoras en el control y la automatización del prototipo y sus funciones	58
7.	Evaluación del funcionamiento del prototipo y determinación del rendimiento de la operación de recolección asistida.....	60
7.1.	Materiales y métodos.....	60
7.1.1.	Parcela experimental.....	60
7.1.2.	Recolección con la plataforma de asistencia	60
7.1.2.1.	Comprobación de la cantidad de fruta recolectada según el sistema de inspección respecto a la cantidad real recolectada por el prototipo	62
7.1.2.2.	Cálculo del rendimiento del proceso de recolección con el prototipo	63
7.1.2.3.	Evaluación del sistema de clasificación del prototipo	63
7.1.2.4.	Evaluación de daños en la fruta	64
7.1.3.	Recolección manual tradicional	65
7.1.3.1.	Cálculo del rendimiento del proceso de recolección manual tradicional	65
7.2.	Resultados y discusión	66
7.2.1.	Recolección con la plataforma de asistencia	66
7.2.1.1.	Incidencias en el prototipo durante la recolección.....	66
7.2.1.2.	Comprobación de la cantidad de fruta recolectada según el sistema de inspección respecto a la cantidad real recolectada por el prototipo	67
7.2.1.3.	Cálculo del rendimiento del proceso de recolección con el prototipo	68
7.2.1.4.	Evaluación del sistema de clasificación del prototipo	69
7.2.1.5.	Evaluación de daños en la fruta	69
7.2.2.	Recolección manual tradicional	69
8.	Conclusiones.....	70
CAPÍTULO IV - CITRUSYIELD: HERRAMIENTA DIGITAL PARA VISUALIZACIÓN GRÁFICA DEL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LOS CÍTRICOS		72
Resumen.....		72
1.	Introducción	72

2.	Objetivos	73
3.	Creación de la herramienta digital a modo de cuadro de mando <i>CitrusYield</i>	74
3.1.	Arquitectura e interfaz de <i>CitrusYield</i>	74
3.2.	Método de adquisición de datos.....	74
3.3.	Funcionalidades implementadas en <i>CitrusYield</i>	76
3.3.1.	Variables de entrada en el cuadro de mando <i>CitrusYield</i>	76
3.3.2.	Creación de la base de datos.....	77
3.3.3.	Mapas de producción y calidad.....	78
3.3.4.	Información en los gráficos interactivos	79
3.3.5.	Análisis exploratorio de los datos	80
3.3.6.	Parámetros de rendimiento y eficiencia	83
3.4.	Diagrama de flujo	84
4.	Evaluación del funcionamiento de <i>CitrusYield</i>	85
4.1.	Materiales y métodos.....	85
4.1.1.	Ensayo en campo.....	85
4.1.2.	Entradas en el cuadro de mando <i>CitrusYield</i>	85
4.2.	Resultados y discusión	86
5.	Conclusiones.....	91
CAPÍTULO V - DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> KOCH EN HOJAS DE CÍTRICOS MEDIANTE IMÁGENES EN COLOR E IMÁGENES HIPERESPECTRALES VIS/NIR.....		93
Resumen.....		93
1.	Introducción	93
2.	Objetivos	95
3.	Materiales y métodos	96
3.1.	Muestreos de hojas.....	96
3.2.	Detección de daños causados por <i>T. Urticae</i> mediante imágenes en color	97
3.2.1.	Adquisición y segmentación de imágenes en color	97
3.2.2.	Definición de los parámetros de discriminación.....	98
3.3.	Detección de daños causados por <i>T. Urticae</i> mediante imágenes hiperespectrales.....	99
3.3.1.	Adquisición de imágenes hiperespectrales.....	99
3.3.2.	Análisis de datos multivariados.....	100
3.3.3.	Evaluación de la eficacia del modelo	101
4.	Resultados y discusión	102
4.1.	Detección de daños causados por <i>T. Urticae</i> mediante imágenes en color	102
4.1.1.	Parámetros de discriminación.....	102

4.1.2. Detección de los daños	103
4.2. Detección de daños causados por T. Urticae mediante imágenes hiperespectrales.....	104
4.2.1. Detección de daño causado por T. Urticae	104
4.2.2. Detección de la antigüedad del daño causado por T. Urticae	106
4.2.3. Discriminación entre daños causados por T. Urticae y otros daños	108
5. Conclusiones.....	112
CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES.....	114
CAPÍTULO VII – CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES PARA FUTUROS TRABAJOS I+D	119
CAPÍTULO VIII – PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y DIFUSIÓN.....	122
CAPÍTULO IX – BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXO I – ARTÍCULOS CIÉNTIFICOS	139