

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
SÍMBOLOS	xxii
ABREVIATURAS	xxiii
RESUMEN Y ABSTRACT	xxiv
1. CAPÍTULO 1. Introducción	1
1.1 Importancia del cultivo de la fresa	2
1.2 Importancia del cultivo de la fresa en México	2
1.3 La calidad de la fresa	6
2. CAPÍTULO 2. Revisión bibliográfica	8
2.1 El cultivo de la fresa (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch)	9
2.1.1 Descripción morfológica	9
2.1.2 Descripción fisiológica	11
2.1.3 Recolección	14
2.2 El concepto de la calidad en las frutas	15
2.3 Propiedades que definen la calidad de la fruta	19
2.3.1 Propiedades electromagnéticas. Color	19
2.3.2 Propiedades eléctricas de los tejidos biológicos. Impedancia Bio-eléctrica	31
2.3.3 Propiedades mecánicas. Firmeza	48
2.4 Equipos para medir la calidad de frutas y hortalizas	57
2.4.1 Técnicas destructivas	57
2.4.2 Técnicas no - destructivas	65
2.4.2.1 Basadas en medidas de fuerza – deformación	65
2.4.2.2 Basadas en medidas fuerza – deformación - tiempo	70
2.4.2.3 Respuesta acústica	73
2.4.2.4 Sistemas ópticos	77
2.4.2.5 Resonancia magnética nuclear	79
2.4.3 Técnicas destructivas y no destructivas basadas en las propiedades eléctricas	81
2.4.3.1 Mediciones destructivas de la impedancia	81

ÍNDICE GENERAL

2.4.3.2 Mediciones no – destructivas de la impedancia	87
3. CAPÍTULO 3. Objetivos	94
3.1 Objetivo general	95
3.2 Objetivos específicos	95
4. CAPÍTULO 4. Materiales y métodos	96
4.1 Plan de trabajo desarrollado	97
4.2 Material biológico	98
4.3 Características del equipo e instrumentos de medición utilizados	99
4.3.1 Refrigeración	99
4.3.2 Medición del peso	100
4.3.3 Medición del diámetro ecuatorial	100
4.3.4 Medición del color	100
4.3.5 Medición de la impedancia bio-eléctrica	101
4.3.6 Medición destructiva de la firmeza	105
4.4 Metodología	105
4.4.1 Muestreo	105
4.4.2 Ensayo de la medida no destructiva del color	109
4.4.3 Ensayo de la medida no destructiva de la impedancia bio-eléctrica	110
4.4.4 Ensayo de la medida destructiva de la firmeza	116
4.4.5 Pruebas estadísticas empleadas para el análisis de datos	118
5. CAPÍTULO 5. Resultados y discusión	119
5.1 Introducción	120
5.2 Resultados de la clasificación previa según la norma mexicana	121
5.2.1 Clasificación previa de la variedad ‘Sweet charlie’ según la NOM.	121
5.2.2 Clasificación previa de la variedad ‘Festival’ según la NOM.	123
5.2.3 Clasificación previa de la variedad ‘Camino real’ según la NOM.	124
5.3 Resultados del ensayo de la medida no destructiva del color	130
5.3.1 El color según el “ <i>grado de madurez</i> ” y la variedad	130
5.3.2 Resultados de la medición de color para la variedad ‘Sweet charlie’	132
5.3.3 Resultados de la medición de color para la variedad ‘Festival’	141
5.3.4 Resultados de la medición de color para la variedad ‘Camino real’	149
5.4 Resultados del ensayo de la medida destructiva de la firmeza	157

ÍNDICE GENERAL

5.4.1	La firmeza destructiva según el “ <i>grado de madurez</i> ” y la variedad	157
5.4.2	Resultados de la medición de la firmeza para la variedad ‘Sweet charlie’	158
5.4.3	Resultados de la medición de la firmeza para la variedad ‘Festival’	160
5.4.4	Resultados de la medición de la firmeza para la variedad ‘Camino real’	162
5.5	Resultados del ensayo de la medida no destructiva de la impedancia bio-eléctrica y su relación con el “ <i>grado de madurez</i> ”	163
5.5.1	Características del dispositivo para medir la impedancia bio - eléctrica	163
5.5.2	La impedancia bio-eléctrica según el “ <i>grado de madurez</i> ” y la variedad	165
5.5.3	Resultados de la medición de impedancia para la variedad ‘Sweet charlie’ y su relación con el “ <i>grado de madurez</i> ”	170
5.5.4	Resultados de la medición de la impedancia para la variedad ‘Festival’ y su relación con el “ <i>grado de madurez</i> ”	176
5.5.5	Resultados de la medición de la impedancia para la variedad ‘Camino real’ y su relación con el “ <i>grado de madurez</i> ”	181
5.6	La firmeza destructiva y su relación con las variables de impedancia y color	190
5.6.1	La firmeza y su relación con impedancia y color para la variedad ‘Sweet charlie’	190
5.6.2	La firmeza y su relación con impedancia y color para la variedad ‘Festival’	192
5.6.3	La firmeza y su relación con impedancia y color para la variedad ‘Camino real’	193
6.	CAPÍTULO 6. Conclusiones	196
6.1	Conclusiones	197
6.2	Propuestas para trabajos posteriores	201
7.	CAPÍTULO 7. Bibliografía	202
8.	Anexos	221