

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. OBJETIVOS	7
3.1. OBJETIVO GENERAL	7
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	7
4. ANTECEDENTES	8
4.1 Mercado del carambolo, <i>Averrhoa carambola</i>	8
4.2 Estudios fisicoquímicos del carambolo, <i>Averrhoa Carambola</i>	8
4.3 Vegetales frescos cortados almacenados bajo atmósfera modificada	9
5. MARCO TEÓRICO	18
5.1 DESCRIPCIÓN DEL CARAMBOLO	18
5.1.1 Nombre científico	18
5.1.2 Nombres comunes o vulgares	18
5.1.3 Otros idiomas	18
5.1.4 Descripción científica	18
5.1.5 Origen y distribución	19
5.1.6 Variedades	19
5.1.6.1 Carambolo Icambola, ( <i>Averrhoa carambola L.</i> ), variedad Icambola	20
5.1.7 Composición química	21
5.1.8 Fisicoquímica del fruto	22
5.1.9 Valor nutricional	22
5.1.10 La planta	24
5.1.11 La flor	25
5.1.12 El fruto	26
5.1.13 Semillas	27

5.2 VEGETALES FRESCOS CORTADOS	27
5.3 ATMOSFERAS MODIFICADAS Y CONTROLADAS	27
5.3.1 FACTORES QUE AFECTAN EL ENVASADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS	30
5.3.1.1 <i>Resistencia a la difusión</i>	30
5.3.1.2 <i>Tasa de respiración y producción de etileno</i>	30
5.3.1.3 <i>Temperatura y Humedad Relativa</i>	31
5.3.1.4 <i>Atmósfera dentro del envase</i>	32
5.4 SISTEMAS DE EMPAQUE EN ATMÓSFERA MODIFICADA DE PRODUCTOS VEGETALES FRESCOS CORTADOS	32
5.4.1 <i>Envasado al vacío</i>	32
5.4.2 <i>Almacenamiento con Bajos y Altos niveles de Oxígeno</i>	33
5.4.3 <i>Altos niveles de CO<sub>2</sub></i>	34
5.4.4 <i>Almacenamiento Hipobárico</i>	35
5.4.5 <i>Empaque en atmósferas modificadas con gases nobles</i>	35
5.5 TIPOS DE ENVASES UTILIZADOS EN EL PROCESAMIENTO DE LOS VEGETALES FRESCOS CORTADOS	36
5.5.1 <i>Polietilenos</i>	37
5.5.1.1 <i>Polietileno de alta densidad (PEAD)</i>	37
5.5.1.2 <i>Polietileno de media densidad (PEMD)</i>	37
5.5.1.3 <i>Polietileno de baja densidad (PEBD)</i>	38
5.5.2. <i>Polipropilenos (PP)</i>	38
5.5.3. <i>Polímeros y copolímeros del estireno-poliestirenos</i> <i>(PS)</i>	39
5.5.3.1 <i>Poliestireno (PS)</i>	39
5.5.3.2 <i>Poliestireno de alto impacto (HIPS o SB)</i>	39
5.5.3.3 <i>Poliestireno expandido (PES)</i>	39
5.5.4. <i>Cloruro de Polivinilo (PVC)</i>	40
5.5.5. <i>Poliésteres</i>	40
5.5.6 <i>Poliamidas</i>	40

5.5.7 <i>Polímeros de alta barrera</i>	41
5.5.8 Biopolímeros	41
5.6 ANÁLISIS	42
5.6.1 Peso	42
5.6.2 Respiración	42
5.6.3 Actividad de agua ( $a_w$ )	46
5.6.4 Sólidos solubles (° Brix)	47
5.6.5 Humedad	48
5.6.6 Acidez Titulable	49
5.6.7 Potencial de Hidrógeno (pH)	49
5.6.8 Cenizas	50
5.6.9 Color	51
5.6.10 Textura	53
5.6.11 Compuestos Volátiles	56
5.6.12 Azúcares y Ácidos no volátiles:	58
5.6.13 Pardeamiento Enzimático	60
5.6.14 Análisis microbiológico	62
6. METODOLOGÍA	66
6.1 MATERIALES	66
6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	67
6.2.1 Hipótesis	69
6.3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	69
6.4 ANÁLISIS PARA RODAJAS FRESCAS CORTADAS DE CARAMBOLO	72
6.4.1 DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS	73
6.4.1.1 Peso	73
6.4.1.2 Tasa de respiración	73
6.4.1.3 Actividad de agua ( $a_w$ ).	75
6.4.1.4 Sólidos solubles (°Brix)	76
6.4.1.5 Humedad	77
6.4.1.6 Acidez titulable	78
6.4.1.7 pH	78

6.4.1.8 Cenizas	79
6.4.1.9 Color	80
6.4.1.10 Textura	81
6.4.1.11 Perfil aromático	82
6.4.1.12 Determinación de azúcares y ácidos orgánicos no volátiles	86
6.4.2 ACTIVIDAD ENZIMÁTICA	87
6.4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	90
6.4.3.1 Recuento de Microorganismos Mesófilos Aerobios Viables	90
6.4.3.2 Recuento de microorganismos psicrófilos Aerobios Viables	90
6.4.3.3 Recuento de Hongos y Levaduras	91
6.4.3.4 Recuento de Esporas Clostridium Sulfito Reductor	91
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	92
7.1 SELECCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LA MATERIA PRIMA PARA LOS PROCESOS DE EMPAQUE Y CONSERVACIÓN BAJO ATMÓSFERA MODIFICADA	92
7.1.1 Elección del estado de maduración óptimo del fruto	92
7.1.2 Elección del espesor adecuado de las rodajas de carambolo fresco cortado.	94
7.2 ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE RODAJAS DE CARAMBOLO FRESCO CORTADO EMPACADO A GRANEL, VACÍO Y ATMÓSFERA MODIFICADA	95
7.2.1 Peso	95
7.2.2 Índice de respiración	98
7.2.3 Actividad de agua	99
7.2.4 ° Brix	100
7.2.5 Porcentaje de humedad	103
7.2.6 Acidez titulable	104
7.2.7 pH	106

7.2.8 Cenizas	108
7.2.9 Color	109
7.2.10 Textura	116
7.2.11 Perfil aromático	118
7.2.12 Contenido de azúcares y ácidos orgánicos no volátiles	122
7.2.13. Actividad enzimática	122
7.2.14 Análisis microbiológicos	126
7.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE RODAJAS DE CARAMBOLO FRESCO CORTADO EMPACADO A GRANEL, VACÍO Y ATMÓSFERA MODIFICADA	130
8. CONCLUSIÓN	134
9. RECOMENDACIONES	135
10. BIBLIOGRAFIA	137