

6
2ey



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "CUAUTITLAN"

**EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO
DE ESPINACAS TRATADAS BAJO LA
COMBINACION DE ALMACENAMIENTO
REFRIGERADO Y ATMOSFERAS
MODIFICADAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTAN:

NORMA ANGELICA VALLES MENDOZA

GERARDO MORENO MORENO

Cuautilán Izcalli, Edo. de Méx.

Enero 1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
RESUMEN	3
OBJETIVOS	4
HIPOTESIS	4
CAPITULO I. ANTECEDENTES	6
I. ANTECEDENTES ECONOMICOS	7
II. ANTECEDENTES CIENTIFICOS	15
2.1 Características generales de la Espinaca	15
2.2 Agrupación de las Espinacas	16
2.3 Composición química de las Espinacas	17
2.4 Características fisiológicas de las Espinacas	18
III. ANTECEDENTES TECNICOS	22
Manejo Postcosecha	22
3.1 Cosecha	22
3.1.1 Cosecha Manual	22
3.1.2 Cosecha Mecánica	23
3.2 Selección	24
3.3 Limpieza	24
3.4 Clasificación	24
3.5 Envasado	24
3.6 Almacenamiento	26
3.6.1 Almacenamiento Refrigerado	29
3.6.1.1 Temperatura	30
3.6.1.2 Humedad Relativa	31

3.6.1.3	Circulación del aire	31
3.6.1.4	Densidad de almacenamiento y estiba	32
3.6.2	Almacenamiento combinado con Películas Plásticas	33
3.6.2.1	Fenómeno de Difusión	38
CAPITULO II	METODOLOGIA	45
Diagrama	Metodológico	46
2.1	Desarrollo Experimental	47
2.2	Diseño Experimental	54
2.2.1	Primera fase experimental	54
2.2.1.1	Variables en almacén	54
2.2.1.2	Variables en el producto	54
2.2.1.3	Desarrollo	55
2.2.2	Segunda fase experimental	58
2.2.2.1	Variables en Almacén	58
2.2.2.2	Variables en el producto	59
2.2.2.3	Desarrollo	59
CAPITULO III	DISCUSION DE RESULTADOS	62
3.1	Discusión de resultados de la Fase I	63
3.1.1	Tiempo de Almacenamiento	63
3.1.2	Clorofila	70
3.1.3	% Pérdida Fisiológica de Peso	78
3.1.4	Acido Ascórbico	87
3.1.5	Apariencia	88
3.1.6	Color	96

3.1.7	Conclusiones de la Fase I	106
3.2	Discusión de resultados de la fase II	108
3.2.1	Tiempo de almacenamiento	108
3.2.2	Clorofila	111
3.2.3	% Pérdida Fisiológica de Peso	118
3.2.4	Acido Ascórbico	124
3.2.5	Apariencia	132
3.2.6	Color	138
3.2.7	Conclusiones de la fase II	147
	CONCLUSIONES GENERALES	149
	APENDICE	150
	LITERATURA CITADA	226

INDICE DEL APENDICE.

1.	Caracterización de cámaras de refrigeración	151
1.1	Esquema de acomodo de la muestra en la cámara	151
1.2	Perfil de velocidades de aire	153
1.3	Perfil de Humedades Relativas	155
2.	Técnicas de Evaluación	156
1.	Clorofila en plantas	156
2.	Determinación de Acido Ascórbico (Diclorofenolindofenol)	159
3.	Determinación de Vitamina "C" Total	163
4.	Tabla de color	170
3.	Resultados	173
3.1	Clorofila. Fase I	173
3.2	% Pérdida Fisiológica de Peso. Fase I	174
3.3	Apariencia. Fase I	175
3.4	Color. Fase I	176
3.5	Clorofila. Fase II	177
3.6	% Pérdida Fisiológica de Peso. Fase II	178
3.7	Acido Ascórbico. Fase II	179
3.8	Apariencia. Fase II	180
3.9	Color. Fase II	181
4.	Estadística Paramétrica	182
4.1.	Tablas del análisis factorial para clorofila. Fase I ...	182
1.	Interacción Ta-T1-T2-C-P1-P2-MT-MH	182
2.	Interacción T1-T2-C-P1-P2-MT-MH	183
3.	Interacción T1-T2-P1-P2-MT-MH	184

4.	Interacción T1-P1-P2-MT-MH	185
5.	Interacción T2-P1-P2-MT-MH	186
4.2	Tablas del análisis factorial de % PFP Fase I	187
6.	Interacción Ta-T1-T2-C-P1-P2-MT-MH	187
7.	Interacción T1-T2-C-P1-P2-MT-MH	188
8.	Interacción T1-T2-P1-P2-MT-MH	189
9.	Interacción T1-P1-P2-MT-MH	190
10.	Interacción T2-P1-P2-MT-MH	191
4.3	Tablas del análisis factorial para clorofila. Fase II.	192
11.	Interacción T2-T3-P1-P2-P3-MT-MH	192
12.	Interacción T2-P1-P2-P3-MT-MH	193
4.4	Tablas del análisis factorial para % P.F.P. Fase II	194
13.	Interacción T2-T3-P1-P2-P3-MT-MH	194
14.	Interacción T2-P1-P2-P3-MT-MH	195
4.5	Tablas del análisis factorial para Acido Ascórbico Fase II ..	196
15.	Interacción T2-T3-P1-P2-P3-MT-MH	196
16.	Interacción T2-P1-P2-P3-MT-MH	197
5.	Estadística No Paramétrica	198
5.1	Tablas de la prueba de Friedman, Apariencia Fase I ...	198
17.	Interacción T1-C-P1-P2	198
17.1	Interacción T1-C-P1	199
17.2	Interacción T1-C-P2	199
18.	Interacción MT-C-P1-P2-T2	200
18.1	Interacción MT-T2-C-P1	200
18.2	Interacción MT-T2-C-P2	201
19.	Interacción MH-T2-C-P1-P2	201
19.1	Interacción T2-MH-C-P1	202
19.2	Interacción T2-MH-C-P2	202
20.	Interacción T2-C-P1-P2	203
20.1	Interacción T2-C-P1	203

20.2	Interacción T2-MH-C-P2	204
21.	Interacción T1-T2-MT-P2	204
22.	Interacción Ta-T1-T2-P1	205
22.1	Interacción Ta-T1-P1	205
22.2	Interacción Ta-T2-P1	206
23.	Interacción Ta-T1-T2-P2	207
23.1	Interacción Ta-T1-P2	207
23.2	Interacción Ta-T2-P2	208
5.2	Tablas de Prueba de Friedman para color. Fase I.	209
24.	Interacción Ta-MH-C-P1-P2	209
24.1	Interacción Ta-MH-C-P1	209
24.2	Interacción Ta-MH-C-P2	210
25.	Interacción Ta-C-P1-P2	211
25.1	Interacción Ta-C-P1	211
25.2	Interacción Ta-C-P2	211
26.	Interacción T1-C-P1-P2	212
27.	Interacción T2-MT-C-P1-P2	213
28.	Interacción T2-MH-C-P1-P2	214
29.	Interacción C-MH-Ta-T1-T2	215
29.1	Interacción C-MH-Ta-T2	215
29.2	Interacción C-MH-T1-T2	215
30.	Interacción P1-MH-Ta-T1-T2	216
30.1	Interacción P1-MH-Ta-T2	216
30.2	Interacción P1-MH-T1-T2	217
31.	Interacción P1-Ta-T1-T2	218
5.3	Tablas de la Prueba de Friedman para Apariencia. Fase II.....	219
32.	Interacción MT-P3-T2-T3	219
33.	Interacción MH-P2-T2-T3	219
34.	Interacción MH-P3-T2-T3	220
35.	Interacción P2-T2-T3	221
36.	Interacción P3-T2-T3	221

5.4 Tablas de la Prueba de Friedman para Color, Fase II	222
37. Interacción T2-P1-P2-P3	222
37.1 Interacción T2-P2-P3	222
38. Interacción MT-P1-T2-T3	223
39. Interacción MT-P2-T2-T3	223
40. Interacción MH-P1-T2-T3	224
41. Interacción MH-P3-T2-T3	224
42. Interacción P2-T2-T3	225
43. Interacción P1-T2-T3	225

INDICE DE GRAFICAS.

1.	Volúmen y valor de la producción de espinacas durante el período agrícola 77 - 86	11
2.	Comparación del volúmen exportado con respecto al volúmen -- producido de espinacas durante el período 77 - 86	12
3.	Relación entre el régimen inicial de respiración y el tiempo de almacenamiento (hasta alcanzar un estado invendible) con varios tipos de hortalizas almacenadas a 15.5° C.....	19
4.	Fase Experimental I. Evaluación del efecto de la temperatura en la retención de clorofila para ESE. Considerando <u>const</u> tante el manejo del producto	71
5.	Fase Experimental I. Evaluación del efecto de las películas plásticas sobre el porciento de clorofila retenida. Mante-- niendo el producto a temperatura de refrigeración y manejo - constante	72
6.	Fase Experimental I. Evaluación del efecto de la temperatura de refrigeración en el porciento de clorofila retenida para - ECE (P1, P2). Considerando constante el manejo del producto.	75
7.	Fase Experimental I. Evaluación del efecto del manejo del - producto en la retención de la clorofila, en espinacas a - - 0° C. y envasadas en P1	76
8.	Fase Experimental I. Efecto del manejo del producto en la <u>con</u> centración de clorofila retenida, en espinacas a 0° C. y en-- vasadas en P2	77
9.	Fase Experimental I. Efecto de la temperatura sobre el % PFP para espinacas sometidas a manejo constante y envasadas (P1, P2)	82

10.	Fase Experimental I. Efecto de la temperatura de refrigeración sobre el % PFP para espinacas envasadas en diferentes películas y considerando constante el manejo	85
11.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de la temperatura sobre la retención de clorofila para espinacas envasadas - en diferentes películas plásticas (P1, P2, P3) y MT	112
12.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de la temperatura sobre la retención de clorofila para espinacas envasadas - en diferentes películas plásticas (P1, P2, P3) y MH	113
13.	Fase Experimental II. Efecto de la temperatura sobre la retención de clorofila para espinacas en MT y MH. Manteniendo constante el envase	114
14.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de las diferentes películas plásticas (P1, P2, P3) sobre la retención de clorofila para espinacas a 2° C. y MT	116
15.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de las películas plásticas (P1, P2, P3) sobre la retención de clorofila para espinacas a 2° C. y MH	117
16.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de la temperatura (T2, T3) y el envase (P1, P2, P3) sobre el % PFP. Manteniendo constante el manejo	119
17.	Fase Experimental II. Efecto de las películas plásticas sobre el % PFP para espinacas sujetas a T3. Considerando el manejo del producto constante por un periodo de 10 días	121
18.	Fase Experimental II. Efecto de las películas plásticas sobre el % PFP para espinacas sujetas a T2. Considerando constante el manejo del producto por un periodo de 24 días	122

19.	Fase Experimental II. Evaluación del comportamiento de espinacas en MT y MH para T2 y T3, envasadas en P3, sobre el contenido de Acido Ascórbico	125
20.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de la temperatura y películas plásticas sobre el contenido de Acido Ascórbico, manteniendo constante el manejo del producto	128
21.	Fase Experimental II. Efecto del manejo del producto sobre la concentración de Acido Ascórbico, para espinacas sometidas a T2 y P3	129
22.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de las películas plásticas sobre la concentración de Acido Ascórbico para espinacas a T2 y MH	131

INDICE DE HISTOGRAMAS.

1.	Fase Experimental I. Efecto de la temperatura para espinacas sin envasar, almacenadas en MT y MH, con respecto al tiempo de almacenamiento	65
2.	Fase experimental I. Efecto del envase a las distintas temperaturas, manteniendo el manejo del producto constante	66
3.	Fase Experimental I. Diferencia en los tiempo de almacenamiento para ESE con respecto a ECE (P1, P2), a temperaturas de refrigeración, manteniendo el manejo constante	67
4.	Fase Experimental I. Evaluación del % PFP en espinacas en M.T. y M.H. a Ta	79
5.	Fase Experimental I. Efecto de la temperatura sobre el % PFP para espinacas en MT y MH, sin envasar	81
6.	Fase Experimental I. Efecto de la temperatura de Refrigeración sobre el % PFP y tiempo de almacenamiento para ESE, considerando el manejo del producto constante	84
7.	Fase Experimental I. Evaluación del % de producto con diferentes valores de apariencia, para espinacas conformadas en MT, envasada en P2, sujetas a T1 y T2 por un periodo de 20 días de almacenamiento	89
8.	Fase Experimental I. % de producto con diferentes valores de apariencia en espinacas en MT y MH, sujetas a T1 por un periodo de 20 días	91
9.	Fase Experimental I. % de producto con diferentes valores de apariencia en espinacas en MT y MH, sujetas a T2, por un periodo de 20 días	92
10.	Fase Experimental I. Evaluación del % de producto con diferentes valores de apariencia para espinacas envasadas en P1, a las diferentes temperaturas, por 20 días de almacenamiento, manteniendo constante el manejo	93

11.	Fase Experimental I. Evaluación del % de producto con diferentes valores de apariencia para espinacas envasadas en P2, a las diferentes temperaturas, durante 20 días de almacenamiento, manteniendo constante el manejo del producto	94
12.	Fase Experimental I. Comparación del % de producto con diferentes valores de color para ESE y ECE conformadas en MH y mantenidas durante 6 días a Ta	97
13.	Fase Experimental I. Comparación del % de producto con diferentes valores de color para ESE y ECE conformadas en MT y mantenidas durante 10 días a T2	99
14.	Fase Experimental I. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas a T1, T2, considerando únicamente el C-MH para el 10º día de almacenamiento	100
15.	Fase Experimental I. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas en MH, envasadas en P1 a las diferentes temperaturas de refrigeración	101
16.	Fase Experimental I. Comparación del % de producto con diferentes valores de color para ESE y ECE a Ta, T1 y T2, manteniendo constante el manejo del producto	103
17.	Fase Experimental I. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas envasadas en P1, manteniendo el manejo como constante	104
18.	Fase Experimental II. Evaluación de la temperatura con respecto al tiempo de almacenamiento para espinacas envasadas - (P1, P2, P3), manteniendo el manejo del producto como constante	109
19.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de las películas plásticas sobre el % de producto con diferentes valores de apariencia, almacenado a T3 por 10 días	133

20.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de la temperatura de refrigeración sobre el % de producto con diferentes valores de apariencia, para espinacas envasadas en P2	134
21.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto de la temperatura de refrigeración sobre el % de producto con diferentes valores de apariencia, para espinacas envasadas en P3, manteniendo constante el manejo	135
22.	Fase Experimental II. Evaluación del efecto del manejo -- del producto sobre el % de producto con valores diferentes de apariencia, para espinacas envasadas en P2	137
23.	Fase Experimental II. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, para espinacas envasadas en P1 y conformadas en MT	139
24.	Fase Experimental II. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, para espinacas envasadas en P2 y MT	140
25.	Fase Experimental II. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, para espinacas envasadas en P1 y MH	142
26.	Fase Experimental II. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, para espinacas envasadas en P3 y MH	143
27.	Fase Experimental II. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas conformadas en MT y MH, manteniendo constante la temperatura (2° C) y el - - envase (P3)	144

28. Fase Experimental II. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas envasadas en diferentes películas (P1, P2, P3), manteniendo constante la temperatura (12) y el manejo (MH)

INTRODUCCION.

Las hortalizas son recursos de gran importancia económica y alimenticia, pues además de contener nutrimentos esenciales, presentan varias formas de utilización y aprovechamiento principalmente en países como el nuestro que cuenta con condiciones ecológicas adecuadas para el cultivo de una gran cantidad de especies hortícolas, entre las que se encuentran las espinacas.

Como productos vivos, las espinacas tienen un carácter ampliamente perecedero, por lo cual su calidad nutritiva así como sus características sensoriales se ven alteradas rápidamente. Este deterioro ocasiona grandes pérdidas económicas y de calidad a todos los niveles; por lo tanto para disminuir estos problemas, se debe desarrollar la tecnología adecuada y necesaria para el control de la senescencia de las espinacas durante su almacenamiento.

Una de las alternativas para prolongar la vida útil del producto en condiciones aceptables, es el uso del almacenamiento refrigerado en combinación con atmósferas modificadas, lo cual permite incrementar la vida postcosecha de las hortalizas, entre ellas las espinacas, de 4-6 días a 14-20 días, (9) manteniendo el producto con su calidad inicial; para evaluar esto, se pueden analizar sus atributos sensoriales así como sus propiedades físicas y químicas mediante diferentes técnicas.

Por lo anterior, este proyecto, presenta una investigación tecnológica que tiene como objetivo fundamental, establecer las condiciones óptimas de conservación bajo estos tratamientos de almacenamiento, de tal forma que no se sufran daños o alteraciones que afectan la calidad del producto y, así mismo se conserve una apariencia deseable y agradable para el consumidor, favoreciendo de este modo su comercialización.

R E S U M E N

El presente trabajo se realizó en dos etapas experimentales, en la primera se analizó el efecto producido sobre las espinacas, por la interacción de los tratamientos : bajas temperaturas (0, 2° C), envase (películas de polietileno con tres diferentes espesores), manejo del producto - (manejo tradicional, manejo hecho); en comparación con testigos a temperatura ambiente y sin envase, cuyos resultados fueron los siguientes :

En primer lugar el producto se conserva en condiciones aceptables de comercialización durante 20 días de almacenamiento, sobresaliendo el tratamiento de 2° C, el manejo hecho, así como el envase, el cual ayuda a prolongar la vida postcosecha de las espinacas; posteriormente el tratamiento a 0° C, con el cual se mantiene el producto durante 20 días, pero con apariencia poco aceptable.

En el segundo desarrollo experimental, se utilizaron los tratamientos sobresalientes de la primera etapa, en combinación con otro envase (P3), y el almacenamiento refrigerado a 4° C. Para esta experimentación se obtuvieron 24 días de almacenamiento para 2° C y 13 días para el tratamiento a 4° C, así como una diferencia en la apariencia en función al tipo de envase utilizado.

Las evaluaciones empleadas para determinar la calidad de las espinacas fueron : Físicas (Porcentaje de Pérdida Fisiológica de peso), Químicas (Clorofila retenida, ácido ascórbico) y sensoriales : color apariencia.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar las condiciones de almacenamiento de espinacas que propicien un incremento en su vida postcosecha, aplicado como técnica principal de conservación la refrigeración en combinación con atmósferas modificadas, de tal forma que la especie en estudio mantenga sus características iniciales de calidad.

OBJETIVOS PARTICULARES.

Determinar la temperatura de almacenamiento adecuada dentro de un intervalo de 0-4° C, que prolongue la conservación de la espinaca sin alterar la calidad del producto.

Seleccionar de entre varios espesores de películas plásticas (politetileno), aquel que genere condiciones de atmósfera modificada que permitan prolongar la vida postcosecha de la espinaca asociada a una buena calidad.

Evaluar los efectos de los tratamientos empleados sobre la conservación de espinacas, en función al comportamiento que registren sus propiedades físicas, químicas y atributos sensoriales.

HIPOTESIS GENERAL.

El control adecuado de la calidad de las espinacas en función de pérdida fisiológica de peso, retención de clorofila, apariencia y color - esta influenciado directamente por el buen manejo de Factores tales como :
Temperatura y atmósferas modificadas.

CAPITULO I. ANTECEDENTES.

1. ANTECEDENTES ECONOMICOS.

El país cuenta con las condiciones ecológicas adecuadas para el cultivo de una gran cantidad de especies hortícolas y frutícolas. El hecho de que buena parte de la producción de hortalizas se industrialice, aumenta el valor de la cosecha, genera ocupación rural e industrial, fomenta la creación de infraestructura en las regiones de producción e industrialización, promueve el desarrollo de transporte e industrias relacionadas con la manufactura de empaques, envases, pinturas, fertilizantes, etc. Además las hortalizas son fuentes importantes de empleo rural; anualmente dan ocupación a más de 450 000 trabajadores que representan el 8 % de la población rural económicamente activa empleada en la agricultura (7, 16).

La espinaca es una de las especies hortícolas que en los últimos años ha visto incrementada su producción, pero debido a que es una especie altamente perecedera, no ha sido debidamente aprovechada. A nivel nacional se observa este aumento en la producción, de manera que en 10 años se incrementó en un 24 000 %, ésto puede ser apreciado en la tabla 1. De igual forma en la gráfica 1, se pueden visualizar 2 años en que se sufrieron bajas en este incremento, analizando la situación económica que atravesaba, el país en esos momentos, los valores son lógicos ya que estos años fueron importantes económicamente hablando, por las fuertes devaluaciones que sufrió la moneda lo cual provocó un decremento en la producción para todos los sectores.

En la tabla 2, se aprecia que en los últimos 3 años, el estado de mayor importancia en la producción de espinaca es el Distrito Federal (arriba de 3000 toneladas por año), ésto se debe a que cuenta con la asistencia técnica e infraestructura adecuada. Todo ésto se puede observar al comprobar que la superficie cultivada, más del 70 % es de riego y menos del 30 % es de temporal. (1)

De 10 años a la fecha, la exportación de hortalizas y frutas frescas ha experimentado una tasa media anual de crecimiento de 5.3 %, y muestra un comportamiento casi uniforme, pero con una clara tendencia a permanecer por arriba del millón de toneladas (7).

En el caso de las espinacas, las exportaciones manifiestan incrementos del orden del 12 % de 1984 a 1985 y un 33 % en 1986, ésto es observado en la tabla 3. Así mismo en la gráfica 2 se aprecia que el volúmen exportado en estos años en comparación con el volúmen producido es mínimo, alrededor del 15 %. Lo que indica que el país cuenta con la capacidad productiva para poder aumentar las exportaciones de esta hortaliza, consiguiendo de esta forma divisas importantes y necesarias para el país.

ANTECEDENTES ECONOMICOS.

TABLA 1.-

Información estadística de la producción de espinacas.

AÑO AGRICOLA	VOL. DE PRODUCCION (TON)	VALOR DE PRODUCCION MILES DE \$
1977	36	72
1978	208	423
1979	1690	7095
1980	3072	9443
1981	2546	10007
1982	4473	40789
1983	3610	62658
1984	5829	72609
1985	6501	290488
1986	8805	474275

FUENTE : DGEA - SARH DE LOS AÑOS (1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986)

TABLA 2.-

Información estadística de la producción de espinacas (1984-1986).
Estados de mayor producción.

ESTADO	VOL. DE PRODUCCION (TON).			VALOR 1984	DE PRODUCCION	
	1984	1985	1986		1985 (MILES \$)	1986
DISTRITO FEDERAL	3623	3398	4221	45131	237470	358785
PUEBLA	1915	2647	3752	23855	28017	56280
GUANAJUATO	195	25	210	2429	609	9450
B.C. NORTE	96	431	622	1195	24392	49760

* El valor de la producción se obtuvo a partir del precio medio -- rural, nacional y no con el precio medio rural estatal.

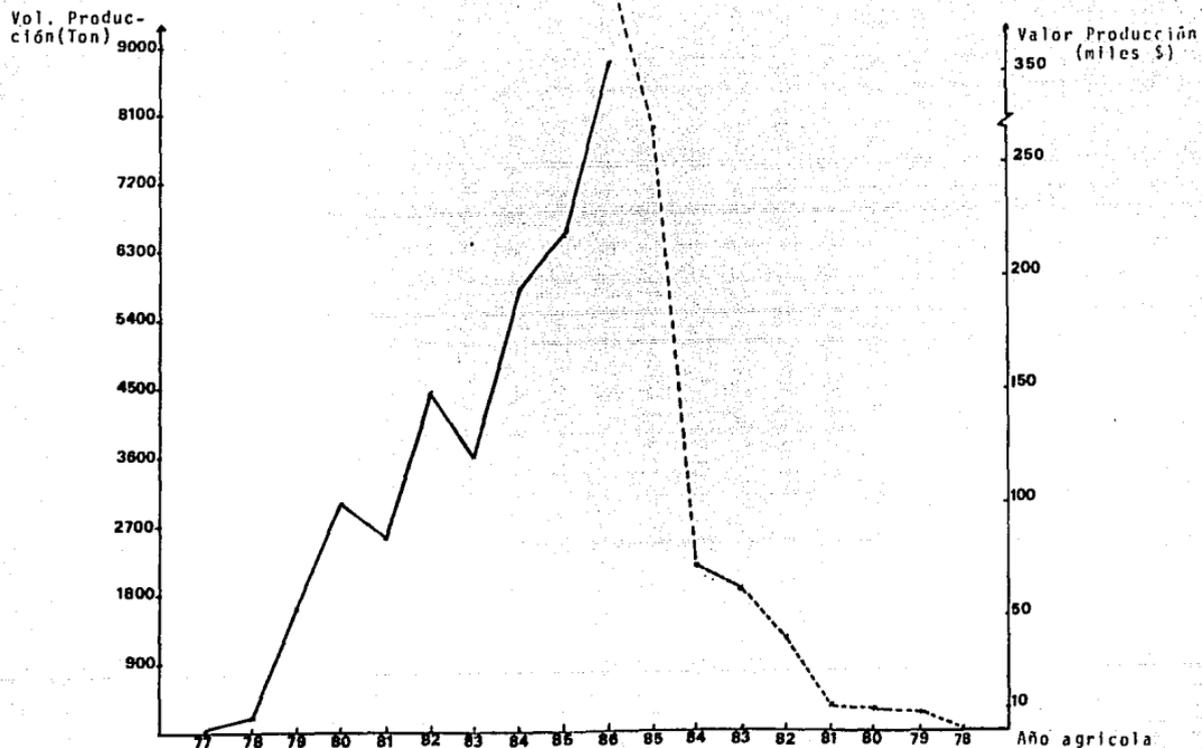
FUENTE : DGEA - SARH DE LOS AÑOS (1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986)

TABLA 3.-

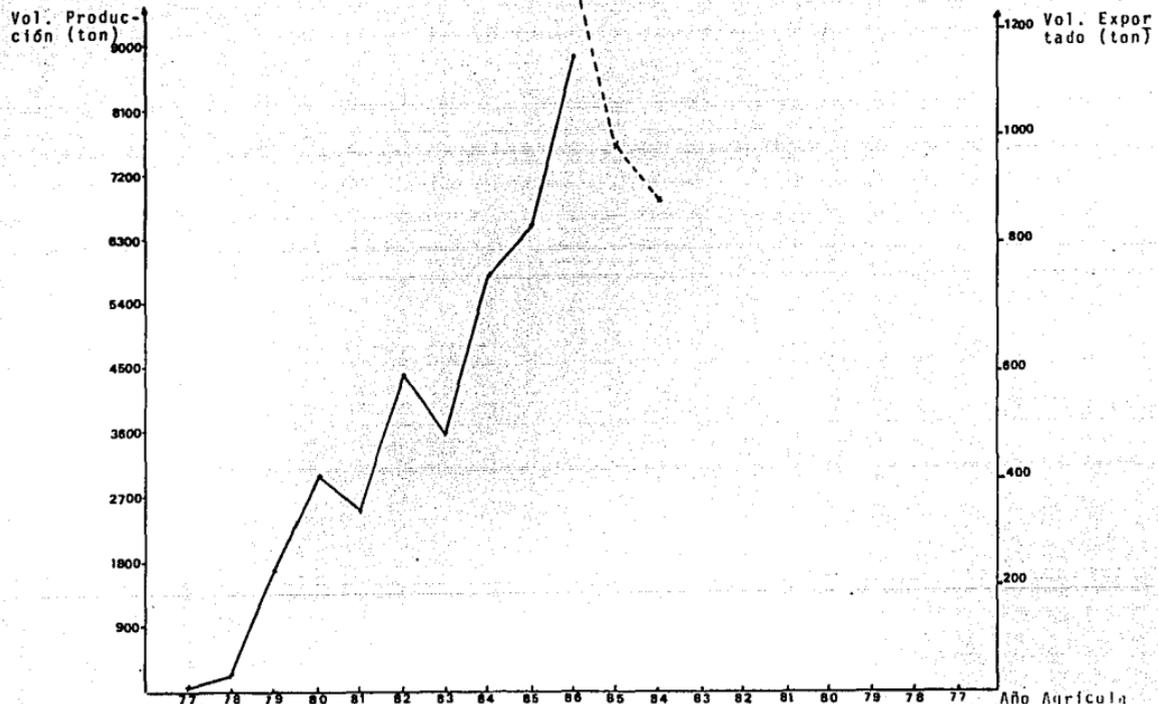
Exportación de Espinacas a nivel nacional, Temporadas :

184 - 85 (TON)	1985 - 86 (TON)	1986 - 87 (TON)
886.819	982.160	1302.250

FUENTE : BOLETIN. UNPH DE (1984 - 1987)



1. Volúmen y Valor de la producción de espinacas durante el periodo agrícola 1977-1986.



2. Comparación del Vol. Exportado con respecto al Vol. producido de espinacas durante el periodo 77-86.

El precio por tonelada de espinaca para exportación se ha visto incrementado un 700 % de 1984 a 1986; según datos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos para 1986 el valor fué de \$ 72 000.00 por tonelada y el precio medio rural se mantuvo en \$ 54 000.00 tonelada para el mismo año, lo que hace más llamativa a la hortaliza para ser exportada por los productores de la zona (7).

En la tabla 4, se observa que Baja California Norte exporta más de lo que produce, por lo que debe conseguir la espinaca en otros estados cercanos, implicando con esto un almacenamiento del producto hasta su distribución, provocando la búsqueda de un mercado cercano para su venta. Debido a lo perecedero del producto, es por esta razón que el principal importador es E.U.A. Pero si se tuviera o contara con la tecnología de conservación adecuada, se podría ofrecer el producto a otros países, como : Canadá y Japón en donde existe una gran demanda por las hortalizas.

TABLA 4.-

Exportación de Espinaca por Estados.

TEMPORADA : 1984 - 85 / 1985 - 86 / 1986 - 87

ESTADO	VOLUMEN EXPORTADO (TON)		
	1984 / 85	1985 - 86	1986 - 87
B.C. NORTE	867.605	933.052	1250.160
GUANAJUATO	14.827	31.76	36.414
NAYARIT	4.381	14.732	12.556
MEXICO	0.006	2.616	3.120

FUENTE : BOLETIN DE LA UNPH DE (1984 - 1987)

11. ANTECEDENTES CIENTIFICOS.

2.1 Características de las Espinacas.

La espinaca es denominada científicamente Spinacea oleracea, pertenece a la familia de las Quenopodaceas.

Las espinacas están constituidas desde el punto de vista anatómico por tallo, raíces y hojas, éstas forman una roseta a nivel del suelo, - pesan entre 150-300 g. dependiendo de la cantidad de hojas que lo formen. De color verde amarillento son las hojas pequeñas y las que han alcanzado su completo desarrollo presentan el color verde oscuro, característico de esta especie. Las rosetas miden entre 20 y 35 cm. de longitud aproximadamente.

Las hojas, principales elementos de esta planta, están compuestas por la epidermis donde se localizan los estomas (elementos característicos de las hojas). Debajo de la epidermis está el tejido del mesófilo - constituido por el parénquima en empalizada, formado de células alargadas y estrechas, ricas en cloroplastos, cuya función principal es la fotosíntesis; en la capa inferior pero en disposición irregular de las células - está el parénquima esponjoso, que proporciona el espacio de aire necesario para el intercambio gaseoso en la transpiración, (14).

Esta hortaliza es una planta anual que con temperaturas altas y días largos produce semillas rápidamente, no forma esbozos florales cuando el fotoperíodo viene a ser más corto de un determinado mínimo crítico.

La duración mínima óptima es de 12 hrs., por debajo de este valor, se detiene rápidamente la inducción floral para tornarse totalmente nula cuando alcanza el valor de 10 hrs., (28). Las espinacas tratadas en días largos mediante una iluminación suplementaria acelera su crecimiento, se presenta un desarrollo de hojas, tanto en cantidad como en tamaño y por lo tanto en peso. Si se mantiene la duración del día en 12 hrs. aumenta el rendimiento de la cosecha.

La temperatura óptima de crecimiento para esta hortaliza se encuentra entre 15 y 18° C (media mensual) y la mínima de 5° C.

Antes de que tenga lugar la diferenciación del escapol floral la planta llega a alcanzar una altura de 15 a 30 cm. (28). Se recomienda que se siembren 400 plantas/m²; la primera cosecha se hace después de 40 días de la siembra, (16).

2.2 Agrupación de las Espinacas.

Se agrupan siguiendo distintos criterios : época de siembra, forma de las hojas, aspecto del cogollo y del tallo.

Atendiendo a la época de siembra existen espinacas primaverales, otoñales, estivales y de cualquier mes. Por la forma de las hojas se clasifican en lisas, semiglobosas, globosas o rizadas, como también en hojas grandes y pequeñas.

De acuerdo con la altura del tallo, clasificación que esta adquiriendo una gran importancia respecto a la cosecha mecánica, pueden diferenciarse espinacas erectas, semipostradas, postradas o abiertas.

En relación a la época de cultivo las variedades de espinacas - más importantes son :

VARIEDAD	EPOCA DE CULTIVO
Califlay	Invierno
Dixie Market	Otoño
Híbrido 7	Otoño
Eskimo	Primavera
Gigante	Otoño - Invierno
* Híbrido 124	Otoño - Invierno
Rey de Dinamarca	Primavera
* Viroflay	Fin de verano
Mixto negro	Primavera
Victoria	Primavera - Verano
Virginia Savoy	Otoño
Nueva Zelanda	Primavera

* Se cultivan en amplias zonas de México.

2.3 Composición química de las Espinacas.

Al igual que todas las hortalizas, la Espinaca es considerada, - desde el punto de vista nutricional, una especie rica en vitaminas y minerales.

Proporciona vitaminas primeramente del complejo B, expresadas - éstas en en mg/100 g. de peso fresco, como : Tiamina (B1), Riboflavina - (B2), Vitamina A (1170 mg.) y Acido Ascórbico (Vit. C) cuyo contenido es - de 46 mg. que al compararlo con el contenido en lechuga y acelga (6 y 4 - mg. respectivamente), se encuentra que es muy superior.

Con respecto a los minerales, contiene Hierro (4.4 mg.), Fósforo (30 mg.) y Calcio (66 mg.) principalmente.

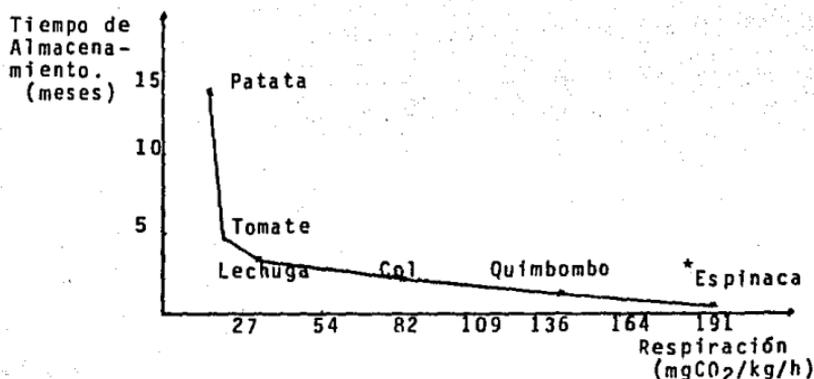
La porción comestible en esta hortaliza es de 82 %.

2.4 Características Fisiológicas de las Espinacas.

Se producen innumerables procesos fisiológicos en los tejidos de las plantas comestibles después de la cosecha. Tales tejidos están privados del suministro normal de agua, minerales y en algunos casos de azúcares.

La intensidad de la actividad fisiológica de los vegetales determina, en grado sumo, su conservación durante el almacenamiento. Existe una relación entre la velocidad de respiración y la duración de la conservación de los tejidos, (gráfica 3).

Los vegetales que muestran rápido consumo de O_2 y rápida generación de CO_2 , suelen ser bastante perecederos, entre ellas la espinaca.



Gráfica 3. Relación entre el régimen inicial de respiración y el tiempo de almacenamiento (hasta alcanzar un estado invendible) en varios tipos de hortalizas almacenadas a 15.5° C. (14).

Se puede prolongar la vida postcosecha de estos productos, cuando son colocados durante su almacenamiento en un ambiente que reduzca a niveles mínimos la respiración, tales como la refrigeración, las atmósferas controladas, modificadas e hipobáricas.

Aunado a la respiración de las hortalizas y frutas en general se encuentra el fenómeno de la transpiración, definido como la difusión de agua en forma de vapor del interior de los tejidos hacia el exterior debido a un déficit en la presión de vapor (5), transcurre durante todo el período de crecimiento y desarrollo, pero mientras éstas permanecen unidas a la planta la cantidad de agua perdida siempre se recupera y de hecho se registra una ganancia neta que las hace aumentar de tamaño.

Después de la cosecha la transpiración continúa pero al no existir ya posibilidades de recuperación de esta agua ocurre una disminución - en peso conocida como "Pérdida Fisiológica de Peso". El peso de las hortalizas no sólo es mermado por transpiración sino también por la eliminación del carbono en forma de CO_2 producto de la respiración (33), la contribución total de la primera es superior con respecto a la segunda.

Esto es importante, no sólo por la merma que ocasiona en el peso neto de los productos envasados, sino porque también afecta la calidad, generando entre otras alteraciones la marchitez, punto importante en las hortalizas de hoja como son las espinacas.

Hablando de calidad, otro atributo de importancia a tratar es el color verde característico de esta especie, dado por los pigmentos denominados clorofilas, las cuales se localizan en los cloroplastos, el número de éstos por célula se incrementa grandemente durante su crecimiento, sin embargo se localizan en mayor proporción en las células del parénquima empalizada, cuya función principal es la fotosíntesis, (21).

La senescencia de las hojas se puede apreciar cuando éstas se tornan amarillentas : consecuentemente la desaparición de la clorofila es el principal criterio, que se utiliza cuando una hoja esta en estado senescente (22); ésta desaparece en la obscuridad porque la fotooxidación ya no se presenta, aunque se podría pensar en una inestabilidad química, esta queda excluida porque en solución es muy estable y no pierde su co-

lor tan rápidamente como sucede en la obscuridad. El pH ejerce un importante efecto modificante.

Los cloroplastos son muy sensitivos a la acidez, pudiendo actuar como una bomba de protones en la obscuridad y disminuir el pH que rodea a los tilacoides (sacos membranosos dispuestos en apilamientos denominados -grana donde se encuentran contenidos los pigmentos fotosintéticos del cloroplasto). Por otro lado el CO_2 generado por respiración puede adicionar acidez, especialmente si los estomas se encuentran cerrados en la obscuridad.

Lo anterior son resultados de algunas investigaciones, sin embargo no se ha llegado a establecer claramente porque se lleva a cabo la decoloración o degradación de la clorofila.

III. ANTECEDENTES TECNICOS.

MANEJO POSCOSECHA.

3.1 Cosecha.

Se verifica aproximadamente a los 40 días de la siembra en las variedades rápidas y a los 50 en las más lentas. La espinaca no debe cosecharse después de la lluvia porque las hojas son frágiles, se rompen fácilmente y son objetos de deterioro (28). La cosecha puede ser :

3.1.1 Cosecha Manual.

Es todavía el método más empleado en frutas y hortalizas para el consumo en fresco, ya que permite la preselección, consistente en desechar desde el campo aquellas plantas que por la severidad de los daños o defectos no sea apta para el mercadeo. Este tipo de cosecha se puede adoptar en 2 modalidades :

- Espinacas en hojas : Se retiran las hojas con una parte de pecio lo, con longitud de por lo menos 10 cm. Pudiendose llevar a cabo varios cortes.
- Espinaca en manojos : Se realiza arrancando sucesivamente las plantas más desarrolladas, cortando la raíz inmediatamente por debajo de la corona de hojas, a un centímetro bajo tierra, (16).

3.1.2 Cosecha Mecánica.

En países con una tecnología altamente desarrollada como Estados Unidos, de todas las operaciones requeridas para la producción de un cultivo, la que más emplea mano de obra es justamente la cosecha por lo que los mayores costos son absorbidos por esta labor. De aquí que se hayan hecho investigaciones intensivas sobre el diseño de diversos equipos para la cosecha de productos destinados al consumo en fresco.

En espinaca se utiliza la Segadora Cargadora, éstas son portadoras de una barra cortadora, una cinta de carga y un remolque; el corte de la hoja puede regularse de 1 a 10 cm. dependiendo del tipo de segadora. Después de realizado el corte las hojas se cargan inmediatamente en el remolque recolector mediante la cinta transportadora, (16).

Para consumo fresco, esta hortaliza se puede presentar bajo las siguientes formas :

- A granel (en cestos de mimbre, cestillos, bandejas)
- Acondicionado en sacos de malla de 1 a 2 kg.

Con el fin de evitar el apelmazamiento y deterioro de las hojas a causa de fermentaciones, conviene no embalarlas en recipientes que soportan más de 10 kg.

3.2 Selección.

Para conseguir una buena conservación es necesario eliminar plantas retoñadas, húmedas o heladas, así como las hojas muertas, amarillas o enfermas; originando con esto el manejar solo productos sanos, ya que la espinaca cosechada se ofrece como particularmente frágil, su conservación al estado fresco tiene un plazo breve.

3.3 Limpieza.

Se realiza en seco (utilización de aire), ya que se ha encontrado que las espinacas que son sometidas a un lavado, después de 10 días de efectuado, más de 1/3 de las hojas aparecen lesionadas, mientras en las no lavadas solo en el 8 % hay alteraciones, (16). El material lavado presenta normalmente más del 10 % de hojas amarillentas o muertas a causa de -- ataques fúngicos..

3.4 Clasificación.

Como se ha indicado, el producto se comercializa en hojas o manojos; prescindiendo de esta clasificación, en nuestros mercados no existe -- una verdadera valoración del producto bajo el punto de vista cualitativo, en categoría primera y segunda, como ocurre en otras especies (16).

3.5 Envasado.

El uso principal que hasta el momento se ha destinado para el --

envase de productos hortofrutícolas frescos, ha sido básicamente, con el fin de mejorar el manejo, comercialización y presentación al consumidor. Los envases en general no son utilizados como medios para mejorar la calidad de los productos, ésta se ve mantenida sólo cuando el envasado se combina con refrigeración.

Existen diferentes tipos de envase que pueden ser clasificados según su uso como sigue : para la cosecha, para embarque y para el consumidor y dado que el objeto de este proyecto es seleccionar el envase plástico para la comercialización, sólo se anotarán aquellas modalidades que cubran este último punto : Bolsas o películas plásticas, charolas moldeadas, cartón, plástico, cajas de cartón plegadizo, charolas de plástico.

Según el envase empleado pueden lograrse los siguientes beneficios :

- Unitarización en el manejo.
- Disminución de pérdidas.
- Protegiendo contra daños mecánicos.
- Protegiendo contra pérdida de humedad.
- Proporcionando una atmósfera modificada.
- Protección a la calidad.
- Facilita el transporte y mercadeo.

(6).

Dentro de los beneficios antes mencionados, el más importante es el uso de los envases para prolongar la vida postcosecha, retardando la -- velocidad de respiración, disminuyendo la pérdida de peso y daños mecánicos, siendo las películas plásticas los envases que presentan amplias posibilidades para este uso el cual se utiliza con estos fines.

Combinadas las propiedades de las películas plásticas con las propiedades fisiológicas (velocidad de respiración, transpiración, etc.) de las frutas y hortalizas se pueden obtener condiciones que modifiquen y controlen la atmósfera interna con el fin específico de prolongar la vida del producto.

3.6 Almacenamiento.

La maduración y senescencia como procesos fisiológicos naturales, se ven regulados por factores internos como concentración hormonal y factores externos como temperatura, humedad, composición de la atmósfera, etc. Al hacer variar los factores antes mencionados puede llegarse a ejercer un control, para retardar los procesos de maduración, empleando métodos físicos y químicos; si bien la aplicación adecuada y controlada de uno de estos métodos o combinaciones de los mismos, conllevan a prolongar la vida útil del producto.

Métodos Físicos : Temperatura (Almacenamiento refrigerado), atmósfera controlada, atmósfera modificada, almacenamiento hipobárico.

Métodos Químicos : Aplicación por aspersión o inmersión de fungicidas y reguladoras de crecimiento (ácido giberélico, auxinas, citoquininas) y recubrimientos superficiales.

Nota : Cuando se aplican estos métodos son conocidos como "Operaciones especiales", éstas son aplicadas en el centro de acopio.

A continuación se presentan algunas investigaciones realizadas en Espinacas sometidas a un régimen de refrigeración y atmósfera controlada :

Mc Gill y col. en 1966 estudiaron el efecto de atmósfera controlada sobre la calidad nutricional de espinacas de Nueva Zelanda. Observaron que el ácido ascórbico se pierde más rápidamente en almacenamiento bajo atmósferas controladas (9.2 % de CO_2 y 4 % de O_2), y temperatura de 1.1°C , si se compara con aire. Del mismo modo reportan que se degrada más rápidamente el AA si son sometidas a 7.0°C con respecto de 1°C . El tiempo de almacenamiento que lograron fué de 8 - 9 días.

Murata y Veda en 1967, hicieron estudios sometiendo espinaca a 5°C y atmósfera controlada (40 % CO_2 y 11 % O_2), manteniéndolas por 21 días.

Mc Gill y col. en 1966 realizaron estudios en espinacas de Nueva Zelanda - sobre el contenido de ácido ascórbico y otras características, encontrando que la temperatura y la atmósfera que las rodeaba afectan la respiración y la calidad de las mismas. Si se incrementa el CO_2 la velocidad de respiración se reduce y cuando son sometidas a 13 % CO_2 después de una semana - ya no se encuentran en estado aceptable.

El contenido de ácido ascórbico disminuye cuando la concentración de O_2 - llega a 3.3 %. Cuando la temperatura se mantuvo a 7°C también se observó un marcado descenso, al compararlo con el almacenamiento de 1.1° C.

Del mismo modo la concentración de clorofila disminuyó al cabo de 14 días, que fué el tiempo de almacenamiento alcanzado.

3.6.1 Almacenamiento Refrigerado.

Cuando se trabaja con productos como hortalizas, se debe tomar en consideración el calor producido por la respiración del producto, absorben O_2 y generan CO_2 y H_2O . La producción de calor que se produce varía en cada especie, y con la temperatura a la cual se le almacene.

La capacidad de refrigeración debe ser suficiente para remover el calor de respiración y para disminuir la temperatura al nivel donde este calor sea reducido; al igual, se debe controlar la velocidad y cantidad de aire para que esta remoción sea adecuada, es decir, que permita que se evite los daños al producto. Por lo tanto la finalidad de la refrigeración es dar protección desde la cosecha hasta la venta al consumidor, ya que por su conducto se logra retardar las reacciones químicas y biológicas, se retarda el desarrollo de microorganismos y cuando se trabaja en óptimas condiciones se obtienen ventajas como :

- Evitar la germinación (raíces, bulbos y tuberculos)
- Detener el crecimiento (zanahoria, betabel, esparragos)
- Evitar el endurecimiento de la epidermis (frutas)
- Retardar la actividad metabólica (espinacas)
- Retardar el crecimiento microbiano

(25).

Las hortalizas por ser productos altamente perecederos, presentan un comportamiento variable durante su almacenamiento en refrigeración, de tal forma que los factores que repercuten en las condiciones y tiempos de conservación son :

- Variedad
- Forma y época de cosecha
- Tiempo transcurrido desde la cosecha hasta el almacenamiento.
- Manejo al que esta sujeto el producto antes del almacenamiento.

Para el sistema de almacenamiento en frío existen varios parámetros que se deben vigilar para lograr un buen resultado en la conservación de los productos :

3.6.1.1 Temperatura.

Como se sabe, las bajas temperaturas influyen sobre las reacciones enzimáticas inhibiéndolas y sobre reacciones en microorganismos. La presencia de un enzima y un sustrato no es suficiente para que se realice la reacción enzimática sino que es necesario observar una temperatura óptima de actividad. La velocidad de una reacción enzimática, que en definitiva es una reacción química, es proporcional no al número total de moléculas presentes, sino al número de moléculas que poseen la necesaria energía de activación.

En cuanto a la influencia de temperatura en el desarrollo de microorganismos puede decirse que al descender la temperatura se disminuye la capacidad de crecimiento de los mismos.

La acción fundamental del frío en el caso de hongos consiste en inhibir la germinación de las esporas presentes en la superficie de los productos, pero una vez que la espóra ha germinado, el hongo aclimatado a las bajas temperaturas se desarrolla, (35).

La temperatura debe mantenerse tan constante como sea posible, durante el almacenamiento, ya que las variaciones del orden de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, pueden tener graves consecuencias.

3.6.1.2 Humedad Relativa o Grado Higrométrico. (H.R.)

El grado higrométrico es un problema importante por los reflejos técnicos y económicos que implica, pero es descuidado por los operadores por dos motivos : porque resulta gravoso realizar el control de las instalaciones y/o porque se ignora la importancia y los efectos negativos sobre el producto conservado. Se debe regular la HR ya que a menor valor de ésta mayor pérdida de peso.

3.6.1.3 Circulación del Aire.

La circulación del aire sirve para que las condiciones internas

de la cámara se homogeneicen y con esto se consiga que el frío se transmita mejor a los productos en ella almacenados .

La velocidad y masa de aire en movimiento esta en función de :

- Cantidad de calor emitido por el producto
- Dimensiones de la cámara
- Patrón de estibamiento
- Velocidad con la que se quiere enfriar el producto.

La circulación de aire dentro de la cámara puede ser :

- Por convección natural
- Por circulación forzada

(35).

3.6.1.4 Densidad de Almacenamiento y Estiba.

Como norma general, se recomienda una densidad de almacenamiento de 200 a 300 kg/m³, (35), que dependerá de la naturaleza del producto, así como de su embalaje.

La estiba no deberá hacerse nunca directamente sobre el suelo, sino sobre tarimas de madera, de una altura no inferior a 10 cm. y una distancia de las paredes no inferior a 30 cm. para permitir una buena circulación del aire. Deberá existir siempre una distancia libre de 50 cm. como mínimo,

entre el techo de la cámara y el nivel más alto de la carga.

Se asegurará una perfecta circulación del aire entre los embalajes, para lo cual deberán separarse los diversos niveles de carga por medio de rastreles de un espesor de 2 a 5 cm. no siendo necesario tal requisito cuando la naturaleza y características del embalaje, o el empleo de tarimas, aseguren una buena circulación entre los citados niveles.

En la cámara frigorífica, la carga estará dividida mediante pa-sillos que permitan al mismo tiempo que una fácil manipulación, una adecuada circulación del aire, por lo cual aquellos deberán establecerse en la dirección que siga la corriente de aire. (35)

3.6.2 Almacenamiento Combinado con Películas Plásticas.

Los cambios que ocurren en frutas y hortalizas, durante el almacenamiento combinado con películas plásticas, son los mismos que ocurren durante el proceso de maduración, la ventaja de este sistema estriba en el retardo o disminución de la velocidad con que ocurren los cambios de senescencia.

El empleo de las atmósferas controladas (AC) o modificadas, (AM) éstas últimas propiciadas con el uso de películas plásticas como el polietileno, el cual es un polímero básicamente constituido por hidrocarburos saturados, presenta impermeabilidad al vapor de agua y permeabilidad relativamente alta a gases (CO_2 y O_2) así como a otros vapores orgáni-

cos, tiene excelentes propiedades de sellado y resistencia al impacto, - permite que sea considerado como un complemento al uso de la refrigeración y manejo de la humedad relativa del ambiente.

La aplicación de las AC o AM como un complemento de la refrigeración, puede resultar en una serie de beneficios tendientes a reducir las pérdidas, en cuanto a la calidad y cantidad durante el manejo postcosecha. Estos beneficios son :

- Retardo de la maduración y/o senescencia
- Control de ciertos desordenes fisiológicos
- Control del desarrollo de microorganismos
- Control de pérdidas de agua por transpiración.

Aunque se ha demostrado que las AC o AM son benéficas para prolongar la vida de los productos, su uso inadecuado puede causar :

- Inicio o aumento de la sensibilidad a ciertos desordenes fisiológicos.
- Desarrollo de sabores y aromas desagradables, así como el oscurecimiento de tejidos.
- Aumento en la susceptibilidad al ataque de microorganismos.

(8).

Técnicamente las AC o AM, implican la adición y/o remoción de -

gases, resultando en una composición sustancialmente diferente a la del aire (78.08 % N_2 , 20.95 % O_2 , 0.03 % CO_2).

Normalmente involucran aumentos de CO_2 , disminución de la concentración de O_2 y ajuste con N_2 . La velocidad de respiración del producto cubierto con una película plástica, determina la composición de la atmósfera interna, la cual se ve afectada por las características de permeabilidad de las películas a los gases involucrados en la respiración - (CO_2 , O_2 , vapor de agua) y dependiendo de la concentración de estos gases en la atmósfera exterior se va a lograr un intercambio gaseoso entre la película y el interior del envase, que va a dar como resultado la disminución de la concentración de algunos gases y la acumulación de otros, -- modificando así la atmósfera dentro del envase, la cual a su vez modificará la velocidad de respiración del producto envasado (fig. 1).

Este tipo de atmósfera se conoce como sistema biológico, (20).

Las variables que determinan la atmósfera dentro del envase son:

- Tipo de producto envasado
- Cantidad de producto envasado
- Temperatura de almacenamiento
- Velocidad de respiración
- Permeabilidad y espesor de la membrana plástica

(20)

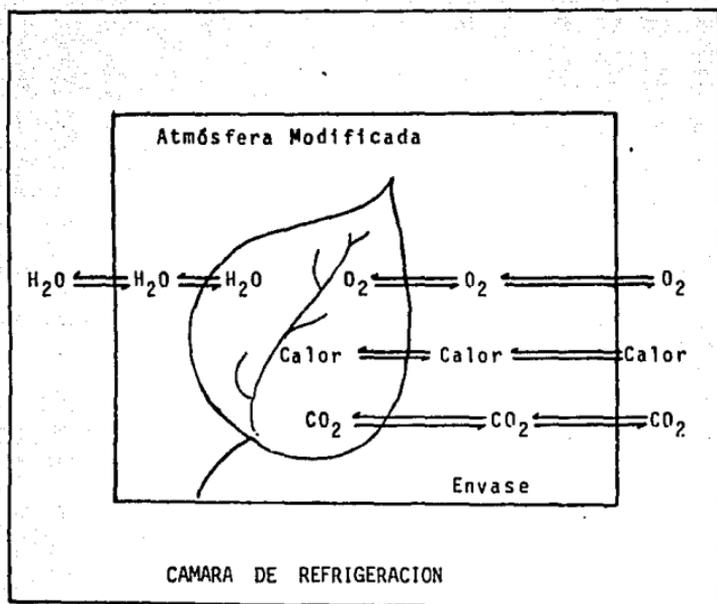


FIG. 1 Modelo de un producto dentro de un ambiente modificado, se ilustra el intercambio gaseoso entre tres barreras el producto por sí mismo, el envase y el cuarto de almacenamiento. (Kader y Morrier, 1977).

Se pueden obtener diferentes tipos de atmósferas en función de las mezclas de gases empleados :

1. Atmósferas tipo I

Son mezclas relativamente ricas en O_2 y CO_2 de tal manera que -

$$O_2 + CO_2 = 21 \%$$

$$12 \% O_2 + 9 \% CO_2 + 79 \% N_2$$

2. Atmósferas tipo II

Son mezclas muy pobres en O_2 y moderadamente ricas en CO_2 , de -
tal manera que $O_2 + CO_2 = 21 \%$

$$2-3 \% O_2 + 3-6 \% CO_2 + 91-95 \% N_2$$

3. Atmósferas tipo III

Son mezclas muy pobres en O_2 y prácticamente desprovistas de -
 CO_2 , de tal manera que $O_2 + CO_2 = 21 \%$

$$2-3 \% O_2 + 2-3 \% CO_2 + 94-96 \% N_2$$

(34).

La atmósfera además de generarse por la propia respiración del fruto, se puede obtener por medio de equipos que equilibren la concentración de gases generados por la respiración a fin de conseguirla y mantenerla. Esta técnica se conoce con el nombre de "Atmósfera controlada -

Abiológica", por conseguir la composición independientemente de la actividad respiratoria del producto.

3.6.2.1 Fenómeno de difusión.

Otro factor que conforma el medio circundante al producto es el vapor de agua, por lo que su acumulación dada por la transpiración y la velocidad de transmisión de la membrana plástica determinan la humedad relativa en el interior del envase.

En la práctica es de importancia señalar que los alimentos frescos pierden humedad (14) constantemente hacia el medio que los rodea, - efecto que después de la cosecha no puede ser reemplazado por la planta, manifestandose evidentemente la pérdida de peso. De manera general, ésta pérdida de agua es originada en principio por la existencia de gradientes en la presión de vapor entre una atmósfera interna en los espacios intercelulares en altos niveles de saturación, con relación a las condiciones externas.

De este hecho el vapor de agua es transportado en la dirección de bajas concentraciones, inicialmente a través de poros naturales en la corteza superficial de frutos siendo controlada la velocidad de transporte por la diferencia en presión de vapor y gobernada por la temperatura y humedad relativa.

La pérdida total de humedad así como su posible control pone en juego varias interacciones entre la hortaliza con el medio que le rodea, lo anterior se puede visualizar a través de las siguientes etapas :

1. Mecanismos de transporte de humedad interna anterior a la última película protectora de la hortaliza.
 2. La interacción de transferencia entre la superficie del sólido y las condiciones del medio circundante.
 3. El fenómeno difusional del vapor de agua a través del envase.
- (5).

1. Mecanismo de transporte interno de agua.

Intentando un acercamiento al fenómeno difusional interno del agua en vegetales, puede ser válido pensar que el mecanismo es similar al existente en una planta, en las que varias facetas influyen el potencial de agua y sus gradientes para generar un movimiento difusional, si en principio éste no se encuentra obstaculizado por la presencia de barreras impermeables al agua.

Puesto que teóricamente en la planta se presentan restricciones para que se manifieste la libre difusión de solutos, la especial transferencia difusional de agua denominada ósmosis es de particular relevancia. Existen membranas de diversos géneros, en los que para cada caso, las moléculas de agua pasan a través de éstas mismas más rápidamente que parti-

culas de soluto, dándose así la característica esencial de un sistema osmótico.

Las consecuencias incluyen no solamente el desarrollo de presiones internas a nivel celular sino también propician el movimiento global de soluciones a nivel interno.

2. Interacción de transferencias entre la superficie del sólido y las condiciones del medio circundante.

La pérdida de humedad de los artículos perecederos almacenados se ha convertido en un tema de relevante interés ya que la deshidratación de estos productos afecta no solo a la disminución del peso comerciable sino también al deterioro de calidad, debido a ésto se ha promovido el interés hacia la optimización de operaciones relacionadas con este tipo de efectos, utilizando como criterio el control de la transpiración y, los modelos de predicción de pérdidas de humedad, buscando apropiados diseños de almacenes refrigerados.

Sainsbury, ha analizado el diseño y funcionamiento de instalaciones de refrigeración para minimizar la reducción de los artículos, varios factores se encuentran involucrados en estos propósitos tales como :

- Temperaturas y humedades óptimas de almacenamiento
- Velocidad de transpiración

- Efectos del envase en la pérdida de humedad
- Efecto de las fuentes de calor además del calor de la instalación
- Rendimiento de los evaporadores para remover el calor sensible y latente
- Eficiencia del sistema de control para manejar varias cargas, y la naturaleza de las variaciones de las mismas.

De manera general, es importante señalar algunos elementos de importancia, colaterales a la interacción de transferencias :

2.1) La carga en calor latente producida por el producto en almacenamiento refrigerado es muy alta. De esto, se presentan 2 situaciones :

2.1.1) Cuando el producto es introducido en la cámara para su enfriamiento.

2.1.2) Después del enfriamiento, cuando el producto es mantenido a temperatura y humedad constante.

Para lograr la minimización de los efectos de deshidratación de los productos se requiere del uso de temperaturas del evaporador cercanas a la temperatura de bulbo seco del producto, (39). Bajo condiciones de resistencia alta, esto implica la remoción de grandes cantidades de calor

con diferencias de temperatura mínima, siendo importante por lo tanto, maximizar el factor de contacto que se define como :

$$fc = \frac{Ta_1 - Ta_2}{Ta_1 - Ts}$$

donde :

Ta_1 : Temperatura del aire entrando al evaporador

Ta_2 : Temperatura del aire a la salida del evaporador

Ts : Temperatura media efectiva de la superficie del serpentín

El factor contacto es una medida basada en que tanto se aproximan las temperaturas del bulbo seco y el punto de rocío. La maximización del factor contacto requiere de una transferencia de calor muy eficiente y un área de contacto extensa entre el aire y la superficie del evaporador.

Este propósito de minimización de pérdidas, involucra también la ganancia de calor sensible del aire durante su paso del evaporador al producto, ésto es, a mayor ganancia de calor sensible menor temperatura del evaporador y por lo tanto del punto de rocío.

3. Fenómeno Difusional del vapor de agua a través del envase.

La velocidad a la cual el gas, vapor o líquido pasa a través de un material depende de diversos factores; algunos de éstos son controlados por las propiedades del material, otros son dependientes de las propiedades del gas, sólido o líquido y, algunos involucran el grado de interacción entre éstos y el material formando la barrera.

El proceso de difusión a través de la red de una barrera sea ésta rígida o elástica, puede ser interpretada en términos del material que constituye esta misma barrera con agujeros y poros dentro de una masa de constitución polimérica.

Considerandose que estos poros estarían constantemente apareciendo y desapareciendo a causa del movimiento térmico de las moléculas de poro en poro bajo la influencia de un gradiente de concentración; obviamente que para esto las moléculas en difusión requerirían adquirir un mínimo de energía para iniciar su movimiento, misma que puede ser vista como una energía de activación para el proceso de difusión a través de los poros de la barrera.

A este respecto, 4 clases de poros pueden distinguirse en materiales poliméricos :

- Los vacíos micro y macroscópicos

- 2) Capilares y canales submicroscópicos
- 3) Espacios intermoleculares
- 4) Espacios intramoleculares
- (5).

El primer tipo permite todo tipo de efusión, flujo de Knudsen, flujo de orificio, denominado en conjunto flujo capilar. Los capilares y canales submicroscópicos son principalmente encontrados en materiales no homogéneos como plásticos pigmentados y, finalmente el tercero y cuarto tipos son dependientes solamente de la estructura molecular del material, permitiendo el paso de gases y vapores por el proceso conocido como difusión activada.

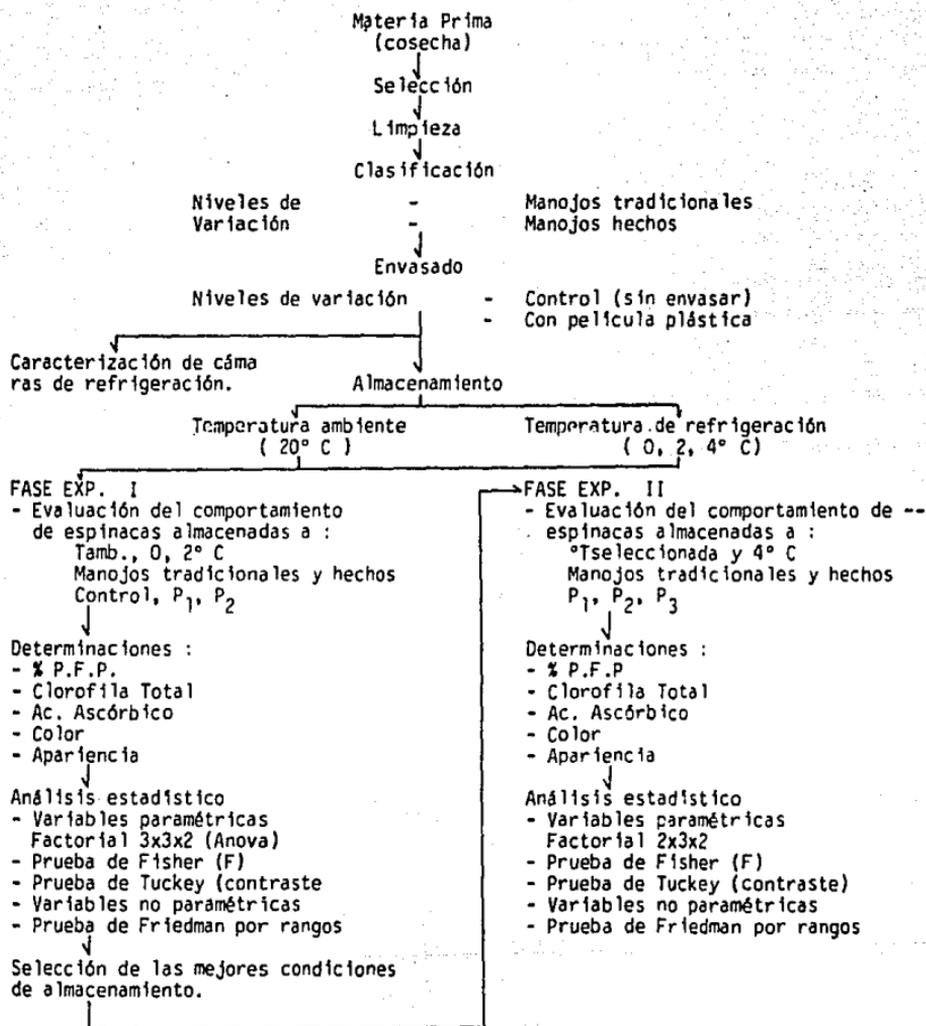
Este último proceso es el considerado para la transmisión de gases a través de películas poliméricas, incluyendo este proceso las siguientes etapas :

- 1) Difusión a través de la película bajo la presencia de un gradiente de concentración
- 2) Evaporación desde la otra superficie a una menor concentración.
- (5).

Si el "envase" no forma una piel adicional alrededor del producto, la velocidad de movimiento de agua se encontraría restringida por el micromedio en el envase.

CAPITULO II. METODOLOGIA

CUADRO METODOLOGICO



2.1 DESARROLLO EXPERIMENTAL.

La Espinaca fué cosechada a los 45 días después de la siembra - (considerado como índice de cosecha), en San Gregorio Xochimilco; se trans^oportó en manojos de 10 kg. aproximadamente, en un camión de redilas, hasta el Laboratorio ubicado en la Nave 2000 de Ingeniería en Alimentos en - C-4, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Siguiendo la secuencia planteada en el cuadro metodológico, inmediatamente después de la cosecha, en el Laboratorio se procedió a la -- SELECCION, la cual tiene por objeto eliminar todos los productos no aptos para la venta. Aquellas hojas que se encontraban amarillas, rotas o mar^ochitas fueron eliminadas, dejando únicamente las que se encontraban en - buen estado, es decir que no habían sufrido daños mecánicos y se encontra^oban turgentes; al mismo tiempo se realizó la LIMPIEZA, la cual consiste - en eliminar la tierra, basura, residuos floreales y cualquier otro mate^orial extraño, se puede llevar a cabo en seco o con agua. En las espina^ocas, se llevó a cabo en seco sacudiéndolas para eliminar la tierra adheri^oda a ellas. Posteriormente la CLASIFICACION, operación básica que perm^oite determinar el manejo que se le dará al producto, en el caso de esta - especie se realizó bajo los siguientes criterios :

Los manojos que tenían sus hojas completas y tallos enteros se emplearon como manojos tradicionales (MT), que es la forma en que se ven^oden comercialmente, las hojas que no encontraban en la roseta y en buen -

estado (completas y turgentes), se utilizaron para los manojos hechos (MH) estas hojas tenían un área foliar de aproximadamente 200 cm^2 y la longitud del tallo de 10 cm., consiguiéndose con esto la homogeneidad en el material. Se procedió entonces al ENVASADO, una parte de manojos tradicionales y hechos fueron almacenados sin envasar (ESE), denominándole Control (C), la otra parte se envasó (ECE) en una película plástica (bolsa de polietileno), manejándose 2 diferentes niveles, la película 1 (P1) cuyo espesor es de 1 mm. y la película 2 (P2) de 3 mm. Después se sellaron con calor y se numeraron todas las unidades.

Previo al almacenamiento, las cámaras de refrigeración se caracterizaron, es decir, se midieron velocidades de aire, con el fin de manejar este intervalo (0.166 - 2.0 m/seg.) como una condición de almacenamiento, (Apéndice 1).

Finalmente las espinacas se colocaron a temperatura ambiente y de refrigeración, estas se distribuyeron dentro de la cámara aleatoriamente, poniendo hasta 4 bolsas una sobre otra y las que se encontraban sin envase se extendieron una por una sobre el estante.

En la PRIMERA FASE EXPERIMENTAL, se evaluó el comportamiento del producto que se mantuvo a T ambiente, 0, 2°C (T_a, T₁, T₂ respectivamente).

Las determinaciones se realizaron mediante las siguientes técnicas :

- % Pérdida Fisiológica de Peso : Diferencia de pesos .
- Clorofila Total : Determinación de Clorofila Total por Fotocolorimetría, se especifica la técnica en el apéndice 2.
- Acido Ascórbico : Método de Titulación 2,6 diclorofenolindofenol, (Apéndice 2).
- Color : Tabla de Color. Para hacer esta tabla se realizó un muestreo de 30 manojos aleatorio después de la selección -- (Apéndice 2), éste se utilizó para dar el valor numérico correspondiente a cada color, los números se dieron en función de la frecuencia del color, tomando en cuenta que el producto era fresco en este muestreo sólo aparecieron 3 tonos diferentes de verde, al que se repitió más veces se le dió el número 1, al segundo el 2 y así sucesivamente, al cabo de un tiempo, según como fueron apareciendo se les dieron los últimos valores. Estableciendo de la siguiente forma la escala :

VALOR	1	2	3	4	5
# DE COLOR	2.4, 2.3	1.4	2.5, 1.5	2.6	3.6, otro
	(lo mejor \longrightarrow lo peor)				

El número de color se dió en función del acomodo del color en la tabla, sin tener que ver con el estado fresco o de senescencia de las hojas. Para poder hacer esta evaluación se tomaban los manojos y se observaba de forma aproximada, el % del mismo que se encontraba en valor de 1, 2, etc., se debe tomar en cuenta, que se dieron estos % porque el color de la muestra no era homogéneo como para otorgar una sola calificación.

- Apariencia : Se construyo la Tabla de apariencia, en base a la turgencia de las hojas; de igual forma que en color el # 1 fué considerado como lo mejor y el # 5 como lo peor.

Para realizar las determinaciones se tomaron muestras al azar, la numeración que se les dió a las bolsas se empleó para este fin. Se utilizó la tabla de dígitos (23), obteniendo con ella el número aleatorio correspondiente a cada uno de los tratamientos empleados. Para cada día de evaluación (ver diseño experimental) se extraía de la cámara la muestra a la que se le determinaba color y apariencia, como estas son pruebas no destructivas, las mismas espinacas se empleaban para tomar las muestras (2) para clorofila y ác. ascórbico. Por otro lado el % P.F.P. se evaluó por diferencia, para lo cual se mantuvieron 2 unidades experimentales para el monitoreo del peso.

Para el análisis estadístico se empleó la Estadística Paramétrica

ca, utilizando EL EXPERIMENTO FACTORIAL, ya que este permite observar si existe interacción entre los tratamientos involucrados, en este caso, el manejo del producto, el envase, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Este factorial es posteriormente analizado através de un análisis de variancia, conocido como prueba de Fisher, mediante el cual la variación total presente en un conjunto de datos se distribuye en varios componentes, cada uno de éstos se encuentra asociado con una fuente específica de variación, de modo que en el análisis es posible averiguar la magnitud de las contribuciones de cada una de estas fuentes a la variación total (12).

El diseño factorial indica realmente que la variabilidad entre los tratamientos no se debe al azar, sino a ciertas causas biológicas, lo cual es equivalente a decir que las diferencias son significativas entre las medias de las poblaciones, estimadas por las medias de las muestras. Sin embargo, no indica cuales medias son iguales o cuales son diferentes, ya que puede suceder que en una serie de muestras indique diferencias en el conjunto, pero un par en particular sea igual. (10)

Con los datos del análisis de variancia se hacen las pruebas de significancia de las diferencias (contraste). Para el caso de este proyecto se utilizó la Prueba de Tuckey, se emplea para hacer todas las comparaciones múltiples que son posibles con tratamientos. (10)

La Estadística Paramétrica se aplicó a los resultados de cloro-

fila, ác. ascórbico y % P.F.P. Para color y apariencia se utilizó la Estadística No Paramétrica, ésta analiza los datos que consisten simplemente de categorías. Es decir, los valores no están basados en una escala de medición lo suficientemente fuerte como para permitir las operaciones aritméticas necesarias para llevar a cabo los procedimientos paramétricos.

Entre estas pruebas se encuentra el análisis con 2 criterios de clasificación por rangos de Friedman, ésta es apropiada siempre que los datos se midan, al menos, en una escala ordinal y puedan arreglarse significativamente en una clasificación con 2 criterios. (12)

Al finalizar la primera fase experimental y después de discutir los datos obtenidos se procedió a la selección de la mejor temperatura de almacenamiento, con esta última y la T 4° C (T3), que es la temperatura de refrigeración no evaluada, se realizó la SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL. En ésta, el producto fué manejado de manera más estricta; la espinaca manipulada desde el campo permitió que durante la cosecha se realizara la PRE-SELECCION, facilitando con esto la SELECCION en el laboratorio.

Se procuró que los manojos (10 kg.), no estuvieran demasiado -- apretados para evitar que los tallos de las hojas que se encontraban en la superficie se maltrataran. La LIMPIEZA, al igual que en la etapa anterior se realizó en seco, al llegar a la CLASIFICACION se trató en primer lugar de no maltratar a los manojos y hojas por manipuleo y en segunda

llevar a cabo esta operación de manera rígida, cuidando que el producto - que iba a MH estuviera homogéneo y los MT se encontraran en buen estado. Para el ENVASADO se cuidó que el sellado por calor fuera perfecto, tratando de evitar cualquier abertura en la bolsa que impidiera la generación de la atmósfera modificada que se necesitaba. En esta fase como no se evaluó ESE, se utilizó otra película (P3), cuyo espesor es (8 mm.), manejándose tres niveles diferentes; finalmente las bolsas se colocaron al azar en la cámara a la temperatura correspondiente.

Las determinaciones, a excepción de la de Acido Ascórbico que se evaluó por la técnica de " Determinación de Vitamina C Total con 2,4 - dinitrofenilhidrazina ", y el análisis estadístico fué el mismo que se empleó en la primera fase experimental.

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.

2.2.1 Primera fase experimental

En función a la secuencia metodológica, se efectuó el primer - experimento, para el almacenamiento de espinacas bajo las siguientes condiciones : Temperatura ambiente, 0 y 2° C, considerandose las siguientes variables :

2.2.1.1 Variables en el almacén

Variables independientes

- Temperatura del medio
- Velocidad de circulación de aire.

Variables dependientes

- Tiempo de almacenamiento
- Calidad del producto

Variables constantes

- Humedad relativa del medio

2.2.1.2 Variables en el producto

Variables independientes

- Envase
- Manejo del producto

VARIABLES DEPENDIENTES

- Temperatura del producto
- Humedad relativa del ambiente que rodea al producto dentro del envase.
- Concentración de CO_2
- Concentración de O_2
- Concentración de vapor de agua.

VARIABLES CONSTANTES

- Tamaño de la muestra (unidad experimental).

2.2.1.3 Desarrollo.

Las ECE y las ESE fueron almacenadas durante 14 días a las diferentes temperaturas. Con excepción del producto almacenado a T_a , el cual se esperaba que únicamente durara 6 días. En esta primera etapa, se escogieron estos tiempos de almacenamiento, debido a que Mc Gill y col. (1966), reportan este periodo de vida postcosecha, para espinacas sometidas a una temperatura de $1.1^\circ C$ y concentraciones de 14.7 % y 4 % de O_2 y CO_2 respectivamente.

Para evaluar la calidad del producto durante el almacenamiento, se efectuaron los análisis antes mencionados, estas determinaciones se realizaron al primer día, tercero, quinto, séptimo, octavo, noveno, déci-

mo, doceavo y cotarceavo día de vida postcosecha.

Unidad experimental.

El envasado se realizó en 2 tipos de bolsa de diferente espesor, con las siguientes dimensiones : 20 x 30 cm., cada bolsa contenía 100 gr. de muestra ya sea en MT o MH en el caso de muestra. Esta cantidad (100 gr.), se estableció en función de las cantidades mínimas comercializables y de lo requerido para los análisis químicos y físicos que se efectuaron.

Tamaño de la población.

El valor del tamaño de la población se obtuvo de la siguiente -

forma :

$$U = 4W + 0.30 W$$

U : Tamaño de la población

W : Cantidad de muestra necesaria para el control de calidad de la hortaliza en período de almacenamiento.

4 : Factor de proporcionalidad para poder establecer un muestreo aleatorio.

0.3 : Porcentaje de desperdicio

$$U = 4 (38 \text{ kg.}) + 0.30 (38 \text{ kg.}) = 197.6 \text{ kg} \quad 200 \text{ kg.}$$

Distribución de la población en las cámaras de refrigeración y cuarto de almacenamiento.

1. Cuarto de almacenamiento. Condición : Ta

TRATAMIENTO	CANTIDAD	NUMERACION (&)
C-MT	7 kg. equivalentes a 70 pqts.	1-70
C-MH	7 kg. equivalentes a 70 "	71-140
P1-MT	6.5 kg. equivalentes a 65 "	141-205
P1-MH	6.5 kg. equivalentes a 65 "	206-270
P2-MT	6.5 kg. equivalentes a 65 "	271-335
P2-MH	6.5 kg. equivalentes a 65 "	336-400

2. Cámara de refrigeración. Condición : T1

TRATAMIENTO	CANTIDAD	NUMERACION (&)
C-MT	11.5 kg. equivalentes a 115 pqts.	1-115
C-MH	11.5 kg. equivalentes a 115 "	116-230
P1-MT	13.0 kg. equivalentes a 130 "	231-360
P1-MH	13.0 kg. equivalentes a 130 "	361-490
P2-MT	13.0 kg. equivalentes a 130 "	491-620
P2-MH	13.0 kg. equivalentes a 130 "	621-750

3. Cámara de refrigeración. Condición : T2

TRATAMIENTO	CANTIDAD	NUMERACION (&)
C-MT	11.5 kg. equivalentes a 115 pqts.	1-115
C-MH	11.5 kg. equivalentes a 115 "	116-230
P1-MT	13.0 kg. equivalentes a 130 "	231-360
P1-MH	13.0 kg. equivalentes a 130 "	361-490
P2-MT	13.0 kg. equivalentes a 130 "	491-620
P2-MH	13.0 kg. equivalentes a 130 "	621-750

(&) La numeración fué utilizada para el muestreo aleatorio, para ello se empleo la tabla de dígitos.

2.2.2 Segunda fase experimental.

Como se mencionó en la metodología, para esta segunda fase se utilizó otro envase (P3) y temperatura de 4° C, para esta etapa, se descartó el uso de un testigo a temperatura ambiente ya que esto se había -- analizado anteriormente.

El objeto de esta fase era analizar el efecto de la interac- ción temperatura-envase en la vida postcosecha de las espinacas y compa- rar los resultados obtenidos, con los observados en la primera experimen- tación.

A continuación se mencionan los cambios que hubo con respecto a las variables que se manejaron en comparación con las utilizadas en la -- etapa anterior.

2.2.2.1 Variables en el almacén

Variables independientes

- Temperatura del medio

Variables dependientes

- Tiempo de almacenamiento

- Calidad del producto

2.2.2.2 Variables en el producto

Variables independientes

- Envase

Variables dependientes

- Temperatura del producto

Variables constantes

- Tamaño de la muestra

2.2.2.3 Desarrollo

Las ECE fueron almacenadas a las diferentes temperaturas T2 y T3. El tiempo de almacenamiento para esta experimentación, se estableció en función a los resultados obtenidos en la primera etapa.

Para la evaluación de la calidad del producto durante su almacenamiento, se efectuaron los análisis mencionados en la metodología, cuyas técnicas pueden ser observadas en el apéndice, estas determinaciones se realizaron cada tercer día.

En base a la cantidad de días de evaluación se estableció el tamaño de la población que se almacenó.

Unidad experimental.

Para esta etapa se decidió utilizar 2 tamaños de unidad experimental, una de 100 g. para los MH y 150 g. para los MT, este cambio se --

debió a que los MT ocupan un mayor volumen dentro del envase, por el tamaño de tallo que tienen, el cual no se utiliza para los análisis químicos.

Tamaño de la población.

El valor de la población se obtuvo de la siguiente manera :

$$U = 2 W + 0.20 W.$$

U : Tamaño de la población

W : Cantidad de muestra necesaria para el control de calidad de espinacas almacenadas.

2 : Factor de proporcionalidad para poder establecer un muestreo aleatorio, en comparación con la primera etapa, éste factor se cambió porque se encontró que no se necesitaba una población tan grande para el muestreo.

0.20 : Porcentaje de desperdicio, como en esta etapa la muestra se consiguió en el campo directamente, el porcentaje de desperdicio disminuyó.

$$U = 2(19.5 \text{ kg.}) + 0.20 (19.5 \text{ kg.}) = 42.9 \text{ kg.} = 45 \text{ kg.}$$

Distribución de la población en las cámaras de refrigeración.

Cámara de refrigeración : Condición T2

TRATAMIENTO	CANTIDAD	NUMERACION
P1-MT	3.9 kg. equivalente a 26 pqts. (150 g.)	27-52
P1-MH	2.6 kg. 26 bolsas (100 g.)	79-104
P2-MT	3.9 kg. 26 bolsas (150 g.)	315-340
P2-MH	2.6 kg. 26 bolsas (100 g.)	367-392
P3-MT	3.9 kg. 26 bolsas (150 g.)	603-628
P3-MH	2.6 kg. 26 bolsas (100 g.)	655-674

Cámara de refrigeración : Condición T3

TRATAMIENTO	CANTIDAD	NUMERACION
P1-MT	3.9 kg. 26 bolsas (150 g.)	1-26
P1-MH	2.6 kg. 26 bolsas (100 g.)	53-78
P2-MT	3.9 kg. 26 bolsas (150 g.)	289-314
P2-MH	2.6 kg. 26 bolsas (100 g.)	341-366
P3-MT	3.9 kg. 26 bolsas (150 g.)	577-602
P3-MH	2.6 kg. 26 bolsas (100 g.)	629-648

En función a los resultados obtenidos en las dos etapas experimentales, se obtendrán las conclusiones del presente trabajo.

CAPITULO III. DISCUSION DE RESULTADOS

3.1. DISCUSION DE RESULTADOS DE LA FASE I.

De acuerdo a lo establecido en la metodología se procede a discutir los resultados obtenidos para los parámetros :

- Tiempo de almacenamiento
- % de Clorofila retenida
- % Pérdida Fisiológica de Peso
- Acido Ascórbico

denominadas "Variables Paramétricas" y,

- Color
- Apariencia

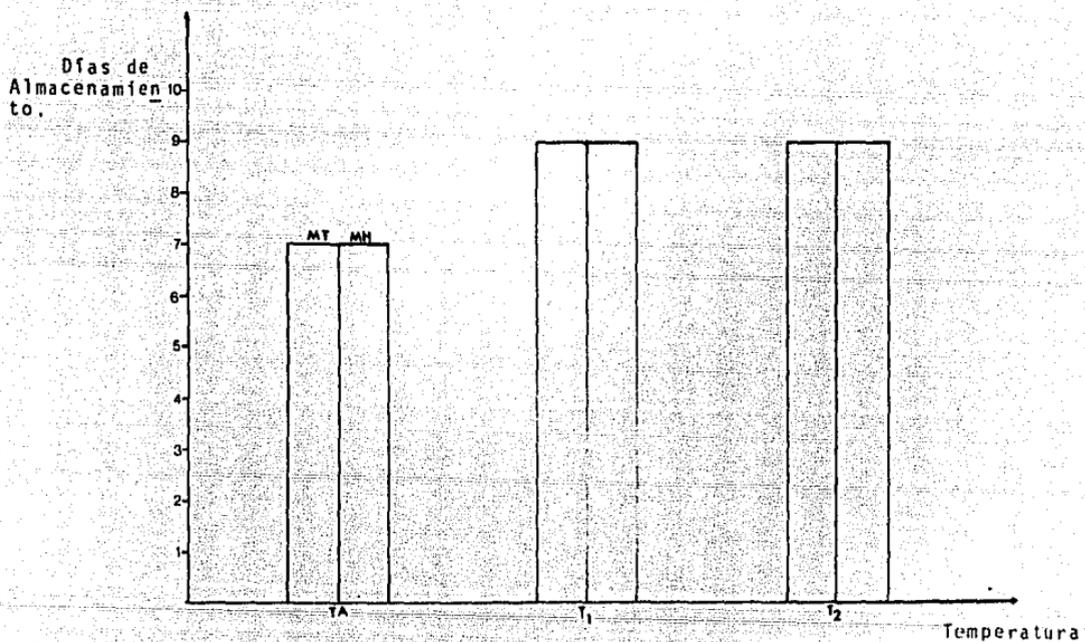
definidas como "Variables No Paramétricas"

3.1.1 TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.

Considerando que las espinacas estan clasificadas dentro de los productos altamente perecederos (5-6 días a temperatura ambiente), por su alta velocidad de respiración ($191 \text{ mgCO}_2/\text{kg-hr}$), (14). Es por lo que se hace necesario buscar las condiciones que permitan prolongar la vida de almacenamiento de este producto foliar. Ante esto, los tratamientos combinados : Temperatura, Envase, Manejo del producto pueden ser una alternativa para lograr este fin. Ya en los resultados esto puede ser apreciado cuando se comparan los testigos (C) almacenados a T_a , T_1 , T_2 , en donde CT_a sólo se mantuvo 7 días en almacenamiento a diferencia de CT_1 y CT_2 -- que alcanzaron 9 días, ganando de esta manera 2 días en la vida del pro--

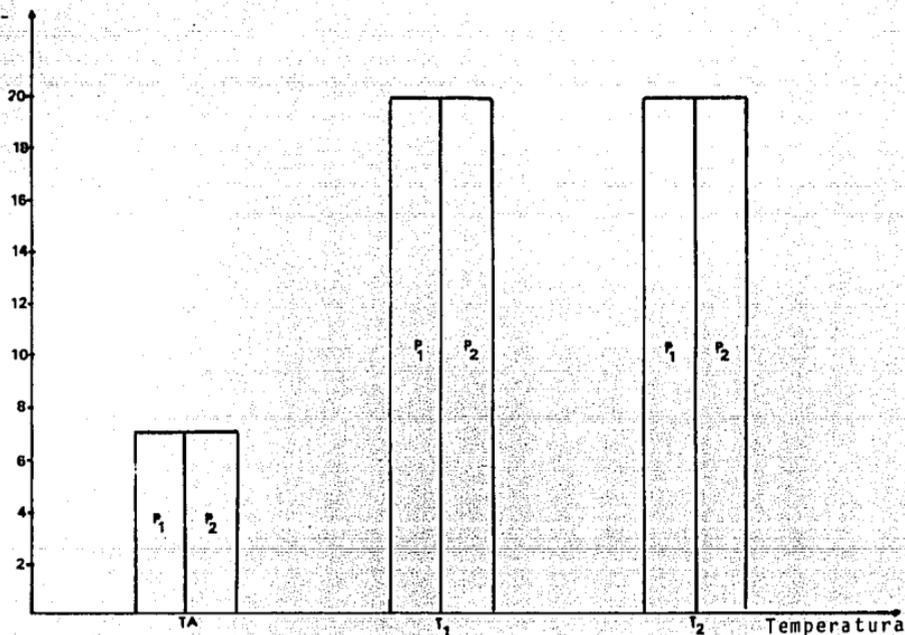
ducto, este aumento puede ser atribuido al efecto de la refrigeración, la cual disminuye la velocidad de respiración del producto (histograma 1). De igual manera al analizar el histograma 2, se denota que para las ECE a Ta, T1, T2 en MT y MH, existe una diferencia de 13 días de almacenamiento a favor de las ECE a T1 y T2; confiriéndose esta diferencia al efecto de la refrigeración. Así mismo en el histograma 3, se observa una ganancia en tiempo de 11 días, obtenida en ECE a T1 ó T2 con respecto a ESE, a T1 ó T2 para MT y MH, es decir que para el primero se tienen 20 días y para el segundo 9. Esta diferencia en tiempo es atribuida al efecto del envase, el cual provoca que la atmósfera que rodea a las espinacas se vea modificada mediante un incremento en la concentración de CO_2 (producto del metabolismo de la espinaca) y una disminución en la de O_2 , consecuentemente se ve afectada la velocidad de respiración. A su vez esta baja en la concentración de O_2 , probablemente provoca un cambio en la respiración de aerobia a anaerobia cuando se alcanza una concentración de 1-3 %. Bajo tales condiciones la glicólisis reemplaza al ciclo de Krebs como la principal fuente de energía que necesitan los tejidos de las plantas, - (20).

Algunos estudios que se han realizado, sobre la velocidad de respiración para atmósferas con 3 % de O_2 , reportan que la reducción en la velocidad de respiración a esa concentración con respecto a la del aire es de 10-46 % a 0° C, y de 20-60 % a 20° C, (20). Mediante esto se ratifica lo establecido anteriormente en cuanto al efecto del envase sobre el producto.



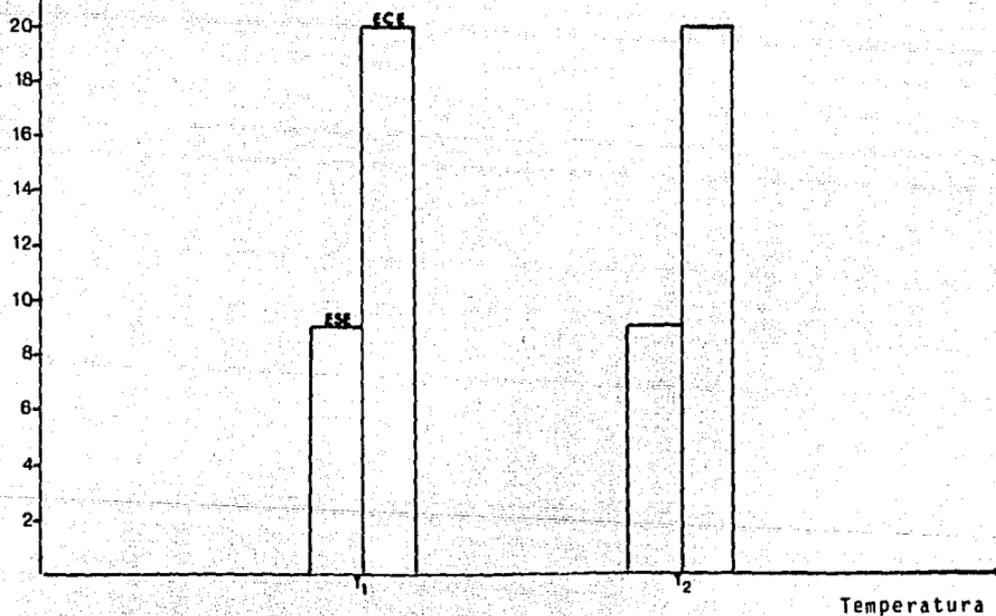
1. Efecto de la temperatura para espinacas sin envasar, almacenadas en MT y MH, con respecto al tiempo de almacenamiento.

Días de Almacena-
namiento



2. Efecto del envase a las distintas temperaturas, manteniendo el manejo del producto como constante.

Días de Almacenamiento



3. Diferencia en los tiempos de almacenamiento para ESE con respecto a ECE (P_1, P_2), a temperaturas de refrigeración, manteniendo el manejo constante.

La aplicación de la temperatura de refrigeración y del envase - con el fin de prolongar la vida útil del producto, observado durante el - desarrollo del proyecto puede ser corroborado con los trabajos de Mc Gill, Nelson y Steinberg, 1966, quienes mantienen por 14 días el producto bajo las condiciones de temperatura 1.1° C, envasado en frascos sellados, los cuales propician una concentración de O₂ del orden de 14.7 % y 4 % de -- CO₂; Murata y Veda, 1967 mantienen las espinacas por 21 días a una temperatura de 5° C y concentración de 40 % CO₂ y 11 % de O₂. Burgheimer, -- 1967, consigue de 8-9 días de almacenamiento a 1.1° C y una concentra- - ción de O₂ de 4 % y 9.2 % de CO₂. Por lo anterior es evidente que la -- temperatura y consecuentemente la atmósfera que se propicia con el envase son factores importantes para prolongar la vida del producto en condicio- nes aceptables.

Cabe mencionar que a pesar de que la espinaca almacenada a T1, alcanza el mismo periodo de vida que a T2, las ESE a esta temperatura sufre daños por frío a partir del 7° día, generando un cuadro de síntomas - desde flacidez y oscurecimiento de las hojas, propiciándose además un de- sajuste en el metabolismo celular, lo cual provoca entre otras cosas cam- bios en la permeabilidad de la membrana. Por otro lado los daños por -- frío no son tan marcados en la apariencia de las ECE debido a que son mi- nimizados por el efecto del envase, ya que éste mantiene una HR elevada - (96-98 %), en la atmósfera que rodea al producto, la cual probablemente - juega un papel importante en la aparición del daño por frío, porque valo- res cercanos a la saturación reducen sensiblemente dicha alteración.

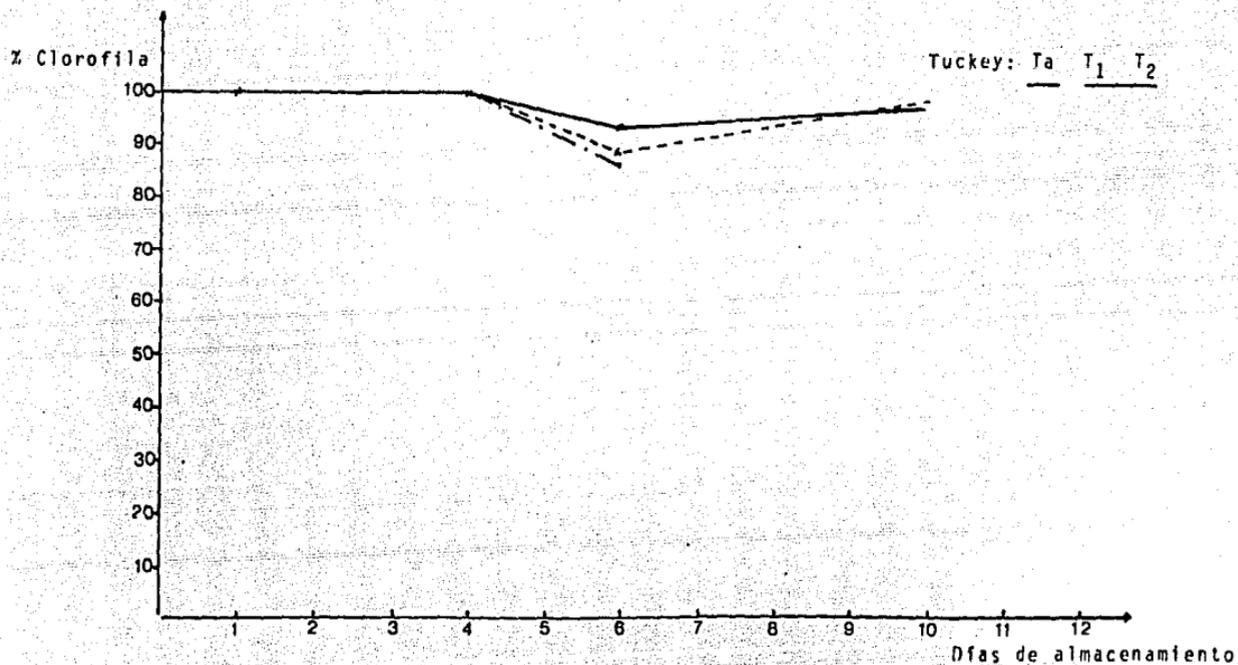
Por lo tanto el uso ó rechazo de esta temperatura quedará establecido después de analizar los demás parámetros de evaluación.

3.1.2 CLOROFILA.

Considerada la retención de clorofila como uno de los factores de calidad más importante, para la comercialización del producto, cabe denotar la diferencia que existe en tiempos de almacenamiento en función de este parámetro para CTa con respecto a CT1 y CT2. Esto puede ser observado en la gráfica 4, en donde se aprecia que para el sexto día, período alcanzado por el CTa para MT y MH como constantes, mantiene un 86 % de clorofila en comparación con los 10 días alcanzados por CT1 y CT2 quienes retienen un 97 % y 97.56 % respectivamente.

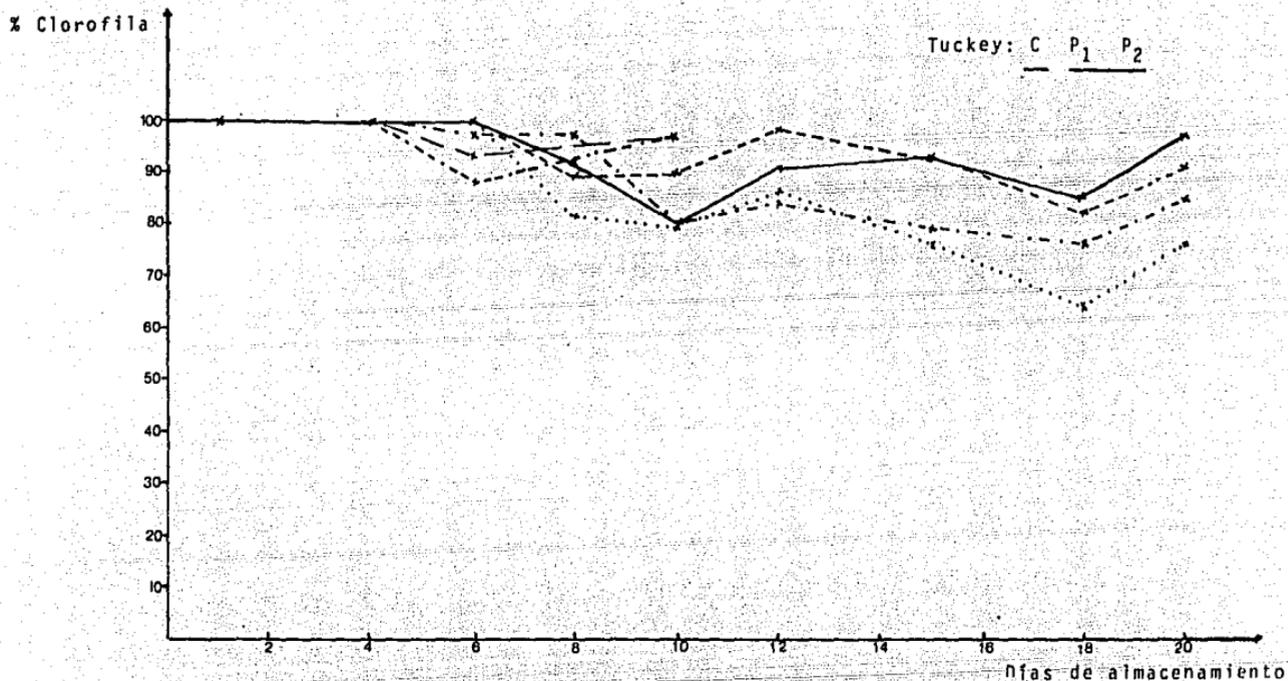
Esta diferencia entre Ta y las temperaturas de refrigeración es corroborado con el análisis de variancia para la interacción Ta, T1, T2, C, P1, P2, MT y MH (Apéndice 4), obteniéndose una diferencia significativa para Ta con respecto de T1 y T2; se pudiera considerar que esta diferencia se debe a que en T1 y T2 se disminuye la actividad enzimática, inhibiendo entre otras enzimas a la clorofilasa, la cual ataca directamente al grupo fitol de la clorofila, provocando con esto un cambio de color (14).

Al analizar las ECE y ESE para T1-T2 en MT y MH, se aprecia en la gráfica 5, una diferencia de 10 días en el período de almacenamiento para ECE, en función de la concentración de clorofila. Este incremento en la vida útil de la espinaca es atribuido al efecto producido por el envase, ya que este permite un aumento en la concentración de CO₂ en la



4. Evaluación del efecto de la temperatura en la retención de clorofila para ESE, considerando constante el manejo del producto.

—•— T_0
 ——— T_1
 - - - - T_2



5. Evaluación del efecto de las películas plásticas sobre el % de clorofila retenida, manteniendo al producto a T° de refrigeración y manejo constante.

— P₁-T₁ - - - - P₂-T₁
 - - - - P₁-T₂ ······ P₂-T₂
 — C-T₁ - - - - C-T₂

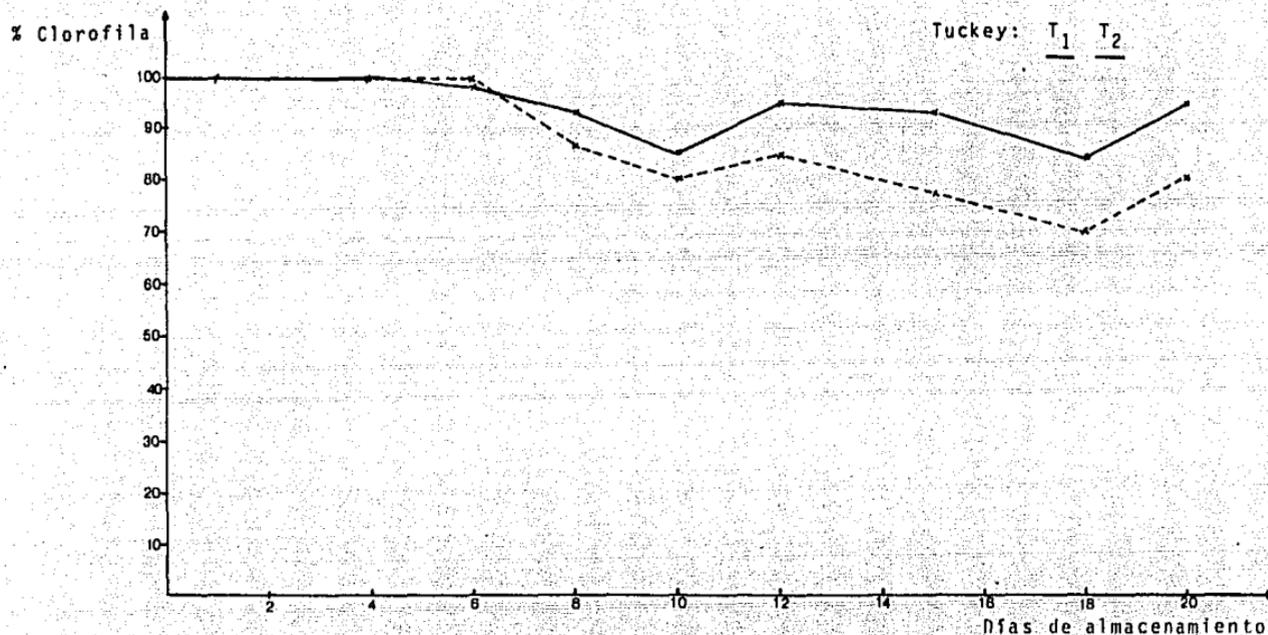
atmósfera modificandola y favoreciendo de esta manera la disminución en la velocidad de las reacciones enzimáticas y consecuentemente la degradación de clorofila. Tal condición es confirmada al efectuar el análisis de variancia para la interacción T1, T2, C, P1, P2, MT y MH (Apéndice 4), denotandose la diferencia significativa entre ESE y ECE.

En la misma gráfica 5, se puede observar que existe un periodo de adaptación del producto al medio que lo rodea, del 6° al 10° día de almacenamiento, periodo en el cual es semejante el comportamiento de las hortalizas sometidas a los diferentes tipos de película plástica. A partir de este día, se supone que se empieza a manifestar el efecto que produce el envase en la atmósfera que rodea a las espinacas, dando como consecuencia diferentes concentraciones de clorofila al finalizar el almacenamiento (20° día).

De igual forma el comportamiento errático en la degradación de clorofila, evidenciado en esta gráfica, es visualizado en el trabajo realizado por Mc Gill, Nelson y Steinberg, 1966 quienes reportan, que en el 5° día de almacenamiento tenían un 75 % de clorofila, en contraste con el 11° día en que se tenía 96 % y al finalizar el periodo (14° día), mantiene el 74 %, con temperatura de 1.1° C y una concentración de 14.7 % de O₂ y 4 % de CO₂.

Debido a que la vida útil de las ESE a T1 ó T2, unicamente es de 6 días en comparación con las ECE que es de 20 días, se consideró neces-

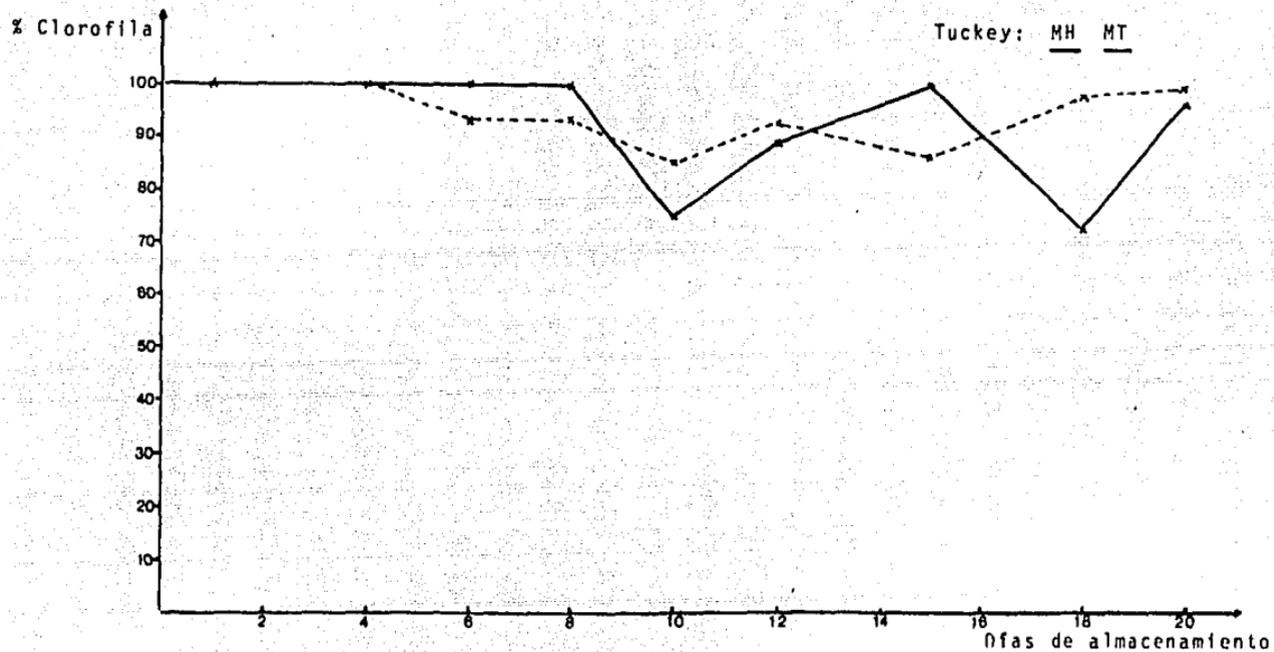
rio realizar un factorial donde se excluyeran, obteniéndose una diferencia significativa entre T1 y T2 (Apéndice 4), dando como mejor tratamiento 0°C. De esta forma se hace evidente que la T1 inhibe la acción de algunas enzimas, ya que la clorofila es degradada en menor proporción. Esto es observado en la gráfica 6, donde se aprecia que a dicha temperatura se mantiene una mayor concentración, al finalizar el periodo de almacenamiento (20° día) de 95 %, en comparación con la retenida a T2 que fué de 80.3 %. De igual forma existe una diferencia significativa para el manejo del producto en el mismo factorial, obteniéndose como mejor tratamiento el MH. Esta diferencia puede ser observada en la gráfica 7, donde se aprecia que para P1 T1, el MH mantiene una concentración de clorofila de 99 % en comparación con la concentración de 96 % mantenida por el MT. Así mismo, en la gráfica 8, para P2-T1 se tiene 97 % y 87 % para MH y MT respectivamente. Este pudiera ser atribuido a que los MT están formados por hojas grandes y pequeñas, lo cual da una heterogeneidad al producto y por lo tanto diferentes concentraciones de clorofila; en contraste con MH, en donde las hojas que lo conformaban tenían en promedio un área foliar de 200 cm², obteniéndose así una homogeneidad en la muestra, lo cual implica una concentración de clorofila con menos variación.



6. Evaluación del efecto de la temperatura de refrigeración en el % de clorofila retenida para ECF, considerando constante el manejo del producto.

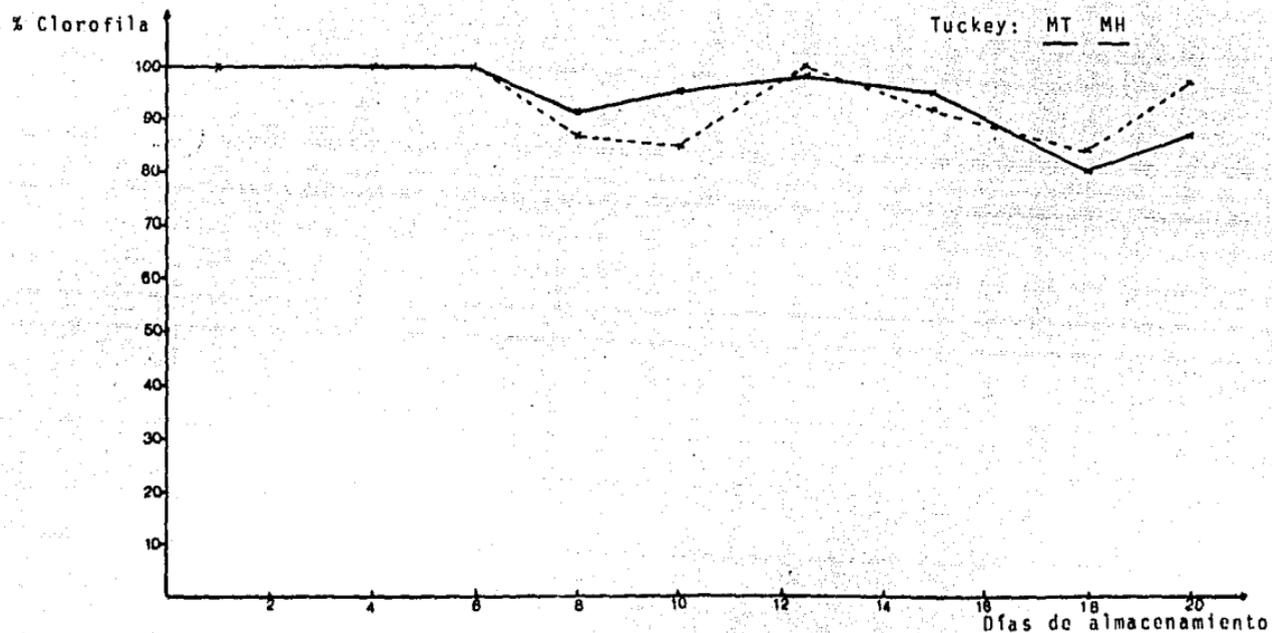
— T_1
 - - - T_2

51



7. Evaluación del efecto del manejo del producto en la retención de clorofila en espinacas a 0°C y envasadas en P₁.

— MT
 - - - MH



8. Efecto del manejo del producto en la concentración de -- clorofila retenida, en espinacas a 0°C y envasadas en P₂.

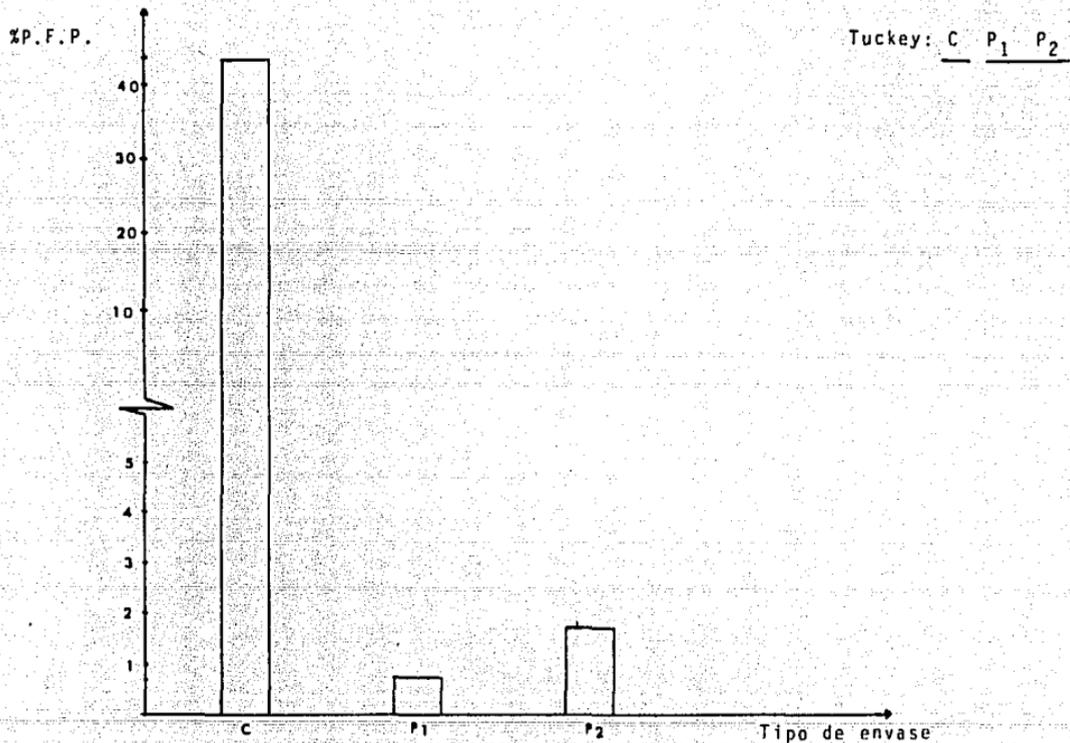
— MT
 - - - MH

3.1.3 % PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO.

La P.F.P. es una de las principales causas de deterioro ya que no sólo afecta en cuanto a una disminución del peso comerciable, sino también al deterioro de la calidad. La pérdida de turgencia en las células de la superficie en los vegetales pueden dar como resultado un producto - invendible.

El funcionamiento adecuado de los almacenes frigoríficos deben tener en cuenta el criterio de minimización de pérdidas, así como el uso adecuado de otras condiciones de almacenamiento como pudiera ser la atmósfera modificada, la cual permite la mínima P.F.P. porque propicia elevadas HR, reduciendo la pérdida de agua, que se da por difusión del vapor de agua de la superficie foliar al medio.

Se analizó primeramente T_a , encontrándose diferencia en el % -- P.F.P. para ESE con respecto de las ECE. En el histograma 4, se aprecia el 7° día de almacenamiento, período alcanzado por las espinacas a esta temperatura bajo cualquier tratamiento, este comportamiento es originado por el efecto que causa la película plástica. Esta última y el producto conforman un sistema donde ocurren 2 procesos simultáneos, la respiración de las hojas provocando el consumo de O_2 , la generación de CO_2 y vapor de agua, así como el intercambio de gases a través de la película, lo que favorece la velocidad de respiración provocando que la cantidad de vapor



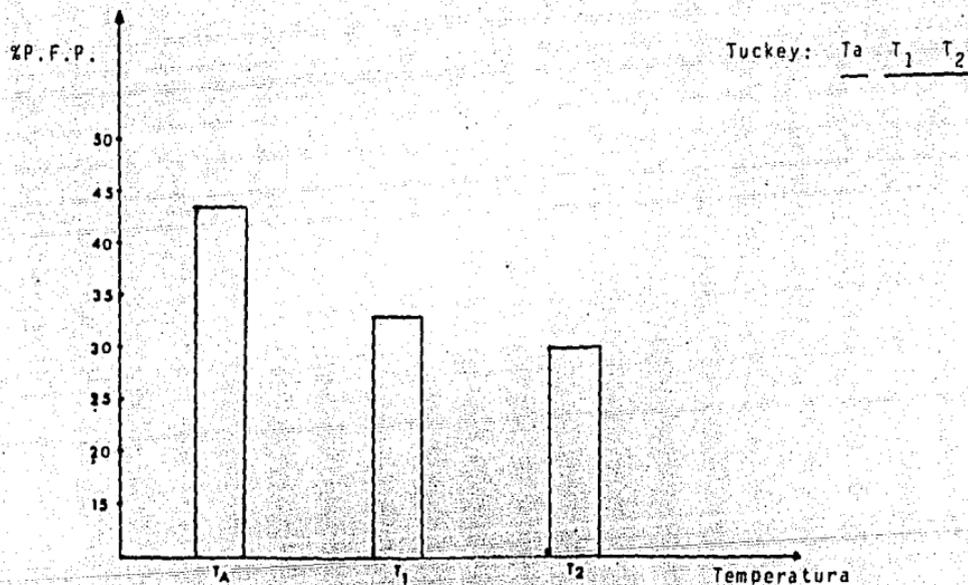
4. Evaluación del %P.F.P. en espinacas en HT y MH a Ta por un período de 7 días.

de agua producido sea menor evitándose de esta forma una pérdida de peso.

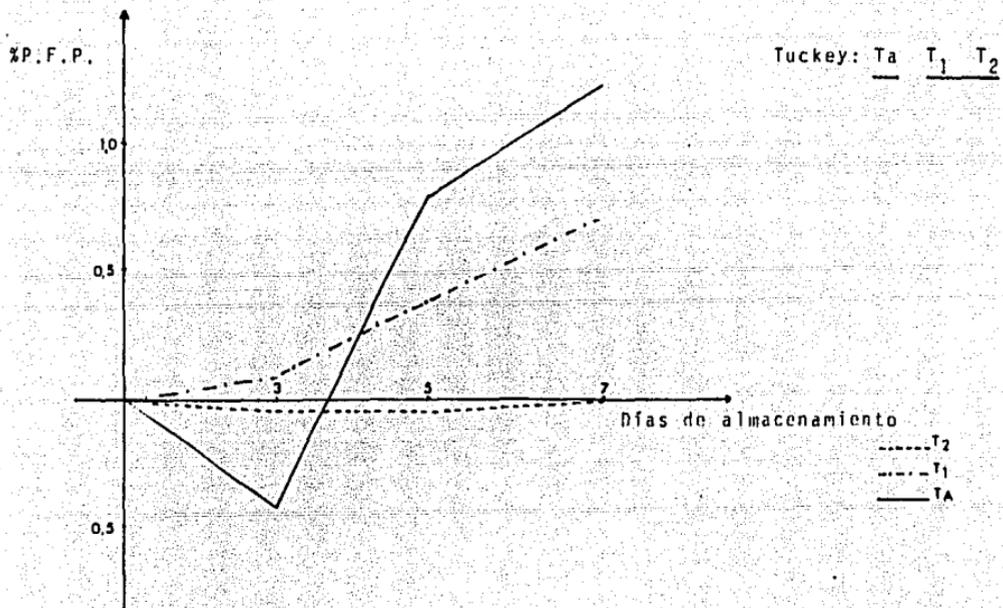
Para el caso donde no se tiene envase, la velocidad de respiración, no se ve afectada y por lo tanto hay mayor producción de vapor de agua, con respecto del primer caso causando la deshidratación del material. Es por lo anterior que el % P.F.P. para ESE, manteniendo como constante el manejo es de 43.6 % y para ECE se tiene 0.7 y 1.7 para P1 y P2 respectivamente.

Por otro lado, cuando las ESE se sometieron a T1 y T2 se notó que la pérdida de peso fué menor, al compararlas con Ta, cuyo valor fué de 43.58 % contra 33 y 29.8 %, éstos valores se obtuvieron considerando al manejo como constante; en el histograma 5, donde se comparan ESE a las temperaturas citadas, para el 7° día de almacenamiento se hace evidente que la refrigeración ayuda evitando que las espinacas se marchiten por pérdida de agua, al disminuir la velocidad de respiración. Analizando ahora para ECE se observa el mismo comportamiento; en la gráfica 9, se aprecia que el porcentaje más alto (- 1.2320), se obtiene con Ta, corroborando lo anteriormente dicho.

La vida útil de C-T1 y C-T2 se prolongó 2 días más con respecto del C-Ta, para MT y MH, es decir que para el primero se tuvieron 9 días y para el segundo 7; lo anterior se ve reflejado también en los valores de P.F.P. donde se tuvo para CT1 = -45.26 % y C-T2 = -36.60 %, lo que quiere decir, que 2 días después, las temperaturas de refrigeración esta-



5. Efecto de la temperatura (°C) sobre el %P.F.P., para espinacas en MT y MH, sin envasar, en un periodo de almacenamiento de 7 días.



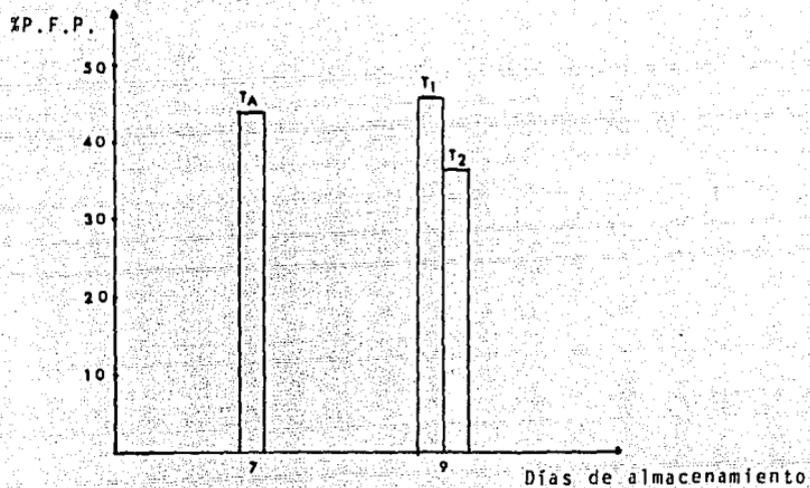
9. Efecto de la temperatura sobre el %P.F.P. para espinacas sometidas a manejo constante y envasadas (P_1, P_2).

ban por abajo ó sobre el valor obtenido en C-Ta, histograma 6.

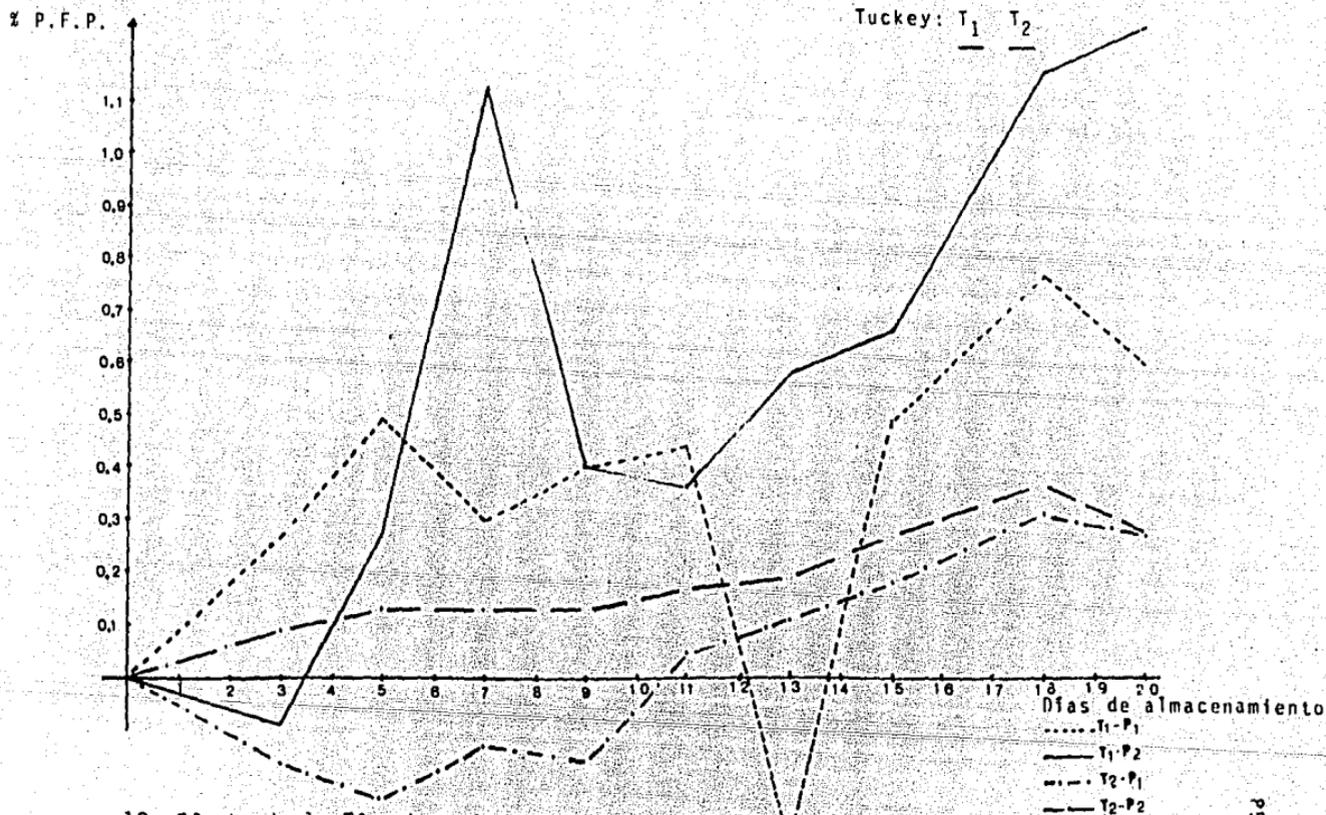
El análisis factorial desarrollado para la relación Ta - T1-T2, C-P1-P2, MT y MH (Apéndice 4), para 7 días de almacenamiento, muestra la diferencia significativa entre Ta y T1-T2, así como para C con P1-P2; no se reflejó diferencia entre los manojos, es por esta razón que se consideró al manejo como una constante. Después de este factorial se realizó otro, donde el arreglo fué T1-T2, C- P1-P2, MT-MH (Apéndice 4), pero en este caso para un lapso de 9 días, obteniéndose del mismo, la diferencia entre C y P1-P2, efecto observado en el factorial anterior.

Las ECE que fueron sometidas a T1 y T2 alcanzaron 20 días de almacenamiento, por lo que se consideró necesario realizar el análisis factorial donde se tuviera la interacción de éstos parámetros (Apéndice 4), teniéndose como respuesta que no es igual utilizar una u otra temperatura. Por este conducto se llegó a dilucidar que T2 evita en mayor medida la P.F.P., como se hace evidente en la gráfica 10, donde T1-P1 finaliza su período con -0.60 % comparada con T2-P1 que termina con -0.27 % y para T1-P2 se observa -1.27 % contando para T2-P2 = 0.28 %, con lo que se demuestra que la mejor temperatura en cuanto a P.F.P. es 2° C con MT-MH y P1-P2.

como se sabe uno de los factores que afectan la P.F.P. es la HR, se dice que a mayor HR menor % P.F.P.; por esto se decidió determinar el intervalo de humedad que se tenía en la cámara, se obtuvo que para T1, --



6. Efecto de la temperatura de refrigeración sobre el %P.F.P. y tiempo de almacenamiento para ESE, considerando el manejo del producto constante.



10. Efecto de la T° sobre el %P.F.P. para espinacas envasadas y considerando el manejo constante.

la HR = 88-93 % y en T2 la HR = 96-98 %, se cree que este comportamiento se reproduce en la atmósfera dentro del envase, teniéndose con esto una HR mayor en T2, con lo que se puede inferir que mientras más alejada este la atmósfera de la saturación, en este caso T1, se tendrá mayor difusión de agua de la superficie foliar al micromedio y posteriormente al ambiente (cámaras de refrigeración) por lo que se obtiene a ésta mayor P.F.P. (1.25 %) que a T2 (0.28 %).

3.1.4 ACIDO ASCORBICO.

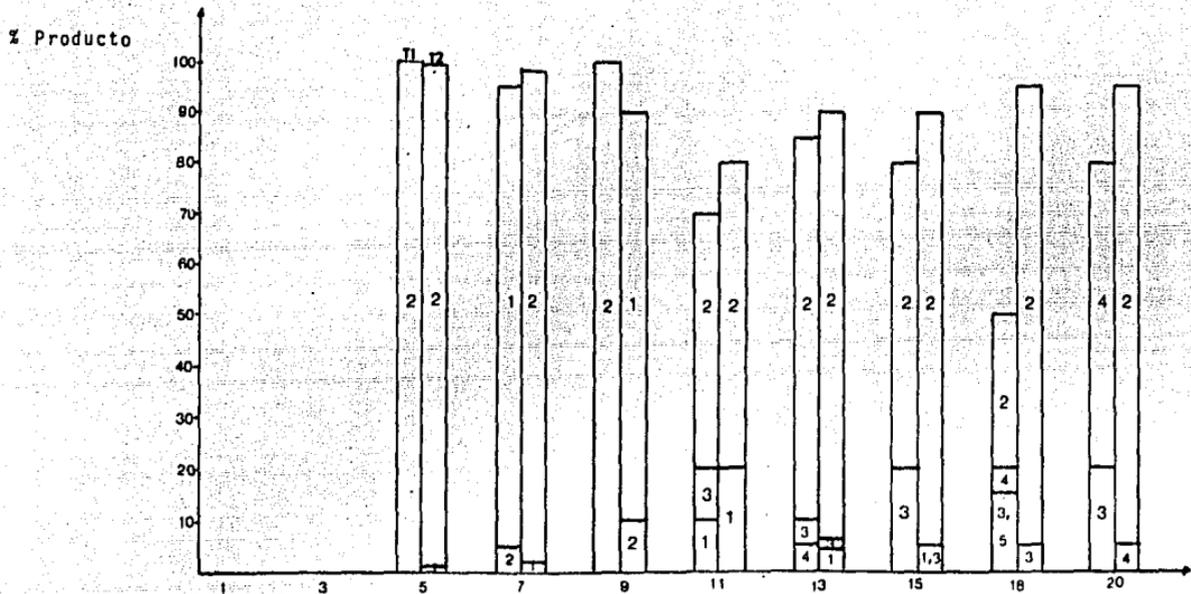
Es importante considerar, la calidad nutricional de las Espinacas, la cual esta dada principalmente por el contenido de vitaminas. En tre éstas se encuentra el Acido Ascórbico, el cual es un constituyente - encontrado ampliamente en los tejidos de las plantas.

Para su determinación se recurrió a la prueba de titulación con 2,6 diclorofenilindofenol (Apéndice 2), sin embargo, debido a que la - acción reductora del indofenol, es interferida por compuestos como Fe y - Mg, constituyentes importantes en espinacas, los resultados obtenidos no fueron del todo satisfactorios por lo que en la segunda fase experimental se aplicó una técnica diferente (evaluada con anterioridad).

3.1.5 APARIENCIA.

Como la comercialización de las hortalizas de hoja en fresco, - entre otras, dependen de la apariencia de las mismas, se consideró necesaria su evaluación. Se debe recordar que esta determinación, esta basada en la turgencia de las espinacas.

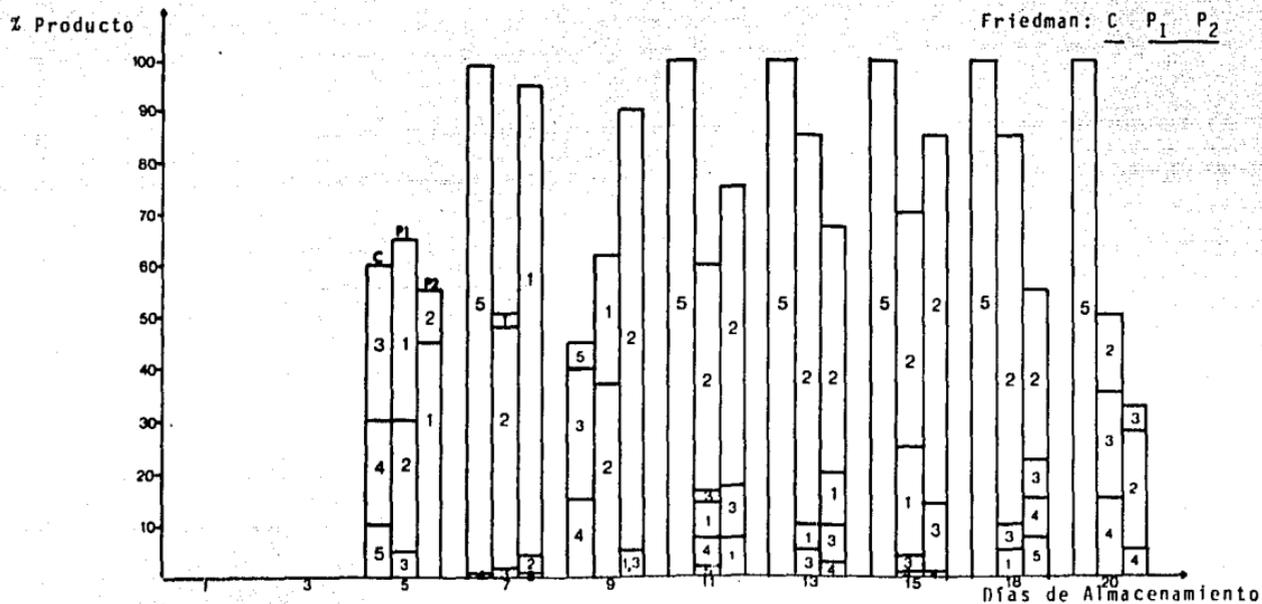
De todas las interacciones que se realizaron al efectuar el - análisis estadístico para cada temperatura, ESE-ECE y MT-MH (Apéndice 5) se obtuvo respuesta significativa solamente cuando se trabajó con MT y - P2 para T1 Con T2 denotandose como la mejor a esta última, esto se dió - porque T2 evitó que las espinacas sufrieran daños por frío, lo que no sucedió con las que se mantuvieron a T1, repercutiendo lo anterior en la - apariencia del material; esto explica porque se tienen mejores resultados a 2° C. En el histograma 7, se aprecia esta diferencia. Para el 13° día de almacenamiento en T1 ya no hay espinaca con valor de 1, sin - embargo, para el 15° día a T2, todavía se tiene el 5 % en este valor. Se evidencia también que para el 18° día se tiene a T1, el 20 % en 4, -- a diferencia del 20° donde a T2, se tiene el 5 % en 4, por lo que se ve - claramente que la mejor temperatura en estas condiciones es 2°C. Debido a que nada más se obtiene esta respuesta, se penso en manejar los datos - como si se tuviera un solo manejo del producto, con el fin de encontrar - alguna otra respuesta, para lo cual se hizo un promedio de los valores de MT y MH. En la discusión de resultados de color y apariencia se aplicó este criterio.



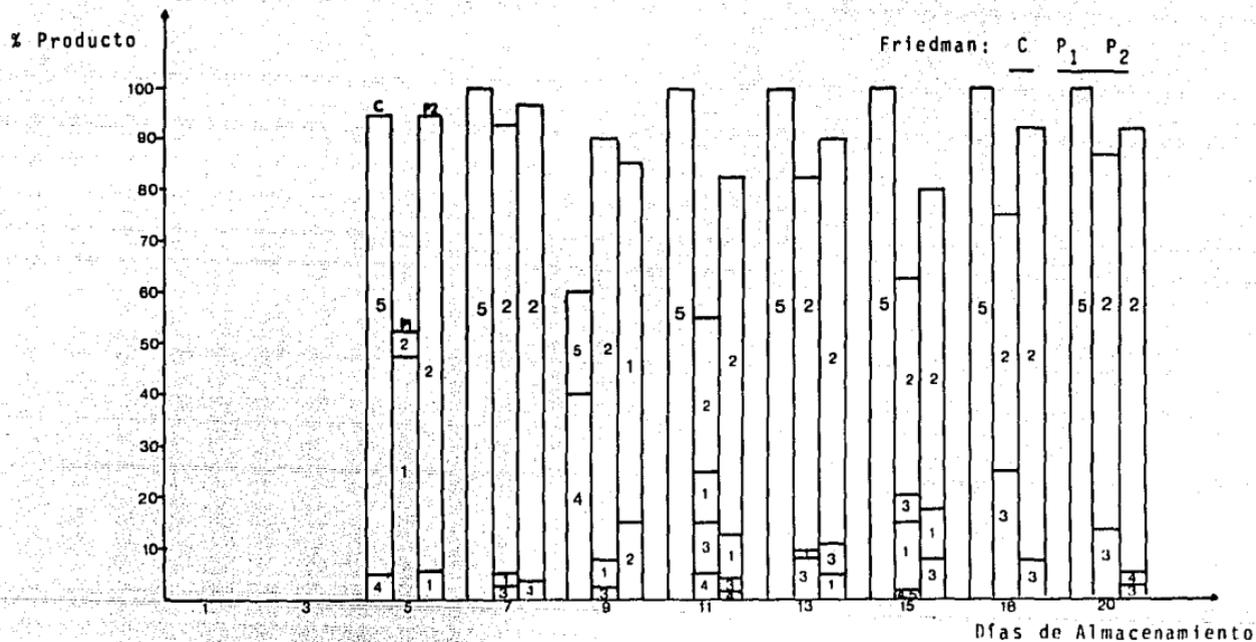
7. Evaluación del % de producto con diferentes valores de apariencia, para espinacas conformadas en HT, envasadas en P₂, sujetas a T₁ y T₂ por un periodo de 20 días de almacenamiento.

Primero para la interacción de C-P1-P2 para T1 y después para T2 (Apéndice 5); obteniéndose en ambas diferencias significativas entre ESE y ECE. Esto es atribuido a que la película evita que se pierda agua y por lo tanto que la turgencia de las espinacas se mantenga; a diferencia de lo que sucede con las ESE, donde se tienen % P.F.P. elevados, lo que trae como consecuencia la flacidez de las hojas, repercutiendo en la apariencia de las mismas. lo anterior se observa en los histogramas 8 y 9, donde para el 7° día el CT1 y CT2 tienen el 100 % de la población en un valor de 5, mientras que para las ECE los valores se encuentran en 1 y 2. Aún cuando el período de almacenamiento se dió por terminado a los 20 días para las ECF, no se llega a tener al producto en su totalidad en 5 de apariencia en ninguno de los 2 tratamientos evaluados.

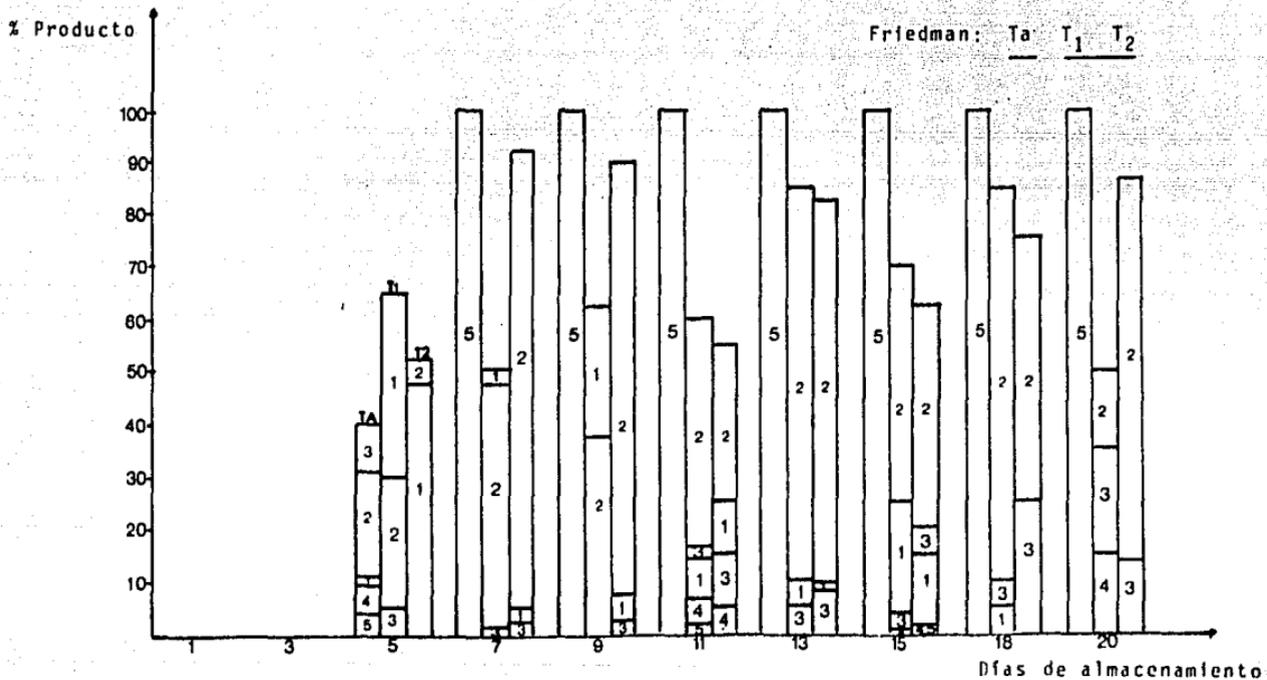
Las siguientes interacciones en las que se encontraron respuestas fueron Ta-T1-T2 con P1 (Apéndice 5) y posteriormente con P2 (Apéndice 5); obteniéndose como respuesta la diferencia entre Ta con T1-T2. Aquí se evidencia que las temperaturas de refrigeración con P1 y P2 indistintamente ayudan a mantener a las espinacas en buena apariencia por un tiempo mayor (20 días) que las que fueron sometidas a Ta (7 días). Esto se observa en los histogramas 10 y 11 donde se tiene que para el 7° día de almacenamiento a Ta, el 100 % del producto se encuentra en un valor de 5, a diferencia de T1 y T2, donde se tienen valores de 1 y 2 hasta el 15° día y de 2 y 3 con un mínimo (5 %) de 4 para el 20° día. De esta forma se puede apreciar que las temperaturas de refrigeración influyen sobre este atributo de calidad de manera positiva.



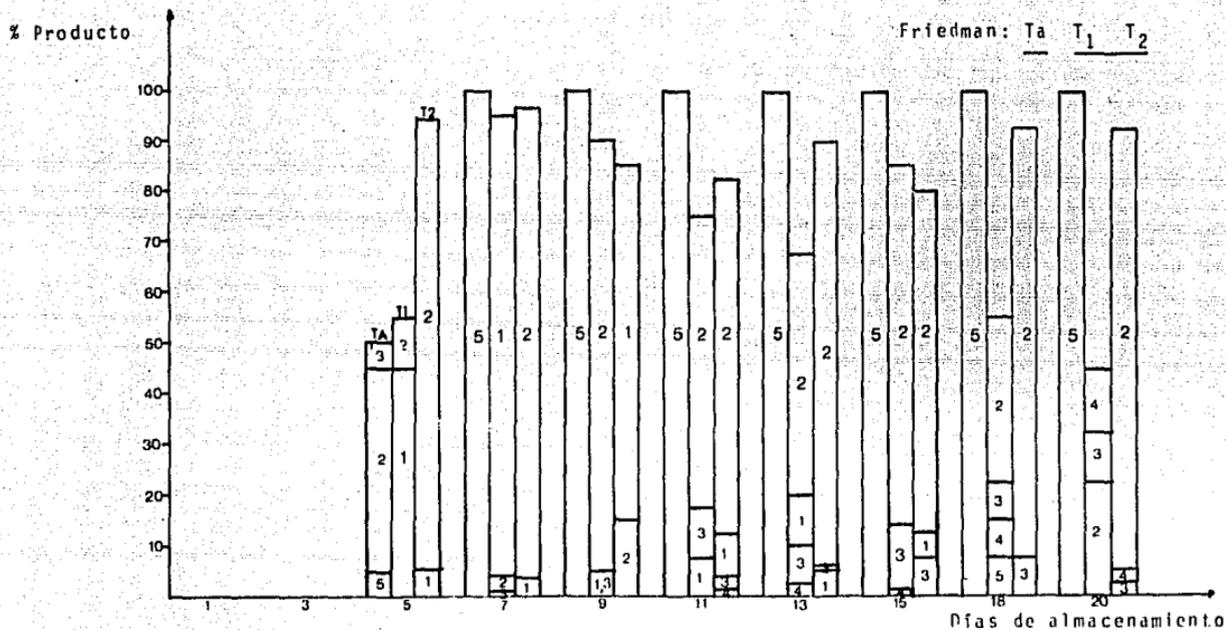
8. % de producto con diferentes valores de apariencia en espinacas en MT y MH -- sujetas a T₁, por un periodo de 20 días.



9. % de producto con diferentes valores de apariencia en espinacas en MT y MH -- sujetas a T₂, por un periodo de 20 días.



10. Evaluación del % de producto con diferentes valores de apariencia para espinacas envasadas en P_1 , a las diferentes temperaturas, por 20 días de almacenamiento, manteniendo el manejo constante.



11. Evaluación del % de producto con diferentes valores de apariencia para espina cas envasadas en P₂, a las diferentes temperaturas, durante 20 días de almacenamiento, manteniendo constante el manejo del producto.

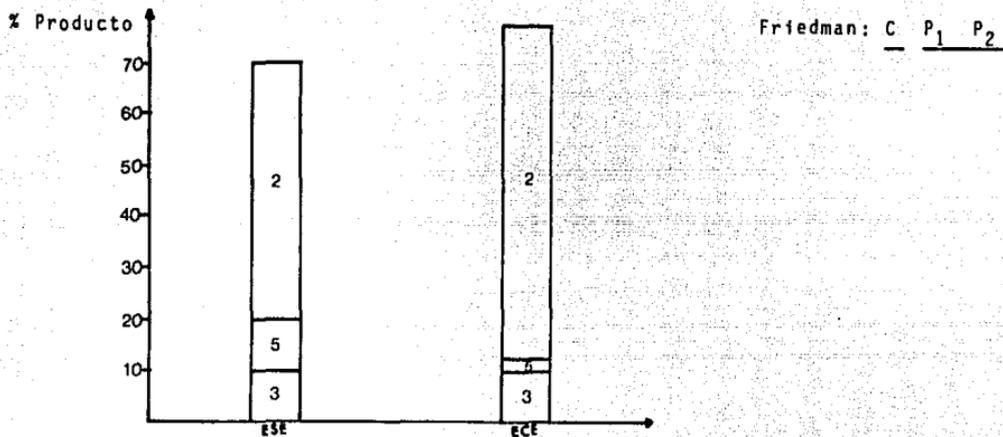
Cabe considerar a nivel de comentario que hipoteticamente se esperaban diferencias entre las películas (P1, P2) en las diferentes temperaturas, sin embargo al aplicar el análisis correspondiente esto no se cumple, probablemente debido a que los grosores de los envases no son lo suficientemente diferentes como para generar atmósferas modificadas que permitan una evaluación apreciable.

3.1.6 COLOR.

Debido al impacto visual que causa el color de la espinaca durante su comercialización al consumidor, es considerado como parámetro de evaluación importante, para ello se recurrió al análisis estadístico no paramétrico, haciendo énfasis solamente en las interacciones donde se obtuvo una respuesta significativa.

La primera diferencia está dada por la interacción de C, P1, P2 para Ta, MH y 6 días de almacenamiento, la cual indica que el comportamiento de las "ESE" difiere de las "ECE".

En el histograma 12, se manifiestan los mismos valores (2, 3, 5) en la escala de color, para ésta interacción, pero el porcentaje de 2 es mayor y el de 5 menor para P1 y P2 con respecto del C, ésta diferencia puede deberse al efecto que tiene el envase, el cual provoca un incremento en la concentración de CO₂, propiciando una atmósfera modificada, éste aumento influye en las reacciones enzimáticas que se llevan a cabo en el cloroplasto, inhibiendo entre otras enzimas a la clorofilasa, la cual actúa sobre la clorofila, que está directamente relacionada con el parámetro evaluado, ocasionando que el color verde se transforme en un color oliváceo (14). Repercutiendo en la presencia de material en la escala de color correspondiente al # 5 expresado esto en porcentaje.



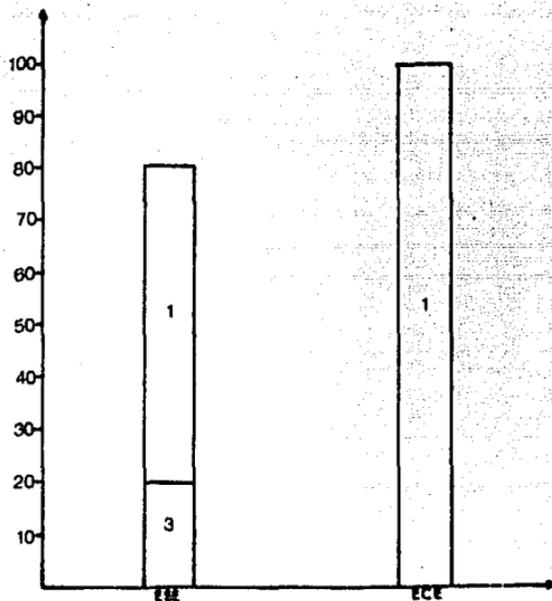
12. Comparación del % de producto con diferentes valores de color para ESE y ECE conformadas en MH y mantenidas durante 6 días a Ta.

De igual forma, para espinacas mantenidas a T2, M1 y 10 días de almacenamiento para la misma interacción de parámetros existe una diferencia significativa entre "ESE" y "ECE". Esto se aprecia en el histograma 13, donde se observa que el 100 % de las espinacas envasadas en ambas películas se encuentran en un valor de 1, mientras que en las "ESE" se -- presenta el 20 % en un valor de 3, advirtiéndose nuevamente el efecto del envase.

En la interacción T1-T2 para C-MH el 10° día, se concluye que - la mejor temperatura es 2° C (Apéndice 5), esto es observado en el histograma 14. Con lo anterior, se aprecia una discrepancia con lo obtenido para clorofila, ya que en éste parámetro la mejor temperatura fué 0° C; - ésta discordancia puede deberse a los daños por frío observados en T1, los cuales como ya se ha observado anteriormente, causan flacidez y oscurecimiento en la hoja, lo que no sucede a T2, donde el color no se ve afectado por éste tipo de alteración.

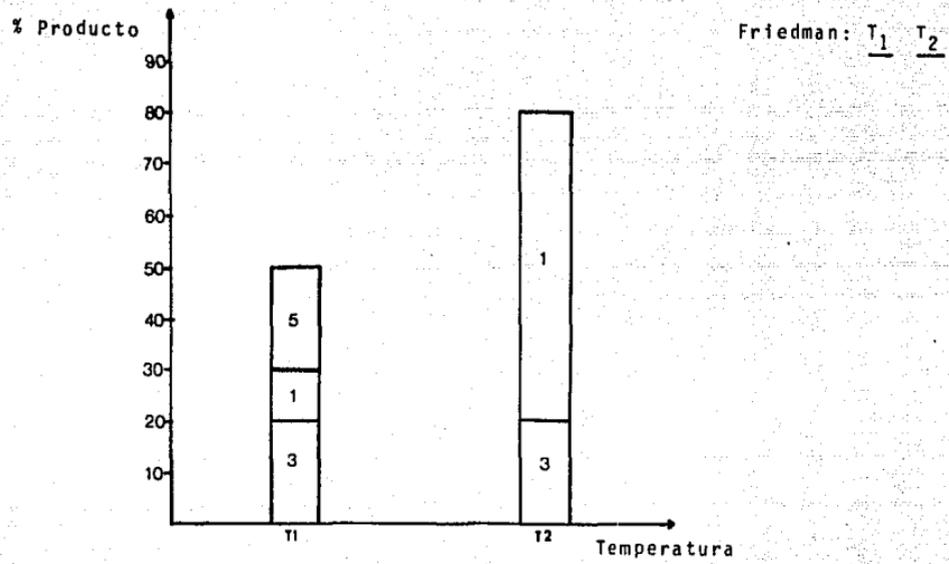
La misma respuesta favorable para T2, se advirtió cuando se - analizó la P1 y MH, evidenciándose lo anterior en el histograma 15, (Apéndice 5). Aquí se puede apreciar que aún cuando al 20° día se registran los mismos porcentajes de valores de color para ambas temperaturas, existe una marcada diferencia para los días 15 y 18, ya que para T1 se observa la aparición del 30 y 10 % de valores en 5 respectivamente y para T2 - solo se aprecia en el día 15 un 10 % de espinacas en 4, además los porcentajes a partir del 12° día con valores en 1 decaen hasta el 70 % para T1,

% Producto

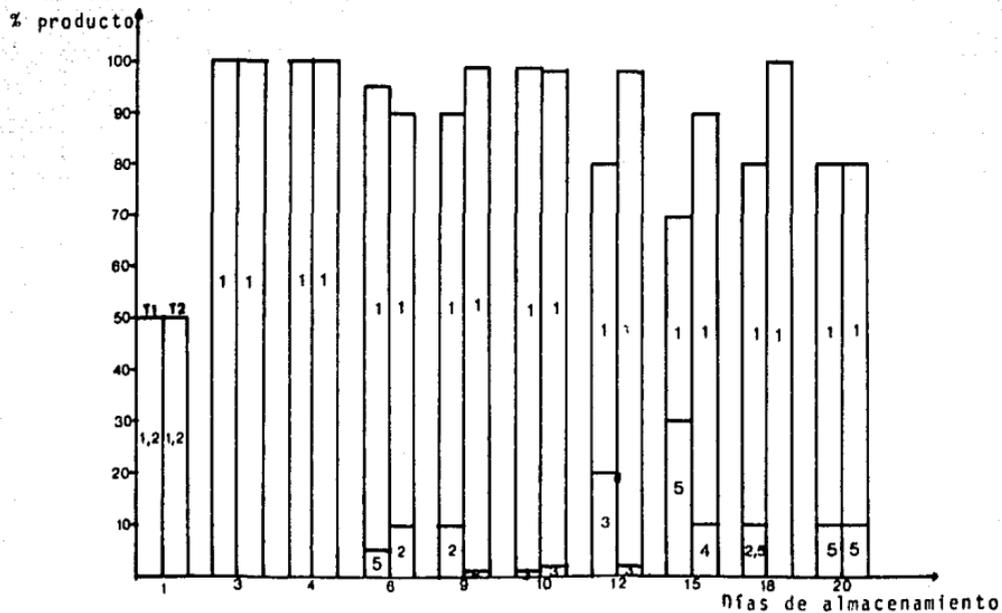


Friedman: C P₁ P₂

13. Comparación del % de producto con diferentes valores de color para ESE y ECE conformadas en MT y mantenidas durante 10 días a T₂.



14. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas a T₁, T₂, considerando únicamente el C-MH para el 10^o día de almacenamiento.



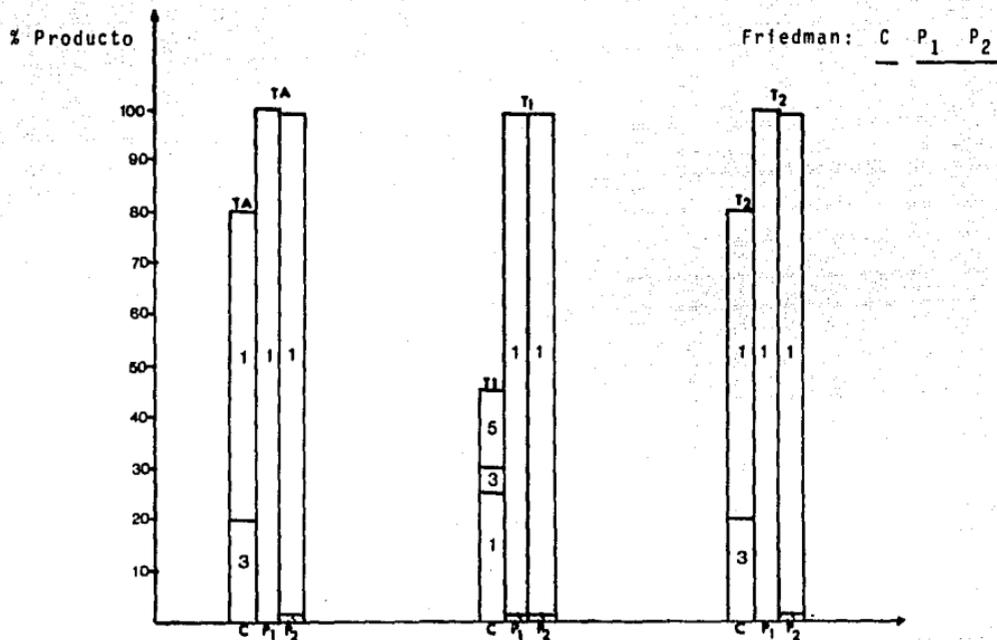
15. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas en MH, envasadas en P_1 a las diferentes temperaturas de refrigeración.

mientras que en T2 se mantienen en un intervalo de 90-100 %

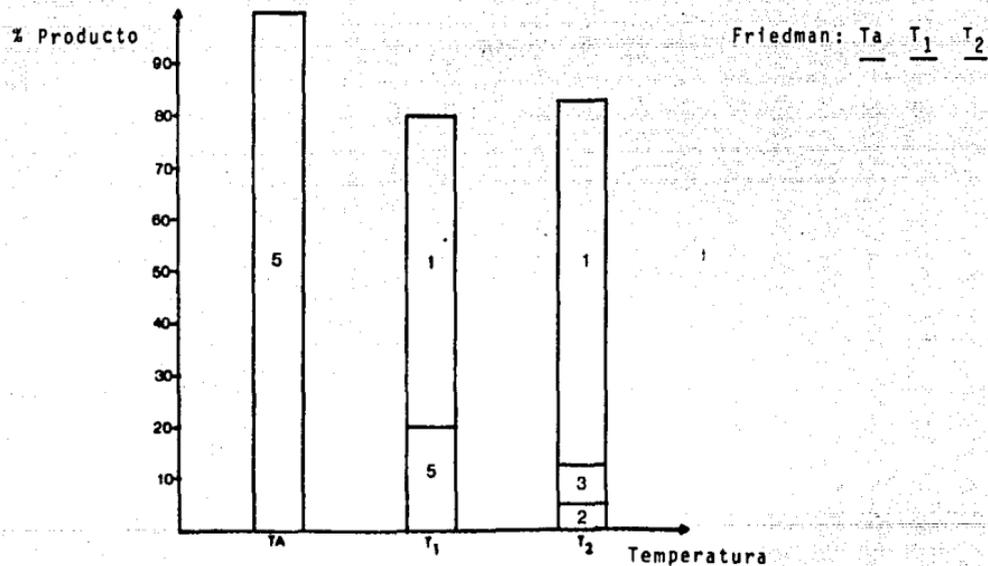
Ya que para esta determinación se obtuvieron pocas respuestas estadísticas y no se encontró diferencia en el manejo dado al producto, se decidió hacer otras interacciones, tomando al manejo como una constante. La primera fue para Ta, C-P1-P2; encontrándose una diferencia significativa entre las "ESE" y "ECE", (Apendice 5). Esta respuesta se obtuvo también cuando se analizó T1 y T2. Este comportamiento se observa en el histograma 16 donde se denota que los valores de P1 y P2 para todas las temperaturas se encuentran en 1 (99-99.5 %) y 3 (0.5-1 %), a diferencia del control, donde se tiene para T1 hasta un 45 % de 5 y para Ta y T2 el 20 % en 3.

Por otro lado cuando se analizó para la P1 al 20° día de almacenamiento se encontró que existe una diferencia significativa entre Ta, T1, T2 de las cuales se tiene que la mejor retención de color se observa en las espinacas que fueron sujetas a T2. En el histograma 17, se muestra este comportamiento evidenciándose el efecto de la refrigeración, ya que a Ta el 100 % en 5, siendo que para T1 y T2 todavía hay valores en 1, por otro lado se corrobora que la mejor temperatura es 2° C ya que para T1 se denota el 20 % en 5 y el valor más bajo observado en T2 es 3 (12.5 %).

Sin embargo al analizar el efecto de la temperatura sobre las espinacas que fueron envasadas en P2 no se encontró diferencia significa-



16. Comparación del % de producto con diferentes valores de color para FSE y ECE a T_A , T_1 , T_2 , manteniendo constante el manejo del producto.



17. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas envasadas en P₁, manteniendo el manejo como constante.

tiva, probablemente debido a que la generación de gases en este envase no se ve afectada de manera representativa a las temperaturas dadas.

3.1.7 CONCLUSIONES FASE I.

La discusión de resultados indica que las condiciones óptimas - de almacenamiento de espinacas, para esta primera fase, de manera que el producto mantenga su calidad inicial y se incremente su vida postcosecha, en función de la evaluación de los parámetros correspondientes mencionados anteriormente, son las siguientes :

TEMPERATURA. 2° C, ya que a ésta temperatura se tiene la menor Pérdida - de Peso, así como la Apariencia y el Color del producto durante el alma--cenamiento, se mantienen en valores (1, 2) considerados dentro de una calidad de exportación; además a esta temperatura se obtuvieron 20 días de vida postcosecha, incrementándose en 13 días este período, en comparación con el tiempo alcanzado a Ta (7 días).

MANEJO. El manejo del producto que ayuda a conservar la calidad inicial del mismo, lo cual se aprecia en mayor medida en los resultados originales en comparación con la significancia marcada en el análisis estadístico, - es el manejo hecho (MH).

También con este manejo, el producto envasado tiene una mejor - presentación, lo cual es importante por el impacto visual que se causa al consumidor durante la comercialización :

En esta etapa se observó que el envase es fundamental para poder incrementar la vida postcosecha de la Espinaca, ya que el producto envasa

do tuvo un periodo de 20 días en comparación con la que no fué envasada, que unicamente alcanzó 9 días.

ENVASE. Aunque el análisis estadístico (ANOVA y Prueba de Friedman) no indica una diferencia significativa en el uso de cualquiera de las dos películas (P1, P2), en los resultados originales se aprecia que P2, en función a la evaluación de retención de color y apariencia del producto es la mejor condición. Con lo que respecta al porcentaje de clorofila retenida y % P.F.P. de acuerdo con el análisis estadístico la mejor opción es P1, por lo anterior se consideró necesario que en la siguiente etapa experimental se evaluaran nuevamente las 2 películas.

De acuerdo a lo anteriormente establecido se concluyó que los mejores tratamientos obtenidos de esta fase fueron : T2 y MH.

3.2 DISCUSION SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL.

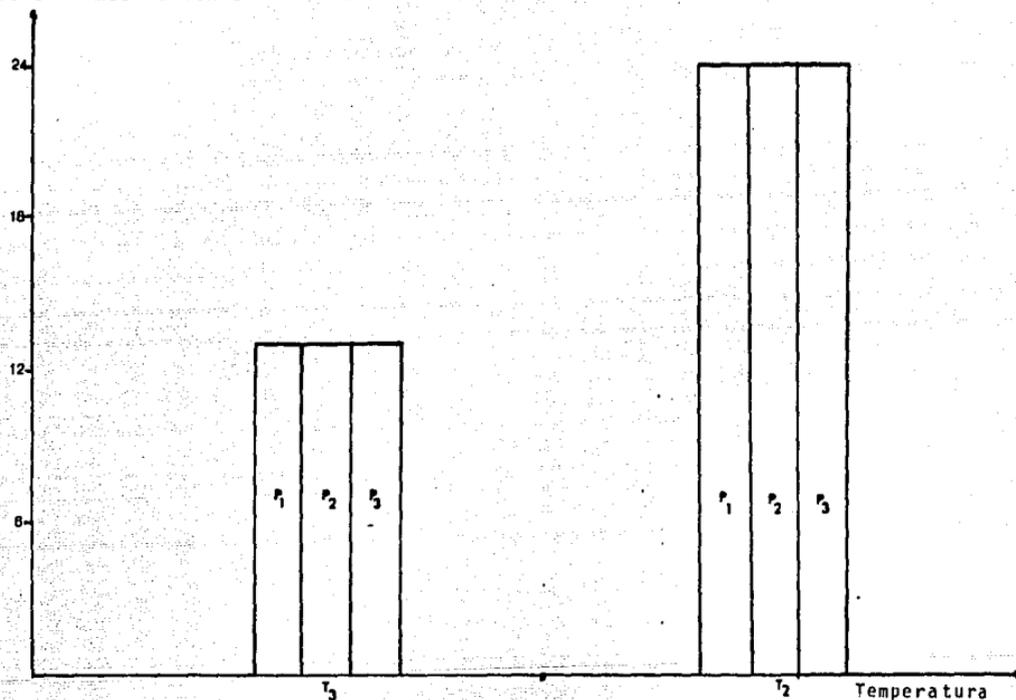
De acuerdo con los resultados obtenidos en la 1ª fase experimental se procedió a la realización de la 2ª fase experimental; para ello se recurrió a las condiciones óptimas encontradas anteriormente : T 2° C. aunado a ésta la T de refrigeración de 4° C, el uso de las películas plásticas junto con la evaluación de una tercera, dándole al producto el mismo manejo. A continuación se procede con la discusión de los resultados:

3.2.1 TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.

En el histograma 18, se puede apreciar que la temperatura es un factor determinante para prolongar la vida del producto en condiciones aceptables, esto puede inferirse, porque las espinacas tratadas a T3 sólo alcanzan un período de 13 días de almacenamiento, a diferencia de los 24 días obtenidos en el producto sometido a T2. Esta diferencia de tiempo, como se mencionó anteriormente, puede ser atribuida a la influencia de bajas temperaturas en la intensidad respiratoria de las hortalizas. De igual forma influyen directamente en la disminución de la velocidad de las reacciones enzimáticas que actúan en el metabolismo del producto.

Cabe mencionar que en esta fase las espinacas sufrieron el efecto de una falla mecánica en la cámara de almacenamiento al 6° día ocasionado por un incremento de temperatura en las cámaras de refrigeración de

Días de Almacenamiento



18. Evaluación de la temperatura con respecto al tiempo de almacenamiento -- para espinacas envasadas (P_1 , P_2 , P_3), manteniendo el manejo del producto como constante.

13° y 18° C para T2 y T3 respectivamente, durante 10 hrs. Este cambio brusco provocó que el producto mantenido a T3, sufriera mayores alteraciones en su metabolismo en comparación con el almacenado a T2, lo anterior puede deberse a que T3 estaba llegando a una temperatura crítica, la cual interfirió con el efecto buscado con la refrigeración.

De ésta situación se puede establecer que el almacenamiento a T2 resulta más ventajoso para ésta especie foliar, ya que bajo esta condición, resiste mejor un cambio brusco de temperatura, lo cual indica que durante la comercialización, en caso de sufrir una alteración parecida al producto, las pérdidas económicas provocadas serán mínimas, asegurándose así la venta casi total de la carga almacenada inicialmente.

Así mismo, es de suponerse, que si la hortaliza no hubiera sufrido el stress antes mencionado, las vidas de almacenamiento alcanzadas en ambas temperaturas hubieran sido mayores; si se compara el tiempo de almacenamiento obtenido en la fase anterior se observa que la vida del producto se prolonga hasta 4 días, ya que en la primera etapa se logró un período de 20 días poscosecha, lo que hace pensar que si el producto no sufriera ningún cambio en el ambiente que lo rodea, el tiempo de vida útil sería mayor.

Aún cuando se tuvo este problema, se evidencia la diferencia en tiempos de almacenamiento obtenida a T2 por el presente proyecto en comparación con los trabajos de Mc Gill (1966), Murata y Veda (1967) y Burghheimer (1967), quienes reportan 14,21, 9 días a 1.1° C, 5°C y 1.1° respectivamente.

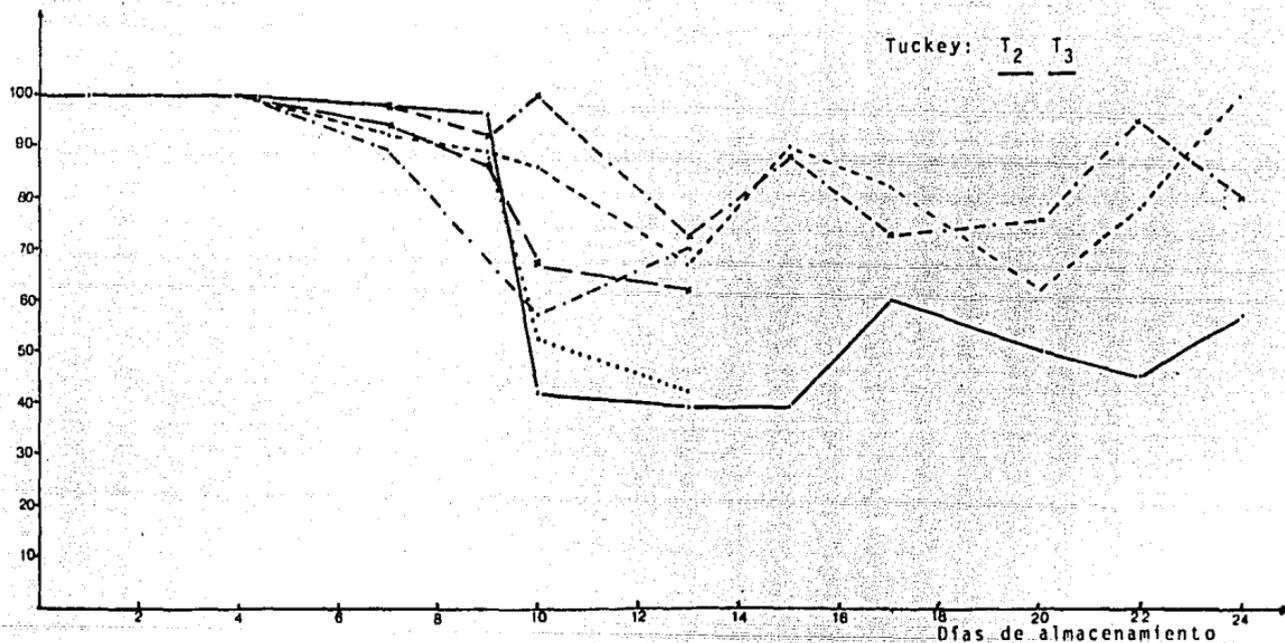
3.2.2 CLOROFILA.

El porcentaje de clorofila retenida para las espinacas almacenadas a T3-P1-P2-P3-MT se mantiene en un intervalo de 42 a 70 % al finalizar el periodo del almacenamiento (13° días) y para T2-P1-P2-P3-MT es de 57 a 100 % al 24° día, esto es evidenciado en la gráfica 11. De igual forma en la gráfica 12 se puede observar que para T3-P1-P2-P3-MH se tiene un intervalo de 52 a 70 % y para T2-P1-P2-P3-MH es de 73 a 82.5 %.

Esta diferencia a favor de la T2 en la concentración de clorofila retenida por la hortaliza, aún cuando el almacenamiento a T2 es en mayor tiempo, pone de manifiesto que en función de este parámetro el mejor tratamiento es T2. Esto es ratificado al efectuar el análisis de variancia para la interacción T2-T3-P1-P2-P3-MT-MH (Apéndice 4), en donde se obtiene una diferencia significativa entre T2 y T3 dando como mejor opción - T2. Confirmandose lo ya expuesto en la primera fase, en donde se menciona que las bajas temperaturas propician la inhibición de la actividad de algunas enzimas, entre ellas la clorofilasa retardando de esta manera la degradación de la clorofila.

Así mismo, en esta interacción, no se encuentra ninguna diferencia significativa en el uso de las diferentes películas plásticas. En cuanto al manejo del producto, se obtiene una diferencia entre MT y - - MH, estableciéndose como óptimo el MH. Lo anterior es corroborado en la gráfica 13 en donde se observa que para el 13° día de almacenamiento

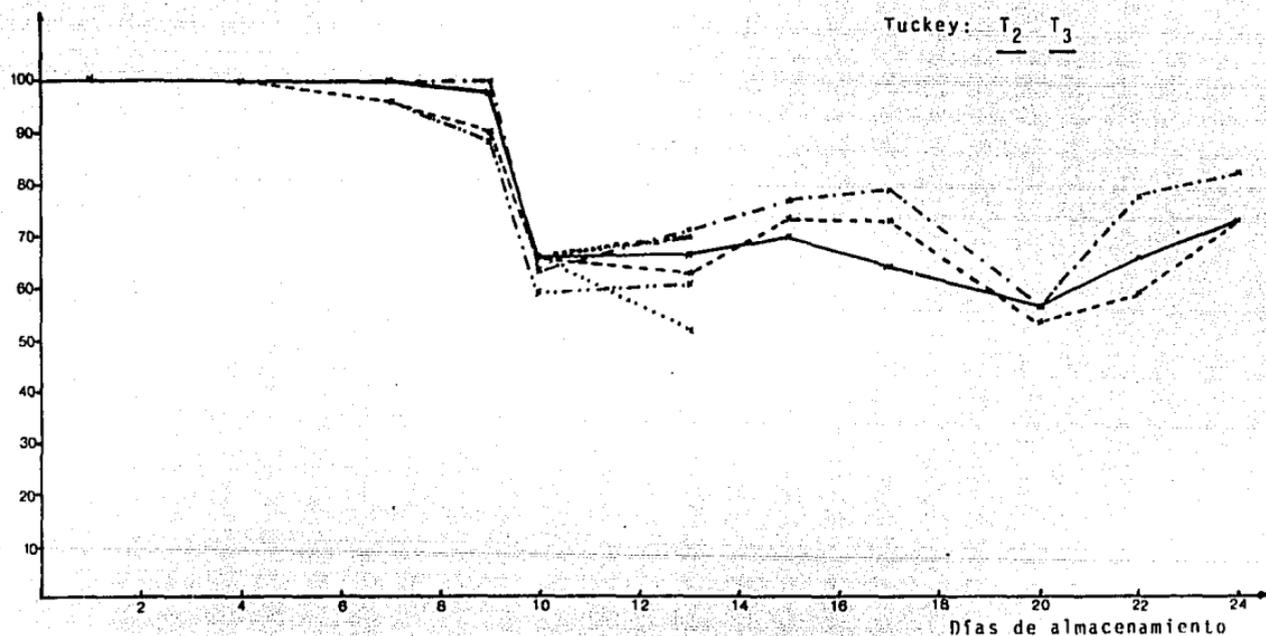
Clorofila



11. Evaluación del efecto de la temperatura sobre la retención de clorofila para espinacas envasadas y conformadas en MT.

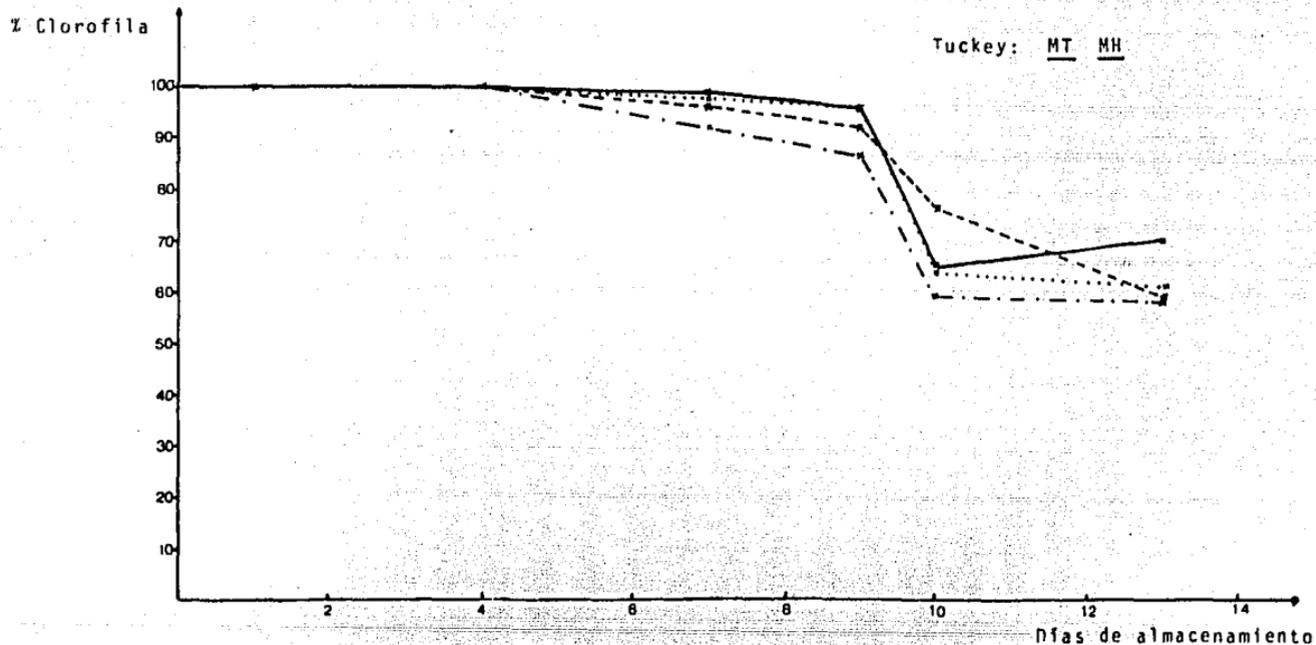
----- T₂-P₁ T₃-P₁
----- T₂-P₂ ----- T₃-P₂
----- T₂-P₃ ----- T₃-P₃

% Clorofila



12. Evaluación del efecto de la temperatura sobre la retención de clorofila para espinacas envasadas y conformadas en MH.

— $T_2 - P_1$ $T_3 - P_1$
- - - $T_2 - P_2$ - - - $T_3 - P_2$
- - - $T_2 - P_3$ - - - $T_3 - P_3$



13. Efecto de la temperatura sobre la retención de clorofila para espinacas en MT y MH, manteniendo constante el envase.

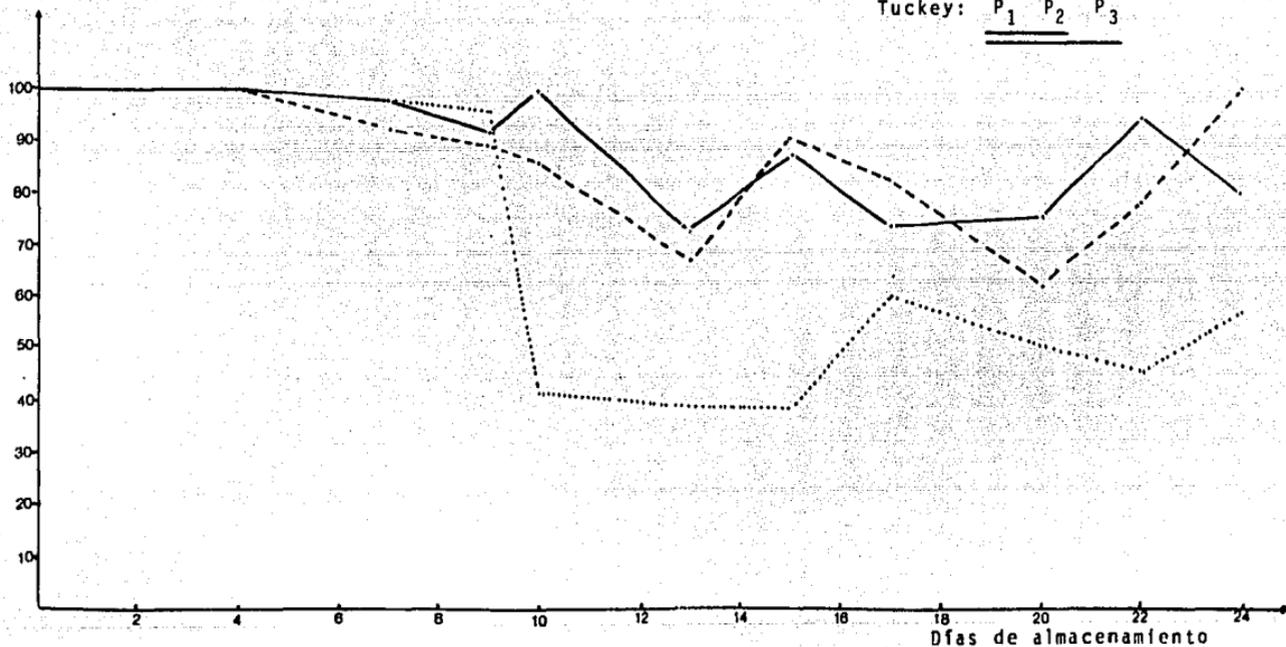
—— T₂-MH
 - - - - T₂-MT
 T₃-MH
 - · - · T₅-MT

para T2 MT, considerando el envase como una constante, mantiene la concentración de clorofila de 59 % y a T3 MT de 58 % en comparación con T2 MH, que es de 66 % y T3 MH de 61 %, mostrándose que para éste manojó se obtiene una mayor concentración, atribuyéndose ésto a la homogeneidad -- de MH, lo cual provoca una concentración de clorofila más uniforme.

Como la T3 únicamente alcanza un período de 13 días de almacenamiento, se vió la necesidad de efectuar un segundo factorial, donde se excluyera a ésta temperatura, considerándose únicamente la interacción - P1-P2-P3 y MT-MH para T2. En éste análisis se obtuvo una diferencia -- significativa en el uso de las películas plásticas, (Apéndice 4), misma que se muestra en la gráfica 14, donde se difiere que el comportamiento entre P2 y P3 varía, porque la degradación de clorofila en la primera es del 20 %, a diferencia de P3, en la que a partir del día 9 sufre una disminución considerable en la concentración, de 96 % llega a 43 % para el 10° día y para el 24° día se tiene el 57 % de clorofila. En cambio el efecto producido por la P1 sobre las espinacas, en comparación con el -- producido por P2, es semejante, ésto es evidenciado en la misma gráfica, donde se observa que para el 9° día la concentración es del 96 y 93 % -- para P1 y P2 respectivamente y que para el día 15 P1 tiene una concen- tración de 90 % y P2 de 88 %. De igual forma en la gráfica 15 se visualiza el mismo efecto en el uso de las películas plásticas para MH.

% Clorofila

Tuckey: P₁ P₂ P₃

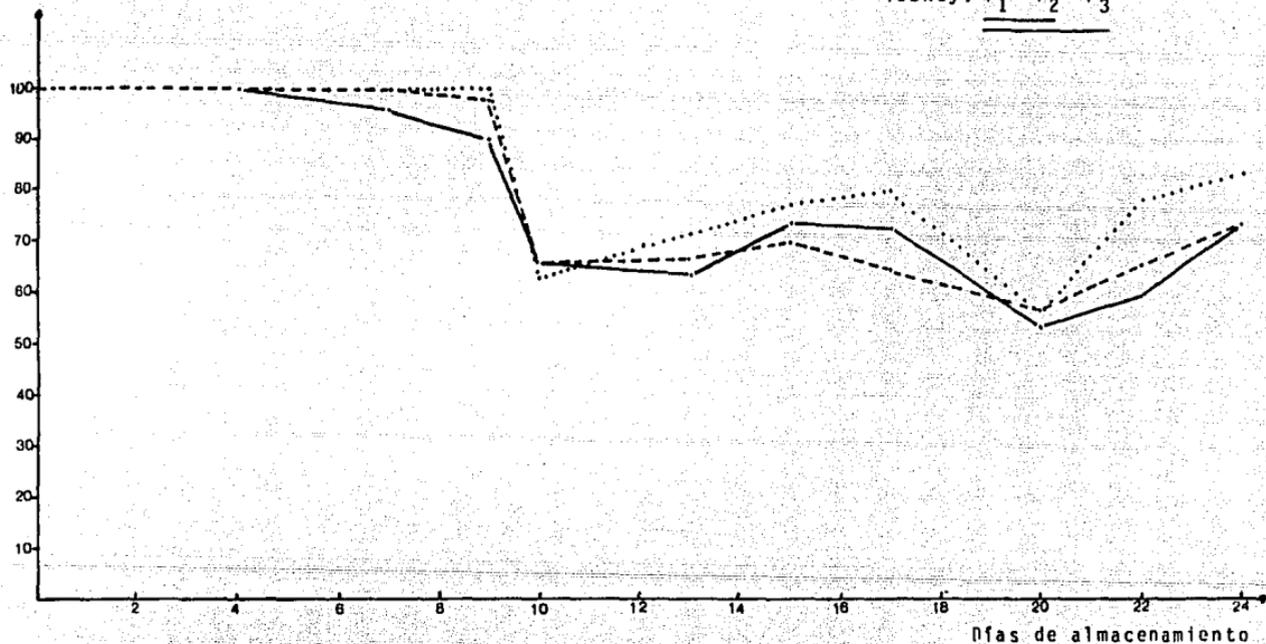


14. Evaluación del efecto de las diferentes películas plásticas (P₁, P₂, P₃), sobre la retención de clorofila para espinacas a 2°C y MT.

— P₂
- - - P₁
..... P₃

% Clorofila

Tuckey: P₁ P₂ P₃



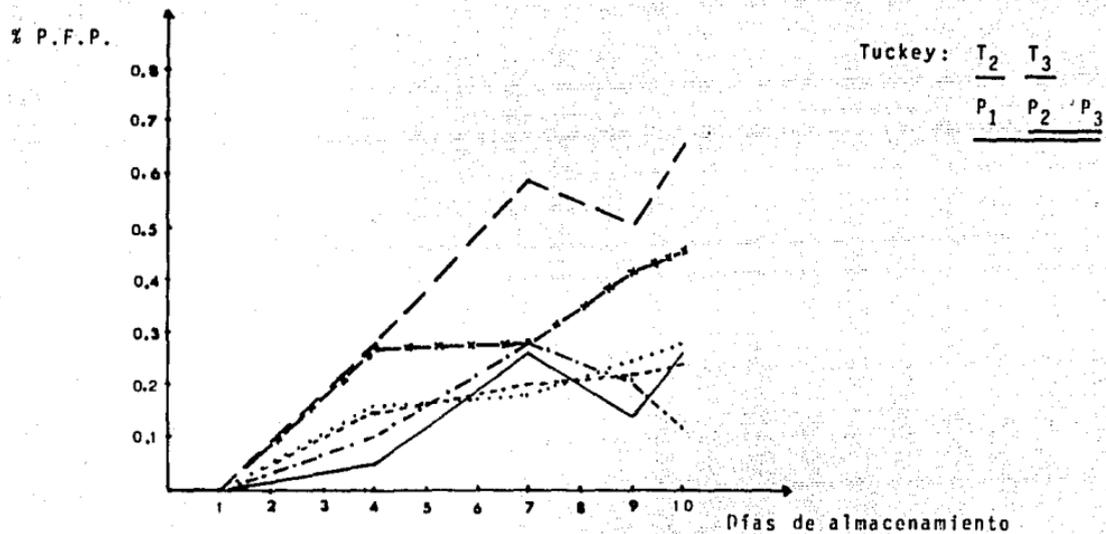
15. Evaluación del efecto de las películas plásticas (P₁, P₂, P₃), - sobre la retención de clorofila para espinacas a 2°C y HH.

--- P₁
— P₂
..... P₃

3.2.3 % PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO.

En cuanto a P.F.P. para ECE (P1, P2, P3), almacenadas a T2 y - T3, tomando como constante el manajo, hasta el 10° día de almacenamiento, período alcanzado por las espinacas sujetas a T3, se aprecia en la gráfica 16, que la menor P.F.P. esta dada por las que estuvieron sujetas a T2, envasadas en P1 y P3, para la P2 los % se encuentran muy cercanos 0.26 y 0.28 para T3 y T2 respectivamente, a pesar de esto, si se analiza el comportamiento presentado por T2, éste es más constante, ya que su pérdida de peso va siendo paulatina, a diferencia de T3, en donde se pierde peso rápidamente hasta llegar a 0.26 al 7° día, mismo que se tiene al finalizar el almacenamiento al 10° día. Con lo anterior se establece que la menor P.F.P. es a 2° C, este comportamiento puede ser atribuido a que T2 favorece la disminución de la velocidad de respiración de las espinacas ocasionando que se pierda menos agua por transpiración. Debe también - tomarse en cuenta que la pérdida de CO₂ por respiración puede significar una fracción importante de la pérdida de masa del producto (33).

A través del análisis de variancia se corroboró que la mejor - temperatura fué 2° C (Apéndice 4). Por otro lado se hizo evidente la - diferencia en cuanto al uso de los envases. En la gráfica se observa - que de acuerdo a lo obtenido en la prueba de Tuckey existe diferencia - significativa entre P1 y P2, viéndose más claramente a T3, donde los -- valores fluctúan de 0.66 a 0.28; para T2 los valores de P1 y P2 son -- 0.24 y 0.28 respectivamente, aún cuando estos valores son cercanos, el



16. Evaluación del efecto de la temperatura y el envase sobre el %P.F.P., manteniendo constante el manejo.

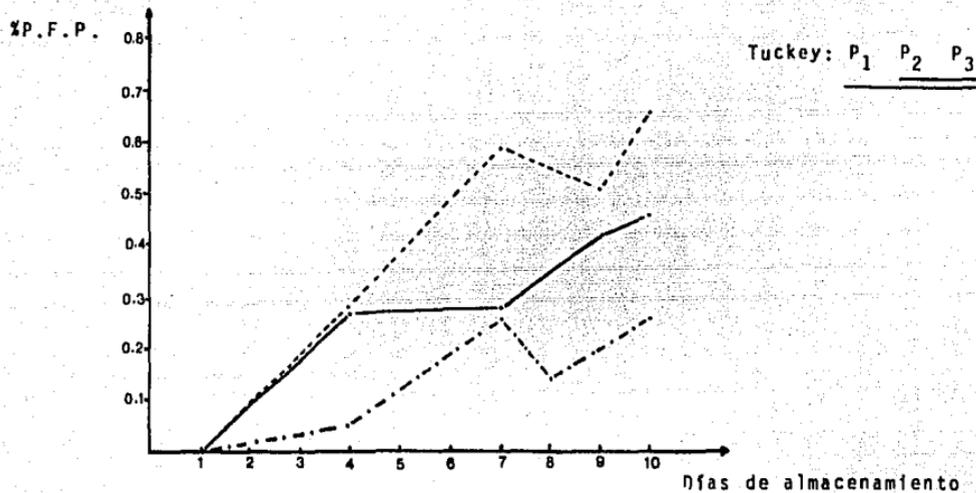
..... P1, T2
 P2, T2
 P3, T2
 - - - - P1, T3
 ——— P2, T3
 ——— P3, T3

comportamiento a través del almacenamiento marca la diferencia entre estas películas. El motivo que origina este comportamiento esta dado por el espesor de la película, ya que existe difusión de vapor de agua, del micromedio formado dentro del envase al medio en la cámara, el cual es menor en P1, dando como consecuencia la diferencia de pesos anotada anteriormente.

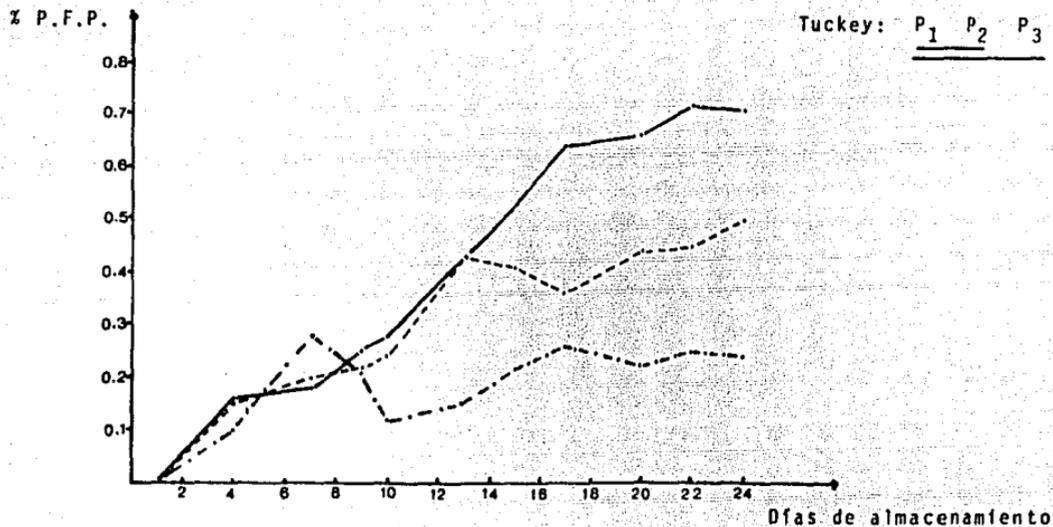
Después de analizar esta gráfica, se consideró necesario reanalizar un factorial donde interactuaran P1, P2, P3, MT y Mi1 para cada una de las temperaturas (Apéndice 4). Con estos factoriales, se aprecia -- que la respuesta anterior, se denota nuevamente cuando se analiza el comportamiento de las espinacas a T3, ésto se evidencia en la gráfica 17, - donde para T3 hasta el 10° día de almacenamiento, se observa la diferencia en P.F.P. que existe entre P1 y P2, donde se tienen valores de 0.66 a 0.26.

Sin embargo cuando se evaluó la P.F.P. para T2, no se obtuvo - la misma respuesta (Apéndice 4), ya que en este factorial después de realizar la prueba de Tuckey se marca significancia entre P2 y P3. Este análisis estadístico se realizó hasta el 24° día, periodo alcanzado por las espinacas a esta temperatura.

En la gráfica 18, se hace evidente lo anterior, se observa que para P2 se tiene un % P.F.P. de 0.71 y para P3 de 0.24. Aún si se analiza este comportamiento obtenido, al 10° día se encuentra que para P2 -



17. Efecto de las películas plásticas sobre el %P.F.P. para espinacas sujetas a T₃, considerando el manejo del producto consistente por un periodo de 10 días.
- P₁
 ————— P₂
 - · - · - P₃



16. Efecto de las películas plásticas sobre el %P.F.P. para espinacas sujetas a T₂, considerando constante el manejo del producto por un periodo de 24 días.

--- P₁
 — P₂
 - · - P₃

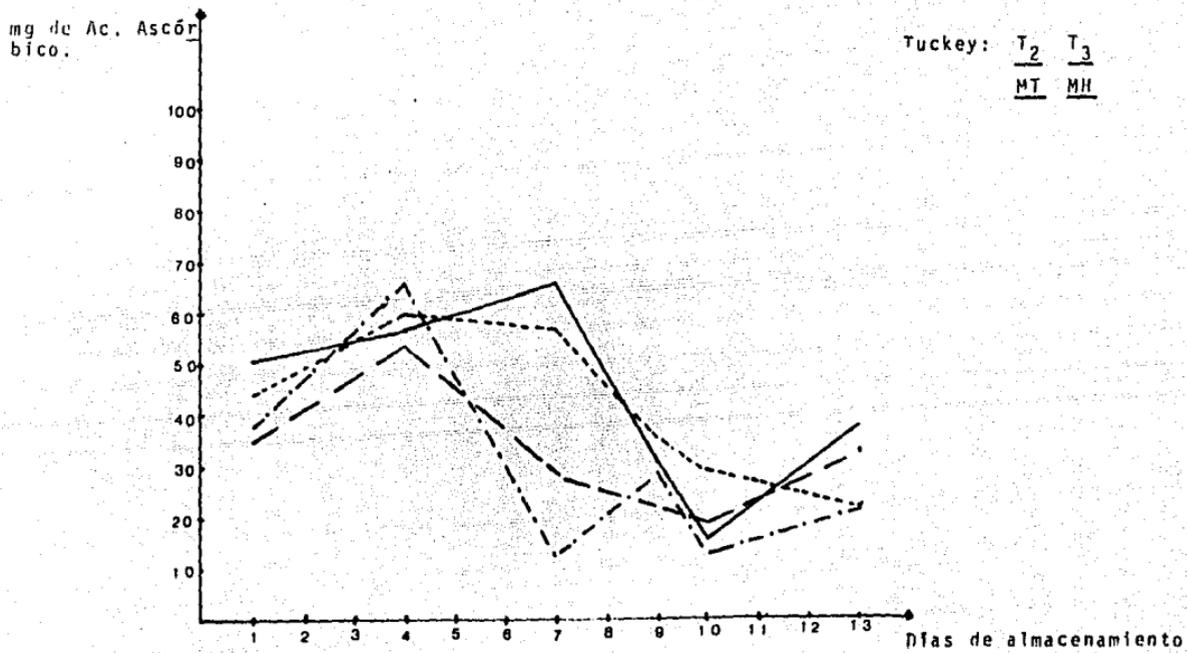
se tiene 0.28 % y para P3 0.12 %, por lo que se concluye que P3 es la que ocasiona la menor P.F.P. Esto es atribuido al espesor de las películas. De acuerdo a lo obtenido en este contraste P1 y P2 son iguales, esta respuesta se encontró también en la primera fase experimental a T2, sin embargo para T3 esto no concuerda, ya que se obtiene diferencia entre estas películas. Este comportamiento puede deberse a que la temperatura influye sobre la permeabilidad de las películas ocasionando que estas se comporten de manera diferente cuando se mantienen a diferentes temperaturas y HR debido a que afectan la permeabilidad (11).

3.2.4 ACIDO ASCORBICO.

El ácido ascórbico (AA) es generalmente reconocido como un constituyente de las plantas superiores; su biosíntesis es una propiedad inherente del crecimiento activo de las plantas.

Las hojas que son característicamente ricas en esta vitamina, lo retienen cuando se suministra un precursor de carbohidratos. Con la senescencia tiende a declinar y se llega a encontrar en muy poca proporción (14). Es por esto y porque constituye la parte nutritiva de las espinacas, que su evaluación se consideró necesaria.

Se encontró que el AA se ve afectado por el tiempo de almacenamiento, temperatura, atmósfera y manejo del producto, establecido esto de acuerdo a los resultados obtenidos, los cuales se corroboraron posteriormente con el análisis estadístico correspondiente. Se obtuvo significancia en el contenido de AA en el material que fué almacenado a T2 y T3 (Apéndice 4), esta diferencia es evidenciada en la gráfica 19, donde se aprecia que a T2 el MT se mantuvo con 38 mg, concentración superior a la obtenida por el MT a T3 (22 mg.). En cuanto a los manojos hechos, al finalizar el periodo al 13° día, a T3, retuvieron 33 mg. y a T2 22 mg., con lo que se pudiera pensar que la mejor condición es T3, sin embargo, analizando todo el tiempo de almacenamiento, se observó que las concentraciones eran superiores a T2, excepto el último día, mostrandose así que T2 fué el mejor tratamiento. El motivo por el cual la retención de



Tuckey: $\frac{T_2}{T_3}$
 $\frac{MT}{MH}$

19. Evaluación del comportamiento de espinacas en MT y MH para T₂ y T₃, envasadas en P₃, sobre el contenido de Ac. ascórbico.

— MT-T₂
 ···· MH-T₂
 --- MT-T₃
 -·-· MH-T₃

AA fué mejor a 2° C puede deberse a que la enzima ácido ascórbico-oxidasa, la cual oxida a la vitamina C, ve inhibida su acción por temperaturas bajas, en este caso 2° C. Este comportamiento se aprecia también, en el trabajo realizado por Burgheimer en 1967, quien reporta que la pérdida de vitamina es para una temperatura de 7° C del 64.2 %, a diferencia de las que se sometieron a 1.1° C donde se degradó el 45.74 %, el periodo de almacenamiento fué de 8 días. De igual forma Mc Gill en 1966, demostró que para una temperatura de 7° C, la degradación fué de 79 % y para 1.1° C de 70.1 %, en el lapso de 14 días.

Por otro lado, se observó también diferencia significativa en las concentraciones de AA en los MH y MT (Apéndice 4), obteniéndose que la forma más adecuada de manejo es en hojas, evidenciándose en la gráfica 19, donde el material (MT) sujeto a T2 sufrió un decline brusco en el contenido de AA del 7° día (66 mg.) al 10° día contando para entonces con 13 mg, valor no alcanzado ni aún al 13° día por el MH, el cual finalizó con 22 mg.

En el caso de T3, el MH terminó con 33 mg. y el MT con 22 mg.

Esta diferencia encontrada en el manejo, pudo deberse a que como el MH se hizo con hojas de un sólo tamaño y el MT con material no homogéneo, ocasionó la variación en la concentración de AA.

El envase también promovió que el contenido de esta vitamina -

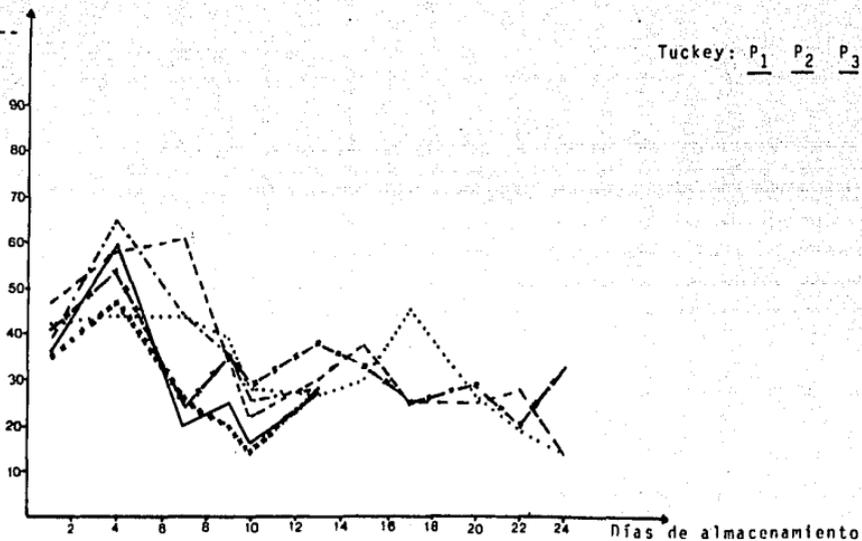
variara en función de la película empleada, encontrándose, por medio del análisis factorial (Apéndice 4), que la mejor (máxima) retención se dió en el producto envasado en P3. En la gráfica 20, se trata de establecer lo anterior, mostrándose que al 4° día las espinacas tenían 58 mg., a diferencia de 54.44 mg. para P1 y P2 respectivamente, sucediendo lo mismo al 7°, 15°, 22° día en donde las concentraciones en este material a T2 - eran superiores a aquellas que se envasaron en las otras películas.

Como se demuestra en esta gráfica, el AA es un compuesto que - se ve afectado por la atmósfera que lo rodea. Se cree que P3, permita que se alcancen concentraciones de CO₂ que ayuden a evitar la oxidación de esta vitamina, ya que como se sabe, ésta se oxida en presencia de -- aire, lo que ocasiona la degradación de la misma.

Otro punto a tratar es la degradación de AA a través del tiempo de almacenamiento; como se aprecia en las gráficas anteriores, se encuentra que la concentración tiende a disminuir al paso del tiempo. En otros estudios realizados se ha encontrado el mismo comportamiento, tal es el caso de Mc Gill y col. en 1966 quienes mostraron que el AA se degrada con el tiempo; para espinacas con una concentración inicial de -- 19.1 mg., finalizaron con 5.7 mg. lo que implica el 70 % de vitamina -- degradada, en el lapso de 14 días, bajo una temperatura de 1.1° C y - - concentraciones de CO₂ y O₂ de 4 y 14.7 % respectivamente. Si se toman las condiciones óptimas encontradas en el presente proyecto, en función de AA (MH, P3 y T2); en la gráfica 21, se observa que la concentración -

mg. de Ac. as-
córbito.

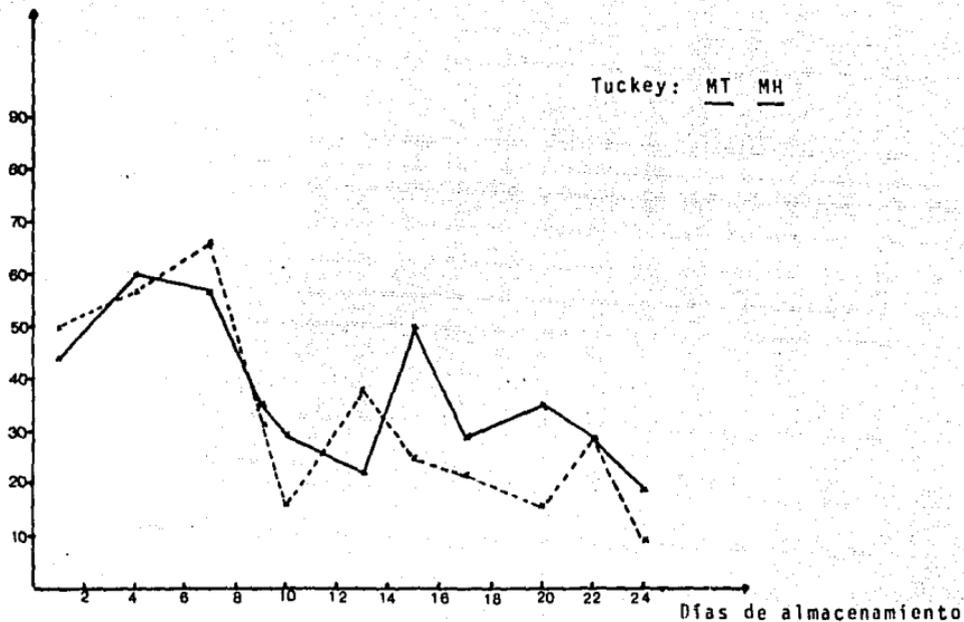
Tuckey: P₁ P₂ P₃



20. Evaluación del efecto de la temperatura y películas plásticas sobre el contenido de Ac. - ascórbico, manteniendo constante el manejo -- del producto.

--- P₁-T₂
 — P₂-T₂
 -·-·- P₃-T₂
 ····· P₁-T₁
 ×××× P₂-T₁
 / / / / P₃-T₁

mg. de Ac. ascórbico



21. Efecto del manejo del producto sobre la concentración de Ac. ascórbico, para -- espinacas sometidas a T₂ y P₃.

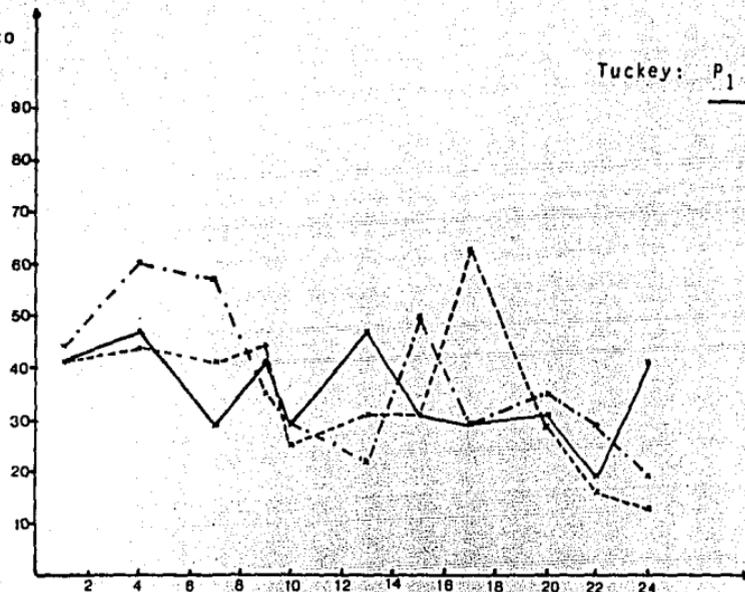
--- MT
— MH

inicial fué de 44 mg. finalizando al 13° día con 22 mg, lo que implica - el 50 % de degradación; comparando este dato con el obtenido por Mc Gill, se aprecia que se tiene el 20 % de diferencia a favor, lo que permite -- pensar que la atmósfera es un buen tratamiento en el almacenamiento de - la espinaca. Ahora bien sí se observa a 2° C, al 24° día se encuentra que la diferencia es 10 % más que no ha sido degradado, ventaja que se - considera importante por la diferencia en tiempo, la cual es de 10 días.

Tomando en cuenta que las espinacas que fueron sometidas a T2, mantuvieron óptima calidad por 24 días se analizaron estadísticamente - los datos hasta ese día (Apéndice 4), encontrándose diferencia en los -- manojos, teniéndose como el mejor al MH, esto se evidencia en la gráfica 21, donde se nota que para el 15°, 17°, 20° y 24° día, la concentración de AA para MH se encuentra por encima de lo obtenido en MT. Así mismo se encontró significancia en el uso de las películas, dando que no son - iguales P1 y P2 con respecto de P3, evidenciándose en la gráfica 22 que para el 4°, 7°, 15° y 20° día la diferencia en concentraciones es más -- marcada que para los demás días de almacenamiento.

mg. de Ac. ascórbico

Tuckey: P₁ P₂ P₃



Horas de almacenamiento

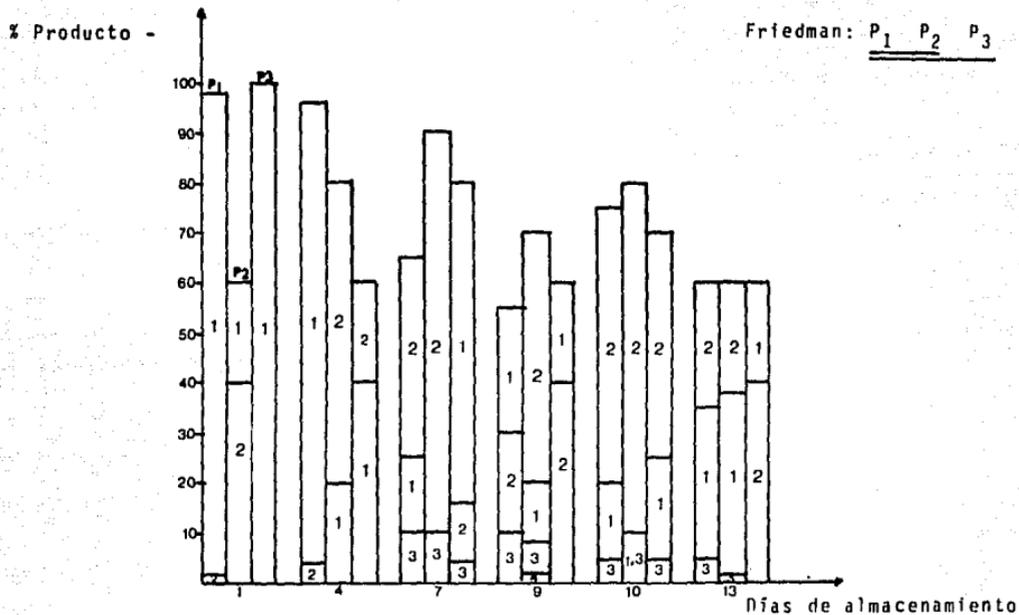
22. Evaluación del efecto de las películas plásticas sobre la concentración de Ac. ascórbico para espinacas a T₂ y MH.

----- P₁
————— P₂
- · - · - P₃

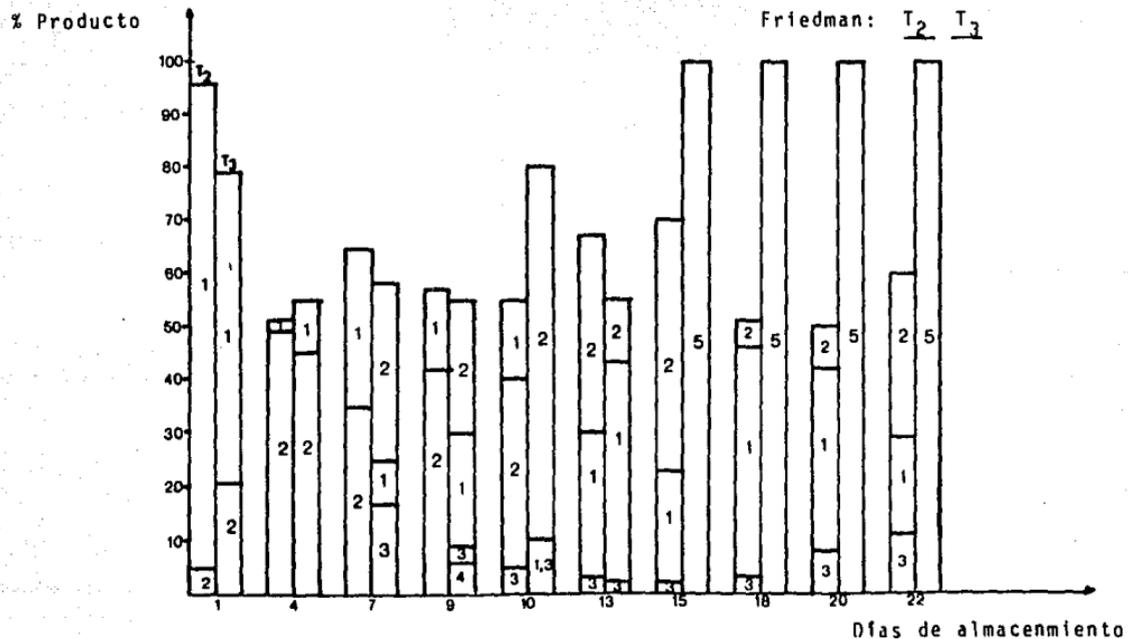
3.2.5 APARIENCIA.

Recordando que la Prueba de Friedman sólo maneja dos rangos de variación, se tiene que la primera interacción entre P1, P2 y P3 se realizó para T3-MT (Apéndice 5), la cual evidenció la diferencia entre P2 y P3, hasta el 13° día de almacenamiento. En el histograma 19 se apreciaba lo anterior, el 1° día se tiene en P3 el 100 % en 1, a diferencia de P2 donde sólo se tiene el 60 %; para el 7° día la P2 no presenta valores en 1, siendo que para P3 se observa el 80 % y para el 9° la P2 denota -- porcentajes en valores de 3 y 4, siendo que para P3 sólo se tienen valores en 1 y 2; al finalizar el período de almacenamiento al 13° día, se observa que en P2 se tiene el 38 % en 1 y el 2 % en 3, a diferencia de P3 donde se alcanza el 60 % en 1 y el 40 % en 2. Este comportamiento no concuerda con lo encontrado para T3 en P.F.P., donde la diferencia -- esta dada por la P1 y P2, dado lo anterior, se puede decir que para este caso en particular la relación entre PFP y apaciencia no se cumple, obte-- niéndose 2 respuestas diferentes para la misma temperatura.

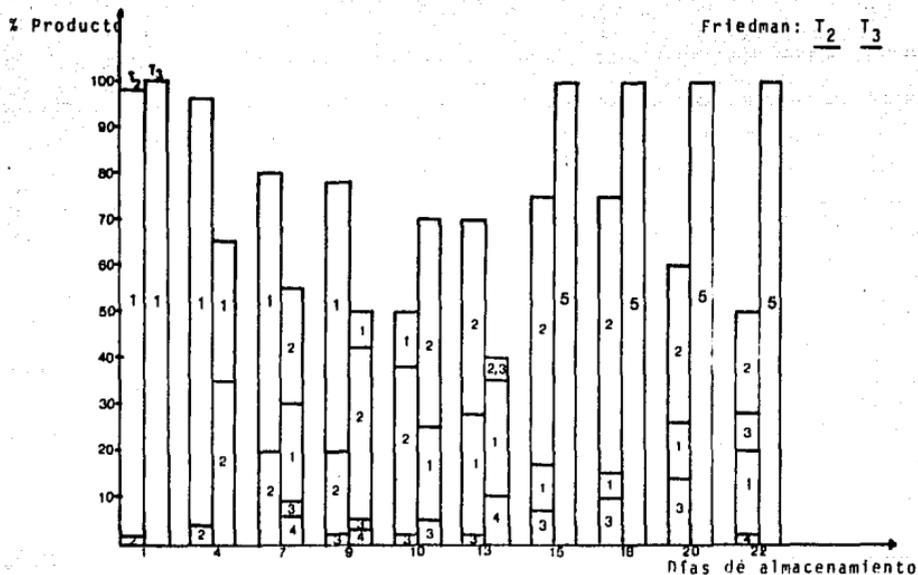
Las siguientes interacciones fueron T2-T3, para MT-P2, MH-P2, MT-P3, MH-P3 (Apéndice 5), obteniéndose para todos ellos una sola res-- puesta : la mejor temperatura es de 2° C. Este es apreciado en los -- histogramas 20 y 21, donde se observa, de manera más clara, para el 15° día de almacenamiento, a T3 el 100 % de las espinacas envasadas en P2 y P3 en valor de 5, a diferencia de lo obtenido en T2, donde al 20° día -- sólo se tenía el 2.5 % en 4 para P3, manteniendo el 20 y 29.5 % en 1 --



19. Evaluación del efecto de las películas plásticas sobre el % de producto con diferentes valores de apariencia almacenado a T₃ por 10 días.



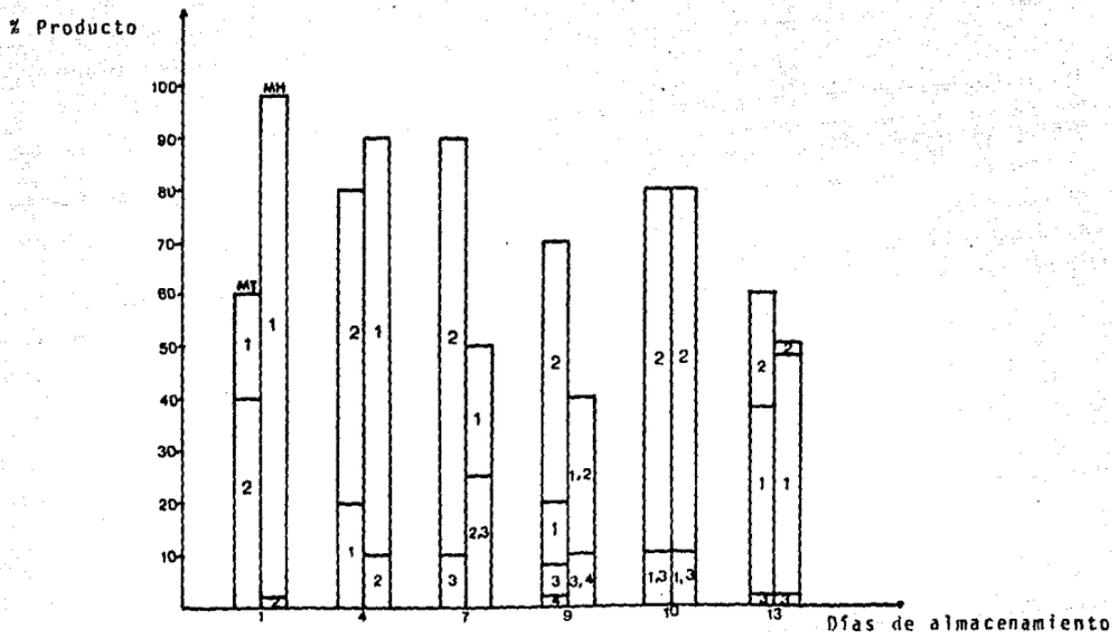
20. Evaluación del efecto de la temperatura de refrigeración sobre el % de producto con diferentes valores de apariencia, para espinacas envasadas en P_2 .



21. Evaluación del efecto de la temperatura de refrigeración sobre el % de producto con diferentes valores de apariencia, para espina-cas envasadas en P₃, manteniendo constante el manejo.

para P3 y P2 respectivamente. Con lo anterior, se puede evidenciar, que T2 disminuye la velocidad de respiración dando como consecuencia que la pérdida de agua por transpiración sea mínima, repercutiendo en mantener mejor apariencia a esta temperatura que a T3.

Finalmente se obtiene diferencia significativa entre los manojos cuando se analiza P2 a 4° C (Apéndice 5), dando que la mejor opción es MH; esto se denota en el histograma 22, donde para el 7° día no se tienen espinacas con un valor en 1 en el MT y para el 9° el valor de 1 sólo alcanza 20 %, siendo que para el MH se tiene 40 %, finalizando el 13°, con los mismos valores de apariencia, con la diferencia de que el MH presenta el 48 % en 1 y el MT el 38 %. El comportamiento anterior puede explicarse si se analiza en términos de homogeneidad, los MH formadas con hojas de un sólo tamaño, respiran con uniformidad, mientras que el MT lo hace a diferentes velocidades precisamente por la heterogeneidad de tamaños, esto ocasiona que la pérdida de agua por transpiración sea diferente en ambos casos.



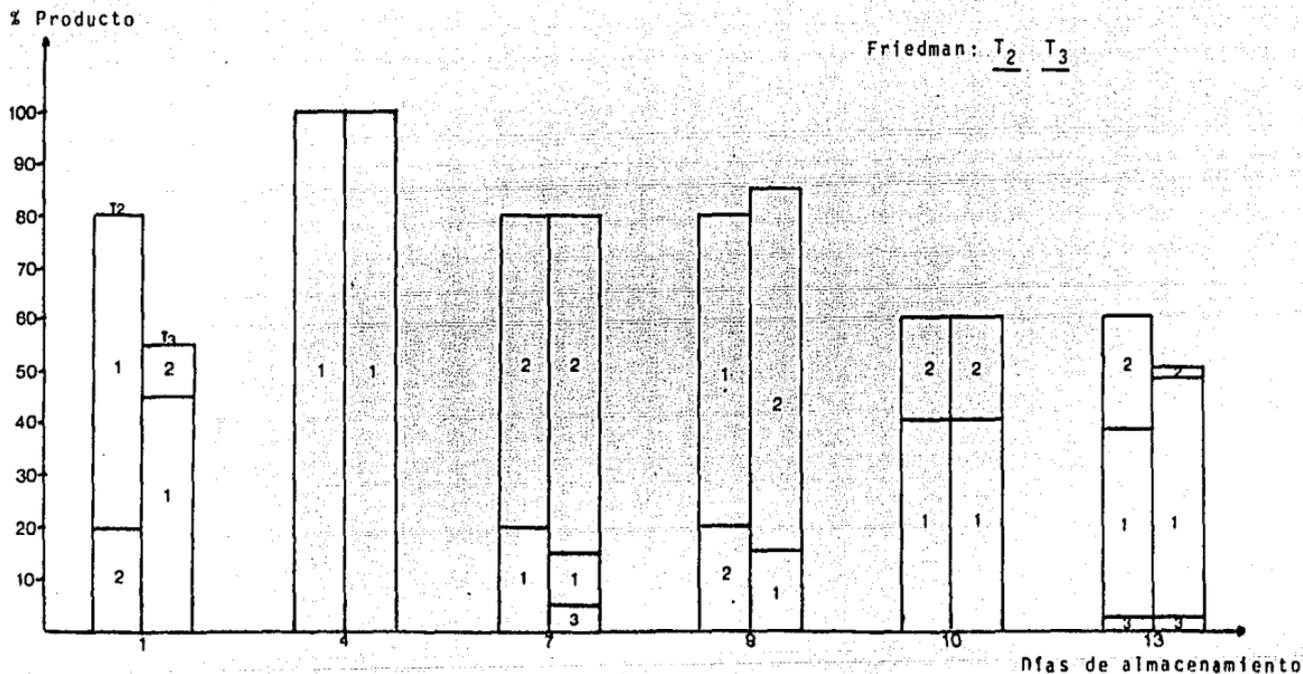
22. Evaluación del efecto del manejo del producto sobre el % de producto con valores diferentes de apariencia, para espinacas envasadas en P₂.

3.2.6 COLOR.

El color es un atributo de evaluación muy importante, ya que es el primer contacto que se tiene con el alimento; en efecto el consumidor los juzga primeramente por su color, forma y a continuación por su textura y sabor, además de que éste parámetro está relacionado directamente con la concentración de clorofila retenida. Por lo anterior se evidencia la importancia de la evaluación de éste atributo, para ello se recurrirá a los análisis estadísticos.

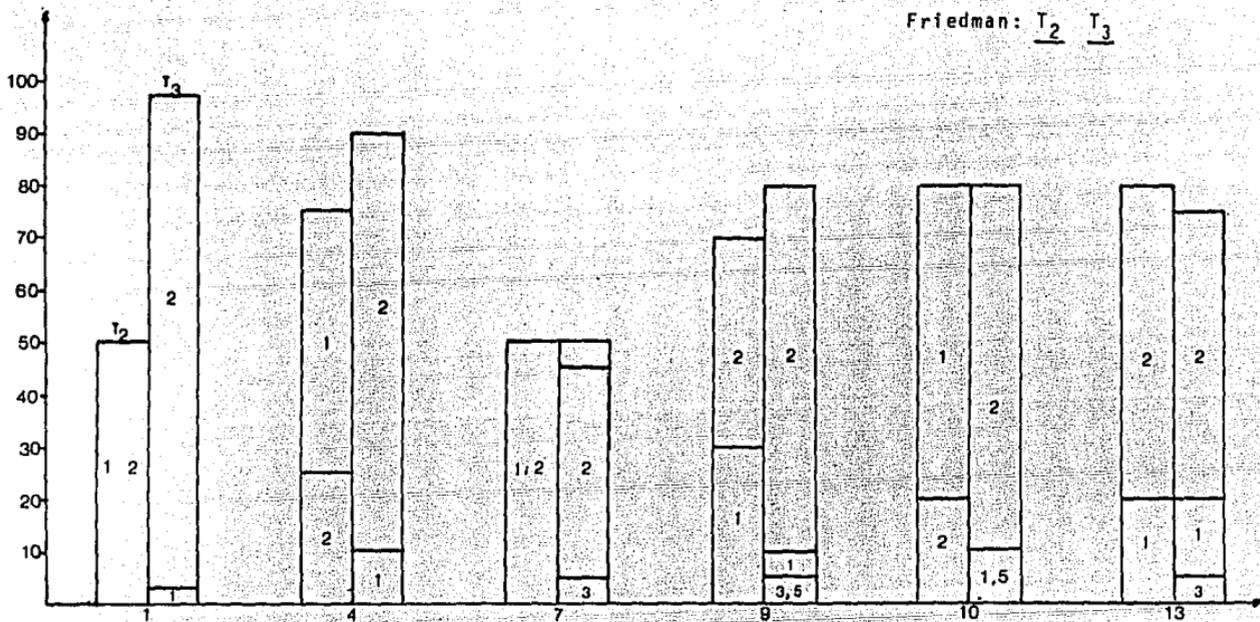
La primera diferencia está dada por la interacción T2-T3 para P1, MT y 13 días de almacenamiento, la cual indica que el comportamiento de T2 difiere de T3, (APéndice 5), dando como mejor tratamiento T2. Lo anterior se presenta en el histograma 23, donde se observa que para el 7° día a T3, se tiene un valor de 3, en cambio para T2, el valor de 3 aparece hasta el día 13.

De igual forma para la interacción T2-T3 para P2 MT se obtiene la misma respuesta, ésto es demostrado en el histograma 24, indicando así que para el 9° día a T3 se tiene un 5 % mientras que a T2 durante los 13 días de almacenamiento no se tiene ni siquiera un valor de 3. También se puede apreciar que para el 10° día a T2 se mantiene el 80 % en valor de 1, en comparación de T3 que únicamente es del 10 % para éste valor.



23. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, para espinacas envasadas en P_1 y conformadas en MT.

% Producto



24. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color para -- espinacas envasadas en P_2 y MT.

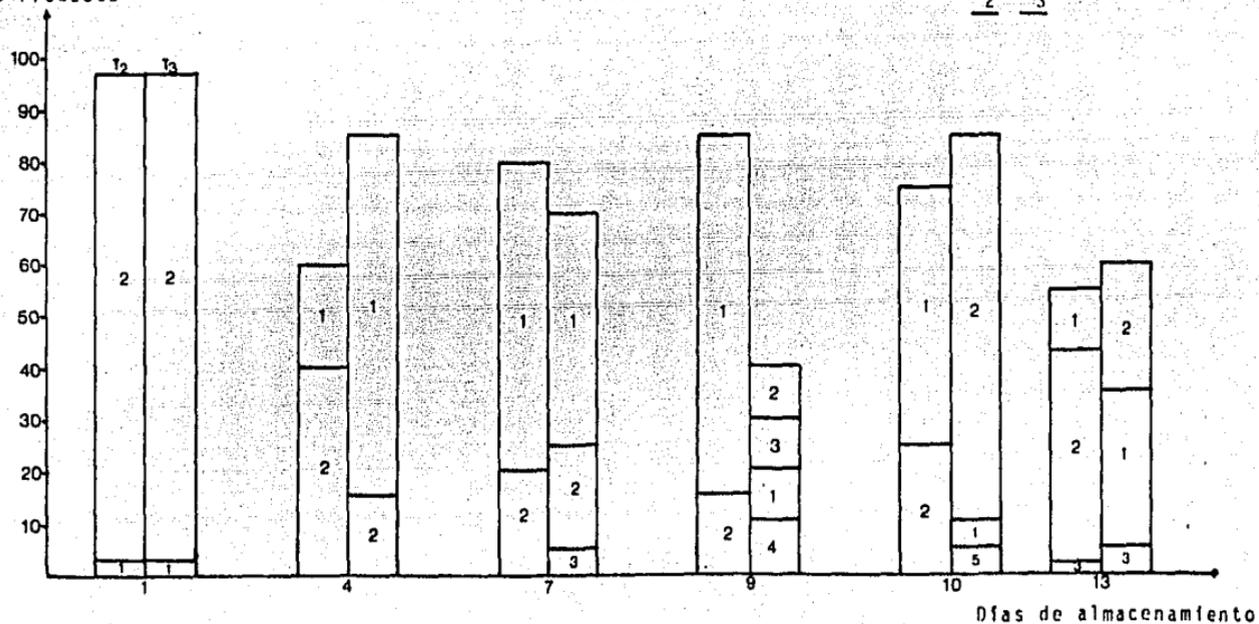
Al efectuar la relación de T2-T3 para P1 MH y P3 MH se obtiene la misma respuesta. Lo anterior es ratificado en el histograma 25 y 26, al evidenciarse que para el 6° día de almacenamiento a T3, en ambas películas se tiene un valor de 5, mientras QUE A T2 para ese mismo día, el color se mantiene en valores de 1, 2, 3. Así mismo para el día 13 a T3 en la P1 sólo se tiene un 35 % de valor en 1, en comparación con T2 que tiene un 55 % de éste valor. La respuesta obtenida en éstas interacciones, es atribuida a la relación existente entre la degradación de clorofila y el color, ya que éste depende principalmente de la concentración de clorofila. Por lo tanto la T2 además de disminuir la velocidad de degradación de la clorofila mediante la inhibición de la clorofilasa, también logra mantener el color verde de las espinacas.

Al analizar la relación MT y MH para P2 y T2, se encuentra una diferencia significativa, (Apéndice 5), de la cual se obtiene que la mayor retención de color es en el MH, ésto es apreciado en el histograma 27 donde se visualiza que para el 7° día el MT únicamente tiene un 40 % de valor de 1, mientras que el MH conserva un 60 % del mismo valor. También se observa que el 20° día; el MT tiene un 15 % de 1, 80 % de 2 y 5 % de 3 en comparación con MH que mantiene un 25 % de 1 y un 75 % de 2.

Al efecto encontrado puede deberse a la heterogeneidad existente en el tamaño de las hojas que conforman al MT, lo que provoca una variación en el color, a causa de las diferencias en concentración encontradas en los diferentes tipos de clorofila.

% Producto

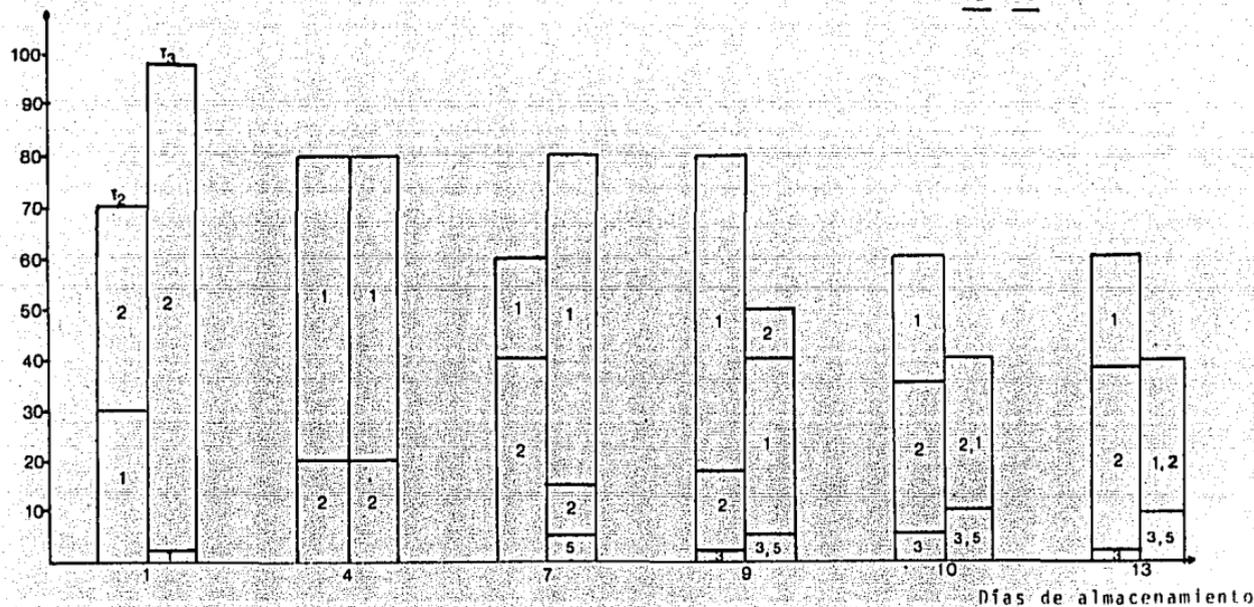
Friedman: T_2 T_3



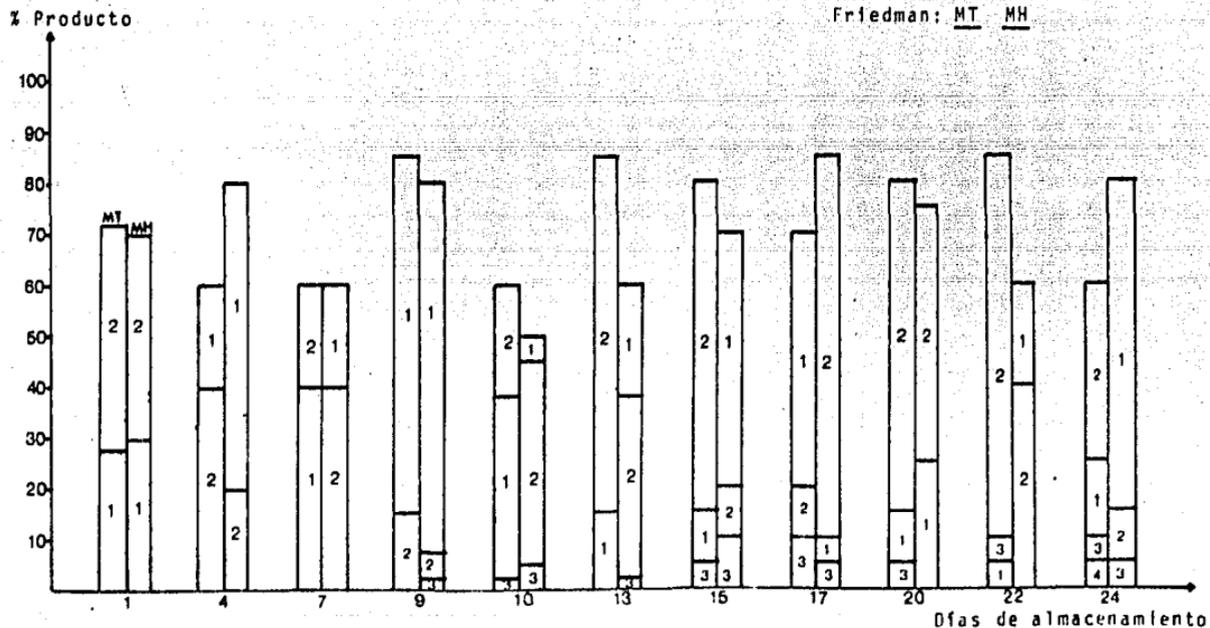
25. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, -- para espinacas envasadas en P_1 y MH.

% Producto

Friedman: $\overline{T_2}$ $\overline{T_3}$

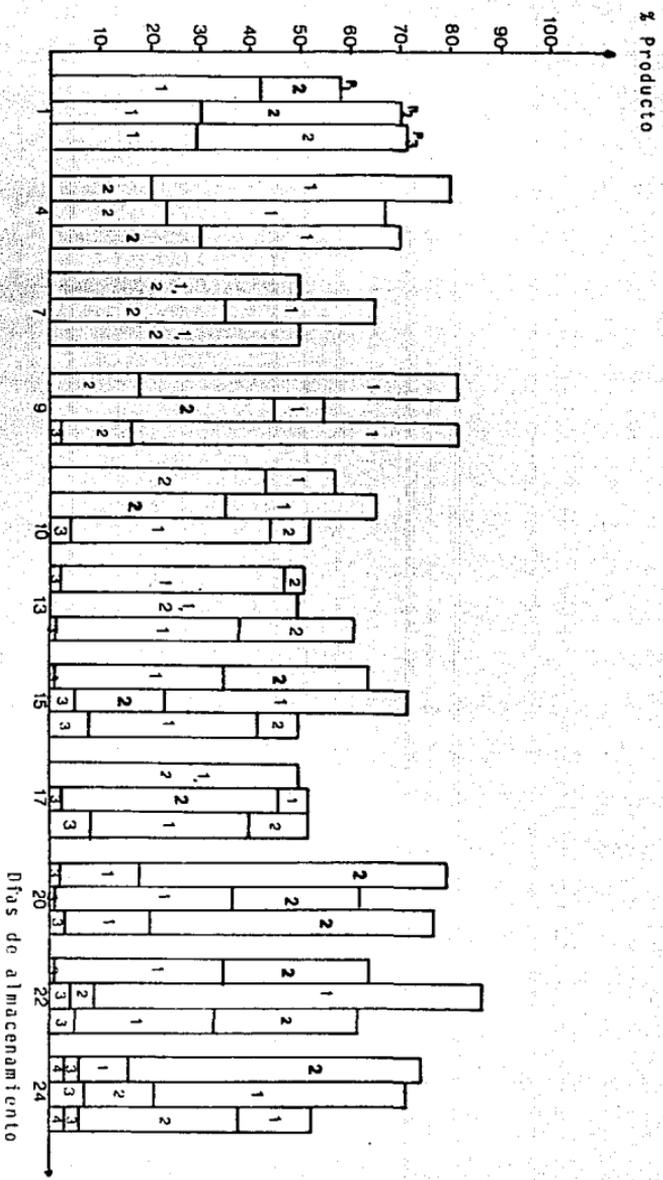


26. Efecto de la temperatura sobre el % de producto con diferentes valores de color, para espinacas envasadas en P₃ y MH.



27. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas conformadas en MT y MH, manteniendo constante la temperatura (2°C) y el envase (P₃).

Ya que para ésta determinación se obtuvieron pocas respuestas estadísticas y no se encontró diferencia en el uso de las películas plásticas, se decidió hacer otros arreglos en donde se consideró el manejo del producto como una constante, ya que el único interés era el evaluar el efecto de las películas. Por ello la primera interacción fue P1-P2-P3 a T2 encontrándose una diferencia significativa en el uso de películas plásticas. Lo anterior es confirmado en el histograma 28 donde se aprecia una desigualdad en la retención de color ente P2 y P3 para el 7° día en donde la P2 mantiene un 65 % de 1 y P3 solamente un 50 % de este valor. De igual forma para el día 15 un 50 % de 2 y un 75 % de 3 para P3 es observado, mientras que par P2 únicamente se tiene 22 % de 2, 5 % de 3 y el resto en valor de 1, también se aprecia que al finalizar el -- periodo de almacenamiento al 24: día en la P2 se logra un mayor porcentaje en valor de 1 (72 %), en comparación con P3 que sólo mantiene un 52 %. Lo anterior es atribuido, como se menciona anteriormente, a la relación existente entre retención de color y concentración de clorofila, esto -- puede ser evidenciado al analizar la gráfica 14 donde se denota la misma respuesta obtenida en el histograma 28.



28. Evaluación del % de producto con diferentes valores de color para espinacas envasadas en diferentes películas (P₁, P₂, P₃), manteniendo constante la temperatura --- (T₁) y el manejo (MH).

3.2.7 CONCLUSIONES FASE II.

En esta fase experimental las mejores opciones para la buena conservación del producto son :

TEMPERATURA : En función a la temperatura de refrigeración el mejor tratamiento es 2° C, esta respuesta se obtuvo en todos los parámetros que se analizaron (Retención de Clorofila, Porcentaje de Pérdida Fisiológica de Peso, Concentración de Acido Ascórbico, Apariencia y Color), esto indica que para que el producto durante su almacenamiento conserve su calidad inicial y se incrementa su vida postcosecha a 24 días, debe ser sometido a un almacenamiento refrigerado a esta temperatura.

MANEJO : Con respecto a este tratamiento se sigue manteniendo la misma respuesta obtenida en la Fase I, esto puede ser apreciado en los resultados obtenidos para la evaluación de retención de clorofila, % P.F.P. y Concentración de Acido Ascórbico.

Aunque el análisis de las pruebas sensoriales no reporta respuesta significativa, al observar los resultados originales de estas pruebas, se puede apreciar una tendencia positiva en función a la calidad del producto con respecto al manejo hecho (MH), con lo que se establece que este manejo es la mejor opción.

ENVASE : Aunque el análisis estadístico de las pruebas físicas, químicas y sensoriales indican que no existe diferencia en el uso de la película plástica, al analizar los resultados originales, principalmente para los días críticos del almacenamiento de las espinacas, se observa que el producto envasado en la P2 mantiene una mejor calidad en función de los parámetros evaluados, con excepción de la concentración de Acido - - Ascórbico donde se observa que la mejor película fué P3.

De tal forma que el mejor tratamiento para poder prolongar la vida postcosecha del producto, de manera que se conserve con óptima calidad, que todavía permita su comercialización, sin pérdidas económicas y nutricionales es : T2-P2-MH.

CONCLUSIONES GENERALES.

Los conceptos teórico-prácticos que se han estudiado y analizado en el presente trabajo, enfocadas principalmente hacia la conservación de un producto perecedero como es la Espinaca en conjunción con las conclusiones obtenidas para cada etapa experimental ratifican, que el uso del almacenamiento refrigerado en combinación con la atmósfera modificada, que se obtiene mediante el uso del envase adecuado, es una alternativa para poder prolongar la vida postcosecha de la hortaliza en estudio. Aunque no se consiguió medir la concentración de los gases que formaban la atmósfera modificada obtenida dentro del envase, por falta de infraestructura, los resultados en función al tiempo de almacenamiento (24 días), superan las obtenidas por Mc Gill, Nelson y Steinberg (1966), quienes mantienen por 14 días el producto bajo las condiciones de temperatura 1.1° C, envasado en frascos sellados, los cuales propician una concentración de O₂ del orden de 14.7 % y 4 % de CO₂; Murata y Veda (1967) consiguen 21 días de almacenamiento a una temperatura de 5° C y concentraciones de 40 % y 11 % de CO₂ y O₂ respectivamente.

De igual forma, los resultados obtenidos demuestran que los parámetros físicos, Químicos y sensoriales utilizados para evaluar la calidad del producto son confiables, ya que permiten establecer las condiciones óptimas de almacenamiento de espinacas.

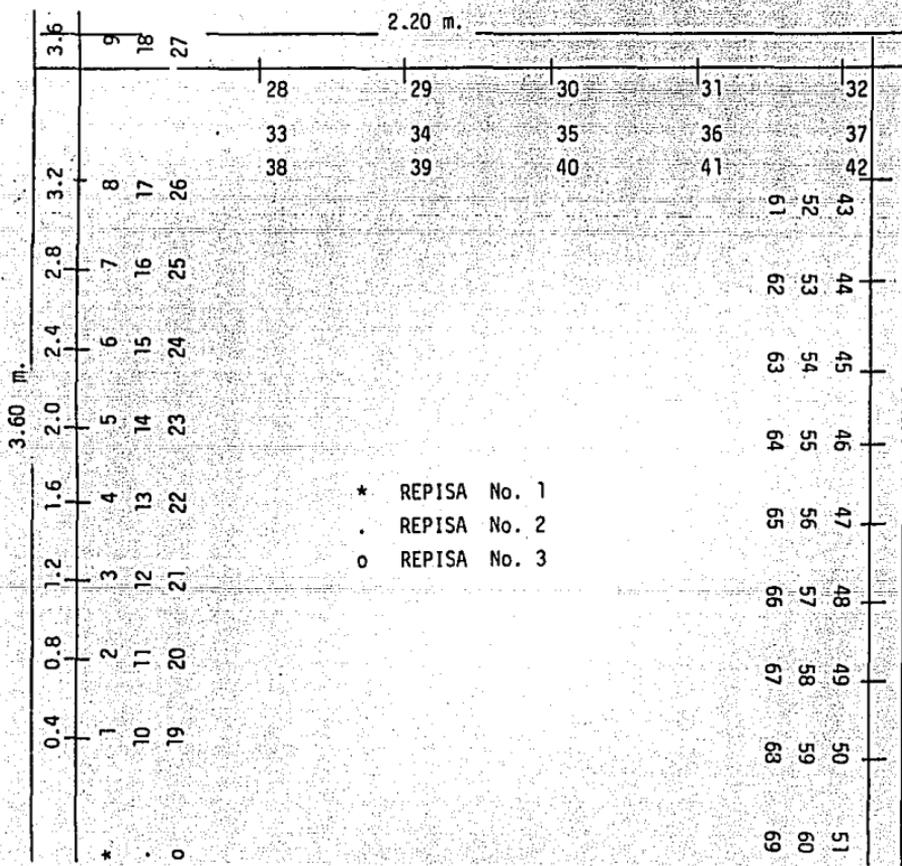
A P E N D I C E.

APENDICE No. 1.

CARACTERIZACION DE CAMARAS DE REFRIGERACION.

Para la caracterización de las cámaras se efectuó un perfil de velocidades de aire y un perfil de humedades relativas y a su vez un esquema del acomodo de la muestra en la cámara.

1.1) ESQUEMA DE ACOMODO DE LA MUESTRA EN LA CAMARA.



VER FIG. (2)

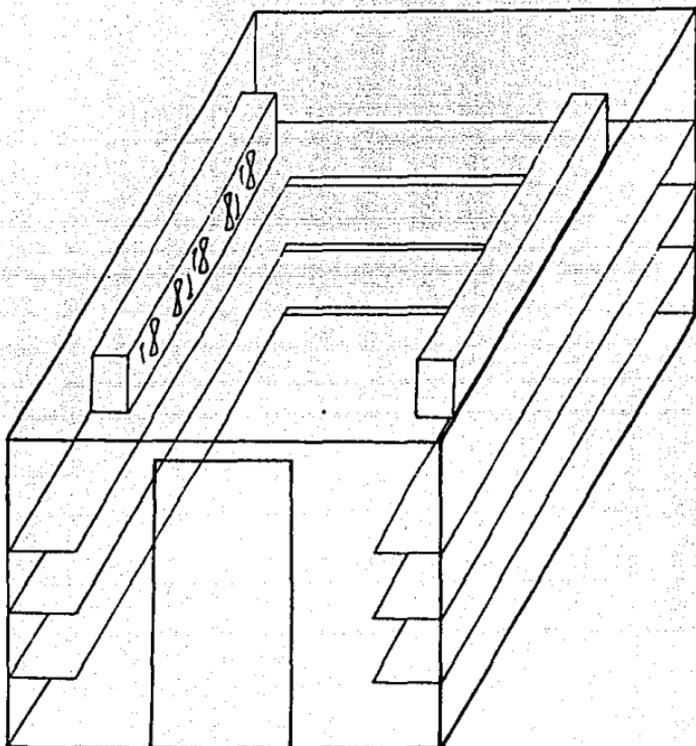


FIGURA 2. DIAGRAMA ISOMETRICO DE LA
CAMARA DE REFRIGERACION.
(Escala: 1:75)

CONDICIONES DE LAS CAMARAS.- CAMARA No. 1 : $T = 0^{\circ} C \pm 0.5^{\circ} C$

CAMARA No. 3 : $T = 2^{\circ} C \pm 0.5 C$

1.2) PERFIL DE VELOCIDADES DEL AIRE.

CAMARA No. 1				CAMARA No. 3		
POSICION	TEMP. °C	LECTURA M/15 SEG.	M/SEG.	TEMP. °C	LECTURA M/15 SEG.	M/SEG.
1	1.0	11	0.8993	2.5	12	0.9666
2	1.0	6	0.5666	2.6	6	0.5666
3	1.10	10.5	0.8666	2.6	9	0.7666
4	1.05	5.5	0.5333	2.6	2	0.2966
5	1.25	4	0.4333	2.7	5	0.4966
6	1.20	0	0.1666	2.4	0	0.1666
7	1.20	0	0.1666	2.7	4	0.4266
8	1.25	13	0.9921	2.5	1	0.2333
9	1.25	25	1.8333	2.6	16	0.2333
10	1.90	7	0.6333	3.1	8.5	0.7333
11	1.70	6	0.5666	3.0	2	0.2999
12	1.80	6	0.5666	2.9	3.5	0.4000
13	1.80	6	0.5666	2.8	3.5	0.4000
14	1.70	0	0.1666	2.8	0	0.1666
15	1.70	0	0.1666	2.8	0	0.1666
16	1.50	0	0.1666	2.8	0	0.1666
17	1.30	4	0.4333	2.8	0	0.1666
18	2.20	3	0.3666	3.1	0	0.1666
19	1.90	3	0.3666	2.9	2.5	0.3266
20	2.00	7	0.6333	2.7	0	0.1666
21	1.80	4	0.4333	2.7	5	0.5000
22	1.80	9	0.7666	2.7	7	0.6299
23	1.50	0	0.1666	3.0	0	0.1666
24	1.50	0	0.1666	2.9	0	0.1666
25	1.50	0	0.1666	3.0	0	0.1666
26	1.70	0	0.1666	3.3	0	0.1666
27	0.20	0	0.1666	2.8	0	0.1666
29	1.0	2	1.5666	2.2	10	0.8333
30	1.0	10	0.8333	2.8	13	1.0333
31	1.1	4	0.4333	3.2	8	0.7000
32	1.05	19	1.4333	3.4	9	0.7666
33	1.35	15.5	1.1999	4.2	2	0.3000
34	1.2	2.5	1.8333	4.1	5	0.5000
35	1.2	19	1.4333	4.0	5	0.5000
36	1.25	8.5	0.7333	3.7	2	0.3000
37	1.25	-	0.1666	3.6	2.5	0.3333
38	1.9	11.5	0.9333	3.3	1	0.2333
39	1.75	17	1.3000	3.5	3	0.3666
40	1.80	13	1.0333	3.6	3	0.3666

CAMARA No. 1				CAMARA No. 3		
POSICION	TEMP. °C.	LECTURA M/15 SEG.	M/SEG.	TEMP. °C.	LECTURA M/15 SEG.	M/SEG.
41	2.10	3	0.3666	3.7	1	0.2333
42	2.20	-	0.1666	3.9	1	0.2333
43	1.70	28	2.0333	4.1	20	1.5000
44	1.50	31	2.2333	3.8	16	1.2333
45	1.40	11	0.8999	3.6	5	0.5000
46	1.20	7	0.6333	3.2	5	0.5000
47	1.10	-	0.1666	3.0	3	0.3666
48	1.20	-	0.1666	3.5	-	0.1666
49	0.5	6	0.5666	3.8	-	0.1666
50	0.3	10	0.8333	4.0	-	0.1666
51	0.5	24	1.7666	4.3	-	0.1666
52	1.1	6.5	0.5999	3.7	-	0.1666
53	0.9	9	0.7666	3.7	0.13	0.3000
54	0.9	3	0.3666	3.6	0.33	0.5000
55	1.10	-	0.1666	3.6	0.33	0.5000
56	1.2	-	0.1666	3.6	0.20	0.3666
57	1.2	3.5	0.3999	3.7	-	0.1666
58	1.5	3	0.3666	4.0	-	0.1666
59	2.9	7.5	0.6666	4.4	-	0.1666
60	3.0	14	1.0999	4.5	0	0.1666
61	3.2	0	0.1666	4.1	0	0.1666
62	3.1	0	0.1666	4.2	0	0.1666
63	3.0	0	0.1666	4.1	0	0.1666
64	3.5	0	0.1666	4.3	1	0.2333
65	3.6	4.5	0.4666	4.0	0	0.1666
66	3.6	4	0.4333	3.8	0	0.1666
67	3.1	4.5	0.4666	4.3	0	0.1666
68	3.3	5	0.5000	4.3	2	0.3000
69	3.4	0	0.1666	4.5	4	0.4333

1.3) PERFIL DE HUMEDADES RELATIVAS.

POSICION	CAMARA No. 1		CAMARA No. 3	
	TEMP. °F.	% H.R.	TEMP. °F.	% H.R.
5	31	86	33	88
14	29	82	37	90
23	30	85	33	86
48	31	89	39	94
57	29	79	37	90
66	31	87	38	95
29	30	85.5	33	91
34	29	81.5	33	88
39	29	84	35	92
9	30	88	38	92
18	30	85	33	84.5
62	31	86	34	84
27	29	83	85	90
44	29	87	36	90
53	31	90	38	89

APENDICE 2.

TECNICAS DE EVALUACION.

1. CLOROFILA EN PLANTAS.

Método empleado para clorofila total. Fotocolorimetría.

1.1 APARATOS.

1.1.1 Mortero de vidrio de aproximadamente 10 cm. de diámetro interno con borde bien definido.

1.1.2 Fotocolorímetro.- Calibrar para clorofila usando el extracto de planta como de 1.3 y filtros de luz con máxima transmitancia (660 nm.)

1.1.3 Botellas de vidrio.- Son de tipo ajustado con pera de goma permitiendo la operación con una mano.

1.1.4 Mezclador de alta velocidad.- Mezclador Waring o equivalente.

1.2 REACTIVOS.

1.2.1 Acetona :

- Acetona sin diluir
- Solución 85 % acuosa (VOL.) de acetona comercial de grado técnico (es satisfactorio)

1.2.2 Arena de cuarzo.- Lavada con ácido y secada.

1.3 DETERMINACION.

Seleccionar cuidadosamente el material para asegurar una muestra representativa. Si es fresca cortarla finamente con las manos, molerla - cuidadosamente, se hace una molienda en seco.

Pesar 1-5 g. dentro del mortero y adicionar 0.1 g. de CaCO_3 ó - Na_2CO_3 aproximadamente.

Se macera el tejido con la mano del mortero y se adiciona la arena moliendose; entonces se adiciona acetona al 85 %, se continúa moliendo hasta tener una molienda fina del tejido.

Se transfiere la mezcla a un embudo, se filtra con succión y se lleva al residuo con acetona al 85 %.

Se regresa el residuo al mortero con más acetona al 85 % y se muele otra vez. Se filtra y se lava como antes. Repita el procedimiento hasta que el tejido ya no este verde y los lavados sea incoloros.

Es aconsejable moler el residuo por lo menos una vez con acetona sin diluir y entonces agregar suficiente agua para llevar a la acetona al 85 %. Se puede usar un mezclador en lugar de un mortero.

Cuando la extracción esta completa, se transfiere el extracto - filtrado a un matraz volumétrico de tamaño apropiado y se diluye a volumen.

Se mide la transmitancia de la solución con el fotoflorímetro y se lee la cantidad de clorofila presente de la curva que relaciona transmitancia (T) y concentración.

1.4 CALIBRACION.

Del extracto de la muestra con acetona al 85 %, filtrado-lavado el residuo y diluido a volumen, se hacen una serie de diluciones del extracto y se mide la transmitancia del original y de cada solución diluida con el instrumento en la misma forma como cuando la preparación de clorofila fué usada para la calibración estándar. Calcule así el contenido de clorofila original y de las soluciones diluidas.

2. DETERMINACION DE ACIDO ASCORBICO.

DICLOROFENAINDOFENOL. METODO DE TITULACION.

- 2.1 PRINCIPIO.- El método de titulación está basado en la reducción del colorante (2,6 diclorofenolindofenol) - por una solución acida de ácido ascórbico. En ausencia de sustancias que interfieren, la capacidad de un extracto de muestra para reducir una solución estandar del colorante, determinado por titulación, es directamente proporcional al contenido de ácido ascórbico.

2.2 EQUIPO.-

Nota : El equipo que se enlista es para una muestra :

- | | |
|---|--|
| 1 | Balanza analítica |
| 1 | Balanza granataria |
| 1 | Licadora |
| 2 | Matraces volúmetricos 100 ml. |
| 2 | Papeles filtros Whatman No. 12 |
| 2 | Matraces de 100 ml. (recipientes) |
| 1 | Pipeta volumétrica de 10 ml. |
| 2 | Matraces erlenmeyer de 50 ml. |
| 1 | Bureta (micro) 10 ml. graduada a 0.05 ml. |
| | Pipetas volumétricas de 1,5,10,20 y 25 ml. |

2	Embudos de 2-3 " de diámetro
1	Embudo de 3 " de diámetro de tallo corto
1	Bureta estandar
1	Perilla

2.3 REACTIVOS.

2.3.1 6 % de ácido metafosfórico (0.005 MEDTA)

Sin calentamiento disuelva 60 g. de HPO_3 grado reactivo y 1.8 g. de etilendiaminotetracetato disódico en 900 ml. de agua (redistilada). Diluya 1 lt. y almacene a 3°C cuando no se use. La solución puede hidrolizarse lentamente a H_3PO_4 .

La solución puede prepararse semanalmente.

2.3.2 3 % de ácido metafosfórico (0.0025 MEDTA)

Diluya 500 ml. de la solución de 6 % de HPO_3 a 1 lt. con agua redistalada.

2.3.3 Acido ascórbico standar.

Disuelva 100 ml. de ácido ascórbico en 3 % HPO_3 y diluya a 500 ml. con el mismo solvente. Como ésta solución es inestable, use inmediatamente para standarizar el colorante.

2.3.4 0.025 % a 2,6 diclorofenolindofenol.

Disuelva aproximadamente 50 ml. de solución sódica de 2,6 diclorofenolindofenol en aproximadamente 150 ml. de agua caliente conteniendo - 42 ml. de NaHCO_3 ; enfrie y diluya a 200 ml.

Coloque en una botella de vidrio ámbar y almacene a 3°C , renueve 1 vez a la semana.

Standardize diariamente como sigue :

Diluya una alícuota de 5 ml. de la solución standar (conteniendo 1 mg. de ácido ascórbico) con 5 ml. de 3 % HPO_3 .

Titule con la solución coloreada a un color rosa hasta que persista por 15 seg. Este volúmen de colorante representa 1 mg. de ácido ascórbico, el ácido ascórbico equivalente (T) de 1 ml. de colorante es igual a 1 dividido por el volúmen en ml. de la solución coloreada usada en esta titulación.

2.4 PROCEDIMIENTO.

2.4.1 EXTRACCION :

2.4.1.1 Mezcle pesos iguales (200-300 g.) de muestra y 6 % de HPO_3 a una solución (slurry) homogénea.

2.4.1.2 Pesar 10 a 30 g. de ésta solución (suficiente para producir 1-5 ml. de ácido ascórbico), transfiera a un matraz volumétrico de 100 ml. y diluya a 100 ml. con 3 % HPO_3 .

2.4.1.3 Filtrar la muestra diluida, descartando los primeros ml. de filtrado.

2.5 TITULACION DEL ACIDO ASCORBICO REDUCIDO.

2.5.1 Pipetee una alícuota de 10 ml. del filtrado de 2.4.1.3 en un matraz erlenmeyer.

Nota : En caso de que el producto contenga menos de 5 mg/100 g. o menos de ácido ascórbico es conveniente titular una alícuota de 25 ml.

2.5.2 Titular inmediatamente con la solución standarizada de 2,6 di--clorofenolindofenol a un rosa claro final el cual persista por 15 seg.

2.6 CALCULOS.

Calcule el ácido ascórbico de acuerdo a la siguiente fórmula :

$$\frac{V \times T}{W} \times 100 \text{ mg. ácido ascórbico/100 g. muestra.}$$

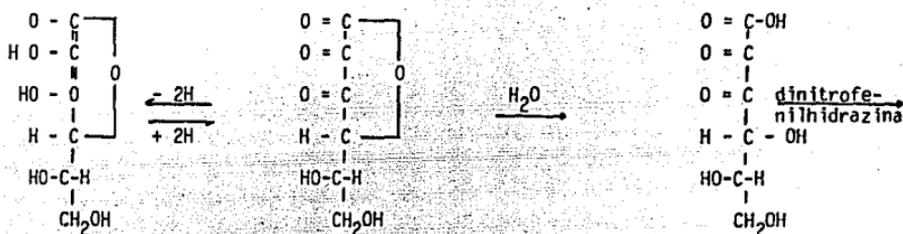
V ml. de colorante usado para la titulación de la alícuota de muestra diluida.

T ácido ascórbico equivalente de la solución coloreada expresada como mg/ml de colorante.

W gr. de muestra en alícuota titulada.

3. DETERMINACION DE VITAMINA C "TOTAL"

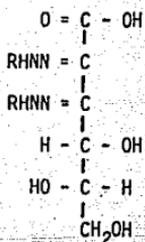
Este procedimiento está basado en la oxidación del ácido ascórbico a ácido dihidroascórbico con la subsecuente transformación a ácido - dicetogulónico, seguido por el acoplamiento con 2,4 dinitrofenilhidrazina bajo condiciones controladas dando ozonas rojas.



L - Ac. Ascórbico.

Dehidro-L-Ac.
Ascórbico

Diceto-L-gulónico

Bis - 2,4 dinitro
fenilhidrazina

3.1 EQUIPO.

- Balanza analítica
- Balanza granataria
- Centrifuga para tubos de 50 ml.
- Baño de agua, para temperatura constante de - 0.5° a 37° C
- Matraces volumétricos
- Tubos para centrifuga
- Papel filtro, Whatman No. 12
- Matraces para recibir, 100 ml.
- Pipetas volumétricas 1, 2, 5, 10 y 25 ml.
- Fotocolorímetro con cubetas y filtros para la región de 510 a 540 mμ.
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml.
- Bureta graduada de 50 ml.

3.2 REACTIVOS

Todos los reactivos deben ser grado analítico. Agua destilada
1libre de Cu.

3.2.1 Acido sulfúrico 9N.

Adicione cuidadosamente 250 ml. de H₂SO₄ concentrado a 700 ml.
de agua; enfríe y diluya a un litro de agua.

3.2.2 2 % 2,4 dinitrofenilhidrazina

Dísuelva 2 g. de 2,4 dinitrofenilhidrazina en 100 ml. de H₂SO₄

9 N y filtre. Mantenga bajo refrigeración cuando no se use. Prepare una solución fresca cada dos semanas.

3.2.3 Acido metafosfórico 10 %.- Disuelva 200 g. de HPO_3 en perlas - sin calentar, en 1800 ml. de agua destilada. Diluya a dos litros con agua destilada. Almacene a 3°C cuando no se use. Prepare una solución nueva cada semana.

3.2.4 Acido metafosfórico 5 %.- Diluya 500 ml. de HPO_3 10 % a 1 lt. - con agua.

3.2.5 Tiourea al 1 % en Acido metafosfórico 5 %.- Disuelva 5 g. de tiourea en 500 ml. de HPO_3 al 5 %

3.2.6 Tiourea al 2 % en Acido metafosfórico 5 %.- Disuelva 10 g. de tiourea en 500 ml. de HPO_3 al 5 %.

3.2.7 Acido sulfúrico al 85 %.- Añada cuidadosamente 900 ml. de - - H_2SO_4 a 100 ml. de agua.

3.2.8 Acido ascórbico Standar.- Disuelva 100 mg. de ác. ascórbico en 100 ml. de HPO_3 5 %. Esta solución contiene 1 mg. de ác. ascórbico por ml.

3.3 PROCEDIMIENTO.

3.3.1 Extracción.

3.3.1.1. Mezcle 200 g. de muestra y 200 g. de HPO_3 10 % por 2 ó 5 min. hasta obtener una solución homogénea.

3.3.1.2. Pese de 10 a 40 g. de esta solución, estimando que contenga - 1 a 2 mg de AA, en un matraz de 100 ml. Diluya a 100 ml. con HPO_3 al 5 % y mezcle.

3.3.1.3. Remueva los sólidos en suspensión por centrifugación y decante el sobrenadante filtrando a través de un Whatman 12.

3.3.2. Oxidación a Acido Dehidroascórbico.

3.3.2.1 A la solución 3.3.1.3 adicione 2 ó 3 gotas de bromuro y mezcle cuidadosamente y decante el exceso de bromuro.

3.3.2.2 A 10 ml. del extracto oxidado 3.3.2.1 adicione 10 ml. de tiourea al 2 % y mezcle para producir una muestra diluida de 20 ml. (contiene aproximadamente 10 mcg de AA/ml).

3.3.2.3 A 5 ml. del extracto oxidado 3.3.2.1 adicione 10 ml. de tiourea al 2 % y 5 ml de HPO_3 y mezcle produciendo una muestra diluida de 20 ml. (contiene 5 mcg de AA/ml)

3.3.3 Formación de Osazonas.

- 3.3.3.1 Pipetee 4 ml. de cada muestra diluida 3.3.2.2 y 3.3.2.3 dentro de 3 tubos de ensaye.
- 3.3.3.2 Deje un tubo para el blanco.
- 3.3.3.3 A cada tubo adicional 1 ml. de 2,4 dinitrofenilhidrazina al 2 %.
- 3.3.3.4 Coloque los tubos en el baño a $37 \pm 0.5^\circ \text{C}$ por 3 hrs. exactas.
- 3.3.3.5 Al final de las 3 hrs. retire los tubos y ponga en el baño de hielo los tubos.
- 3.3.4 Tratamiento con Acido sulfúrico al 85 % (Formación del pigmento soluble)
- 3.3.4.1 Mientras los tubos se encuentren en el baño de hielo adicione lentamente 5 ml. de H_2SO_4 85 %.
- 3.3.4.2 Antes de retirar los tubos del hielo, adicione 1 ml. de 2,4 dinitrofenilhidrazina 2 % al blanco y mezcle los tubos.
- 3.3.4.3 Quite los tubos y deje en reposo por 30 min. a temperatura ambiente.
- 3.3.5 Medición del Color.
- 3.3.5.1 Deje calentar el aparato por 15 min. Seleccione la longitud de onda de 510 a 540 μ e inserte los filtros.

- 3.3.5.2 Con el banco, ponga en 100 % transmitancia
- 3.3.5.3 Lea el % de transmitancia con las soluciones de cada tubo (G).
- 3.3.6 Calibración.
- 3.3.6.1 A 5.0 ml. de solución standar de AA 3.2.8, adicione 2 ó 3 gotas de bromuro y separe el exceso.
- 3.3.6.2 Aeree la solución oxidada 3.3.6 para remover el exceso de bromuro. Pipetee 10 ml. de la solución aereada y coloquela en un matraz volumétrico de 500 ml. Adicione 5 g. de tiourea. Diluya a volúmen con HPO_3 5 %.
- 3.3.6.3 Prepare soluciones diluidas de Ac. dehidroascórbico, las cuales deben contener 1,2,4,5,8,10 y 12 mcg. por ml., pipeteando 5,10, 20,25,40,50 y 60 ml. de la solución 3.3.6.2 dentro de un matraz volumétrico de 100 ml. y diluya a volúmen con tiourea al 1 %.
- 3.3.6.4 Trate a estas soluciones de la misma forma en los pasos 3.3.3.1 hasta 3.3.5.3, preparando el blanco.
- 3.3.6.5 Haga una gráfica de % de transmitancia (G) como ordenada y la concentración de AA (mcg/ml.) (R) como abscisa en un papel semi logarítmico.
- 3.3.7 Cálculos.

Calcule el contenido total de AA de cada alícuota :

$$\frac{R}{W} \times \frac{100}{1000} = \text{mg. totales de AA/100 g.}$$

R : mcg. de AA total/ml. de solución (muestra diluida 3.3.2.2 y -
3.3.2.3) obteniendo por la lectura de la curva de calibración -
el valor correspondiente a G. 3.3.5.3

W : g. de muestra/ml. de solución diluida
100/1000 : Factor de conversión de mcg/g a mg/100 g.

4.- TABLA DE COLOR.
(VER TRANSPARENCIA).

MUESTREO INICIAL.

PRIMERA ETAPA.

Muestreo efectuado en la Primera Etapa para establecer la escala de color.

MUESTRA	# DE COLOR		MUESTRA	# DE COLOR
1	2.5		25	2.5
2	2.5		26	2.4
3	2.4		27	2.4
4	2.4		28	2.3
5	1.4		29	2.4
6	2.5		30	1.4
7	2.4		31	2.4
8	2.3			
9	2.4			
10	1.4			
11	2.4			
12	2.3			
13	1.4			
14	1.4			
15	2.4			
16	1.4			
17	2.5			
18	2.4			
19	1.4			
20	1.4			
21	2.4			
22	2.4			
23	2.4			
24	2.4			

FRECUENCIA.

2.4	18
1.4	8
2.5	5

MUESTREO INICIAL.

SEGUNDA ETAPA.

Muestreo efectuado en la Segunda Etapa para establecer la escala de color.

MUESTRA	# DE COLOR		MUESTRA	# DE COLOR
1	2.4		23	2.4
2	2.4		24	1.5
3	2.4		25	2.4
4	2.4		26	2.4
5	2.4		27	2.4
6	2.4		28	2.4
7	1.4		29	2.4
8	2.4		30	2.4
9	2.4			
10	2.4			
11	1.4			
12	2.4			
13	1.4			
14	1.4			
15	1.4			
16	2.4			
17	1.5			
18	2.4			
19	2.4			
20	2.4			
21	2.4			
22	1.4			

FRECUENCIA.

2.4 22

1.4 6

1.5 2

APENDICE 3

3.1 Parámetro a evaluar: CLOROFILA

Fase Experimental I

	4						6					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
Ta	100%	100%	100%	100%	100%	100%	72.3%	100%	76.47%	61.66%	63.81%	100%
T ₁	100%	100%	100%	100%	100%	100%	87.03%	100%	100%	93.15%	100%	100%
T ₂	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	76.82%	100%	100%	100%	100%
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	100%	93.15%	91.42%	86.42%	100%	94.40%	75.40%	84.93%	95.71%	85.0%
T ₂	-	-	84.78%	100%	70.65%	90.58%	-	-	76.08%	84.45%	71.20%	86.42%
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	89.34%	92.46%	98.61%	100%	-	-	100%	86.30%	95.71%	91.33%
T ₂	-	-	72.82%	95.94%	95.65%	76.47%	-	-	72.82%	85.13%	72.28%	79.41%
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	72.60%	98.0%	80.0%	84.0%	-	-	96.0%	99.0%	87.0%	96.66%
T ₂	-	-	66.30%	86.49%	46.20%	81.20%	-	-	86.40%	83.0%	74.5%	77.6%

3.2 TABLA DE RESULTADOS

Parámetro a evaluar: %P.F.P.

Fase Experimental 1

	1						3					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
Ta	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-15.93%	-16.8%	+0.65%	+0.45%	+0.36%	+0.21%
T ₁	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-10.99%	-11.62%	-0.49%	-0.04%	-0.05%	+0.23%
T ₂	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-15.87%	-12.41%	+0.63%	-0.31%	0%	-0.09%
Ta	5						7					
Ta	-28.30%	-35.0%	-0.29%	-0.59%	-0.45%	-1.81%	-40.48%	-46.60%	-0.58%	-0.89%	-0.61%	-2.83%
T ₁	-20.96%	-22.49%	-0.45%	-0.53%	-0.21%	-0.32%	-32.25%	-33.75%	-0.29%	-0.31%	-0.29%	-1.97%
T ₂	-25.67%	-18.89%	+0.72%	-0.27%	-0.08%	-0.18%	-33.88%	-26.65%	+0.63%	-0.36%	-0.08%	-0.18%
Ta	9						11					
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-46.25%	-44.26%	-0.41%	-0.39%	-0.52%	-0.28%	-	-	-0.53%	-0.35%	-0.48%	-0.24%
T ₂	-40.65%	-32.50%	+0.63%	-0.31%	-0.16%	-0.09%	-	-	+0.49%	-0.58%	-0.16%	-0.18
Ta	13						15					
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	+0.67%	+0.04%	-0.87%	-0.28%	-	-	-0.40%	-0.57%	-0.87%	-0.45%
T ₂	-	-	+0.45%	-0.67%	-0.20%	-0.18%	-	-	+0.36%	-0.71%	-0.26%	-0.27%

	18						20					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
T _a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	-0.79%	-0.74%	-1.73%	-0.58%	-	-	-0.75%	-0.44%	-1.88%	-0.62%
T ₂	-	-	+0.27%	-0.89%	-0.37%	-0.37%	-	-	+0.25%	-0.78%	-0.28%	-0.27%

3.3 TABLA DE RESULTADOS
 Parámetro a evaluar: APARIENCIA

Fase Experimental I

	5						7					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
T _a	80% 3 20% 4	10% 2 40% 3 50% 4	28% 2 64% 3 8% 4	22% 1 33% 2 16% 3 11% 4 8% 5	70% 2 30% 3	20% 2 70% 3 10% 5	-	-	-	-	-	-
T ₁	70% 3 20% 4 10% 5	50% 3 40% 4 10% 5	40% 1 50% 2 10% 3	90% 1 10% 2	100% 2	90% 1 10% 2	1% 4 99% 5	100% 5	2% 1 95% 2 3% 3	99% 1 1% 2	95% 1 5% 2	95% 1 3% 2 2% 3
T ₂	100% 5	90% 5 10% 4	85% 1 15% 2	10% 1 90% 2	1% 1 99% 2	10% 1 90% 2	1% 4 99% 5	100% 5	95% 2 5% 3	10% 1 90% 2	2% 1 98% 2	5% 1 95% 2
T _a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	90% 5 10% 4	80% 3 20% 4	40% 1 60% 2	85% 1 15% 2	100% 2	10% 1 80% 2 10% 3	-	-	80% 2 15% 3 3% 5 2% 4	29% 1 40% 2 18% 3 13% 4	10% 1 70% 2 20% 3	5% 1 80% 2 15% 3
T ₂	80% 4 20% 5	100% 5	10% 1 90% 2	5% 1 90% 2 5% 3	90% 1 10% 2	80% 1 20% 2	-	-	10% 1 70% 2 20% 3	40% 1 40% 2 10% 3 10% 4	20% 1 80% 2	5% 1 85% 2 8% 3 2% 4

	13						15					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MT
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	10% 1 85% 2 5% 3	10% 1 85% 2 5% 3	85% 2 10% 3 5% 4	40% 1 50% 2 10% 3	-	-	20% 1 80% 2	30% 1 60% 2 8% 3 2% 4	80% 2 20% 3	90% 2 8% 3 2% 4
T ₂	-	-	15% 1 75% 2 9.5% 3 0.5% 4	4% 1 90% 2 6% 3	4% 1 90% 2 6% 3	5% 1 90% 2 4.5% 3 0.5% 4	-	-	90% 2 10% 3	30% 1 35% 2 30% 3 3% 4	5% 1 90% 2 5% 3	20% 1 70% 2 10% 3
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	10% 1 80% 2 10% 3	90% 2 10% 3	50% 2 15% 3 20% 4 15% 5	60% 2 30% 3 10% 4	-	-	50% 2 40% 3 10% 4	50% 2 30% 3 20% 4	80% 4 20% 3	45% 2 45% 3 10% 4
	-	-	90% 2 10% 3	60% 2 40% 3	95% 2 5% 3	90% 2 10% 3	-	-	75% 2 25% 3	98% 2 2% 3	95% 2 5% 4	90% 2 5% 3 5% 4

3.4 TABLA DE RESULTADOS
Parámetro a evaluar: COLOR

Fase Experimental I

	1						3					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
Ta	2.4	1.4	50%1.4 50%2.4	2.4	2.4	2.4	50%1.4 50%2.4	50%1.4 50%2.4	2.3	2.4	2.4	2.4
T1	2.4	1.4	2.4	50%1.4 50%2.4	2.4	50%1.4 50%2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	1.4	2.4
T2	1.4	2.4	2.4	2.4	2.3	1.4	1.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4
	4						5					
Ta	2.3	1.4	2.4	2.3	2.3	2.3	80%1.4 10%2.5 10%3.6	70%1.4 20%4.6 10%1.5	1.4	65%1.4 25%4.6 10%1.5	90%1.5 10%4.6	90%1.4 10%1.5
T1	2.4	50%2.4 50%2.6	2.4	2.4	2.4	2.4	80%2.4 15%2.5 5%3.6	80%2.4 20%3.6	85%2.4 15%2.5	95%2.4 5%3.6	95%2.4 5%1.4	90%1.4 10%2.4
T2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	2%1.4 98%2.4	10%3.6 90%2.4	2.4	2%1.4 97%2.4 1%1.5	2.4	5%1.4 95%2.4
	9						0					
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T1	80%2.4 10%4.4 10%1.4	50%3.6 40%1.4 10%2.4	96%2.4 4%3.6	90%2.4 10%1.4	99%2.4 1%1.5	99%2.4 1%1.5	40%3.6 40%2.5 20%2.4	50%3.6 30%2.4 20%2.5	2.4	99%2.4 1%2.5	2.4	98%2.4 2%1.5
T2	20%1.4 80%1.6	30%1.4 60%2.4	90%2.4 10%1.4	90%2.4 10%1.4	2.4	2.4	80%2.4 20%1.5	80%2.4 20%1.5	2.4	2.4	2.4	99%2.4 1%1.5

	12						15					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	88% 2.4 10% 1.4 2% 1.5	80% 2.4 20% 1.5	2.4	98% 2.4 2% 1.5	-	-	2.4	30% 3.6 70% 2.4	90% 2.4 10% 2.6	90% 2.4 10% 2.6
T ₂	-	-	98% 2.4 2% 1.5	90% 2.4 5% 1.5 5% 1.4	90% 2.4 10% 1.5	80% 2.4 10% 1.4 5% 1.5 5% 2.5	-	-	85% 2.4 5% 1.5 10% 2.6	90% 2.4 10% 3.6	95% 2.4 5% 3.6	85% 2.4 10% 3.6 5% 1.5
	18						20					
	C		P1		P2		C		P1		P2	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁	-	-	85% 2.4 5% 2.6 10% 1.5	80% 2.4 10% 3.6 10% 1.4	80% 2.4 10% 3.6 10% 1.5	2.4	-	-	80% 2.4 20% 3.6	80% 2.4 20% 3.6	98% 2.4 2% 3.6	80% 2.4 20% 3.6
T ₂	-	-	90% 2.4 10% 1.5	95% 2.4 5% 1.5	80% 2.4 5% 3.6 10% 1.5 5% 1.4	90% 2.4 10% 1.5	-	-	80% 2.4 10% 1.4 10% 1.5	85% 2.4 15% 1.5	80% 2.4 20% 1.5	85% 2.4 15% 3.6

3.5 TABLA DE RESULTADOS

Parámetro a evaluar: CLOROFILA

Fase Experimental II

	1						4					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
T ₂	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T ₃	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	9											
T ₂	92%	100%	98%	96%	98%	100%	88.75%	98%	92%	90%	96%	100%
T ₃	93%	100%	94%	96%	89%	100%	89%	100%	86.50%	89%	85.50%	100%
	10						13					
T ₂	86.25%	65.88%	100%	66%	42%	63%	66.87%	66.35%	72.68%	63.20%	39%	71%
T ₃	52.50%	65.40%	67%	59%	57%	67%	42.14%	52%	62%	61%	70.50%	70%
	15						17					
T ₂	90.62%	70.09%	88%	73.63%	38.50%	77%	82.50%	64.98%	73.20%	72.70%	60%	79%
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20						22					
T ₂	62.50%	56.54%	75.60%	53.63%	50%	56%	78.12%	65.42%	95%	59%	45.3%	78%
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24						24					
T ₂	100%	73%	80%	73%	57%	82.5%						
T ₃	-	-	-	-	-	-						

3.6 TABLA DE RESULTADOS
 Parámetro a evaluar: % P.F.P.

Fase Experimental II

	1						4					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	MT	MH										
T ₂	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.12%	-0.17%	-0.10%	-0.22%	-0.23%	+0.04%
T ₃	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.23%	-0.33%	0.00%	-0.09%	-0.09%	-0.45%
	7						9					
T ₂	-0.13%	-0.26%	-0.24%	-0.12%	-0.03%	-0.52%	-0.11%	-0.33%	-0.28%	-0.22%	-0.07%	-0.35%
T ₃	-0.64%	-0.54%	-0.24%	-0.27%	-0.26%	-0.29%	-0.51%	-0.50%	-0.34%	+0.06%	-0.60%	-0.23%
	10						13					
T ₂	-0.26%	-0.21%	-0.34%	-0.22%	-0.09%	-0.15%	-0.32%	-0.54%	-0.67%	-0.19%	-0.15%	-0.15%
T ₃	-0.62%	-0.70%	-0.49%	-0.03%	-0.53%	-0.39%	-	-	-	-	-	-
	15						17					
T ₂	-0.24%	-0.57%	-0.86%	-0.19%	-0.20%	-0.24%	-0.27%	-0.45%	-1.05%	-0.22%	-0.19%	-0.33%
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20						22					
T ₂	-0.32%	-0.55%	-1.11%	-0.21%	-0.17%	-0.27%	-0.33%	-0.57%	-1.17%	-0.27%	-0.21%	-0.28%
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24											
T ₂	-0.38%	-0.62%	-1.20%	-0.21%	-0.21%	-0.27%						
T ₃	-	-	-	-	-	-						

3.7 TABLA DE RESULTADOS
Parámetro a evaluar: Ac. Ascórbico

Fase Experimental II

mg J	1						4					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
T ₂	44.05	40.90	40.90	40.90	50.36	44.05	44.05	44.05	59.83	47.21	56.67	59.83
T ₃	37.75	37.75	28.28	40.90	37.75	34.59	78.76	50.36	44.05	50.36	66.14	53.52
	7						9					
T ₂	47.21	40.95	18.82	28.28	66.14	56.67	34.59	44.05	28.28	40.90	31.44	34.59
T ₃	9.35	34.59	18.82	31.44	12.51	28.28	28.28	6.67	12.51	28.28	28.28	21.97
	10						13					
T ₂	31.44	25.13	28.28	28.28	15.666	28.28	21.97	31.44	28.28	47.21	37.75	21.97
T ₃	6.36	18.82	28.28	0.00	12.51	18.82	28.40	26.96	34.57	21.48	21.48	33.25
	15						17					
T ₂	28.28	31.44	34.59	31.44	25.13	50.36	28.28	62.98	21.97	28.28	21.97	28.28
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20						22					
T ₂	25.13	28.28	25.13	31.44	15.66	34.59	21.97	15.66	21.97	18.82	28.28	28.28
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24											
T ₂	15.66	12.51	25.13	40.90	9.36	18.82						
T ₃	-	-	-	-	-	-						

3.8 TABLA DE RESULTADOS
 Parámetro a evaluar: APARIENCIA

Fase Experimental II

	1						4					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
T ₂	95% 1 5% 2	97% 1 3% 2	95% 1 5% 2	96% 1 4% 2	98% 1 2% 2	97% 1 3% 2	96% 1 4% 2	97% 1 3% 2	5% 1 95% 2	97% 1 3% 2	96% 1 4% 2	95% 1 5% 2
T ₃	98% 1 20% 2	98% 1 2% 2	60% 1 40% 2	98% 1 2% 2	100% 1	100% 1	98% 1 2% 2	98% 1 2% 2	20% 1 80% 2	90% 1 10% 2	40% 1 60% 2	90% 1 10% 2
T ₂	9											
	15% 1 85% 2	80% 1 20% 2	80% 1 19% 2 1% 3	50% 1 50% 2	90% 1 10% 2	70% 1 30% 2	90% 1 10% 2	70% 1 20% 2 10% 3	40% 1 60% 2	75% 1 24% 2 1% 3	85% 1 15% 2	70% 1 25% 2 5% 3
T ₃	25% 1 65% 2 10% 3	40% 1 50% 2 10% 3	90% 2 10% 3	50% 1 25% 2 25% 3	80% 1 16% 2 4% 3	30% 1 50% 2 10% 3 10% 4	60% 1 30% 2 10% 3	15% 1 30% 2 30% 3 25% 4	20% 1 70% 2 8% 3 2% 4	40% 1 40% 2 10% 3 10% 4	60% 1 40% 2	40% 1 45% 2 10% 3 5% 4
T ₂	10						13					
	70% 1 30% 2	30% 1 60% 2 10% 3	30% 1 60% 2 10% 3	80% 1 20% 2	60% 1 20% 2	40% 1 55% 2 5% 3	25% 1 70% 2 5% 3	20% 1 75% 2 5% 3	40% 1 60% 2	20% 1 75% 2 5% 3	30% 1 70% 2	25% 1 70% 2 5% 3
T ₃	20% 1 75% 2 5% 3	20% 1 70% 2 10% 3	10% 1 80% 2 10% 3	10% 1 80% 2 10% 3	25% 1 70% 2 5% 3	25% 1 70% 2 5% 3	35% 1 60% 2 5% 3	45% 1 50% 2 5% 3	38% 1 60% 2 2% 3	48% 1 50% 2 2% 3	60% 1 40% 2	10% 1 40% 2 40% 3 10% 4

		15						17					
		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
		MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH	MT	MH
T ₂		33% 1 65% 2 2% 3	48% 1 50% 2 2% 3	40% 1 60% 2	17% 1 80% 2 3% 3	15% 1 80% 2 5% 3	20% 1 70% 2 10% 3	49% 1 51% 2	98% 1 2% 2	13% 1 85% 2 2% 3	80% 1 17% 2 3% 3	10% 1 80% 2 10% 3	20% 1 70% 2 10% 3
T ₃		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20						22					
T ₂		45% 1 50% 2 5% 3	70% 1 25% 2 3% 3 2% 4	33% 1 65% 2 2% 3	50% 1 35% 2 15% 3	28% 1 70% 2 2% 3	25% 1 50% 2 25% 3	20% 1 80% 2	25% 1 70% 2 5% 3	29% 1 70% 2 10% 3	30% 1 50% 2 20% 3	60% 2 35% 3 5% 4	40% 1 40% 2 20% 3
T ₃		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		24											
T ₂		75% 2 20% 1 5% 3	50% 2 25% 1 23% 3 2% 4	28% 1 70% 2 2% 3	30% 1 60% 2 10% 3	10% 1 75% 2 15% 3	30% 1 65% 2 5% 3						
T ₃		-	-	-	-	-	-						

3.9 TABLA DE RESULTADOS
Parámetro a evaluar: COLOR

Fase Experimental II

	1						2					
	P1		P2		P3		P1		P2		P3	
	MT	MH										
T ₂	50% 1.4	97% 1.4	94% 1.4	90% 1.4	55% 2.4	30% 2.4	2.4	60% 2.4	75% 2.4	80% 2.4	60% 2.4	80% 2.4
	50% 2.4	3% 2.4	6% 2.4	10% 2.4	45% 1.4	70% 1.4		40% 1.4	25% 1.4	20% 1.4	40% 1.4	20% 1.4
T ₃	55% 1.4	97% 1.4	3% 2.4	50% 1.4	80% 2.4	2% 2.4	2.4	85% 2.4	90% 1.4	2.4	80% 2.4	80% 2.4
	45% 2.4	3% 2.4	97% 1.4	50% 2.4	20% 1.4	98% 1.4		15% 1.4	10% 2.4		20% 1.4	20% 1.4
T ₂	7						9					
	80% 1.4	80% 2.4	50% 2.4	80% 2.4	60% 1.4	60% 2.4	80% 2.4	85% 2.4	70% 1.4	80% 2.4	85% 2.4	80% 2.4
T ₃	20% 2.4	20% 1.4	50% 1.4	20% 1.4	40% 2.4	40% 1.4	20% 1.4	15% 1.4	30% 2.4	20% 1.4	15% 1.4	18% 1.4
	80% 1.4	70% 2.4	50% 2.4	80% 2.4	80% 1.4	80% 2.4	85% 1.4	20% 2.4	80% 1.4	80% 2.4	50% 1.4	40% 2.4
T ₃	15% 2.4	25% 1.4	45% 1.4	20% 1.4	20% 2.4	15% 1.4	15% 2.4	40% 1.4	10% 2.4	10% 1.4	50% 2.4	50% 1.4
	5% 1.5	5% 1.5	5% 1.5			2% 3.6		30% 1.5	5% 3.6	5% 1.5	5% 3.6	5% 3.6
T ₂	10						13					
	60% 1.4	75% 2.4	80% 2.4	50% 2.4	60% 1.4	50% 2.4	60% 1.4	55% 2.4	80% 1.4	80% 2.4	85% 1.4	60% 2.4
T ₃	40% 2.4	25% 1.4	20% 1.4	50% 1.4	38% 2.4	45% 1.4	38% 2.4	43% 1.4	20% 2.4	20% 1.4	15% 2.4	38% 1.4
	60% 1.4	85% 1.4	80% 1.4	90% 1.4	70% 1.4	40% 1.4	50% 1.4	60% 1.4	75% 1.4	85% 1.4	90% 2.4	40% 2.4
T ₃	40% 2.4	10% 2.4	10% 2.4	5% 2.4	25% 2.4	40% 2.4	48% 2.4	35% 2.4	20% 2.4	10% 2.4	10% 1.4	40% 1.4
		5% 3.6	10% 3.6	5% 3.6	5% 3.6	10% 1.5	2% 1.5	5% 1.5	5% 1.5	3% 1.5	2% 3.6	10% 1.5
						10% 3.6						10% 2.6

		15						17					
		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
		MT	MH	MT	MH								
T ₂	98% 1.4	70% 2.4	75% 2.4	70% 2.4	80% 1.4	70% 2.4	50% 2.4	50% 2.4	75% 1.4	80% 2.4	70% 2.4	85% 1.4	
	2% 1.5	30% 1.4	25% 1.4	10% 1.5	15% 2.4	20% 1.4	50% 1.4	50% 1.4	1% 1.5	17% 1.4	20% 1.4	10% 2.4	
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20						22					
T ₂	70% 1.4	90% 1.4		75% 2.4	80% 1.4	70% 1.4	80% 1.4	50% 2.4	85% 2.4	90% 2.4	85% 1.4	60% 2.4	
	28% 2.4	7% 2.4	1.4	23% 1.4	15% 2.4	25% 2.4	20% 2.4	48% 1.4	10% 1.4	8% 1.4	5% 2.4	40% 1.4	
T ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		24											
T ₂	80% 1.4	70% 1.4	70% 2.4	75% 1.4	60% 1.4	80% 2.4							
	18% 2.4	15% 2.4	27% 1.4	15% 1.4	25% 2.4	15% 1.4							
T ₃	-	-	-	-	-	-							

4.1)

TABLAS DEL ANALISIS FACTORIAL PARA CLOROFILA.

TABLA No. 1

INTERACCION : Ta - T1 - T2 - C - P1 - P2 - MT - MH

PRIMERA ETAPA

A = No. de Dias B = Temperatura C = Película Plástica D = Manejo n = Repeticiones

A = 3, B = 3, C = 3, D = 2, n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFFECTO PRINCIPAL						
A	2601.11	2	1300.56	69.14	3.20	**
B	1031.40	2	515.70	27.42	3.20	**
C	107.06	2	53.53	2.85	3.20	N.S.
D	14.69	1	14.69	0.78	4.05	N.S.
INTERACCION 2 FACT.						
AB	2062.82	4	515.71	27.42	2.57	**
AC	214.14	4	53.54	2.85	2.57	*
AD	29.40	2	14.70	0.78	3.20	N.S.
BC	152.61	4	38.15	2.03	2.57	N.S.
BD	180.95	2	90.48	4.81	3.20	*
CD	186.58	2	93.29	9.23	3.20	*
INTERACCION 3 FACT.						
ABC	305.18	8	38.15	2.03	2.14	N.S.
ABD	361.87	4	90.47	4.81	2.57	*
ACD	694.32	4	173.58	9.23	2.57	**
BCD	421.75	4	105.44	5.61	2.57	**
INTERACCION 4 FACT.						
ABCD	843.55	8	105.44	5.61	2.57	**
ERROR	1075.63	54	18.81			

TOTAL

10233.06

107.00

APENDICE 4.-

ESTADISTICA PARAMETRICA.

SC : SUMA CUADRADOS
 GL : GRADOS LIBERTAD
 CM : CUADRADO MEDIO
 FC : F CALCULADA
 F : F LEIDA EN TABLAS

TABLA No. 2

CLOROFILA.

INTERACCION : T1 - Te - C - P1 - P2 - NT - MH

PRIMERA ETAPA.

A = Dias B = Temperatura C = Película Plástica D = Manejo n = Replicas

A = 3, B = 2, C = 3, D = 2, n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFFECTO PRINCIPAL						
A	237.77	118.89	2	29.07	3.23	**
B	0.00	0.00	1	0.00	4.08	N.S.
C	111.63	55.82	2	13.65	3.23	**
D	10.55	10.55	1	2.58	4.08	N.S.
INTERACCION 2 FACT.						
AB	0.01	0.005	2	0.00	3.23	N.S.
AC	223.27	55.82	4	13.65	2.61	**
AD	21.10	10.55	2	2.58	3.23	N.S.
BC	30.33	15.17	2	3.71	3.23	*
BD	58.85	58.85	1	14.39	4.08	**
CD	11.33	5.67	2	1.39	3.23	N.S.
INTERACCION 3 FACT.						
ABC	60.65	15.16	4	3.71	2.61	*
ABD	117.79	58.90	2	14.40	3.23	**
ACD	22.66	5.67	4	1.39	2.61	N.S.
BCD	163.17	81.59	2	19.95	3.23	**
INTERACCION 4 FACT.						
ABCD	326.35	81.59	4	19.95	2.61	**
ERROR	147.22	4.09	36			
TOTAL	1542.68	71				

TABLA No. 3 CLOROFILA.

INTERACCION : T1 - T2 - P1 - P2 - MT - MH PRIMERA ETAPA.

A = Dias, B = Temperatura, C = Pellicula Plástica, D = Manejo, n = Replicas

A = 9 B = 2 C = 2 D = 2 n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFFECTO PRINCIPAL						
A	9184.15	8	1148.02	26.09	2.08	**
B	1647.55	1	1647.55	37.44	3.98	**
C	81.30	1	81.30	1.85	3.98	N.S.
D	538.16	1	538.16	12.23	3.98	**
INTERACCION 2 FACT.						
AB	1669.25	8	208.66	4.74	2.08	**
AC	921.02	8	115.13	2.62	2.08	*
AD	1400.31	8	175.04	3.98	2.08	*
BC	287.65	1	227.65	5.17	3.98	*
BD	348.44	1	348.44	7.92	3.98	**
CD	12.96	1	12.96	0.29	3.98	N.S.
INTERACCION 3 FACT.						
ABC	103.59	8	12.95	0.29	2.08	N.S.
ABD	827.76	8	103.47	2.35	2.08	*
ACD	345.44	8	43.18	0.98	2.08	N.S.
BCD	1.69	1	1.69	0.04	3.98	N.S.
INTERACCION 4 FACT.						
ABCD	1205.08	8	150.64	3.42	2.08	*
ERROR	3168.59	72	44.01			

TOTAL

21682.94

143

TABLA No. 4

CLOROFILA

INTERACCION : T1 - P1 - P2 - MT - MH

PRIMERA ETAPA.

A = Días, B = Temperatura, C = Película Plástica, D = Manejo, n = Repetición

A = 9 B = 0 C = 2 D = 2 n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFFECTO PRINCIPAL</u>						
A	2401.25	8	300.16	4.77	2.22	*
C	18.43	1	18.43	0.29	4.12	N.S.
D	10.27	1	10.27	0.16	4.12	N.S.
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AC	544.18	8	68.02	1.08	2.22	N.S.
AD	772.44	8	96.56	1.53	2.22	N.S.
CD	2.66	1	2.66	0.04	4.12	N.S.
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ACD	408.38	8	51.05	0.81	2.22	N.S.
ERROR	2267.19	36	62.98			

TOTAL

6424.80

71

TABLA No. 5

CLOROFILA

INTERACCION :

T2 - P1 - P2 - MT - MH

PRIMERA ETAPA.

A - Días, C = Película Plástica, D = Manejo, n = Repetición

A = 9 C = 2 D = 2 n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFECTO PRINCIPAL.						
A	8452.15	8	1056.52	42.19	2.22	**
C	290.52	1	290.52	11.60	4.12	**
D	876.34	1	876.34	35.00	4.12	**
INTERACCION 2 FACT.						
AC	480.93	8	60.05	2.40	2.22	*
AD	1455.61	8	181.95	7.27	2.22	**
CD	11.98	1	11.98	0.48	4.12	N.S.
INTERACCION 3 FACT.						
ACD	1142.16	8	142.77	5.70	2.22	*
ERROR	901.40	36	25.04			

TOTAL

13610.59

72

4.2.- TABLAS DEL ANALISIS FACTORIAL DEL PORCIENTO DE PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO.

TABLA No. 6 INTERACCIÓN : Ta - T1 - T2 - C - P1 - P2 - MT - MH PRIMERA ETAPA.

A = Días, B = Temperatura, C = Película Plástica, D = Manejo, n = Repetición

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFFECTO PRINCIPAL						
A	3044.51	3	1014.84	157.81	2.68	**
B	163.83	2	81.92	12.74	3.07	**
C	10969.06	2	5484.53	852.87	3.07	**
D	1.06	1	1.06	0.16	3.92	N.S.
INTERACCIÓN 2 FACT.						
AB	129.72	6	21.62	3.36	2.17	*
AC	5394.19	6	899.03	139.81	2.17	**
AD	2.57	3	0.86	0.13	2.68	N.S.
BC	252.76	4	63.19	9.82	2.45	*
BD	48.11	2	24.06	3.74	3.07	*
CD	2.70	2	1.35	0.21	3.07	N.S.
INTERACCIÓN 3 FACT.						
ABC	155.98	12	13.00	2.02	1.83	*
ABD	30.12	6	5.02	0.79	2.17	N.S.
ACD	4.25	6	0.71	0.12	2.17	N.S.
BCD	86.89	4	21.72	3.37	2.45	*
INTERACCIÓN 4 FACT.						
ABCD	46.54	12	3.88	0.61	1.83	N.S.
ERROR	463.01	72	6.43			

TOTAL

20795.30

TABLA No. 7.- INTERACCION : T1 - T2 - C - P1 - P2 - NT - MH : PFP PRIMERA ETAPA.

A = Días, B = Temperatura, C = Película Plástica, D = Manejo, n = Repetición

A = 5 B = 2 C = 3 D = 2 n = 2

FUENTE DE VIARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFFECTO PRINCIPAL						
A	2837.49	4	709.37	52.66	2.53	**
B	22.63	1	22.63	1.68	4.00	N.S.
C	12255.94	2	6127.97	454.93	3.15	**
D	17.60	1	17.60	1.31	4.00	N.S.
INTERACCION 2 FACT.						
AB	64.82	4	16.21	1.20	2.53	N.S.
AC	5423.31	8	677.91	50.33		**
AD	10.28	4	2.57	0.19	2.53	N.S.
BC	16.46	2	8.23	0.61	3.15	N.S.
BD	17.17	1	17.17	1.27	4.00	N.S.
CD	59.32	2	29.66	2.20	3.15	N.S.
INTERACCION 3 FACT.						
ABC	111.39	8	13.92	1.03		N.S.
ABD	9.29	4	2.32	0.17	2.53	N.S.
ACD	29.31	8	3.66	0.27		N.S.
BCD	49.31	2	24.66	1.83	3.15	N.S.
INTERACCION 4 FACT.						
ABCD	16.52	8	2.07	0.15		N.S.
ERROR	808.28	60	13.47			

TOTAL

21749.12

119

TABLA No. 8 INTERACCION : T1 - T2 - P1 - P2 - MT - MH : PFP PRIMERA ETAPA.

A = Días, B = Temperatura; C = Película Plástica, D = Manejo n = Repetición

A = 10 B = 2 C = 2 D = 2 n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFFECTO PRINCIPAL</u>						
A	8.47	9	0.94	2.09	1.96	*
B	5.23	1	5.23	11.62	3.92	**
C	0.74	1	0.74	1.64	3.92	N.S.
D	1.11	1	1.11	2.47	3.92	N.S.
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AB	2.86	9	0.32	0.71	1.96	N.S.
AC	1.78	9	0.20	0.44	1.96	N.S.
AD	2.32	9	0.26	0.58	1.96	N.S.
BC	0.03	1	0.03	0.07	3.92	N.S.
BD	3.06	1	3.06	6.80	3.92	*
CD	2.27	1	2.27	5.04	3.92	*
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ABC	1.85	9	0.21	0.47	1.96	N.S.
ABD	2.41	9	0.27	0.60	1.96	N.S.
ACD	1.64	9	0.18	0.40	1.96	N.S.
BCD	1.80	1	1.80	4.00	3.92	*
<u>INTERACCION 4 FACT.</u>						
ABCD	1.24	9	0.14	0.31	1.96	N.S.
ERROR	36.02	80	0.45			

TOTAL

72.83

159

TABLA No. 9.- INTERACCION : T1 - P1 - P2 - MT - MH P.F.P. PRIMERA ETAPA.

A = Días, C = Película Plástica, D = Manejo, n = Repetición.

A = 10 C = 2 D = 2 n = 1

FUENTE DE VARIACION	SC	CM	GL	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFFECTO PRINCIPAL</u>						
A	4.06	0.45	9	2.50	3.18	N.S.
C	0.52	0.52	1	2.89	5.12	N.S.
D	0.14	0.14	1	0.78	5.12	N.S.
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AC	1.75	0.19	9	1.06	3.18	N.S.
AD	1.78	0.20	9	1.11	3.18	N.S.
CD	0.14	0.14	1	0.78	5.12	N.S.
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ACD	1.61	0.18	9			
ERROR	0	0	0			

TOTAL

10.00

39

TABLA No. 10.- INTERACCION : T2 - P1 - P2 - MT - MH : PFP PRIMERA ETAPA

A = Días, B = Temperatura, C = Película Plástica, D = Manejo, n = Repetición

A = 10 C = 2 D = 2 n = 1

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFECTO PRINCIPAL</u>						
A	0.74	9	0.08	1.00	3.18	N.S.
C	0.22	1	0.22	2.75	5.12	N.S.
D	2.27	1	2.27	28.38	5.12	**
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AC	1.59	9	0.18	2.25	3.18	N.S.
AD	0.26	9	0.03	0.38	3.18	N.S.
CD	0.12	1	0.12	1.50	5.12	N.S.
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ACD	0.75	9	0.08			
ERROR	0					
TOTAL	5.95					

4.3.- TABLAS DEL ANALISIS FACTORIAL PARA CLOROFILA. SEGUNDA ETAPA.

TABLA No. 11°.- INTERACCION : T2 - T3 - P1 - P2 - P3 - MT - MH

A = Dias de AImto. B = Temperatura, C = Pelicula Plástica, D = Manejo

A = 6 B = 2 C = 3 D = 2 n = 2

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFECTO PRINCIPAL</u>						
A	36777.29	5	7355.46	262.60	2.29	**
B	266.50	1	266.50	9.51	3.92	**
C	147.63	2	73.82	2.64	3.07	N.S.
D	132.48	1	132.48	4.73	3.92	*
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AB	329.22	5	65.84	2.35	2.29	*
AC	1273.70	10	127.37	4.55	1.91	*
AD	335.40	5	67.08	2.39	2.29	*
BC	622.85	2	311.43	11.12	3.07	**
BA	90.25	1	90.25	3.22	3.92	N.S.
CD	855.65	2	427.83	15.27	3.07	**
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ABC	1738.24	10	173.82	6.21	1.91	**
ABD	361.81	5	72.36	2.58	2.29	*
ACD	1715.63	10	171.56	6.12	1.91	**
B CD	249.08	2	124.54	4.45	3.07	*
<u>INTERACCION 4 FACT.</u>						
ABCD	965.07	10	96.51	3.45	1.91	*
ERROR	2017.03	72	28.01			
TOTAL	47877.83	143				

TABLA No. 12.- INTERACCION : T2 - P1 - P2 - P3 - MT - MH CLOROFILA SEGUNDA ETAPA.

A = Días de Alimto. C = Película Plástica D = Manejo n = Repeticiones

A = 11 C = 3 D = 2 n = 1

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFFECTO PRINCIPAL</u>						
A	13965.50	10	1396.55	12.06	2.35	**
C	1010.65	2	505.32	4.36	3.49	*
D	18.01	1	18.01	0.16	4.35	N.S.
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AC	1651.94	20	82.60	0.71	2.12	N.S.
AD	417.07	10	41.71	0.36	2.35	N.S.
CD	2533.83	2	1266.92	10.94	3.49	**
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ACD	2315.53	20	115.78	1.00		
ERROR	0	0				

TOTAL

21932.53

65

4.4.- TABLAS DEL ANALISIS FACTORIAL PARA PERDIDA FISIOLÓGICA DE PESO.

TABLA No. 13.- INTERACCION : T2 - T3 - P1 - P2 - P3 - MT - MH

SEGUNDA ETAPA

A = Días de Alnto. B = Temperatura C = Pellicula Plástica D = Manejo n = Repetición

A = 5 B = 2 C = 3 D = 2 n = 1

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFFECTO PRINCIPAL</u>						
A	0.90	4	0.2250	13.85	3.84	**
B	0.21	1	0.2100	12.92	5.32	**
C	0.16	2	0.0800	4.92	4.46	*
D	0.00	1	0.0000	0.00	5.32	N.S.
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AB	0.11	4	0.0275	1.69	3.84	N.S.
AC	0.07	8	0.0088	0.54	3.39	N.S.
AD	0.08	4	0.0200	1.23	3.84	N.S.
BC	0.20	2	0.1000	6.15	4.46	**
BD	0.04	1	0.0400	2.46	5.32	N.S.
CD	0.06	2	0.0300	1.85	4.46	N.S.
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ABC	0.13	8	0.0162	1.00	3.39	N.S.
ABD	0.16	4	0.0400	2.46	3.84	N.S.
ACD	0.10	8	0.0125	0.77	3.39	N.S.
BCD	0.01	2	0.0050	0.31	4.46	N.S.
<u>INTERACCION 4 FACT.</u>						
ABCD	0.13	8	0.0162			
ERROR	0.00					
TOTAL	2.36					

TABLA No. 14.- INTERACCION : T2 - P1 - P2 - P3 - MT - MH : PFP SEGUNDA ETAPA

A = Días de Almto. C = Pelicula Plástica D = Manejo n = Repetición

A = 11 C = 3 D = 2 n = 1

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFECTO PRINCIPAL</u>						
A	1.45	10	0.15	3.45	2.35	*
C	0.57	2	0.29	6.67	3.49	*
D	0.07	1	0.07	1.61	4.35	N.S.
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AC	0.46	20	0.02	0.46	2.12	N.S.
AD	0.27	10	0.03	0.69	2.35	N.S.
CD	1.23	2	0.62	14.25	3.49	**
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ACD	0.87	20	0.44			
ERROR	0					
TOTAL	4.92	65				

4.5.- TABLAS DEL ANALISIS FACTORIAL PARA ACIDO ASCORBICO.

TABLA No. 15.- T2 - T3 - P1 - P2 - P3 - MT - MH SEGUNDA ETAPA

A = Dias de Alnto. B = Temperatura C = Pellicula Plástica D = Manejo n = Repetición

A = 6 B = 2 C = 3 D = 2 n = 4

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
EFFECTO PRINCIPAL						
A	35465.62	5	7093.12	5720.25	2.21	**
B	6179.76	1	6179.76	4983.67	3.84	**
C	1078.79	2	539.39	434.99	3.00	**
D	249.17	1	249.17	200.94	3.84	**
INTERACCION 2 FACT.						
AB	4654.90	5	930.98	750.79	2.21	**
AC	2246.39	10	224.63	181.15	1.83	**
AD	1900.44	5	380.08	306.51	2.21	**
BC	95.18	2	47.59	38.37	3.00	**
BD	57.24	1	57.24	46.16	3.84	**
CD	521.49	2	260.74	210.27	3.00	**
INTERACCION 3 FACT.						
ABC	6571.32	10	657.13	529.94	1.83	**
ABD	1732.38	5	346.47	279.41	2.21	**
ACD	3012.78	10	301.27	242.95	1.83	**
BCD	167.22	2	83.61	67.42	3.00	**
INTERACCION 4 FACT.						
ABCD	5009.72	10	500.97	404.00	1.83	**
ERROR	269.09	216	1.24			

TOTAL

69211.49

287

TABLA No. 16.- INTERACCION : T2 - P1 - P2 - P3 - MT - MH ACIDO ASCORBICO. SEGUNDA ETAPA

A = Días de Almo. C = Película Plástica D = Manejo n = Repetición

A = 11 C = 3 D = 2 n = 4

FUENTE DE VARIACION	SC	GL	CM	Fc	F	RESPUESTA
<u>EFECTO PRINCIPAL</u>						
A	20814.04	10	2081.40	96.05	1.83	**
C	250.73	2	125.37	5.79	3.00	*
D	1642.75	1	1642.75	75.81	3.84	**
<u>INTERACCION 2 FACT.</u>						
AC	12259.57	20	612.98	28.28	1.57	**
AD	2005.28	10	200.53	9.25	1.83	*
CD	88.61	2	44.31	2.04	3.00	N.S.
<u>INTERACCION 3 FACT.</u>						
ACD	5039.95	20	251.55	2.04	1.57	*
ERROR	4289.97	198	176.36			

TOTAL

46381.90

263

APENDICE No. 5

ESTADISTICA NO PARAMETRICA.

5.1.- TABLAS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN.

PARAMETRO APARIENCIA. PRIMERA ETAPA.

ESCALA

1 2 3 4 5

MEJOR \longrightarrow PEOR

TABLA No. 17.- TEMPERATURA O° C Y MT + MH = CTE

INTERACCION : T1 - C - P1 - P2

DIAS DE ALMTO.	TESTIGO	PELICULA 1	PELICULA 2
1	(3) 3.50	(1) 1.40	(2) 1.55
2	(3) 5.00	(2) 1.51	(1) 1.06
3	(3) 4.05	(1) 1.38	(2) 2.00
4	(3) 5.00	(2) 2.22	(1) 2.10
5	(3) 5.00	(1.5) 1.95	(1.5) 1.95
6	(3) 5.00	(1) 1.81	(2) 2.16
7	(3) 5.00	(1) 2.05	(2) 3.40
8	(3) 5.00	(2) 2.65	(1) 2.58

Rj 24

11.5

12.5

$Xr^2 = 12.06$ DE TABLAS $Xr^2 = 5.99$ \therefore SE RECHAZA H_0

TABLA No. 17.1.- INTERACCION : T1 - C - P1

DIAS DE ALMTO.	TESTIGO	PELICULA 1
1	(2) 3.5	(1) 1.40
2	(2) 5.00	(1) 1.51
3	(2) 4.05	(1) 1.38
4	(2) 5.00	(1) 2.22
5	(2) 5.00	(1) 1.95
6	(2) 5.00	(1) 1.81
7	(2) 5.00	(1) 2.05
8	(2) 5.00	(1) 2:65

$$x_r^2 = 8 \text{ DE TABLAS } x_r^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA H_0

Rj 16

8

TABLA No. 17.2.- INTERACCION : T1 - C - P2

DIAS DE ALMTO.	TESTIGO	PELICULA 2
1	(2) 3.50	(1) 1.55
2	(2) 5.00	(1) 1.06
3	(2) 4.05	(1) 2.00
4	(2) 5.00	(1) 2.10
5	(2) 5.00	(1) 1.95
6	(2) 5.00	(1) 2.16
7	(2) 5.00	(1) 3.40
8	(2) 5.00	(1) 3.40

$$x_r^2 = 8 \text{ DE TABLAS } x_r^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA H_0

Rj 16

8

CONCLUSION :

TESTIGO	PELICULA 1	PELICULA 2

APARIENCIA.

TABLA No. 18.- INTERACCION : MT - C - P1 - P2 - T2 PRIMERA ETAPA.

DIAS DE ALMTO.	C	P1	P2
1	(3) 5.00	(1) 1.15	(2) 1.99
2	(3) 4.99	(2) 2.05	(1) 1.98
3	(3) 4.20	(2) 1.90	(1) 1.10
4	(3) 5.00	(2) 2.10	(1) 1.80
5	(3) 5.00	(1) 1.95	(2) 2.02
6	(3) 5.00	(2) 2.10	(1) 2.00
7	(3) 5.00	(2) 2.10	(1) 2.00
8	(3) 5.00	(2) 2.25	(1) 2.10

Rj 24

14

10

 $Xr^2 = 13$ DE TABLAS $Xr^2 = 5.991$ ∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 18.1.- INTERACCION : MT - M2 - C - P1

DIAS DE ALMTO.	C	P1
1	(2) 5.00	(1) 1.15
2	(2) 4.99	(1) 2.05
3	(2) 4.20	(1) 1.90
4	(2) 5.00	(1) 2.10
5	(2) 5.00	(1) 1.95
6	(2) 5.00	(1) 2.10
7	(2) 5.00	(1) 2.10
8	(2) 5.00	(1) 2.25

Rj 16

8

 $Xr^2 = 9$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$ ∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 18.2.- INTERACCION : MT - T2 - C - P2

DIAS DE ALMTO.	C		P2	
1	(2)	5.00	(1)	1.15
2	(2)	4.99	(1)	2.05
3	(2)	4.20	(1)	1.10
4	(2)	5.00	(1)	1.80
5	(2)	5.00	(1)	2.02
6	(2)	5.00	(1)	2.00
7	(2)	5.00	(1)	2.05
8	(2)	5.00	(1)	2.10

$$x_r^2 = 9 \text{ DE TABLAS } x_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

C P1 P2

Rj 16

8

APARIENCIA.

TABLA No. 19.- INTERACCION : MH - T2 - C - P1 - P2 PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	C		P1		P2	
1	(3)	4.90	(1.5)	1.90	(1.5)	1.90
2	(3)	5.00	(1)	1.90	(2)	1.95
3	(3)	5.00	(2)	2.00	(1)	1.20
4	(3)	5.00	(1)	1.90	(2)	2.07
5	(3)	5.00	(2)	2.02	(1)	2.00
6	(3)	5.00	(2)	2.12	(1)	1.90
7	(3)	5.00	(2)	2.40	(1)	2.10
8	(3)	5.00	(1)	2.02	(2)	2.15

Rj 24

12.5

11.5

$$x_r^2 = 12.06 \text{ DE TABLAS } P = 0.0011$$

∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 19.1.- INTERACCION : T2 - MH - C - P1

DIAS DE ALMTO.	C		P1	
1	(2)	4.90	(1)	1.90
2	(2)	5.00	(1)	1.90
3	(2)	5.00	(1)	2.00
4	(2)	5.00	(1)	1.90
5	(2)	5.00	(1)	2.02
6	(2)	5.00	(1)	2.12
7	(2)	5.00	(1)	2.40
8	(2)	5.00	(1)	2.02

$$Xr^2 = 9 \text{ DE TABLAS } Xr^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA Ho

Rj 16

8

TABLA No. 19.2.- INTERACCION : T2 - MH - C - P2

DIAS DE ALMTO.	C		P2	
1	(2)	4.90	(1)	1.90
2	(2)	5.00	(1)	1.95
3	(2)	5.00	(1)	1.20
4	(2)	5.00	(1)	2.07
5	(2)	5.00	(1)	2.00
6	(2)	5.00	(1)	1.90
7	(2)	5.00	(1)	2.10
8	(2)	5.00	(1)	2.15

$$Xr^2 = 9 \text{ DE TABLAS } Xr^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA Ho

Rj 16

8

CONCLUSION

C P1 P2

APARIENCIA.

TABLA No. 20.- INTERACCION : T2 - C - P1 - P2 MT + MH = CTE PRIMERA ETAPA.

DIAS DE ALMTO	C		P1		P2	
1	(3)	5.00	(1)	1.53	(2)	1.95
2	(3)	5.00	(2)	1.98	(1)	1.97
3	(3)	4.60	(2)	1.95	(1)	1.15
4	(3)	5.00	(2)	2.00	(1)	1.94
5	(3)	5.00	(1)	1.99	(2)	2.01
6	(3)	5.00	(2)	2.11	(1)	1.95
7	(3)	5.00	(2)	2.25	(1)	2.08
8	(3)	5.00	(2)	2.14	(1)	2.13

 $x_r^2 = 13$ DE TABLAS $x_r^2 = 5.991$ ∴ SE RECHAZA H_0

RJ 24

14

10

TABLA No. 20.1.- INTERACCION : T2 - C - P1 MT + MH = CTM

DIAS DE ALMTO.	C		P1	
1	(2)	5.00	(1)	1.53
2	(2)	5.00	(1)	1.98
3	(2)	4.60	(1)	1.95
4	(3)	5.00	(1)	2.00
5	(2)	5.00	(1)	1.99
6	(2)	5.00	(1)	2.11
7	(2)	5.00	(1)	2.25
8	(2)	5.00	(1)	2.14

 $x_r^2 = 8$ DE TABLAS $x_r^2 = 3.84$ ∴ SE RECHAZA H_0

RJ 16

8

TABLA No. 20.2.- INTERACCION : T2 - MH - C - P2

DIAS DE ALMTO.	C		P2	
1	(2)	5.00	(1)	1.95
2	(2)	5.00	(1)	1.97
3	(2)	4.60	(1)	1.15
4	(2)	5.00	(1)	1.94
5	(2)	5.00	(1)	2.01
6	(2)	5.00	(1)	1.95
7	(2)	5.00	(1)	2.08
8	(2)	5.00	(1)	2.08

$$X_r^2 = 8 \text{ DE TABLAS } X_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

RJ 16 8

CONCLUSION :

C P1 P2

APARIENCIA.

TABLA No. 21.- INTERACCION : T1 - T2 - MT - P2 PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	T1		T2	
1	(2)	2.00	(1)	1.99
2	(1)	1.05	(2)	1.98
3	(2)	2.00	(1)	1.10
4	(2)	2.10	(1)	1.80
5	(2)	2.20	(1)	2.02
6	(2)	2.20	(1)	2.00
7	(2)	3.00	(1)	2.05
8	(2)	2.50	(1)	2.10

$$X_r^2 = 4.5 \text{ DE TABLAS}$$

$$X_r = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION :

T1 T2

RJ 15 9

MEJOR CONDICION : T2

APARIENCIA.

TABLA No. 22.- INTERACCION : Ta-T1-T2-P1

MT + NH = CTE

PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	Ta		T1		T2	
1	(3)	2.50	(1)	1.40	(2)	1.53
2	(3)	5.00	(1)	1.51	(2)	1.98
3	(3)	5.00	(1)	1.38	(2)	1.95
4	(3)	5.00	(2)	2.22	(1)	2.00
5	(3)	5.00	(1)	1.95	(2)	1.99
6	(3)	5.00	(1)	1.81	(2)	2.11
7	(3)	5.00	(1)	2.05	(2)	2.25
8	(3)	5.00	(2)	2.65	(1)	2.14

Rj

24

10

14

$$Xr^2 = 13 \text{ DE TABLAS } Xr^2 = 5.991$$

∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 22.1.- INTERACCION : Ta - T1 - P1

DIAS DE ALMTO.	Ta		T1	
1	(2)	2.50	(1)	1.40
2	(2)	5.00	(1)	1.51
3	(2)	5.00	(1)	1.38
4	(2)	5.00	(1)	2.22
5	(2)	5.00	(1)	1.95
6	(2)	5.00	(1)	1.81
7	(2)	5.00	(1)	2.05
8	(2)	5.00	(1)	2.65

$$Xr^2 = 8 \text{ DE TABLAS } Xr^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA H_0

Rj

16

8

TABLA No. 22.2.- INTERACCION : Ta - T2 - P1 MT + MH = CTE

DIAS DE ALMTO.	Ta		T2	
1	(2)	2.50	(1)	1.53
2	(2)	5.00	(1)	1.98
3	(2)	5.00	(1)	1.95
4	(2)	5.00	(1)	2.00
5	(2)	5.00	(1)	1.99
6	(2)	5.00	(1)	2.11
7	(2)	5.00	(1)	2.25
8	(2)	5.00	(1)	2.14

Rj 16

8

$$x_r^2 = 8 \text{ DE TABLAS} \quad x_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA Ho

CONCLUSION

Ta T1 T2

APARIENCIA.

TABLA No. 23.- INTERACCION : Ta-T1-T2-P2

MT + MH = CTE

PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	Ta		T1		T2	
1	(3)	2.65	(1)	1.55	(2)	1.95
2	(2)	5.00	(1)	1.06	(2)	1.97
3	(3)	5.00	(2)	2.00	(1)	1.15
4	(3)	5.00	(2)	2.10	(1)	1.94
5	(3)	5.00	(1)	1.95	(2)	2.01
6	(3)	5.00	(2)	2.16	(1)	1.95
7	(3)	5.00	(2)	3.40	(1)	2.08
8	(3)	5.00	(2)	2.58	(1)	2.13

RJ 24

13

11

 $Xr^2 = 12.25$ DE TABLAS $Xr^2 = 5.991$

TABLA No. 23.1.- INTERACCION : Ta - T1 - P2

DIAS DE ALMTO.	Ta		T1	
1	(2)	2.65	(1)	1.55
2	(2)	5.00	(1)	1.06
3	(2)	5.00	(1)	2.00
4	(2)	5.00	(1)	2.10
5	(2)	5.00	(1)	1.95
6	(2)	5.00	(1)	2.16
7	(2)	5.00	(1)	3.40
8	(2)	5.00	(1)	2.58

RJ 16

8

 $Xr^2 = 8$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$ ∴ SE RECHAZA H_0

TABLA 23.2.- INTERACCION : Ta - T2 - P2

DIAS DE ALMTO.	Ta		T2	
1	(2)	2.65	(1)	1.95
2	(2)	5.00	(1)	1.97
3	(2)	5.00	(1)	1.15
4	(2)	5.00	(1)	1.94
5	(2)	5.00	(1)	2.01
6	(2)	5.00	(1)	1.95
7	(2)	5.00	(1)	2.08
8	(2)	5.00	(1)	2.13

Rj 16

8

$$\chi_r^2 = 8 \text{ DE TABLAS} \quad \chi_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA Ho

CONCLUSION

Ta

T1

T2

5.2.- TABLAS DE PRUEBA DE FRIEDMAN PARA COLOR.

PRIMERA ETAPA.

ESCALA

NUMERO	: 2.4 - 2.3	1.4	1.5 - 2.5	2.6	OTRO
VALOR	1	2	3	4	5
	MEJOR _____				PEOR

TABLA 24.- INTERACCION : Ta - MH - C - P1 - P2

DIAS DE ALMTO.	Ta		P1		P2	
1	(3)	2.00	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
2	(3)	1.50	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(3)	2.00	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
4	(3)	2.90	(2)	2.80	(1)	2.10

RJ 12

6.5

5.5

$$X_r^2 = 6.125 \text{ DE TABLAS } P = 0.042$$

∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 24.1.- INTERACCION : Ta - MH - C - P1

DIAS DE ALMTO.	C		P1	
1	(2)	2.00	(1)	1.00
2	(2)	1.50	(1)	1.00
3	(2)	2.00	(1)	1.00
4	(2)	2.90	(1)	2.80

RJ 8

4

$$X_r^2 = 4 \text{ DE TABLAS } X_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 24.2.- INTERACCION : T_a - MH - C - P2

DIAS DE ALMTO.	C		P2	
1	(2)	2.00	(1)	1.00
2	(2)	1.50	(1)	1.00
3	(2)	2.00	(1)	1.00
4	(2)	2.90	(1)	2.10

Rj 8

4

$$X_r^2 = 4 \text{ DE TABLAS} \quad X_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H₀

CONCLUSION

C

P1

P2

COLOR.

TABLA No. 25.- INTERACCION : Ta - C - P1 - P2 MT + MH = CTE

PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	C		P1		P2	
1	(3)	1.50	(2)	1.20	(1)	1.00
2	(3)	1.50	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(3)	1.50	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
4	(3)	2.50	(2)	2.40	(1)	2.20

Rj 12

7

5

 $Xr^2 = 6.5$ TENEMOS UNA $P = 0.042$ ∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 25.1.- INTERACCION : Ta - C - P1

DIAS DE ALMTO.	C		P1	
1	(2)	1.50	(1)	1.20
2	(2)	1.50	(1)	1.00
3	(2)	1.50	(1)	1.00
4	(2)	2.50	(1)	2.40

Rj 8

4

 $Xr^2 = 4$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$ ∴ SE RECHAZA H_0

TABLA No. 25.2.- INTERACCION : Ta - C - P2

DIAS DE ALMTO.	C		P2	
1	(2)	1.50	(1)	1.00
2	(2)	1.50	(1)	1.00
3	(2)	1.50	(1)	1.00
4	(2)	2.50	(1)	2.20

Rj 8

4

 $Xr^2 = 4$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$ ∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

C	P1	P2
_____	_____	_____

COLOR.

TABLA No. 26.- INTERACCION : T1 - C - P1 - P2 MT + MH = CTE

PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	C		P1		P2	
1	(3)	1.50	(1.5)	1.25	(1.5)	1.25
2	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00	(3)	1.50
3	(3)	1.75	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
4	(3)	1.65	(2)	1.25	(1)	1.07
5	(3)	2.45	(2)	1.13	(1)	1.02
6	(3)	3.40	(1)	1.01	(2)	1.02
7	(3)	5.00	(2)	1.27	(1)	1.02
8	(3)	5.00	(2)	1.60	(1)	1.30
9	(3)	5.00	(2)	1.42	(1)	1.30
10	(3)	5.00	(2)	1.80	(1)	1.44

Rj 28.5

17.5

14

 $X_r^2 = 11.45$ DE TABLAS $X_r^2 = 5.991$

∴ SE RECHAZA Ho

CONCLUSION

C P1 P2

COLOR.

TABLA No. 27.- INTERACCION : T2 - MT - C - P1 - P2 PRIMERA ETAPA.

DIAS DE ALMTO.	C	P1	P2
1	(3) 2.00	(1.5) 1.00	(1.5) 1.00
2	(3) 2.00	(1.5) 1.00	(1.5) 1.00
3	(2) 1.00	(2) 1.00	(2) 1.00
4	(3) 1.02	(1.5) 1.00	(1.5) 1.00
5	(3) 1.40	(2) 1.10	(1) 1.00
6	(3) 4.40	(1.5) 1.00	(1.5) 1.00
7	(3) 5.00	(1) 1.04	(1.5) 1.20
8	(3) 5.00	(2) 1.40	(1) 1.20
9	(3) 5.00	(1) 1.20	(2) 1.45
10	(3) 5.00	(1) 1.30	(2) 1.40

$$x_r^2 = 12.2$$

DE TABLAS P = 0.0006

∴ SE RECHAZA H₀R_J 29

15

16

CONCLUSION

C

P1

P2

COLOR

TABLA No. 28.- INTERACCION : T2 - MH - C - P1 - P2 PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	C		P1		P2	
1	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00	(3)	2.00
2	(2)	1.00	(2)	1.00	(2)	1.00
3	(2)	1.00	(2)	1.00	(2)	1.00
4	(3)	1.40	(1)	1.04	(2)	1.05
5	(3)	1.20	(2)	1.10	(1)	1.00
6	(3)	1.40	(1)	1.00	(2)	1.02
7	(3)	5.00	(1)	1.15	(2)	1.30
8	(3)	5.00	(1)	1.40	(2)	1.50
9	(3)	5.00	(1)	1.10	(2)	1.20
10	(3)	5.00	(1)	1.30	(2)	1.60

Rj 26.5

13.5

20

$$X_r^2 = 8.45 \text{ DE TABLAS} \quad X_r^2 = 5.991$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

C

P1

P2

COLOR.

TABLA No. 29.- INTERACCION : C - MH - Ta - T1 - T2 PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	Ta		T1		T2	
1	(3)	2.00	(2)	1.50	(1)	1.00
2	(3)	1.50	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(2)	2.00	(3)	2.50	(1)	1.00
4	(3)	2.90	(2)	1.80	(1)	1.40
5	(3)	5.00	(2)	3.40	(1)	1.20
6	(3)	5.00	(2)	3.40	(1)	1.40

$$Xr^2 = 9.2$$

$$\text{DE TABLAS } Xr^2 = 5.99$$

 \therefore SE RECHAZA H_0

Rj 17

12.5

6.5

TABLA No. 29.1.- INTERACCION : C - MH - Ta - T2

DIAS DE ALMTO.	Ta		T2	
1	(2)	2.00	(1)	1.00
2	(2)	1.50	(1)	1.00
3	(2)	2.00	(1)	1.00
4	(2)	2.90	(1)	1.40
5	(2)	5.00	(1)	1.20
6	(2)	5.00	(1)	1.40

$$Xr^2 = 5.99 \text{ DE TABLAS } Xr^2 = 3.841$$

 \therefore SE RECHAZA H_0

Rj 12

6

TABLA No. 29.2.- INTERACCION : C - MH - T1 - T2

DIAS DE ALMTO.	T1		T2	
1	(2)	1.50	(1)	1.00
2	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(2)	2.50	(1)	1.00
4	(2)	1.80	(1)	1.40
5	(2)	3.40	(1)	1.20
6	(2)	3.40	(1)	1.40

$$Xr^2 = 4.16 \text{ DE TABLAS } Xr^2 = 3.841$$

 \therefore SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

	T1	T2
Ta	MEJOR CONDICION	

Rj 11.5

6.5

COLOR.

TABLA No. 30.- INTERACCION : P1 - MH - Ta - T1 - T2 PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	Ta		T1		T2	
1	(1.5)	1.00	(3)	2.00	(1.5)	1.00
2	(2)	1.00	(2)	1.00	(2)	1.00
3	(2)	1.00	(2)	1.00	(2)	1.00
4	(3)	2.85	(2)	1.20	(1)	1.04
5	(3)	5.00	(1.5)	1.10	(1.5)	1.10
6	(3)	5.00	(2)	1.02	(1)	1.00
7	(3)	5.00	(2)	1.40	(1)	1.15
8	(3)	5.00	(2)	2.20	(1)	1.40
9	(3)	5.00	(2)	1.50	(1)	1.10
10	(3)	5.00	(2)	1.80	(1)	1.30

RJ 26.5

20.5

13

 $Xr^2 = 9.15$ DE TABLAS $Xr^2 = 5.991$ \therefore SE RECHAZA H_0

TABLA No. 30.1.- INTERACCION : P1 - MH - Ta - T2

DIAS DE ALMTO.	Ta		T2	
1	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
2	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
4	(2)	2.85	(1)	1.04
5	(2)	5.00	(1)	1.10
6	(2)	5.00	(1)	1.00
7	(2)	5.00	(1)	1.15
8	(2)	5.00	(1)	1.40
9	(2)	5.00	(1)	1.10
10	(2)	5.00	(1)	1.30

 $Xr^2 = 4.9$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$
 \therefore SE RECHAZA H_0

RJ 18.5

11.5

TABLA No. 30.2.- INTERACCION : P1 - MH - T1 - T2

DIAS DE ALMTO.	T1		T2	
1	(2)	2.00	(1)	1.00
2	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
4	(2)	1.20	(1)	1.04
5	(1.5)	1.10	(1.5)	1.10
6	(2)	1.02	(1)	1.00
7	(2)	1.40	(1)	1.15
8	(2)	2.20	(1)	1.40
9	(2)	1.50	(1)	1.10
10	(2)	1.80	(1)	1.30

Rj 18.5

11.5

$$X_r^2 = 4.9 \text{ DE TABLAS} \quad X_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

Ta

T1

T2

MEJOR CONDICION : T2

COLOR.

TABLA No. 31.- INTERACCION : P1 - T_a - T1 - T2 MT + MH = CTE

PRIMERA ETAPA

DIAS DE ALMTO.	T _a		T1		T2	
1	(2.5)	1.25	(2.5)	1.25	(1)	1.00
2	(2)	1.00	(2)	1.00	(2)	1.00
3	(2)	1.00	(2)	1.00	(2)	1.00
4	(3)	2.45	(2)	1.25	(1)	1.02
5	(3)	5.00	(2)	1.13	(1)	1.10
6	(3)	5.00	(2)	1.01	(1)	1.00
7	(3)	5.00	(2)	1.27	(1)	1.09
8	(3)	5.00	(2)	1.60	(1)	1.40
9	(3)	5.00	(2)	1.42	(1)	1.15
10	(3)	5.00	(2)	1.80	(1)	1.30

RJ 27.5

20.5

12

 $\chi_r^2 = 12.05$ DE TABLAS $\chi_r^2 = 5.991$ ∴ SE RECHAZA H₀

CONCLUSION

TA

T1

T2

LA MEJOR CONDICION : T2

5.3.-

TABLAS PARA PRUEBA DE FRIEDMAN.

PARÁMETRO : APARIENCIA

SEGUNDA ETAPA.

TABLA No. 32.- INTERACCION : MT - P3 - T2 - T3

DIAS DE ALMTO.	T2	T3
1	(2) 1.02	(1) 1.00
2	(1) 1.04	(2) 1.00
3	(1) 1.10	(2) 1.24
4	(1) 1.15	(2) 1.40
5	(1) 1.30	(2) 1.80
6	(2) 1.70	(1) 1.40
7	(1) 1.90	(2) 5.00
8	(1) 2.00	(2) 5.00
9	(1) 1.74	(2) 5.00
10	(1) 2.45	(2) 5.00
11	(1) 2.05	(2) 5.00

Rj 13 20

$$X_r^2 = 4.45 \text{ DE TABLAS } X_r^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA H_0

MEJOR CONDICION : T2 = 2° C

TABLA No. 33.- INTERACCION : MH - P2 - T2 - T3

DIAS DE ALMTO.	T2	T3
1	(2) 1.04	(1) 1.02
2	(1) 1.03	(2) 1.10
3	(3) 1.50	(2) 1.75
4	(1) 1.26	(2) 1.90
5	(1) 1.20	(2) 2.00
6	(2) 1.85	(1) 1.54
7	(1) 1.83	(2) 5.00
8	(1) 1.23	(2) 5.00
9	(1) 1.65	(2) 5.00
10	(1) 1.90	(2) 5.00
11	(1) 1.80	(2) 5.00

Rj 12 21

$$X_r^2 = 7.36 \text{ DE TABLAS } X_r^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

MEJOR CONDICION T2 = 2° C.

APARIENCIA.

TABLA No. 34.- INTERACCION : MH - P3 - T2 - T3 SEGUNDA ETAPA

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(2)	1.03	(1)	1.00
2	(1)	1.05	(2)	1.10
3	(1)	1.30	(2)	2.00
4	(1)	1.35	(2)	1.80
5	(1)	1.65	(2)	1.80
6	(1)	1.80	(2)	2.50
7	(1)	1.90	(2)	5.00
8	(1)	1.90	(2)	5.00
9	(1)	2.00	(2)	5.00
10	(1)	1.80	(2)	5.00
11	(1)	1.75	(2)	5.00

RJ 12 21

$$X_r^2 = 7.36 \text{ DE TABLAS} \quad X_r^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2 T3 MEJOR OPCION T2 = 2° C

APARIENCIA.

TABLA No. 35.- INTERACCION : P2 - T2 - T3 MT + MH = CTE
SEGUNDA ETAPA.

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.04	(2)	1.21
2	(1)	1.04	(2)	1.45
3	(1)	1.35	(2)	1.92
4	(1)	1.73	(2)	1.95
5	(1)	1.50	(2)	2.00
6	(1)	1.72	(2)	1.59
7	(1)	1.73	(2)	5.00
8	(1)	1.56	(2)	5.00
9	(1)	1.67	(2)	5.00
10	(1)	1.81	(2)	5.00
11	(1)	1.77	(2)	5.00

 $Xr^2 = 10.99$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$ ∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2	T3
----	----

RJ 11

22

MEJOR OPCION T2 = 2° C

TABLA No. 36.- INTERACCION : P3 - T2 - T3 MT + MH + CTE

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(2)	1.02	(1)	1.00
2	(1)	1.04	(2)	1.35
3	(1)	1.20	(2)	1.62
4	(1)	1.25	(2)	1.60
5	(1)	1.47	(2)	1.80
6	(1)	1.75	(2)	1.95
7	(1)	1.90	(2)	5.00
8	(1)	1.95	(2)	5.00
9	(1)	1.87	(2)	5.00
10	(1)	2.12	(2)	5.00
11	(1)	1.90	(2)	5.00

 $Xr^2 = 7.36$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.84$ ∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2	T3
----	----

RJ 12

21

MEJOR OPCION T2 = 2° C

5.4) TABLAS DE LA PRUEBA DE FRIEDMAN.

SEGUNDA ETAPA.

PARAMETRO COLOR

TABLA No. 37.- INTERACCION : T2 - P1 - P2 - P3 MT + MH = CTE

DIAS DE EVALUACION	P1	P2	P3
1	(1) 1.60	(2) 1.70	(3) 1.71
2	(1) 1.20	(2) 1.22	(3) 1.30
3	(3) 1.60	(1) 1.25	(2) 1.50
4	(2) 1.17	(1) 1.45	(3) 1.18
5	(2) 1.92	(1) 1.35	(3) 1.59
6	(2) 1.55	(1) 1.50	(3) 1.63
7	(3) 1.66	(1) 1.32	(2) 1.65
8	(2) 1.50	(1) 1.48	(3) 1.67
9	(2.5) 1.85	(1) 1.63	(2.5) 1.85
10	(2) 1.66	(1) 1.17	(2) 1.72
11	(3) 1.94	(1) 1.34	(2) 1.57

Rj 23.5

13

29.5

$X_r^2 = 12.61$

DE TABLAS

$X_r^2 = 5.99$

SE RECHAZA H_0

TABLA No. 37.1.- INTERACCION : T2 - P2 - P3 MT + MH = CTE

DIAS DE EVALUACION	P2	P3
1	(1) 1.70	(2) 1.71
2	(1) 1.22	(2) 1.30
3	(1) 1.35	(2) 1.50
4	(1) 1.45	(2) 1.18
5	(1) 1.35	(2) 1.59
6	(1) 1.50	(2) 1.63
7	(1) 1.32	(2) 1.65
8	(1) 1.48	(2) 1.67
9	(1) 1.63	(2) 1.85
10	(1) 1.17	(2) 1.72
11	(1) 1.34	(2) 1.57

Rj 11

22

$X_r^2 = 10.99$ DE TABLAS

$X_r^2 = 3.84$

SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

P1	P2	P3
----	----	----

COLOR.

TABLA No. 38.- INTERACCION : MT - P1 - T2 - T3

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.20	(2)	1.55
2	(1.5)	1.00	(1.5)	1.00
3	(1)	1.80	(2)	1.90
4	(1)	1.20	(2)	1.85
5	(1.5)	1.60	(1.5)	1.60
6	(1)	1.04	(2)	1.54
7	(1)	2.02	(2)	5.00
8	(1)	1.50	(2)	5.00
9	(1)	1.74	(2)	5.00
10	(1)	1.80	(2)	5.00
11	(1)	1.84	(2)	5.00

 $Xr^2 = 7.36$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.84$ ∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2 T3

Rj 12 21

MEJOR OPCION : T2

TABLA No. 39.- INTERACCION : MT - P2 - T2 - T3

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.50	(2)	1.97
2	(1)	1.25	(2)	1.90
3	(1)	1.50	(2)	1.55
4	(1)	1.70	(2)	2.10
5	(1)	1.20	(2)	2.20
6	(1)	1.80	(2)	1.85
7	(1)	1.25	(2)	5.00
8	(1)	1.77	(2)	5.00
9	(1)	2.00	(2)	5.00
10	(1)	1.20	(2)	5.00
11	(1)	1.33	(2)	5.00

 $Xr^2 = 10.99$ DE TABLAS $Xr^2 = 3.841$ ∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2 T3

Rj 11 22

MEJOR OPCION : T2

COLOR

TABLA No. 40.- INTERACCION : MH - P1 - T2 - T3

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.03	(2)	1.97
2	(2)	1.40	(1)	1.15
3	(1)	1.20	(2)	1.35
4	(1)	1.15	(2)	2.30
5	(1)	1.25	(2)	2.05
6	(1)	1.47	(2)	1.64
7	(1)	1.30	(2)	5.00
8	(1)	1.50	(2)	5.00
9	(1)	1.96	(2)	5.00
10	(1)	1.66	(2)	5.00
11	(1)	2.05	(2)	5.00

$$Xr^2 = 7.36$$

$$\text{DE TABLAS } Xr^2 = 3.841$$

 \therefore SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2	T3
_____	_____

Rj 12

21

MEJOR OPCION T2

COLOR.

TABLA No. 41.- INTERACCION : MH - P3 - T2 - T3

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.70	(2)	1.98
2	(1.5)	1.20	(1.5)	1.20
3	(2)	1.40	(1)	1.29
4	(1)	1.22	(2)	1.80
5	(1)	1.55	(2)	2.00
6	(1)	1.42	(2)	1.90
7	(1)	1.40	(2)	5.00
8	(1)	1.95	(2)	5.00
9	(1)	1.80	(2)	5.00
10	(1)	1.40	(2)	5.00
11	(1)	1.19	(2)	5.00

$$Xr^2 = 5.81$$

$$\text{DE TABLAS } Xr^2 = 3.841$$

 \therefore SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2	T3
_____	_____

Rj 12.5

20.5

MEJOR OPCION T2

COLOR.

TABLA No. 42.- INTERACCION : P2 - T2 - T3

MT + MH = CTE

SEGUNDA ETAPA

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.70	(2)	1.73
2	(1)	1.22	(2)	1.45
3	(1)	1.35	(2)	1.37
4	(1)	1.45	(2)	1.75
5	(1)	1.35	(2)	2.15
6	(1)	1.50	(2)	1.92
7	(1)	1.32	(2)	5.00
8	(1)	1.48	(2)	5.00
9	(1)	1.63	(2)	5.00
10	(1)	1.17	(2)	5.00
11	(1)	1.34	(2)	5.00

$$Xr^2 = 10.99$$

$$\text{DE TABLAS } Xr^2 = 3.841$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2	T3
_____	_____

RJ 11

22

MEJOR OPCION T2

COLOR.

TABLA No. 43.- INTERACCION : P1 - T2 - T3

MT + MH = CTE

DIAS DE EVALUACION	T2		T3	
1	(1)	1.60	(2)	1.76
2	(2)	1.20	(1)	1.07
3	(1)	1.60	(2)	1.62
4	(1)	1.17	(2)	2.07
5	(1)	1.42	(2)	1.82
6	(1)	1.55	(2)	1.59
7	(1)	1.66	(2)	5.00
8	(1)	1.50	(2)	5.00
9	(1)	1.85	(2)	5.00
10	(1)	1.66	(2)	5.00
11	(1)	1.94	(2)	5.00

$$Xr^2 = 7.36$$

$$\text{DE TABLAS } Xr^2 = 3.84$$

∴ SE RECHAZA H_0

CONCLUSION

T2	T3
_____	_____

RJ 12

21

MEJOR OPCION T2

LITERATURA CITADA.

1. ANUARIO ESTADISTICO DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS DE 1977 A 1986.
2. ALVAREZ CARDENAS ALFREDO. "Criterios Generales para la Instalación y Diseño de Cámaras para Atmósferas Controladas". Conservación de Alimentos por Atmósferas controladas. PUAL UNAM, México 1987.
3. AOAC Official Methods of Analysis, 14° ed., 1984.
4. ARAGON SALGADO NIDIA. "Aspectos Fisiológicos y Bioquímicos de -- Maduración de Frutos". Conservación de Alimentos por Atmósferas Controladas. PUAL UNAM. México, 1987.
5. ARJONA ROMAN JOSE LUIS. "La Difusión de Vapor de agua en frutos y materiales de envase". Conservación de Alimentos por Atmósferas Controladas. PUAL UNAM, México, 1987.
6. AVILA FRANCO ADRIAN. "Estudio de la evolución Atmosférica durante la respiración del Jitomate para la Selección de una Película Plástica que alargue su vida de almacenamiento". Tesis Profesional, UNAM México, 1982.
7. BOLETIN ESTADISTICO UNPH, 1984-87
8. BRECHT P. E. "Use of Controlled Atmosphere To Retard Deterioration of Produce". Food Technology 3:45, 1980.
9. BURGHEIMER F., Mc. GILL J., NELSON A. and STEINBERGM. "Chemical - Changes In Spinach Stored in air and Controlled Atmosphere". Food Technology 21 (9) : 109, 1966

10. CASTAÑEDA REYES PEDRO. "Bioestadística aplicada, Agronomía, - -
Biología y Química". Cap. V, Editorial Trillas, ed. 1°. México,
1980.
11. CAIRNS J. and OSWIN C.R. "Packaging for Climatic Protection".
Cap. I, Newnws-Butterworths, London 1974.
12. DANIEL W. WAYNE. "Bioestadística". Editorial Limusa, S.A.
Tercera reimpresión, Cap. XI, México 1984.
13. DULL GERALD. "Non Destructive Evaluation of Quality of Stored -
Fruits and Vegetables". Food Tecnology 5:106, 1986.
14. FENNEMA R. OWEN. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos".
Editorial Reverté, S.A., España 1982.
15. FOCKENS F.H. and MEFFERT H.F. "Biophysical Properties of - - -
Horticultural Products related to loos of moisture during cooling
down. Journal Science Food Agricultural, 23:3 (285-298).
16. GORINI F. "El cultivo de las Espinacas". Editorial Acribia, -
2° ed., 1970.
17. HERNANDEZ M., CHAVEZ A. and BOURGES H. "Valor Nutritivo de los -
alimentos mexicanos, Tablas de uso práctico". Publicaciones de -
la división de nutrición 7° ed., Méx. 1977.
18. ISENBERG F.M., OYER E.B. and ENGST C.B.. "The effects of Modified
Atmospherews plus Phusio logically active Chemicals on cabbage life"
Acta Horticulturae 20, 1969.
19. JULES JANICK. "Horticulturae Review". Vol. I, The AVI Pub., Co.,
Connecticut, USA 1979.

20. KADER A.A. "Biochemical and Physiological Basis for Effects of - - Controlled and Modified Atmospheres on Friuts and Vegetables". Food Technology 40 (5) : 70, 1986.
21. KATHERINE ESAU. "Anatomia Vegetal". Editorial Omega, S.A. Barcelo na 1976.
22. KENNETH V. THIMANN. "Senescence in Plants". Cap. V, CRC Press., Inc. Boca Raton Florida, 1980.
23. KREYZIG ERWIN. "Introducción a la Estadística Matemática Principios y Métodos". Editorial Limusa, México 1975.
24. LABUZA T.P. "Moisture Gain and Loss in Pacaging Foods". Food -- Technology 4:92, 1982.
25. MAYNARD A. nad HEID J.L. "Food Procesing Operations, their - - managment, machines, material and methods". Cap. XIV. The AVI Pub. Co., Coneccticut, USA 1963.
26. Mc. GILL J.N., NELSON A.I., and STEINMBERG M.P. "Effects of - - Modified Storage Atmosphereeon Ascorbic Acid and Other Quality - Characteristics of Spinach". Journal Food Science 31:510-, 1966.
27. METHODS OF VITAMIN ASSAY AVC. Interscience Publishers, 287-244, New York 1966.
28. MOLL MARCO. "La espinaca, economía, producción, comercialización". Editorial Acribia 1977.
29. PANTASTICO E.B. "Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utili- zación de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales". Editorial CECSA, 1° ed., México 1979.

30. RYALL A.L. and LIPTON W.J. "Handling Transportation and Storage of Fruits and Vegetables". Vol. I "Vegetables and Melons", 2° ed., The AVI Pub., Co., Coneccticut, USA 1979.
31. RYALL A.L. and LIPTON W.J. "Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables". Vol. II "Fruits and Tree nuts". 2a. ed., The AVI Pub. Co., Connecticut, USA 1982.
32. SAGUY I. and MANHEIM C. "Prolonging Shelflife of Strawberry by Packaging in Selected Plastic Films". Envases para Alimentos. LANFI México 1980.
33. SASTRY S.K. "Moisture Losses from Perishable Commodities". Recent Research and Developments. Rev. INT. FROID. 8 (11) : 343 - 1985.
34. SAUCEDO VELOZ CESENCIANO. "Tipos de atmósferas aplicadas en la Conservación de productos Hortofrutícolas". Conservación de - Alimentos por Atmósferas Controladas. PUAL, UNAM, 1987.
35. SEPULVEDA LERMA RAMON. "Auxiliares del Frio en la Conservación de Productos Perecederos". Recopilación Bibliográfica Univ. Autónoma de Chapingo, México 1976.
36. SHEWELT R.L. "Postharvest Treatment for Extending the Shelf - life of Fruits and Vegetables". Food Technology 40 (5) : 70, 1986.
37. SINGH B., WANG D.J. and SALUNKHE D.K. "Controlled Atmósferes - Storage of Lettuce. 2. Effects on Biochemical Composition of - the Leaves". Journal of Food Science. 37:52, 1972.

38. SINGH B., YANG C.C. and SALUNKHE D.K. "Controlled Atmospheres Storage of Lettuce. 2. Effects on Quality and the Respiration Rate of Lettuce Heads". Journal of Food Science 37:48, 1972.
39. VAN DEN BERG L. and LENTZ C.P. "High Humidity Storage of - - Carrots, Parsnips, Rutabagas and Cabbage". Amer. Soc. Hort. - SCI 98(2):129, 1973.
40. WALPOLE R.E. and MYERS R.H. "Probabilidad y Estadística para - Ingenieros". Segunda edición. Editorial Interamericana. México, D.F., 1986.