

**EFFECTIVIDAD DE SIETE MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE LA
FRUTA DE PIÑA CONTRA LOS RAYOS SOLARES DURANTE LA
ETAPA DE MADURACIÓN (*Ananas comosus*) (L.) Merr HÍBRIDO
MD-2.**

FREDDY RAMÍREZ ESPINOZA

**Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de Bachiller
en Ingeniería en Agronomía**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2007

**EFFECTIVIDAD DE SIETE MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE LA
FRUTA DE PIÑA CONTRA LOS RAYOS SOLARES DURANTE LA
ETAPA DE MADURACIÓN (*Ananas comosus*) (L.) Merr HÍBRIDO
MD-2.**

FREDDY RAMÍREZ ESPINOZA

**Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de Bachiller
en Ingeniería en Agronomía**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2007

EFFECTIVIDAD DE SIETE MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE LA FRUTA DE PIÑA CONTRA LOS RAYOS SOLARES DURANTE LA ETAPA DE MADURACIÓN (*Ananas comosus*) (L.) Merr HÍBRIDO MD-2.

FREDDY RAMÍREZ ESPINOZA

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA

Asesora

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M.Sc.

Jurado

Ing. Agr. Alejandro Chavarría González, Br.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc

Director Escuela de
Agronomía

2007

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso le agradezco el don de mi existencia y el privilegio que me dio de iniciar mi preparación profesional universitaria.

A mi familia, pero sobre todo a mis padres y a mi hermana Seidy, por su apoyo incondicional, desinteresado y de sacrificio.

A mis profesores, compañeros y amigos del Instituto Tecnológico de Costa Rica por formar parte no sólo de mi formación profesional, sino también de colaborar en mi formación humana.

Y a todas aquellas personas que sembraron en mí el espíritu de superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Compañía Agrícola BCL por haberme abierto las puertas como tesimalario y funcionario de la empresa.

Al Ingeniero Alejandro Chavarría González por su gran aporte y apoyo en mi enseñanza.

A la Ingeniera Zulay Castro Jiménez por el apoyo y conocimiento aportado durante la realización de este documento. Gracias por haber servido de guía y orientar este trabajo de investigación.

Al Ingeniero Rafael Jiménez Palma, por todo el apoyo y conocimiento brindado, en este proceso de investigación.

A mi novia Dra. Mariela Ramón Elizondo quien en esta etapa de mi vida me ha apoyado dando consejo y haciendo en mi la persona que soy hoy en día.

A todos mis compañeros y amigos del ITCR.

Pero sobre todo gracias a Dios.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
CUADROS DEL ANEXO	x
FIGURAS DEL ANEXO	xi
RESUMEN	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Origen de la planta de piña.....	4
2.2. Descripción taxonómica.....	4
2.3. Morfología y anatomía	4
2.3.1. Sistema radical.....	5
2.3.2. Tallo	5
2.3.3. Hojas	5
2.3.4. Inflorescencia y fruto	6
2.4. Requerimientos climáticos.....	6
2.4.1. Temperatura.....	6
2.4.2. Precipitación.....	6
2.4.3. Luminosidad	7
2.4.4. Viento	7
2.5. Híbrido MD-2.....	7
2.6. Inducción floral o forzamiento.....	8
2.6.1. Finalidad de la inducción floral.....	8
2.7. La fruta de piña	8
2.7.1. Morfología de la fruta.....	8

2.7.2. Madurez fisiológica.....	9
2.7.3. Índice de madurez.....	10
2.8. Maduración.....	10
2.9. Calidad de la fruta	11
2.9.1. Normas de calidad.....	12
2.9.2. Defectos que afectan la calidad.....	13
2.9.3. Respuesta fisiológica al estrés	14
2.9.4. Desórdenes fisiológicos.....	14
2.9.5. Daños por alta temperatura	14
2.9.6. Daño por pérdida de agua	15
2.9.7. Daño por rayos del sol.....	15
2.10. Rayos ultravioleta	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Ubicación del experimento	17
3.2. Condiciones ambientales.....	18
3.3. Período del experimento.....	18
3.4. Descripción del experimento	18
3.5. Diseño experimental y Análisis de datos	19
3.5.1. Tratamientos experimentales	20
3.5.2. Área experimental	22
3.5.2.1. Parcela experimental	22
3.5.2.2. Parcela útil	23
3.5.2.3. Distribución de parcela y tratamientos.....	24
3.6. Procedimientos.....	24
3.6.1. Procedimientos para la aplicación de los tratamientos	24
3.7. Variables evaluadas	26
3.7.1. Incidencia de golpe de sol en porcentaje de frutas afectadas.....	26
3.7.2. Severidad de daño externo causado por el golpe de sol.....	26
3.7.3. Intensidad de daño externo causado por golpe de sol.....	28
3.7.4. Temperatura interna de la fruta en grados Celsius.	29
3.7.5. Contenido de sólidos solubles totales (SST) determinado en grado brix.	30
3.7.6. Grado de translucidez interna de la fruta.	31
3.7.7. Intensidad lumínica en watts/m ²	33

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1.	Incidencia de golpe de sol	34
4.2.	Radiación lumínica acumulada.	36
4.3.	Severidad de daño externo.....	37
4.4.	Intensidad de daño externo.	39
4.5.	Temperatura interna de la fruta.	41
4.6.	Contenido de sólidos solubles totales (SST).....	43
4.7.	Grado de translucidez.	45
5.	CONCLUSIONES	49
6.	RECOMENDACIONES	50
7.	BIBLIOGRAFÍA CITADA	51
8.	ANEXOS	53

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Grados de severidad de daño en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	19
2	Producto, dosis y momento de aplicación/colocación en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	25
3	Severidad de daño externo en porcentaje durante período experimental, sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	37
4	Intensidad de daño externo en porcentaje durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	39
5	Translucidez de la pulpa, durante los 138ddif, 142ddif, 146ddif en experimento sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	45
6	Translucidez de pulpa, durante los 148ddif, 150ddif, 152ddif, en experimento sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Localización geográfica del cantón de Upala, provincia de Alajuela donde se realizó experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	17
2	Localización geográfica del distrito Yolillal donde se realizó experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	18
3	Alternativas físicas de protección utilizadas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	20
4	Alternativas químicas de protección utilizadas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	20
5	Representación de parcela experimental en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	23
6	Representación esquemática de la distribución de tratamientos y parcelas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	24

7	Tabla utilizada para determinar severidad de daño en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, (Creada por F. Ramírez, 2007).....	27
8	Tabla utilizada para determinar intensidad de daño en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.), Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, (Creada por F. Ramírez, 2007).....	28
9	Instrumento utilizado para tomar lectura de temperatura interna de la fruta en experimento sobre método de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr Híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	29
10	Método seguido para la lectura de sólidos solubles totales (SST) en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	30
11	Escala utilizada para determinar translucidez de la pulpa durante período experimental sobre alternativas de protección, contra el golpe de sol, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, (Creada por F Ramírez 2007).....	31
12	Acciones secuenciales para tomar lectura del grado de translucidez durante experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	32
13	Estación metereológica utilizada para tomar la lectura de las condiciones climáticas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	33

14	Incidencia de golpe de sol en frutas tratadas durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	34
15	Acumulado de radiación solar diario, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 22 marzo al 14 mayo 2007.....	36
16	Temperatura interna de la fruta, durante período experimental sobre alternativas de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. B.C.L, Upala, 2007.....	41
17	Promedio de la temperatura interna de la fruta, y temperatura ambiente durante período experimental sobre alternativas de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. B.C.L, Upala, 2007.....	42
18	Sólidos solubles totales del jugo, en frutas de piña durante período experimental sobre alternativas de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. B.C.L, Upala, 2007.....	44

CUADROS DEL ANEXO

Cuadro	Título	Página
1	Datos metereológicos durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	53
2	Valores encontrados de frutas sanas y con golpe de sol durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	53
3	Frutas encontradas con golpe de sol por grados de severidad durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	58
4	Número de frutas encontradas según la intensidad de daño durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	58
5	Valores promedio de temperatura interna de la fruta y temperatura ambiente durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	59
6	Sólidos solubles totales del jugo en frutas de piña, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	60
7	Sólidos solubles totales del jugo en frutas de piña, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	63

FIGURAS DEL ANEXO

Figura	Título	Página
1	Representación de parcelas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	54
2	Aplicación y lavado del Spray Boom en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	55
3	Tratamiento con Sarán en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	55
4	Tratamiento con Papel periódico en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	56
5	Tratamiento con Protecso® y Surround® WP en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	56
6	Máximos alcanzados de radiación solar diario, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos ultravioleta, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (<i>Ananas comosus</i>) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.....	57

RESUMEN

En un área de Compañía Agrícola B.C. situada en la provincia de Alajuela, cantón Upala, distrito Yolillal, se evaluaron siete alternativas de protección de la fruta de piña híbrido MD-2, ante los rayos solares que producen golpe de sol, las cuales consistieron en tres tratamientos mediante alternativas físicas y cuatro por medio de alternativas químicas más un tratamiento testigo. Las variables evaluadas fueron incidencia, severidad, e intensidad de golpe de sol, temperatura interna de la fruta, contenidos de sólidos solubles totales, translucidez e intensidad lumínica. Transcurridos 100 días después de la inducción floral se colocaron las barreras de protección y la cosecha de la fruta se realizó 153ddif. El efecto directo que causan los rayos solares en la fruta de piña fue evaluado de forma visual, mediante una escala de severidad e intensidad de daño, la cual se desarrolló para efectos de esta investigación. El manejo con Sarán resultó ser el más favorable disminuyendo el porcentaje de fruta con golpe de sol. Durante el período experimental se presentó un acumulado de radiación solar diario entre los rangos de 6240w/m² 14115w/m², lo cual condujo la presencia de daño. Mediante la evaluación de temperatura interna en los distintos tratamientos se observó un rango de temperatura entre 31,7 °C y 34,2 °C, mientras que la temperatura ambiente se mantuvo en 30,3° C. La severidad de daño observada se ubicó entre severidad de primer grado a severidad de quinto grado. Del mismo modo la intensidad de daño osciló entre intensidad de primer grado a intensidad de segundo grado. La temperatura interna de la fruta fue mayor a la temperatura ambiente. Las frutas tratadas con sarán presentaron un menor porcentaje de sólidos solubles totales que las frutas de los demás tratamientos. En la evaluación de translucidez no se presentó diferencias importantes.

Palabras clave: piña, híbrido MD-2, golpe de sol, intensidad, severidad.

1. INTRODUCCIÓN

La piña es una de las principales frutas del mundo, cultivada en muchos países e importada por muchos otros. Las principales zonas de producción están situadas actualmente en países Centroamericanos, en África Occidental y en el área tropical de Asia (Castro 1998).

En la actualidad Costa Rica se encuentra entre los mayores productores de piña en el mundo y es el mayor productor de la variedad más cotizada en el mercado internacional, el híbrido MD-2. La finalidad principal de esta actividad es la producción para el mercado de exportación, mediante la comercialización de la fruta en estado fresco y como materia prima para la industria. También se utiliza para consumo interno y en la elaboración de concentrados, jugos y mermeladas, entre otros (Jiménez 1998).

Para julio del 2007 el área dedicada al cultivo de piña en Costa Rica, ha superado 40.000 hectáreas del territorio nacional, con lo cual alcanza prácticamente a la cantidad de tierra dedicada al cultivo de banano, que corresponde a 42.000 hectáreas. Es en los últimos seis años que se ha dado el mayor crecimiento de área dedicada a este cultivo, siendo la zona norte del país y algunos cantones del Caribe, como Pococí, Siquirres y Guácimo, donde se ha dado el mayor incremento de hectáreas dedicadas a la siembra de piña (La Nación 2007).

Según datos de Procomer del 2001 al 2006 creció la exportación de piña en un 200%, pasando de \$142 millones en el 2001 a \$430 en el 2006, colocándola como el segundo producto de exportación agrícola del país, sólo por debajo del banano y sobrepasando al café.

Las exportaciones de piña de Costa Rica durante el periodo enero-julio 2006 alcanzaron 664.898tm con un valor FOB de US\$ 247.5 millones, teniendo un aumento relativo tanto en valor como en peso, de 36%. En cuanto a destinos de exportaciones costarricenses de piña, durante los siete primeros meses del 2006, mantuvo el liderazgo Estados Unidos con un 53%, Holanda toma el segundo lugar

con 17%, 10% Bélgica, 9% Alemania, y en menor grado Italia con 7%, Reino Unido 6%, y Portugal con un 2% de las exportaciones. Por último tenemos a España e Irlanda importando desde Costa Rica el 1% (Porrás 2006).

El productor nacional hoy en día se enfrenta a situaciones que afectan su productividad, cada vez se requiere ser más competitivo ya que así lo exige la globalización. Por eso es necesario buscar la eficiencia pensando en un mercado en el que, si bien es cierto los precios son determinantes, también la calidad e inocuidad de la fruta y derivados, exigen mayores controles.

Las razones que justifican la presente investigación están relacionadas con la calidad de la piña fresca de exportación (híbrido MD-2), específicamente la aplicación de varios métodos químicos y físicos para disminuir la quema de la fruta a causa de los rayos UV provenientes del sol. Tal situación provoca grandes volúmenes de rechazo de fruta principalmente en la época seca, donde la radiación solar alcanza niveles muy elevados.

En miras de mitigar los efectos de los rayos solares en la fruta e implementar un sistema de producción más eficiente, el cual permita un mejor rendimiento por hectárea disminuyendo el volumen de fruta descartada (rechazos) y ofrecer un producto de mejor calidad al mercado nacional e internacional, nace la idea de realizar el presente trabajo de investigación, el cual busca identificar una eficiente alternativa de protección para la fruta de piña.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar el método de protección más efectivo contra el efecto de los rayos ultravioleta y su influencia sobre la calidad externa e interna de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L) Merr, híbrido MD-2.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la alternativa más eficiente como protector de la fruta de piña ante la incidencia de golpe de sol.
- b) Elaborar tabla de incidencia y severidad, para evaluar daño por golpe de Sol.
- c) Determinar el comportamiento de la intensidad lumínica durante el período experimental, para establecer relaciones con respecto a la incidencia de golpe de sol.
- d) Calificar el grado de severidad de daño externo de frutas afectadas por el golpe de sol.
- e) Calificar el grado de intensidad de daño externo de frutas afectadas por el golpe de sol.
- f) Determinar el comportamiento de la temperatura interna de la fruta durante ocho semanas previas a la cosecha.
- g) Determinar el efecto de cada alternativa de protección sobre el contenido de sólidos solubles totales de la fruta (grado brix).
- h) Determinar el efecto de cada alternativa de protección sobre el grado de translucidez de la pulpa.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Origen de la planta de piña

El origen de la planta de piña es en el norte de Brasil. Se cree que los portugueses fueron los que diseminaron el cultivo, introduciéndola en la isla de Santa Elena en 1502. Luego la llevaron a África y más tarde a la India. Tiempo después el cultivo de la piña se extendió a la mayoría de regiones tropicales del mundo (Jiménez 1999).

Según Jiménez (1999), en Costa Rica el cultivo de piña lleva ya muchas décadas. Al principio se cultivó en el valle central y posteriormente se extendió a Sarapiquí y San Carlos, la variedad que se cultivaba era la Montelirio, posteriormente surgieron nuevas variedades. Actualmente la variedad más cultivada es el híbrido MD-2.

2.2. Descripción taxonómica

La planta de piña es herbácea, monocotiledónea, perenne, pertenece al orden de las Bromeliales, y a la familia Bromeliaceae, género *Ananas* y especie *comosus* (Jiménez 1999).

2.3. Morfología y anatomía

La planta de piña puede llegar a medir hasta un metro de altura, y alcanzar un número de 30 a 40 hojas largas, con espinas en su extremidad superior en variedades seleccionadas. El tallo crece longitudinalmente y forma en el extremo una inflorescencia. Las hojas son espinosas y miden de 30-100cm de longitud (Jiménez 1999).

La fruta de la piña está compuesta de 100 o más flores fusionadas y es variable en tamaño, forma, sabor y el color de la pulpa; este último se caracteriza por ser amarillo o blanco, dependiendo del tipo de cultivo. La fusión de las hojas da como resultado un fruto múltiple conocido como sorosis (Guido 1983); el cual madura cinco meses después de la inducción y alcanza un peso de 1,25kg a 3,5kg (Samson 1991).

2.3.1. Sistema radical

El sistema radical de la planta de piña es superficial, limitado y frágil. En la mayoría de los suelos las raíces no penetran más de 50cm. de profundidad, y rara vez se extienden por debajo de 30cm. Esto hace posible el cultivo de piña a densidades muy altas. El sistema radical de la planta de piña no tolera los suelos mal drenados (Samson 1991).

2.3.2. Tallo

El tallo de la planta de piña puede llegar a medir hasta un metro de altura y su reproducción es principalmente asexual (Jiménez 1999). En la anatomía del tallo es posible distinguir dos regiones claramente: la corteza y el cilindro central. La parte más externa de la corteza está formada por células esclerenquimáticas adyacentes a la epidermis. La banda comprendida entre la corteza y el cilindro central está constituida por tejido vascular, producido por el meristemo. Es muy fino y traslúcido en el ápice del tallo donde los tejidos son más jóvenes, y más grueso y suberificado en la parte inferior (Pérez y Garbati 2005).

2.3.3. Hojas

Las hojas se encuentran dispuestas en forma de espiral, poseen venas paralelas y tienen espinas, a excepción de la Cayena Lisa, además son de forma lanceolada y muy alargadas (Jiménez 1999). La distribución radial de las hojas, en forma de roseta, reduce el calentamiento y facilita una ventilación satisfactoria, también ayuda la posición erecta de las hojas durante el crecimiento en las cuales los rayos solares caen con un ángulo de baja incidencia. El color plateado de la superficie de las hojas produce la reflexión de la luz y ayuda a prevenir el sobrecalentamiento por la intensidad de la luz solar. La forma acanalada de las hojas le permite captar agua de lluvia. Son extremadamente fibrosas, tenaces y abrasivas (debido a su alto contenido de silicio) (Pérez y Garbati 2005).

2.3.4. Inflorescencia y fruto

La inflorescencia se encuentra formada por flores perfectas, auto estériles, cada flor da origen a una baya por partenocarpia, las cuales se agrupan y forman un fruto múltiple, este puede ser obtenido sin necesidad de la fecundación (Infoagro 2002). El fruto es obtenido entre los 13 a 24 meses de edad de la planta (Pérez y Garbati 2005).

2.4. Requerimientos climáticos

2.4.1. Temperatura

Según Peña *et al* (1996) citado por Gamboa (2006) el máximo crecimiento se da entre los 30 y 31 °C y el mejor desarrollo de la planta se obtiene con una temperatura anual entre 21 °C y 27 °C. La temperatura es determinante en la calidad de la fruta de piña. La baja temperatura induce al sabor ácido, y el tiempo caliente y húmedo reduce acidez. Las temperaturas de 5 °C durante 48 horas pueden causar daño a las frutas (Jiménez 1999). Las frutas que maduran durante el invierno en áreas frías muestran daños fisiológicos y son de mala calidad, pues son bajas en azúcares y altas en acidez. La luz solar intensa durante la maduración de la fruta quema las frutas expuestas (Jiménez 1999).

2.4.2. Precipitación

Según Peña *et al* (1996) citado por Gamboa (2006), la piña es poco exigente al agua gracias a sus condiciones morfológicas, al presentar hojas acanaladas y poseer la presencia de un tejido acuífero que cubre alrededor del 50% de su estructura interna. La precipitación óptima se estima entre 1.200 y 2.000mm bien distribuidas en el año.

El sistema radical de la planta de piña es poco profundo por lo que es muy importante durante la preparación de terreno se practique un subsolado profundo para que las raíces penetren más y tenga la planta más oportunidad de llenar fruto (Jiménez 1999).

2.4.3. Luminosidad

La presencia de luz solar es determinante en el período de maduración en piña, según Terry (2001) citado por García (2004), ya que influye notablemente en la coloración del fruto. Una iluminación muy intensa puede causar un calentamiento excesivo de los tejidos de la epidermis y como consecuencia quemaduras superficiales o internas del fruto; con una baja iluminación el fruto pierde gran parte del brillo de la cáscara. Por tanto las zonas donde la luz es intensa y la temperatura media es baja, se producen frutos de buena coloración (Peña 1996). Las frutas de piña que crecen a la sombra son más jugosas, pero tienen menos azúcares y color amarillo (Jiménez 1999).

2.4.4. Viento

Por efecto de fuertes vientos, las plantas con piñas grandes pueden ser acostadas por el viento, los pedúnculos se pueden quebrar, pero por lo general la piña soporta vientos fuertes (Jiménez 1999). Según CENTA (2003) citado por Gamboa (2006), la piña es poco resistente a largos períodos de viento, disminuyendo su talla hasta en un 25% cuando va acompañada de lluvias abundantes, además el viento causa rozamiento entre las hojas, produciendo heridas por las cuales penetran hongos.

2.5. Híbrido MD-2

Actualmente Costa Rica es el mayor productor de la variedad más cotizada de piña en el mercado internacional, híbrido MD-2 (Jiménez 1999).

Según Leal (2001) citado por García (2004), el híbrido MD-2 fue desarrollado por el Instituto de Investigaciones de Hawai. Se caracteriza por su madurez temprana. Es de doble propósito: fresco y procesado. Es de pulpa firme, compacta, de color amarillo con un sabor diferente al de la Cayena Lisa, es una fruta completamente cilíndrica con hombros bien formados, no escalda, con mayor vida de anaquel que Cayena y Champaka. Se cotiza a mayores precios en el mercado internacional pero es menos susceptible al oscurecimiento interno, pudrición del cogollo y de la raíz.

2.6. Inducción floral o forzamiento

La inducción floral es uno de los aspectos más importantes del manejo del cultivo de piña, pues de esta práctica depende la producción uniforme de la fruta. Existen dos formas de realizar esta labor: aplicando Ethrel (ácido 2-cloroetil fosfónico) y aplicando gas etileno. Esta labor se realiza a partir de 8 ó 9 meses después de la siembra, o bien cuando las plantas hayan alcanzado un peso promedio de 2,5 a 2,7 Kg. (Jiménez 1999).

2.6.1. Finalidad de la inducción floral

Según Peña *et al* (1996) y Castro (1998) citado por Gamboa (2006) los principales objetivos de realizar la inducción de la floración en piña de forma artificial son:

- Acortar el ciclo vegetativo de la planta.
- Ayudar a programar y planificar la cosecha.
- Producir cosechas uniformes, en un período relativamente corto.
- Evitar floraciones naturales.
- Asegurar un flujo continuo de la fruta.
- Regular la oferta de la fruta.
- Evitar cosechas en periodos desfavorables del año.
- Disminuir los costos de producción.
- Facilitar el financiamiento.
- Lograr una mayor organización de las empresas productoras.

2.7. La fruta de piña

2.7.1. Morfología de la fruta

La fruta de piña se forma sobre un pedúnculo en el ápice del tallo. Según Infoagro (2002) citado por Gamboa (2006) la inflorescencia se encuentra formada por flores perfectas, auto estériles, cada flor da origen a una baya por partenocarpia, las cuales se agrupan y forman un fruto múltiple, este puede ser obtenido sin necesidad de la fecundación. Según Jiménez (1999) consiste de una

fruta compuesta, pues las flores junto con las brácteas adheridas a un eje central se hacen carnosas y se unen para formar la fruta de la piña, la cual madura cinco meses después de la inducción. Las flores son de color rosa y tres pétalos que crecen en las axilas de unas brácteas apuntadas, de ovario hipógino. Son numerosas y se agrupan en inflorescencias en espiga de unos 30 cm. de longitud y de tallo engrosado. Las flores dan fruto sin necesidad de fecundación y del ovario hipógino se desarrollan unos frutos en forma de baya, que conjuntamente con el eje de la inflorescencia y las brácteas, dan lugar a una infrutescencia carnosa (sincarpio). En la superficie de la infrutescencia se ven únicamente las cubiertas cuadradas y aplanadas de los frutos individuales (Infoagro 2002).

2.7.2. Madurez fisiológica

La maduración de un fruto es el conjunto de procesos asociados con la adquisición del tamaño máximo y con la transformación cualitativa de los tejidos. Esta última involucra el suavizamiento de éstos, conversiones hidrolíticas de los materiales de reserva, cambios en pigmentos, sabores y desaparición de sustancias astringentes. La maduración de un fruto está asociada con cambios drásticos en la tasa respiratoria, con una disminución del fruto que alcanzó su tamaño máximo y un incremento durante la maduración de los tejidos. Este aumento en la respiración recibe el nombre de respiración climatérica y se relaciona con la concentración de etileno. Por lo tanto, la biosíntesis del etileno, más que el aumento en la respiración, es el primer evento en la transición de crecimiento a senescencia del fruto. Otros eventos que están asociados con el proceso de maduración, son el aumento de ARN, la síntesis de proteínas y el cambio en la permeabilidad celular (Flores 1999).

Una fruta de piña se encuentra fisiológicamente madura cuando ha logrado un estado de desarrollo en el cual ésta puede continuar madurando normalmente para consumo aún después de cosechada (PROEXANT 2003). Según Azcón (2002) citado por Gamboa (2006) la maduración es el conjunto de cambios externos, de sabor y de textura que un fruto experimenta cuando completa su crecimiento. Esta fase de desarrollo incluye procesos como la coloración del

pericarpio, el descenso del contenido de almidón en la mayoría de los frutos, el incremento de la concentración de azúcares, la reducción de la concentración de ácidos, la pérdida de la firmeza, junto a otros cambios físicos y químicos.

2.7.3. Índice de madurez

El color de la cáscara y el tamaño de la piña no son indicadores completos del estado de maduración de la fruta; sin embargo, el cambio de color verde a amarillo en la base de la fruta es una señal del inicio del proceso de maduración, al ser una fruta climatérica, ésta se debe cosechar cuando está completamente madura, un mínimo de sólidos solubles del 12% y acidez máxima del 1% aseguran el cumplimiento de los requerimientos mínimos de sabor en la mayoría de los mercados (PROEXANT 2003).

En general, para el mercado de fruta fresca, la cosecha durante el verano se realiza cuando el "ojo" muestra un color verde pálido, pues en esta temporada, el contenido de azúcares y los sabores volátiles se desarrollan prematura y consistentemente a lo largo de varias semanas; en contraste, en invierno la fruta se demora alrededor de 30 días más en madurar completamente, éstas se cosechan cuando aparecen señales de amarillamiento en la base. La piña cosechada en invierno generalmente tiene un sabor más ácido y menor contenido de azúcares (PROEXANT 2003).

2.8. Maduración

El adelanto de la maduración de la fruta de piña en el campo se logra con la aplicación de Ethephon 48% (ácido 2-cloroetil-fosfórico), que es un producto que acelera la maduración en ocho días en promedio. Según Medrano (2004) citado por García (2004), se recomienda aplicar 2,5 l/ha (300 ml. de producto comercial por cada 200 litros de agua) asperjando total y uniformemente la fruta con 50ml. de solución.

La aplicación puede realizarse una vez que la fruta alcanza el grado de madurez fisiológica, o bien cuando los primeros frutos comienzan a colorear. Según Rebolledo (1998) citado por García (2004), nunca se debe aplicar Ethephon en la

fruta tierna porque su maduración y calidad interna serán afectadas gravemente. Es necesario que la fruta esté expuesta al momento de la aplicación y que no exista amenaza de lluvia. Se puede aplicar a cualquier hora del día.

Según Paull y Chen (2002) citado por García (2004), con la aplicación de Ethephon se acelera el desverdecimiento de la cáscara y se promueve la maduración del fruto. El desverdecimiento de la cáscara se debe a la destrucción de la clorofila, dando a la cáscara un color amarillo más uniforme. Si la aplicación del regulador de crecimiento es muy anticipada, la fruta puede presentar un 10% más de acidez y un 5% menos de azúcares que las frutas no tratadas. Se han encontrado efectos variables de los tratamientos con Ethephon en la calidad comestible de la fruta, lo que puede estar relacionado con la aceleración de la senescencia. Esta variación depende de estado de madurez de la fruta, época de aplicación y de las condiciones ambientales. Una aplicación defectuosa de Ethephon puede conducir a un irregular desverdecimiento y posibles daños a la corona y cáscara de la fruta. El retraso de la maduración del fruto en el campo se logra con la aplicación de Fruitone CPA (ácido 2-3clorofenoxi-propiónico), que es un regulador del crecimiento cuya aplicación tiene como objetivos: incrementar el peso de la fruta hasta en un 30%, reducir el peso de la corona, disminuir la presencia de frutas “abotellados” y retrasar la maduración natural entre 15-25 días. La dosis sugerida en primavera-verano es de 1Lts/ha de producto comercial disuelto en 1200 litros de agua, aplicando 40ml de solución por fruto. Para otoño-invierno la dosis se reduce a la mitad (500ml/ha de producto). La aplicación se realiza a los 110-120 días posteriores al tratamiento de inducción floral, cuando los pétalos de las flores de la parte superior apenas se han secado. La aspersion debe ser uniforme y dirigida a la fruta evitando que le caiga a la corona, ya que le puede provocar quemaduras.

2.9. Calidad de la fruta

Según Jiménez (1999); Infoagro (2002) citados por Gamboa (2006) la calidad es el conjunto de especificaciones que debe cumplir la fruta para satisfacer las necesidades de los consumidores, ésta se encuentra dada por su uniformidad en

tamaño y forma, debe ser firme, libre de pudriciones; sin quemaduras de sol, agrietamientos, magulladuras, deterioro interno, manchado pardo interno, gomosis y daños por insectos.

Si la cáscara presenta color amarillo pálido, es una señal de que el sabor de la fruta será ácido. Las hojas de la corona deben tener un color verde intenso, tamaño mediano y porte erecto. El rango apropiado de sólidos solubles totales es de 11 a 18%, acidez (principalmente ácido cítrico) 0,5 a 1,6% y ácido ascórbico 20 - 65mg/100g de peso en fresco, dependiendo de la variedad y estado de maduración. La fragancia es un signo de calidad, pero generalmente la fruta se mantiene bajo temperaturas que anulan su fragancia. Los ojos pueden ser planos y poco profundos, las piñas que presentan una coloración más desarrollada, generalmente tienen mayores niveles de azúcares como resultado de la cosecha con un nivel avanzado de maduración (PROEXANT 2003).

2.9.1. Normas de calidad

Los mercados extranjeros son muy exigentes con respecto a la calidad de la fruta y por la importancia que se le da a su apariencia, existen una serie de normas de calidad para su comercialización. Estas normas dadas por (PROEXANT 2003) son tanto para la fruta, la cáscara y la corona.

Para la fruta

- Fruto fresco, sano y sin elementos extraños.
- Fruto limpio, de textura firme y sin deformaciones.
- El péndulo seco prominente no se acepta (máximo 2,5cm.), debe tener solo leves protuberancias en la base.
- Grado de maduración (0,5 a 3,0 grados de color) según el tiempo estimado de traslado a su destino final.
- Sin presencia de daños de insectos.

Para la cáscara

- Sin quemaduras químicas o producidas por el sol (la quemadura química que no afecta la pulpa se acepta como fruta de segunda).
- Cuello leve o inexistente (daño medio se considera fruta de segunda).
- Ausencia de daño por picudo (*Methamasius* sp), ausencia de corcho y gomosis.
- Sin humedad externa, manchas de sol o de otra clase, lesiones, cicatrices o signos de plagas o enfermedades.

Para la corona

- La fruta debe presentar una sola corona limpia, debe de estar derecha y bien formada. Se considera fruta de segunda si existe la presencia de coronas múltiples, dobladas o pequeñas.
- Las hojas deben de ser verdes, sin espinas y ausencia de insectos.

2.9.2. Defectos que afectan la calidad

Se considera defecto a toda aquella característica que afecta a la fruta disminuyendo su calidad o excluyéndola de ser consumida (Jiménez 1999). Éstos pueden ser clasificados según su origen o su ubicación.

Defectos según su origen

- Defectos ambientales: quema de sol (coronas múltiples).
- Defectos genéticos: cicatriz (cripple) o deformaciones de cuello o corona.
- Defectos por daño de insectos o animales: tecla (*Strymon basilides*), picudo (*Methamasius* sp), roedores y otros.
- Defectos de manejo: son provocados por el hombre (golpes, suciedad, etc.)
- Defectos de enfermedades: problemas fisiológicos relacionados con hongos o bacterias.

- Defectos del cultivo: provocados por errores en alguna práctica agrícola (fitotoxicidad).

Defectos según su ubicación

- Defectos internos: son los que afectan la parte interna de la fruta.
- Defectos externos: son los que afectan la cáscara o corona.

2.9.3. Respuesta fisiológica al estrés

La mayor parte del deterioro observado en la fruta de piña se debe a una serie de reacciones fisiológicas como respuesta a factores adversos como daños físicos, desórdenes fisiológicos o enfermedades ocasionadas por diversos patógenos (Jiménez 1999).

2.9.4. Desórdenes fisiológicos

Los desórdenes fisiológicos se deben a factores adversos de naturaleza abiótica (no patogénica) tales como temperaturas extremas, atmósferas inadecuadas o desbalances nutricionales del cultivo, que provocan una serie de alteraciones en la fisiología normal de la fruta que afectan su calidad (PROEXANT 2003).

2.9.5. Daños por alta temperatura

La temperatura es el factor ambiental que más influye en el deterioro del producto cosechado. En general, el ritmo de deterioro de la piña es dos o tres veces mayor por cada incremento de 10 °C por encima de la temperatura óptima de conservación de los productos. La temperatura también modifica el efecto del etileno y los niveles residuales de O₂ y altos de CO₂ en el producto cosechado, además, afecta directamente el ritmo respiratorio de las frutas y la germinación de esporas de los hongos y el posterior desarrollo de patógenos. Por encima de 40 °C, se observan severos daños en el producto y a 60 °C aproximadamente, cesa toda actividad enzimática. Adicionalmente, la fruta sufre excesiva pérdida de agua por transpiración, todo lo cual arruina el producto (PROEXANT 2003).

2.9.6. Daño por pérdida de agua

La fruta cosechada pierde agua por transpiración de manera irreversible. Como consecuencia, el producto sufre una serie de alteraciones fisiológicas que aceleran los procesos de senescencia, síntesis de etileno y deterioro de tejidos. Esto, conjuntamente con los síntomas externos de marchites y arrugamiento del producto, afectan seriamente su calidad comercial. En general, se puede decir que un 5% de pérdida de agua es aproximadamente el valor máximo permisible en frutas. La pérdida de agua por transpiración es mayor a temperatura alta y humedad relativa baja (PROEXANT 2003).

2.9.7. Daño por rayos del sol

Consiste en una decoloración de la cáscara amarilla a anaranjado rojizo oscuro, en casos severos la acompaña un endurecimiento de pulpa. Esto conduce a una invasión de patógenos que producen pudrición de la fruta. El daño se presenta por sobre exposición a la luz solar directa cuando la fruta de piña sufre volcamiento en el campo (Jiménez 1999).

2.10. Rayos ultravioleta

Según Invdes (2002) los rayos solares fomentan la producción de vitamina D, y la exposición por tiempo prolongado a la luz que proyecta puede dañar el material genético, produciendo quemaduras. Esto se debe a los rayos ultravioleta (UV), los cuales son partículas de luz u ondas que se agrupan en tres rangos (A, B, C). Las bandas C no llegan a la tierra pues son absorbidas por la capa de ozono. Las bandas A y B tocan la tierra con mayor facilidad, pues tienen longitudes de onda mas largas y por consiguiente de menor energía, lo que es aprovechado por los seres vivos con el propósito de realizar múltiples funciones bioquímicas necesarias para la vida, entre ellas la síntesis de vitaminas; sin embargo la sobre exposición a este tipo de rayos especialmente a los ultravioleta (UV-B), perjudica la salud de los seres vivos, pues este tipo de radiación es responsable de mutaciones genéticas en la vegetación así como quemaduras de diversos grados.

La cantidad de radiación solar que llega a la tierra obedece a factores astronómicos y físicos atmosféricos, por lo que depende de la posición geográfica, fecha, hora del día, aire, partículas y espesor de la capa de ozono. Los rayos UV-B, llegan a la tierra en direcciones, por lo general oblicuas, con intensidades variables con valores que alcanzan unos 20w/m^2 watts por metro cuadrado (Invdes 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en una plantación propiedad de la Compañía Agrícola B.C.L. La finca se encuentra ubicada en Yolillal (Quebrada Grande), distrito del cantón de Upala, provincia de Alajuela, tal y como se puede observar en la Figura 1 y 2. Se encuentra a una altitud de 70 msnm. La precipitación promedio oscila entre 2500-3000 milímetros anuales y la temperatura promedio anual es de 26,5 °C.

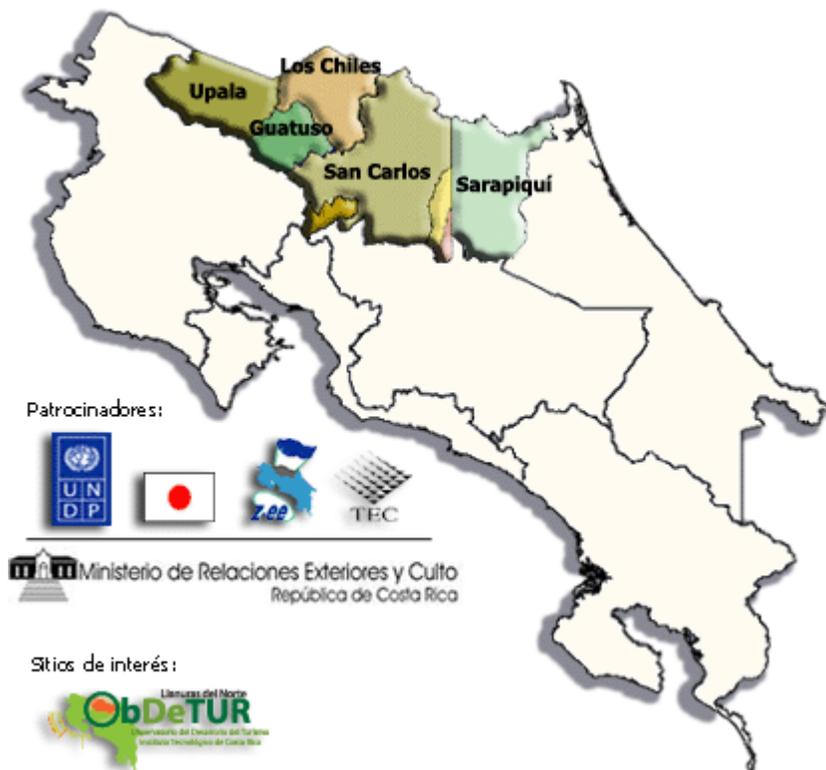


Figura 1. Localización geográfica del cantón de Upala, provincia de Alajuela donde se realizó experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.



Figura 2. Localización geográfica del distrito Yolillal donde se realizó experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

3.2. Condiciones ambientales

Se contó con una estación meteorológica ubicada en la finca propiedad de Agrícola B.C.L, de la cual se tomaron los datos de temperatura, humedad relativa, precipitación, intensidad lumínica ([Anexo, Cuadro 1](#)). La toma de estos datos se realizó diariamente durante todo el período de la investigación.

3.3. Período del experimento

El período corresponde al I semestre del 2007 el trabajo de campo inició el 22 de marzo (semana 12), y finalizó el 14 de mayo (semana 20) del año 2007.

3.4. Descripción del experimento

El trabajo de investigación consistió en determinar el efecto que tienen distintas alternativas de protección de la fruta de piña, contra los rayos solares que producen golpe de sol.

De esta forma transcurridos 100 días después de la inducción floral (ddif) se colocaron las barreras físicas y químicas para proteger a la fruta de piña de los rayos solares. La cosecha de la fruta se realizó 53 días más tarde, es decir 153 ddif, correspondiente a la semana 20 del año 2007. El proceso de evaluación del efecto directo que causan los rayos solares en la fruta de piña fue de forma visual, mediante una escala de severidad e intensidad de daño externo, que se desarrolló para efectos de esta investigación. De esta forma se establecieron

rangos de severidad externa según número de ojos afectados. La forma de evaluar la intensidad también se desarrolló una tabla mediante la toma de fotografías y descripción de las características de cada nivel de intensidad producido por el golpe de sol.

Cuadro 1. Grados de severidad de daño en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Severidad de daño	Número de bayas afectadas
1 ^o Grado	1-2
2 ^o Grado	3-4
3 ^o Grado	5-6
4 ^o Grado	7-8
5 ^o Grado	9-10
6 ^o Grado	11-12
7 ^o Grado	13-14
8 ^o Grado	15-16
9 ^o Grado	≥ 17

3.5. Diseño experimental y Análisis de datos

Esta investigación es de carácter descriptivo. Se procedió a ubicar ocho parcelas experimentales. Los datos obtenidos se analizaron mediante el empleo de estadística descriptiva y se utilizó medidas de tendencia central (la media de la muestra).

3.5.1. Tratamientos experimentales

El experimento consistió en evaluar siete tratamientos correspondientes a siete métodos de protección del fruto y uno sin protección (testigo), los cuales consisten en tres barreras físicas de protección (Sarán, Bolsa plástica y Papel periódico) (Figura 3), y cuatro barreras químicas (Protecsol® , Surround® WP, Vapor Gard® y Ecofrut DC (Figura 4).



Figura 3. Alternativas físicas de protección utilizadas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.



Figura 4. Alternativas químicas de protección utilizadas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

La protección con barreras físicas consistió de: Sarán de 30% de protección compuesta por un 95% de polipropileno, 3,5% de carbón negro y 0,5% aditiva ANTI-UV, color negro. Bolsa plástica color blanco, de 10cm de ancho por treinta de largo, un milímetro de espesor, y papel periódico.

La protección con productos comerciales se realizó con: Protecso[®] mineral activado que contiene una combinación de óxido de Sílice 65% e ingredientes inertes 35%, especialmente modificado para proteger los frutos del daño por radiación ultravioleta, de color blanco grisáceo, un pH de siete, humedad no mayor al 8%, con aspecto de polvo. Actúa formando una película que funciona como barrera física protectora tanto contra la quema de sol como el estrés térmico de las plantas, es un producto que se puede eliminar fácilmente en la planta empacadora mediante el uso del agua.

Surround[®] WP. Su composición es 95% caolín, 5% coadyuvantes, forma una película de finas partículas que protegen los cultivos y actúa como barrera física, esencial durante todo el periodo de estrés térmico y quema por rayos solares.

Vapor Gard[®]. Está compuesto por un 96% Di-1-p Menteno y un 4% de ingredientes inertes. Cumple funciones de protección al ser un adherente, humectante y antitranspirante.

Ecofrut[®] DC es un protectante biodegradable, no tóxico, orgánico, física y químicamente estable a base de triacilglicerol y ácidos grasos, vegetales 12%. Puede mezclarse con fertilizantes foliares. Es un producto 100% soluble en agua, en plantaciones establecidas como protector o en mezcla para mejorar la acción de los fungicidas, se recomienda dos y medio litros por hectárea en banano, en melón cuatro litros por hectárea, para naranja cuatro litros por hectárea, para plátano dos y medio a tres litros por hectárea, para otras frutas tropicales se recomienda cuatro litros por hectárea. En manejo poscosecha la recomendación es de 60mm/litro para mango, papaya piña, banano, tubérculos, y otras frutas tropicales.

3.5.2. Área experimental

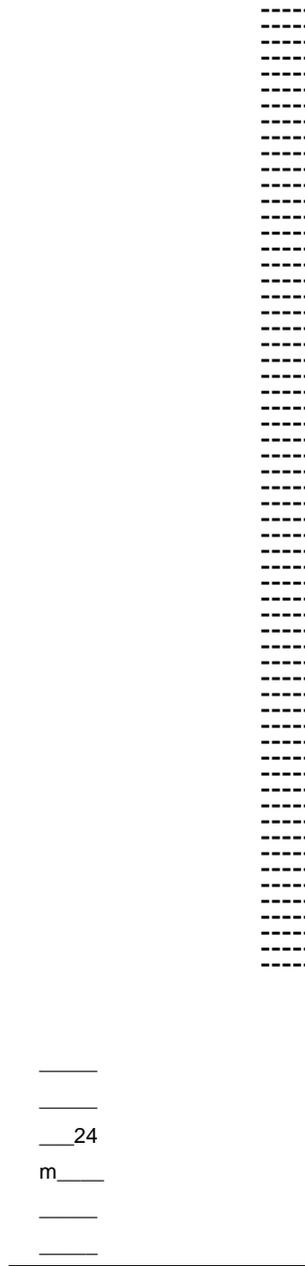
El experimento se llevó a cabo en el lote 52 de la finca de la Compañía Agrícola B.C.L, precisamente se asignó al estudio la sección cuatro del grupo de forzamiento correspondiente a la semana 50 del año 2006, con densidad de 65.000 plantas por hectárea lo que representa un área experimental de 0,32 hectáreas.

3.5.2.1. Parcela experimental

La parcela experimental está constituida por un total de 22 camas de siembra con dos hileras de plantas cada una, correspondiente a 24 metros de ancho. La cantidad de plantas por hilera fue de 120, cada hilera ocupó una longitud de quince metros y se ubicaron ocho parcelas experimentales de aproximadamente 5.760 plantas cada una ([Anexo, Figura 1](#)).

3.5.2.2. Parcela útil

Para la ubicación de la parcela útil fue considerado el efecto de borde, por lo tanto se asignaron las 24 camas de catorce metros de longitud, para un total de 112 plantas por hilera, se obtuvo un total aproximado de 2.688 plantas por cada parcela útil, dejando un metro entre tratamientos (Figura 5).



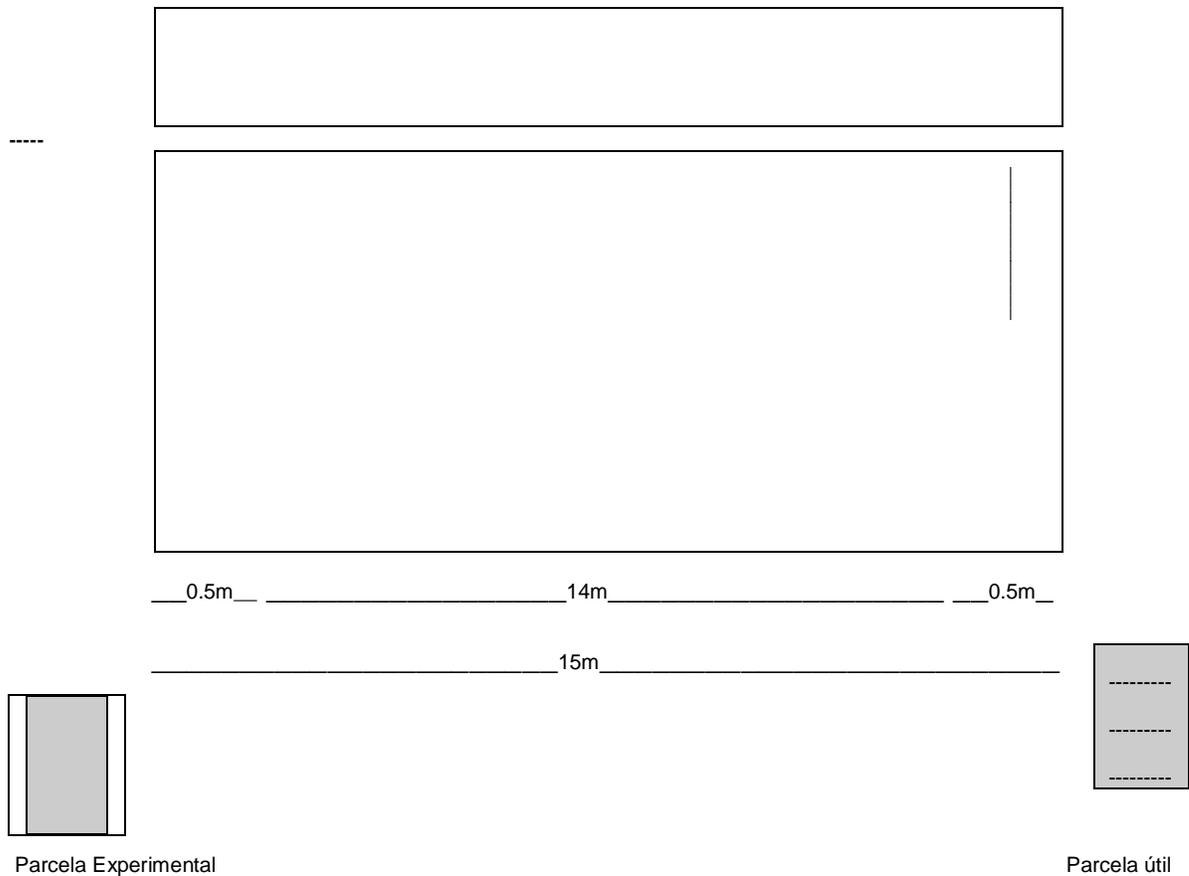


Figura 5. Representación de parcela experimental en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

3.5.2.3. Distribución de parcela y tratamientos

La distribución de las parcelas se realizó al azar de forma tal que quedaron los siete tratamientos distribuidos en toda la longitud de la sesión. Las parcelas y los tratamientos fueron identificados con un número el cual hizo distinción entre una parcela y otra (Figura 6).

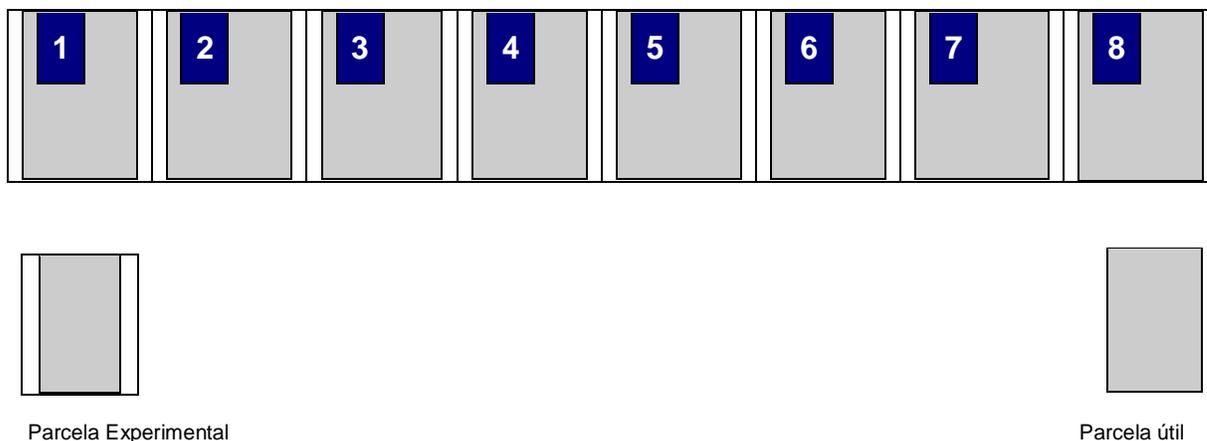


Figura 6. Representación esquemática de la distribución de tratamientos y parcelas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Procedimientos para la aplicación de los tratamientos

La aplicación de barreras químicas y físicas de protección se llevó a cabo en semana doce (22 de marzo 2007), transcurridos 100ddif. La colocación y aplicación de tratamientos se realizó, durante la mañana donde la temperatura promedio se mantuvo en 24,7 grados Celsius, la precipitación fue despreciable 0,315mm de 6:00 am a 7:00 am, lo cual no causó contratiempos en la aplicación de los tratamientos. Se utilizó equipo aspersor número 100, a una calibración de cinco bares de presión y velocidad tercera tortuga. Primeramente se aplicó el Vapor Gard®, seguidamente se llevó a cabo el lavado del equipo aspersor en un lugar cercano al experimento, del mismo modo se hizo con los demás tratamientos, (Protecsol®, Surround® WP y Ecofrut® DC) ([Anexo, Figura 2](#)). Las coberturas fueron colocadas del mismo modo con la ayuda de una cuadrilla de trabajadores la cual se dividió en dos grupos en donde un grupo se dispuso a cubrir las parcelas con sarán y bolsas y el otro grupo se dispuso a colocar la cobertura con papel.

Del mismo modo descrito anteriormente se realizó la segunda aplicación de las coberturas químicas de protección en semana quince (12 de abril del 2007), transcurridos 121ddif. La temperatura fue de 27,3 grados Celsius, y no hubo precipitación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producto, dosis y momento de aplicación/colocación en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Número	Tratamiento	Semana Aplicación/ Colocación	Número de aplicaciones	Volumen de agua en litros	Dosis l/ha
1	Vapor Gard® EC	12-15**	2	2000	20
2	Testigo	*	*	*	*
3	Protecsol®	12-15	2	2000	50kg/ha
4	Sarán Surround®	12	*	*	*
5	WP	12-15	2	2000	50kg/ha
6	Ecofrut® DC	12-15	2	2000	6
7	Bolsa plástica	12	*	*	*
8	Papel periódico	12	*	*	*

** Corresponde a semana del año.

3.7. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron siete y corresponden a incidencia de golpe de sol, severidad de daño externo causado por el golpe de sol, intensidad de daño externo por el golpe de sol, temperatura interna de la fruta medida en grados Celsius, contenido de sólidos solubles totales (SST) determinado en grados brix,

grado de translucidez interna de la fruta y por último se determinó la intensidad lumínica en watts por metro cuadrado. A continuación se describen cada una de las variables.

3.7.1. Incidencia de golpe de sol en porcentaje de frutas afectadas

La incidencia del golpe de sol se determinó por observación del total de frutas de la parcela útil, al momento de la cosecha inmediata. A la población total de la parcela útil se le restó las piñas que fueron utilizadas en los muestreos y de la restante población se estableció el porcentaje de frutas afectadas, por diferencia entre frutas sanas y frutas afectadas por golpe de sol.

3.7.2. Severidad de daño externo causado por el golpe de sol

Para determinar el grado de daño externo de la fruta de piña, se observaron todas las frutas de la parcela útil y se determinó la severidad de daño por golpe de sol. A partir del porcentaje de frutas con daño se calificó según la siguiente escala (Figura 7).



Severidad 1^o grado (1-2)
bayas afectadas



Severidad 2^o grado (3-4)
bayas afectadas



Severidad 3^o grado (5-6)
bayas afectadas

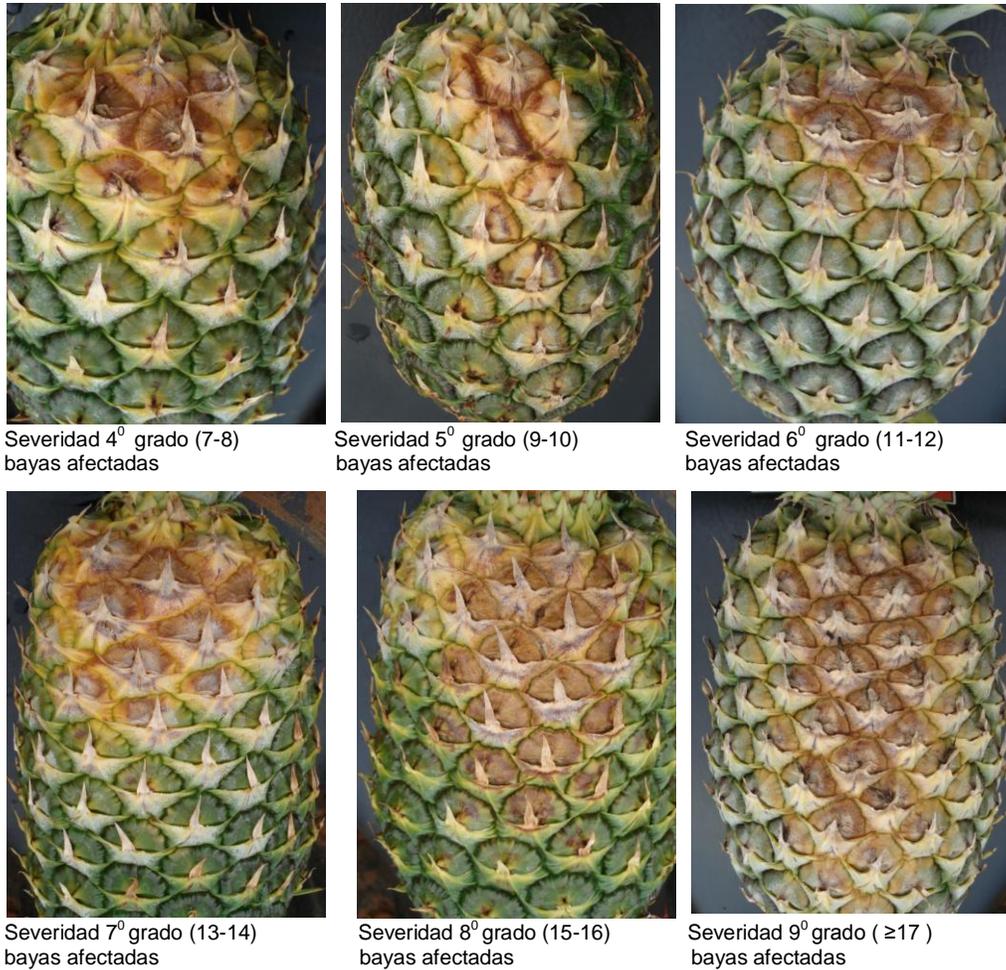


Figura 7. Tabla utilizada para determinar severidad de daño en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, (Creada por F. Ramírez, 2007).

3.7.3. Intensidad de daño externo causado por golpe de sol

Para determinar la intensidad de daño externo de la fruta de piña, se procedió a cuantificar todas las frutas de la parcela útil y se determinó el porcentaje de frutas afectadas por golpe de sol, este dato se obtuvo por diferencia de frutas sanas y frutas afectadas, es decir de igual modo en que se determinó la severidad. A partir del porcentaje de frutas con daño se calificó la intensidad del golpe de sol, de una forma cualitativa de acuerdo a la siguiente escala (Figura 8):

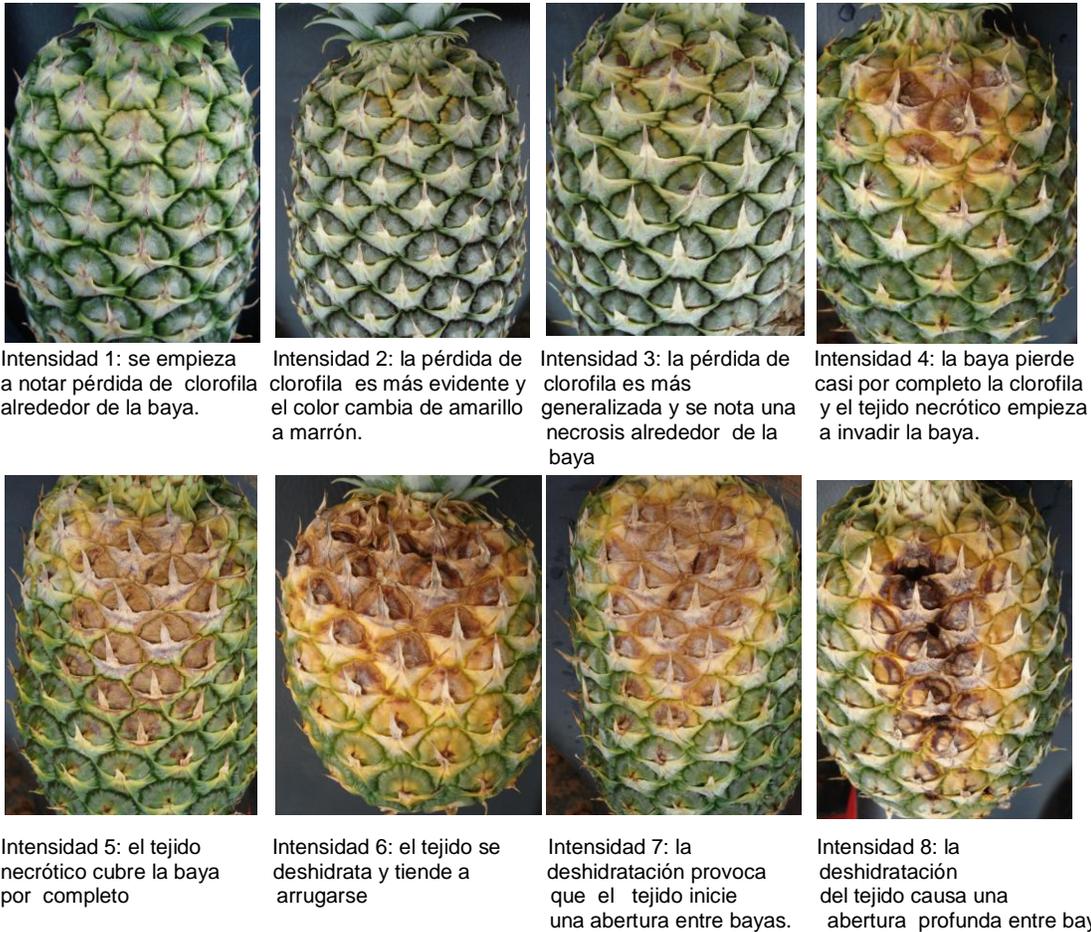


Figura 8. Tabla utilizada para determinar intensidad de daño en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L), Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, (Creada por F. Ramírez, 2007).

3.7.4. Temperatura interna de la fruta en grados Celsius

Se realizaron monitoreos de temperatura interna de la fruta de piña, se leyó la temperatura entre 2:00 y 3:00 de la tarde todos los días a partir de los 128ddif, es decir 25 días antes de cosecha, fueron evaluadas cuatro frutas de borde soleado de cada tratamiento. Las mediciones se tomaron con un termómetro especial marca SENSITECH modelo PT-2 utilizado en la planta empacadora para leer la temperatura interna de la fruta en cámaras de frío. Se pincharon y se anotó la lectura (Figura 9).



Figura 9. Instrumento utilizado para tomar lectura de temperatura interna de la fruta en experimento sobre método de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

3.7.5. Contenido de sólidos solubles totales (SST) determinado en grado brix

Para la determinación de esta variable se realizó una lectura cada cuatro días desde 126ddif hasta 146ddif, más una lectura cada dos días desde 146ddif hasta 152ddif, última semana a cosecha. El tamaño de la muestra fue de once frutas tamaño siete, cortadas de las camas 3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23 a través de la parcela útil, para un total observado de 77 frutas por parcela útil. Todas las frutas cosechadas en cada monitoreo fueron trasladadas a un área en la planta de empaque debidamente acondicionado para este fin, en donde con ayuda del refractómetro de mano se determinó el grado brix en una escala de 0 a 30. La

toma de muestras de fruta se realizó a las 8:00am y el análisis de las muestras de nueve a diez de la mañana (Figura 10).

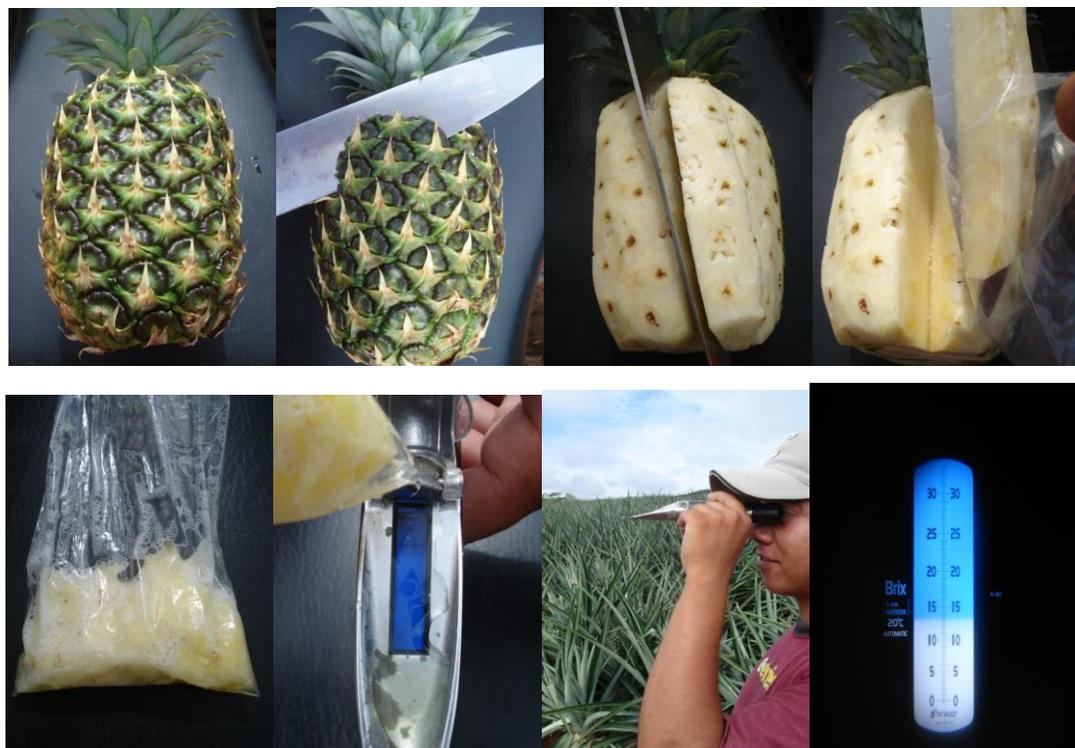


Figura 10. Método seguido para la lectura de sólidos solubles totales (SST) en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

3.7.6. Grado de translucidez interna de la fruta

Para la determinación de esta variable fueron observadas las mismas frutas que se cosecharon para la determinación de grado brix, de esta forma se observó la translucidez mediante una lectura cada cuatro días (138ddif, 142ddif y 146ddif), posteriormente se determinó la translucidez cada dos días previo a la cosecha (148ddf, 150ddif) y por último a los 152ddif. Se utilizó una escala de translucidez disponible en la finca, la cual se lee como translucidez 0,25-0,50-0,75-1 y >1 (Figura 11).

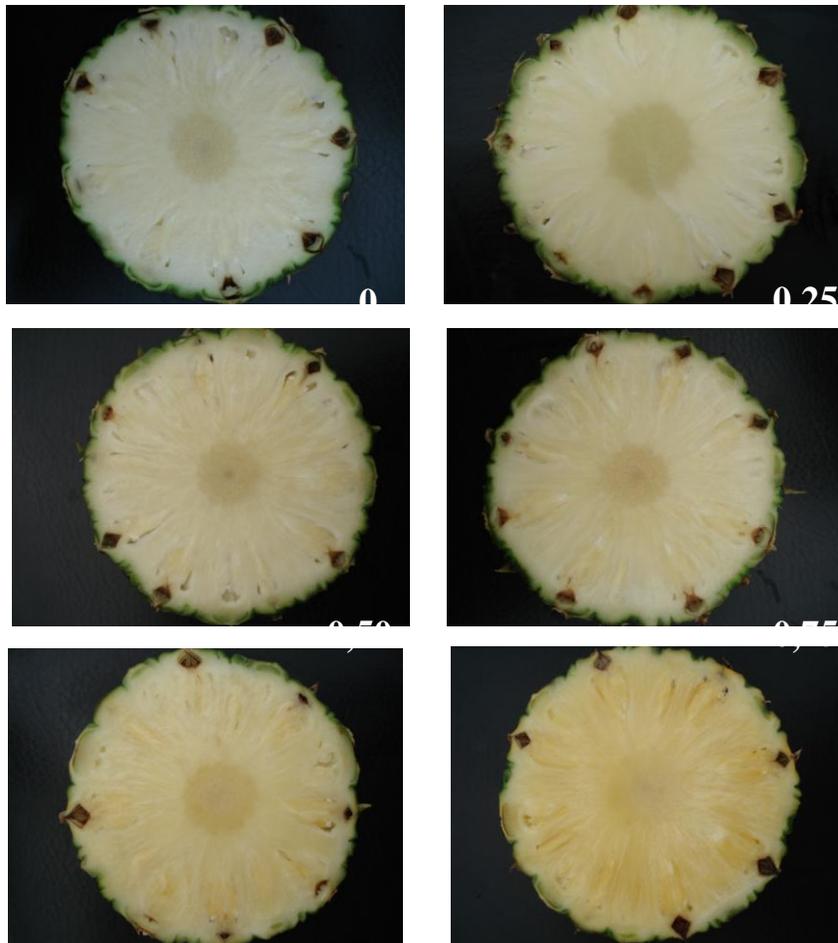


Figura 11. Escala utilizada para determinar translucidez de la pulpa durante período experimental sobre alternativas de protección, contra el golpe de sol, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, (Creada por F Ramírez 2007).

Las acciones secuenciales aplicadas durante la determinación de la translucidez se aprecian en la (Figura 12).





Figura 12. Acciones secuenciales para tomar lectura del grado de translucidez durante experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

3.7.7. Intensidad lumínica en watts/m²

La intensidad lumínica se determinó con ayuda de la estación metereológica, ubicada a dos kilómetros del área experimental. La lectura y anotación se realizó todos los días durante siete semanas previas a la cosecha (Figura 13).



Figura 13. Estación metereológica utilizada para tomar la lectura de las condiciones climáticas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L., Upala, 2007.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia de golpe de sol

En la Figura 14 se presentan los resultados del análisis de calidad externa de piña, para la variable incidencia de golpe de sol, además se presenta el porcentaje de daño obtenido para cada tratamiento.

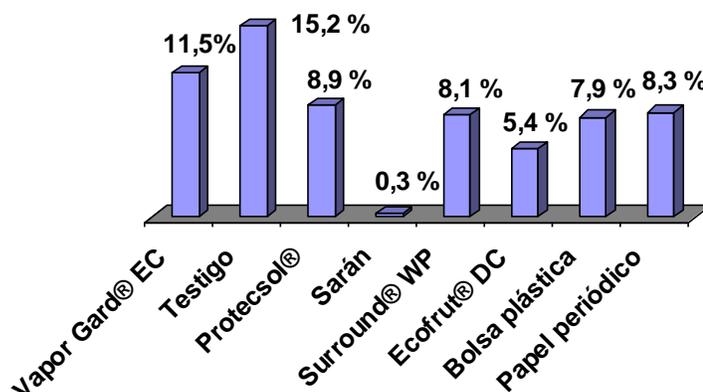


Figura 14. Incidencia de golpe de sol en frutas tratadas durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

El porcentaje de frutas afectadas por golpe de sol en general osciló entre 0,3% y 15,2%, las frutas que sufrieron menos daño corresponden al tratamiento con sarán.

Todos los tratamientos presentaron variaciones importantes en los valores porcentuales de incidencia de golpe de sol, esto indica que cada tipo de cobertura utilizado protegió en mayor o menor grado la fruta al variar los porcentajes de incidencia de golpe de sol.

El tratamiento con sarán ([Anexo, Figura 3](#)), brindó la mejor protección a la fruta, respecto a los restantes tratamientos. La incidencia de frutas dañadas fue de 0,3% lo cual no representa un daño significativo.

Los resultados obtenidos con el Ecofrut® DC donde se presentó un 5,4% de frutas con daño, implica una diferencia de 5,1% con respecto a lo observado en frutas donde se colocó la cobertura con Sarán; sin embargo las frutas afectadas

por el golpe de sol fueron un 2,5% inferior que las observadas en frutas con cobertura de bolsa plástica, tratamiento que brindó la mejor protección después de los tratamientos con Sarán y Ecofrut® DC.

El tratamiento con papel periódico, presentó un porcentaje de daño de frutas superior al presentado por el tratamiento con bolsa plástica. Según lo visto en campo esto puede deberse a que después de la colocación del papel la fruta en su proceso normal de llenado tiende a romperlo, dejando área de la cáscara al descubierto ([Anexo, Figura 4](#)), no obstante la cobertura con bolsa plástica también presentó inconvenientes debido a que ésta cede al crecer la fruta dejando en algunas frutas el área de la cáscara cercana al cuello de la corona descubierta.

En los tratamientos con Surround® WP y ProtecSol® ([Anexo, Figura 5](#)). Se presentó 8,1% y 8,9% de frutas con golpe de sol respectivamente, mostrando así el Surround® WP un menor porcentaje de frutas afectadas por golpe de sol. En términos generales estos resultados son muy estrechos entre sí, si los comparamos con los resultados de la protección con bolsa plástica 7,9% y papel periódico 8,3%.

El tratamiento con el producto Vapor Gard®, muestra un mayor número de frutas afectadas por golpe de sol, lo cual indica que su grado de protección no fue lo suficientemente eficaz como la protección brindada por los demás tratamientos, ya que el porcentaje de incidencia de daño observado en frutas de este tratamiento fue 3,7% inferiores al observado en frutas que no fueron tratadas.

4.2. Radiación lumínica acumulada

En la Figura 15 se muestra los acumulados diarios de radiación lumínica desde los 100ddif en donde se colocaron las coberturas hasta los 153ddif período en donde fue cosechada la fruta.

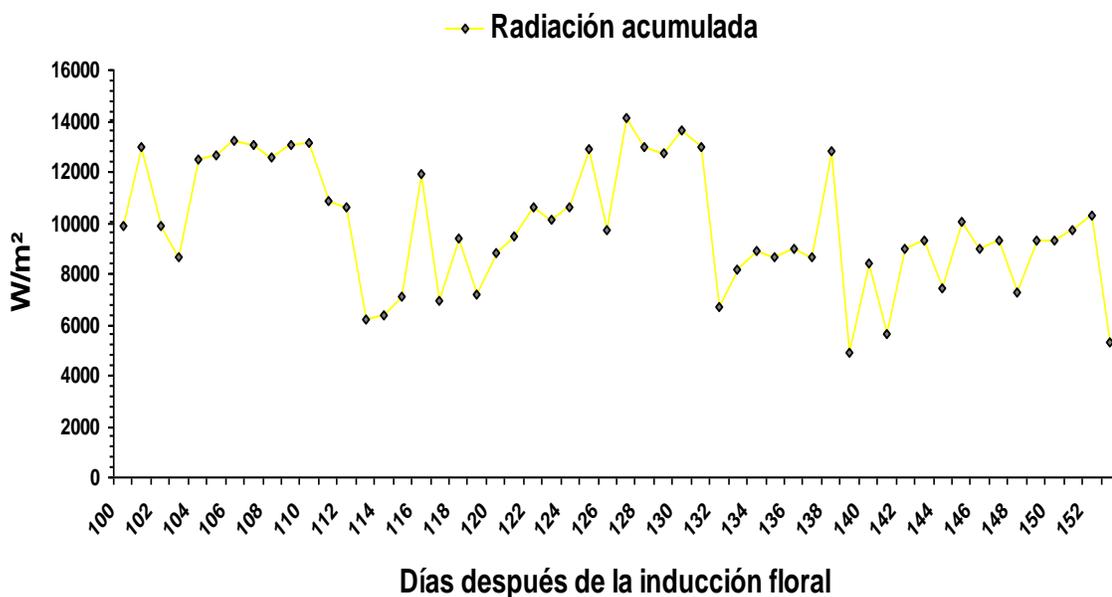


Figura 15. Acumulado de radiación solar diario, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 22 marzo al 14 mayo 2007.

La radiación acumulada es la cantidad de luz solar que llega a la tierra en un día, se puede establecer una relación entre el porcentaje de incidencia de golpe de sol y los picos máximos acumulados, se observó como las etapas críticas donde se presume que los rayos UV produjeron quema de sol, es durante los días 105ddif y 111ddif, en donde la radiación osciló entre los 12667w/m² y los 13254w/m². Posteriormente se presenta otro pico acumulado de radiación durante los 127ddif y 131ddif de 12724 w/m² y 14115 w/m² y un último pico 138 ddif de 12824 w/m². Estos eventos pudieron haber influido en la presencia de golpe de sol en los

distintos tratamientos. Los picos máximos de radiación que se observaron por día se presentan en el ([Anexo Figura 6](#)) y ([Anexo Cuadro 1](#)).

4.3. Severidad de daño externo

La presentación externa de la fruta es un indicativo de calidad. Los daños causados por los rayos del sol provocan heridas en la cáscara de la fruta, lo cual repercute en un menor rendimiento por hectárea, ya que en la selección para el empaque, esta fruta es rechazada al no cumplir con la presentación que requiere el consumidor.

Al analizar los datos generados en la evaluación de la severidad de daño causado por golpe de sol en la cáscara de la piña (Cuadro 3). Se puede observar como, en términos generales, el porcentaje de severidad de daño encontrado en los distintos tratamientos se ubica entre golpe de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto grado básicamente, del quinto grado de severidad en adelante, el porcentaje de fruta encontrada fue mínimo.

Cuadro 3. Severidad de daño externo en porcentaje durante período experimental, sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento		Grado de severidad de daño (%)								
Número	Descripción	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
	Vapor									
1	Gard® EC	2,2	7,1	0,6	2,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0
2	Testigo	1,0	4,6	5,6	1,7	0,4	0,3	0,0	0,2	0,0
3	Protecsol®	1,1	3,5	2,8	1,3	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0
4	Sarán	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Surround®									
5	WP	1,9	4,0	1,1	1,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
6	Ecofrut DC	1,4	3,0	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bolsa									
7	plástica	2,9	4,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Papel									
8	periódico	4,1	4,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Se puede observar como en el tratamiento con cobertura de sarán, las frutas que presentaron golpe de sol se ubicaron en severidad de primer grado, con un 0,2 % el menor valor porcentual de todos los tratamientos para la severidad de daño de primer grado.

Los tratamientos con Vapor Gard®, Protecso®, Surround® WP, Ecofrut® DC, Bolsa plástica y Papel periódico, presentaron valores de severidad de daño de las frutas afectadas por golpe de sol entre primer grado, segundo grado tercer grado, cuarto grado y quinto grado, siendo la severidad de daño de segundo grado la que se observó más frecuentemente. El golpe de sol observado con severidad de tercer grado fue mínima en los tratamientos con Vapor Gard®, Protecso®, Ecofrut® DC, Bolsa plástica y Papel periódico, menor al 1%.

Los tratamientos con Bolsa plástica y Papel periódico no presentaron severidad de golpe de sol mayor a tercer grado.

La tendencia de daño se debe al comportamiento climático que se presentó durante el período de evaluación (época seca), en donde la radiación solar fue menor comparado con años anteriores.

4.4. Intensidad de daño externo

En el Cuadro 4 se presenta los porcentajes de fruta que presentaron golpe de sol ubicados en los distintos grados de intensidad de daño, lo cual es un parámetro de evaluación cualitativo. Se refiere a la intensidad como a los cambios en la tonalidad del color y de turgencia propios de la cáscara.

Cuadro 4. Intensidad de daño externo en porcentaje durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento		Grado de intensidad de daño (%)							
Número	Descripción	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
	Vapor								
1	Gard® EC	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Testigo	12,6	1,8	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Protecsol®	8,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Sarán	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Surround®								
5	WP	7,9	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ecofrut®								
6	DC	5,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Bolsa	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Papel	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

No se presentaron valores porcentuales mayores a cuarto grado para la variable intensidad de daño causado por golpe de sol. Los valores porcentuales observados estuvieron entre primero y cuarto grado, notándose el mayor porcentaje de frutas en primer grado de intensidad, el más leve de todos.

Los tratamientos con Vapor Gard®, bolsa plástica y papel periódico reflejaron un comportamiento de protección más eficiente para minimizar, que la intensidad del golpe de sol fuera mayor de primer grado. Al igual que las frutas tratadas con cobertura de sarán.

La intensidad de daño encontrada en mayor porcentaje de frutas de los diferentes tratamientos se ubicó en la intensidad de primer grado, es decir la intensidad más leve de todas; los demás tratamientos salvo el testigo en donde las frutas

afectadas presentaron un 1,8% en intensidad de segundo grado, en los demás tratamientos se observaron valores porcentuales inferiores al 1%, esto obedece a que la radiación lumínica no fue suficientemente fuerte para que las bayas afectadas manifestaran pérdida de clorofila hasta iniciar una necrosis; esto concuerda, con lo dicho por Terry (2001) Citado por García (2004), en donde la presencia de luz solar es determinante en el período de maduración en piña ya que influye notablemente en la coloración de la fruta.

En los tratamientos con ProtecSol®, Surround® WP y el testigo se aprecia una leve tendencia hacia una mayor intensidad de daño de las frutas afectadas por golpe de sol. La literatura carece de información para establecer alguna relación con los datos presentes en esta variable.

4.5. Temperatura interna de la fruta

La Figura 16 muestra el comportamiento de la temperatura ambiente en relación con la temperatura alcanzada internamente en la pulpa de la fruta, en el período entre de los 128ddif, hasta el momento que alcanzó el grado de madurez para la cosecha 154ddif.

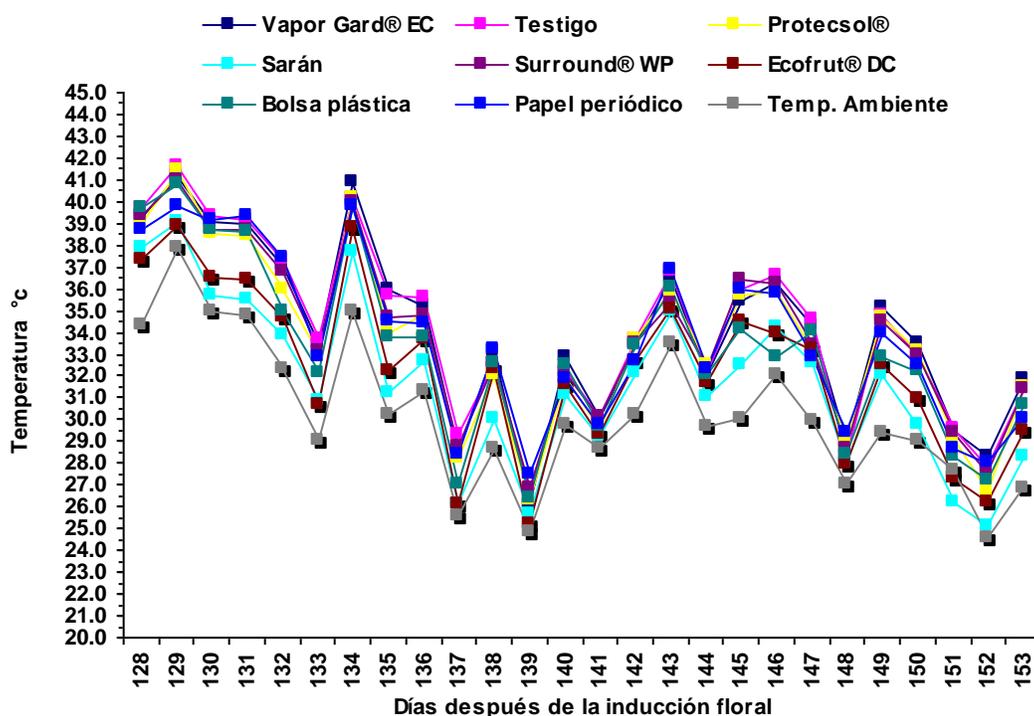


Figura 16. Temperatura interna de la fruta, durante período experimental sobre alternativas de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. B.C.L, Upala, 2007.

Según Jiménez (1999) citado por García (2004), la temperatura es determinante en la calidad de la piña. Los resultados obtenidos muestran una temperatura ambiente promedio de 30,3 °C en el período del experimento. En Investigaciones realizadas por Sancho (2000) citado por García (2004), se menciona que con temperaturas mayores a 27 °C las plantas son susceptibles a daños por excesiva transpiración, y temperaturas superiores a los 30 °C pueden quemar la epidermis y tejidos subyacentes ocasionando quemaduras por golpe de sol. Esto concuerda

con los datos obtenidos, ya que en todos los tratamientos se presentó golpe de sol. Se puede apreciar como la temperatura interna de la fruta evaluada en cada tratamiento es superior a la temperatura ambiente, en general osciló entre 31,7 °C. y 34,2 °C, presentándose una diferencia de 3 °C ante la temperatura ambiente observada 30,3 °C, durante el proceso de investigación. Ésto muestra que la fruta durante el día acumula calor y las diferentes coberturas utilizadas contribuyen a que este calor interno de la fruta sea lo más cercano posible a la temperatura ambiente.

La Figura 17 muestra los valores promedio de temperatura encontrados en cada tratamiento, así como la temperatura ambiente promedio durante la etapa de investigación.

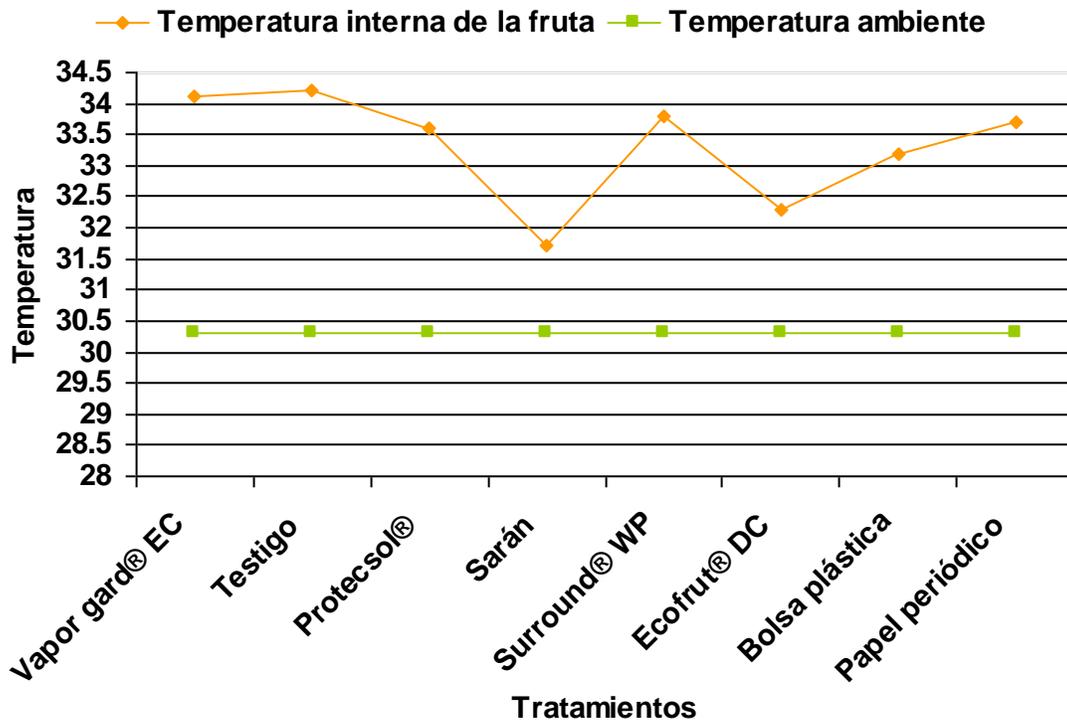


Figura 17. Promedio de la temperatura interna de la fruta, y temperatura ambiente durante período experimental sobre alternativas de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. B.C.L, Upala, 2007.

El tratamiento donde se empleó la cobertura con Sarán fue el más efectivo en mantener la temperatura interna de la fruta de piña más cercana a la temperatura ambiente 1,6 °C, en promedio de esta forma se redujo el daño por golpe de sol.

El tratamiento con Ecofrut® DC también mantuvo la temperatura interna promedio de la fruta más cercana a la temperatura ambiente 2,0 °C.

El tratamiento testigo al igual que el tratamiento donde se empleó el Vapor gard®, presentaron valores promedio de temperatura interna superiores a los demás tratamientos, esto se relaciona con el porcentaje de frutas dañadas, el cual fue mayor en dichos tratamientos. Se observa una diferencia de temperatura interna en frutas sin tratar y frutas tratadas con Vapor Gard® superior en 3.9 °C, en relación con la temperatura ambiente. La temperatura interna promedio durante el período experimental de los restantes tratamientos fue mayor comparado con la temperatura ambiente. Las frutas tratadas con Surround® WP marcaron una diferencia con la temperatura ambiente de 3,5 °C, un rango muy similar al observado en las frutas que se protegieron con Papel periódico 3,4 °C, las que se protegieron con Protecsoil ® WP 3,3 °C, y las protegidas con Bolsa plástica 2,9 °C.

4.6. Contenido de sólidos solubles totales (SST)

Los sólidos solubles totales es un indicativo de maduración que garantiza que la fruta posea la calidad requerida por los consumidores. En la Figura 18 se observa los valores de SST alcanzados a partir de los 126ddif hasta los 152ddif en cada uno de los tratamientos experimentales.

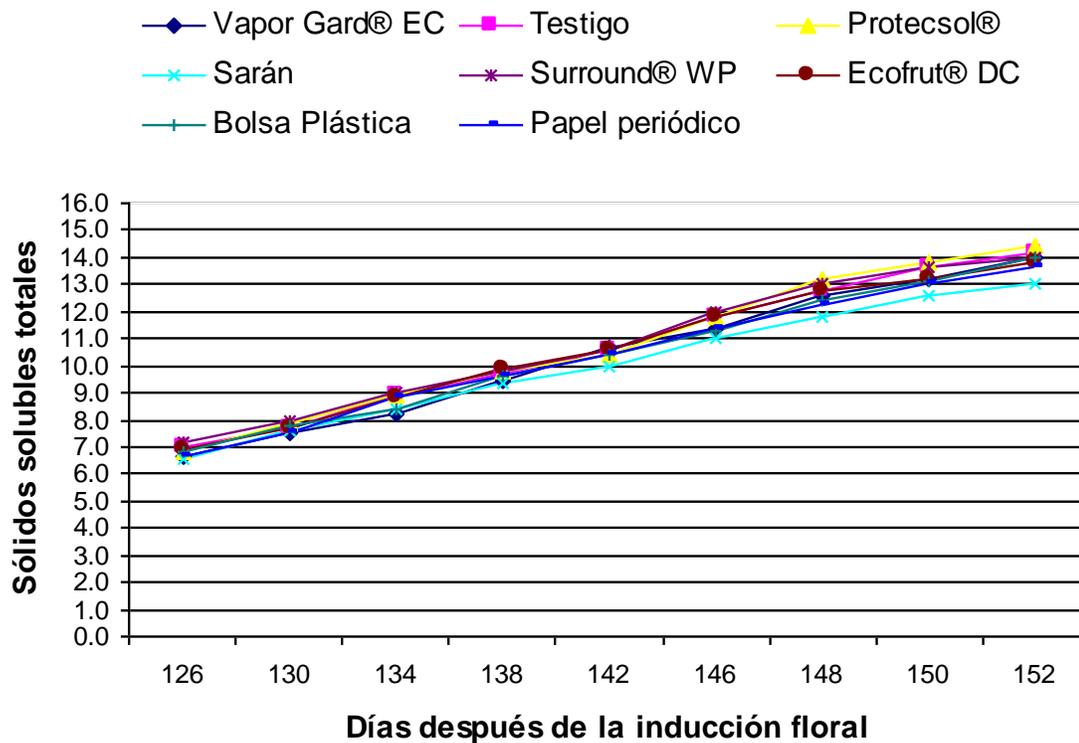


Figura 18. Sólidos solubles totales del jugo, en frutas de piña durante período experimental sobre alternativas de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. B.C.L, Upala, 2007.

Según (Jiménez 1999) citado por García (2004), SST presentan un incremento constante, a medida que transcurren los días después de la inducción floral, en donde aumenta debido a que la fruta está concluyendo su período de maduración. Esto tiene relación con los resultados obtenidos de SST durante el período experimental donde fue evaluada esta variable. Se puede observar como la ganancia de azúcares es creciente, inclusive después de 148 días de tiempo transcurrido en donde se realizó la maduración artificial dirigida. Conforme el avance de la madurez fisiológica, el incremento de SST en las frutas sin tratar así como en las frutas tratadas con Vapor Gard®, Protecsol®, Sarán, Surround® WP, Ecofrut® DC, Bolsa plástica y Papel periódico, fue muy parecido por lo que la diferencia de un tratamiento con el otro resulta difícil de establecer. No obstante pareciera ser que los SST de las frutas en donde se utilizó la cobertura con Sarán

muestran un comportamiento más lento en la ganancia de a partir de los 142ddif, esto se relaciona con lo investigado por (Jiménez 1999) citado por Gamboa (2005), las frutas de piña que crecen a la sombra son más jugosas, pero tienen menos azúcares.

4.7. Grado de translucidez

El Cuadro 5 muestra el porcentaje de frutas según grado de translucidez interno alcanzado según los distintos tratamientos evaluados cada cuatro días, a partir de los 138ddif, 142ddif y 146ddif, según la escala utilizada en finca Agrícola B.C. La translucidez indica la coloración de la pulpa de la fruta iniciando de la parte inferior hacia arriba. Las evaluaciones iniciaron quince días antes de cosecha, que es la etapa en donde se inician los cambios en el color de la pulpa.

Cuadro 5. Translucidez de la pulpa, durante los 138ddif, 142ddif, 146ddif en experimento sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento		Translucidez %											
		138ddif				142ddif				146ddif			
N°	Descripción	0,25	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	1
1	Vapor Gard®	81,8	18,2	0	0	72,7	27,3	0	0	27,3	27,3	36,4	9,1
2	Testigo	90,7	9,1	0	0	81,8	18,2	0	0	9,1	54,5	27,3	9,1
3	Protecsol®	72,7	27,3	0	0	81,8	18,2	0	0	27,3	54,5	9,1	9,1
4	Sarán Surround®	81,8	18,2	0	0	72,7	27,3	0	0	27,3	72,7	0	0
5	WP	63,6	36,4	0	0	81,8	18,2	0	0	9,1	72,7	18,2	0
6	Ecofrut DC	72,7	27,3	0	0	90,9	9,1	0	0	9,1	45,5	27,3	18,2
7	Bolsa plástica	72,7	27,3	0	0	81,8	18,2	0	0	9,1	63,6	27,3	0
8	Papel periódico	90,9	9,1	0	0	81,8	18,2	0	0	27,3	63,6	9,1	0
% Total		78,36	21,61	0	0	80,66	19,34	0	0	18,20	56,8	19,34	5,69

No se presentaron diferencias considerables entre tratamientos, sino más bien una tendencia normal de ganancia de color interno muy similar entre tratamientos según se acercó la cosecha.

Se puede observar como a los 138ddif el mayor porcentaje de frutas 78,36% presentó grado de translucidez 0,25 iniciando los cambios de tonalidad hacia un color crema, y 21,6% de las frutas evaluadas grado de translucidez 0,50, donde se pudo observar una tonalidad cremosa más definida. A los 142ddif el grado de translucidez de los distintos tratamientos fue muy similar a los 142ddif, al observarse un 80,6% de las frutas en grado 0,25 de translucidez y un 19,3% en grado 0,50. Estos resultados son muy similares que los obtenidos a los 138ddif, lo cual se pudo deber a que la ganancia de color interno de la fruta no fue lo suficiente para notar un cambio de tonalidad.

A los 146ddif si se pudo observar un cambio más acelerado en el color interno de la fruta observándose un 52% de las frutas a ubicarse en el grado de translucidez 0,50 mayor a 18,2% observado en el grado 0,25. Del mismo modo se apreció un 19,3% de las frutas ubicarse en la tonalidad 0,75 y un mínimo de 5,6% en translucidez 1.

Al presentarse condiciones climáticas favorables en un proceso normal de maduración, estos resultados difieren a investigaciones realizadas por Ferrucci (2000) citado por García (2004). El exceso de humedad provoca una aceleración en el ritmo de respiración y el calor generado acelera el proceso de maduración.

El Cuadro 6 presenta el porcentaje de frutas según grado de translucidez interno encontrado en la evaluación a partir de los 148ddif, 150ddif, 152ddif.

Cuadro 6. Translucidez de pulpa, durante los 148ddif, 150ddif, 152ddif, en experimento sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento		Translucidez %											
		148ddif				150ddif				152ddif			
N°	Descripción	0,25	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	1
1	Vapor Gard®	0	54,5	36,4	9,1	0	36,4	54,5	9,1	0	9,1	63,6	27,3
2	Testigo	0	54,5	45,5	0	9,1	36,4	45,5	9,1	0	0	72,7	27,3
3	Protecsol®	9,1	54,5	27,3	9,1	0	45,5	36,4	18,2	0	9,1	72,7	18,2
4	Sarán Surround®	18,2	54,5	18,2	9,1	0	45,5	45,5	9,1	0	27,3	54,5	18,2
5	WP	0	63,6	36,4	0	0	27,3	54,5	18,2	0	0	81,8	18,2
6	Ecofrut DC	0	45,5	36,4	18,2	0	45,5	45,5	9,1	0	0	63,6	36,4
7	Bolsa plástica	0	54,5	36,4	9,1	0	45,5	36,4	18,2	0	0	81,8	18,2
8	Papel periódico	9,1	54,5	27,3	9,1	0	18,2	63,6	18,2	0	0	81,8	18,2
% Total		4,5	54,9	32,6	7,9	1,1	37,1	47,6	13,5	0	5,6	71,9	22,5

Se observa como a los 148ddif según las condiciones climáticas durante el período experimental el grado de translucidez observado, presentó una tendencia de la mayoría de las frutas a ubicarse aún en el grado de translucidez 0,5 a pesar de que un 32,6 % de las frutas observadas se ubicaron en el grado 0,75, el 7,9% de las frutas se ubicaron en el grado 1 según su color interno. Estos parámetros de calidad fueron importantes ya que fue a esta edad de la fruta en donde se realizó la maduración artificial.

Transcurridos 150 días y dos días pos maduración la fruta siguió ganando translucidez para los tratamientos en general, ya para el grado de translucidez 0,25 se observó un 1,1% lo cual fue mínimo.

El mayor porcentaje de las frutas observadas se ubicó en grado 0,75 presentando un 47,6% y un 37,1% en grado de translucidez 0,50, un porcentaje importante de las observaciones 13,5% se ubicó en grado 1.

En general a los 152 días la translucidez promedio en los distintos tratamientos se encontró ubicado en grado 0,75 con un 71,9% de las observaciones y en grado de translucidez 1 se observaron 22,5%, en grado 0,5 únicamente se observó un 5,6% de las frutas.

Esta tendencia de ganancia de color es similar a investigaciones hechas por Saborío (1996) en donde la gran mayoría de los resultados obtenidos, se colocan dentro del grado de translucidez 1 igual a 0,75 en escala utilizada en Compañía Agrícola B.C. que es el valor mínimo que se considera óptimo para fruta de primera calidad.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones agroclimáticas, fisioedáficas y de manejo en las que se efectuó este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La cobertura con sarán permitió obtener la mejor protección de la fruta de piña híbrido MD-2 ante el golpe de sol, también el tratamiento con Ecofrut® DC, permitió observar un bajo porcentaje de incidencia de golpe de Sol, pero mayor al tratamiento con Sarán. Las piñas tratadas con Vapor Gard presentaron una incidencia de golpe de Sol más alta, que los demás tratamientos.
2. La radiación solar diaria acumulada durante el período experimental se mantuvo entre los rangos de 6.240w/m² 14.115w/m², estos valores provocaron incidencia de golpe de sol.
3. La severidad de daño en frutas de piña causada por golpe de sol encontrada en los distintos tratamientos se ubicó entre golpe de primer grado, segundo grado, tercer grado, cuarto grado y quinto grado, básicamente.
4. La intensidad de daño causada por golpe de sol en frutas de piña, de plantas de los distintos tratamientos, se ubicó entre las intensidades de primer grado, segundo grado, tercer grado y cuarto grado.
5. En promedio se determinó que el comportamiento de la temperatura interna de la fruta osciló entre 31,7 °C y 34,2 °C, presentándose una diferencia de 3 °C ante la temperatura ambiente observada 30,3 °C.
6. Los sólidos solubles totales del jugo en piña híbrido MD-2 son afectados por el tratamiento con cobertura de Sarán.
7. La translucidez de la pulpa en piña híbrido MD-2 no es afectada por los tratamientos de protección empleados en este experimento.

6. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al personal de investigación de la Compañía Agrícola B.C.L, valorar costos para el uso de la cobertura con Sarán, para minimizar el golpe de sol en piña híbrido MD-2.
2. Se recomienda al personal de investigación de la Compañía Agrícola BCL, realizar nuevamente esta investigación en la próxima época seca del año 2008, debido a que la radiación lumínica no fue lo suficientemente fuerte durante la época en que se realizó la evaluación.
3. Se recomienda al personal de investigación de la Compañía Agrícola BCL, mantener registros climáticos y registros de épocas críticas en donde se haya presentado rechazo de fruta de piña por golpe de sol.
4. Evaluar días de retraso de maduración y cosecha para los tratamientos con Sarán y Ecofrut® DC.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Barquero, M. 2007. Area de siembra de piña es similar a la de banano. (en línea). San Jose, CR, La Nación. Consulta 23 de Julio 2007. Disponible en http://www.nación.con/in_ee/2007/Julio/02/economia1149095.html

Castro, Z. 1998. Folleto del Cultivo de Piña. San Carlos, CR. ITCR. 30 p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Comercial, SA). 2003. Cultivo de PIÑA (*Ananas comosus*): Información tecnológica. (En línea). SV. s. c. Consultado 16 oct. 2007. disponible en <http://www.centa.gob.sv/html/servicios/capacitaciones.htm>

Elizondo, A. 2003. Situación del Mercado de Piña en Costa Rica. (En línea). San José, CR, Mercanet. Consultado 19 diciembre 2006. Disponible en http://www.mercanet.cnp.go.cr/SIM/Frutas_y_Vegetales/documentospdf/Noticias_pi%C3%B1a_Feb03.pdf

Flores, E. 1999. La planta: estructura y función. Cartago, CR, Libro Universitario Regional. 573-666 p.

Gamboa, A. 2006. EFECTO DEL PESO DE LA PLANTA AL FORZAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FRUTA EN PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr HIBRIDO MD-2. San Carlos, Costa Rica. 90p.

García, M. 2004. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS EN LA MADURACION DE LA PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Guatuso Costa Rica. 56p.

Guido, M. 1983. La piña: guía técnica para el cultivo de la piña. *Ananas comosus*, (L) Merr. Nicaragua, IICA. 20 p.

Infoagro. c2002. Guía del cultivo de la piña (*Ananas comosus* L). (En línea). CR. s.c. Consultado 19 diciembre. 2006. disponible en <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/PINA.html>.

Invdes. 2002. Misterio y efecto de los rayos ultravioleta. (En línea). Periodismo de ciencia y tecnología. Consulta 8 de mayo 2007. Disponible en <http://invdes/.com.mx/anteriores/febrero2002/htm/rayos.html>

Jiménez, A. 1999. Cultivo de la piña de exportación. Cartago, CR, Editorial Tecnológica. 224 p.

Peña, H; Días, J; Martínez, T. 1996. Fruticultura Tropical Primera Parte: piña y mango. Bogota, CO. Félix Varela. v1. 234 p.

Pérez, J; Garbati, F. 2005. Preparación de suelos para la producción de piña (*Ananas comosus* L. Merr). (En línea). CR. Monografías.com. Consultado 24 Setiembre. 2007.

disponible en <http://www.monografias.com/trabajos15/labranza-suelos/labranza-suelos.shtml#Exigencias>

Piña sigue creciendo. (En línea). San Jose, CR, Procomer. Consulta 16 de octubre 2007. Disponible en http://www.Procomer.com/boletines/pajinas/boletines_julio_agosto.htm#alimentos

PROEXANT (Proyectos exitosos para el sector agroexportador, EC), 2003. Piña: cultivo, cosecha y poscosecha. (En línea). EC. s.c. Consultado 19 diciembre. 2006. disponible en: http://www.proexant.org.ec/HT_Piña.html

Samson, JA. 1991. Fruticultura tropical. DF México, Limusa. 396 p.

8. ANEXOS

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el período de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Meses	Semanas	Fecha	ddif	Humedad promedio del día	lluvia (mm)	Max.rad	Rad. Acum
Marzo	12	22	100	84,04	9,38	1.358	9.859
		23	101	77,93	0,25	1.284	13.000
		24	102	82,45	7,87	1.253	9.880
		25	103	80,83	1,77	1.316	8.657
	13	26	104	74,68	0,25	1.255	12.469
		27	105	74,16	0	1.309	12.677
		28	106	72,58	0	1.202	13.254
		29	107	73,35	0	1.265	13.066
		30	108	76,2	0	1.219	12.603
		31	109	75,27	0	1.209	13.062
		1	110	73,85	0	1.288	13.109
	14	2	111	78,41	2,54	1.379	10.855
		3	112	88,04	9,38	1.362	10.622
		4	113	87,64	11,42	890	6.240
5		114	85,41	0,76	904	6.395	
6		115	85,83	0,25	1.195	7.135	
7		116	81,39	2,02	1.334	11.897	
8		117	83,12	5,84	1.290	6.975	
Abril		15	9	118	81,91	0	1.193
	10		119	85,12	1,78	1.255	7.159
	11		120	85,29	0,25	1.228	8.790
	12		121	84	2,79	1.232	9.454
	13		122	80,77	0	1.344	10.610
	14		123	81,79	0	1.408	10.146
	16	15	124	79,27	0	1.123	10.645
		16	125	72,79	0	1.168	12.895
		17	126	75,70	0,51	1.223	9.678
		18	127	73,31	0	1.119	14.115
		19	128	72,75	0	1.070	12.996
		20	129	72,71	0	1.061	12.724
21	130	72,73	0	977	13.638		
22	131	72,18	0	1.163	13.008		

Mayo	17	23	132	79,18	0,25	1.066	6.726
		24	133	78,06	1,52	1.202	8.197
		25	134	79,25	0	1.156	8.877
		26	135	81,31	0	1.239	8.614
		27	136	82,79	1,01	1.258	8.981
		28	137	84,41	0,51	1.100	8.668
		29	138	78,16	1,02	1.181	12.842
	18	30	139	90,16	7,59	1.478	4.868
		1	140	85,80	1,25	1.270	8.405
		2	141	82,81	1	1.123	5.657
		3	142	84,06	6,04	1.093	8.996
		4	143	80,58	0,25	1.248	9.341
		5	144	87,02	34,03	1.327	7.400
		6	145	86,60	5,77	1.272	10.074
	19	7	146	84,10	0,5	1.351	8.946
		8	147	83,72	2,25	1.260	9.280
		9	148	86,81	6,33	1.003	7.302
		10	149	83,75	1,26	1.337	9.299
		11	150	82,60	0	1.205	9.310
		12	151	86,28	1	1.170	9.715
13		152	82,54	20,28	1.223	10.287	
20	14	153	88,03	4,75	1.423	5.342	
Suma		54		163,55			



Figura 1. Representación de parcelas en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.



Figura 2. Aplicación y lavado del Spray Boom en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.



Figura 3. Tratamiento con Sarán en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.



Figura 4. Tratamiento con Papel periódico en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

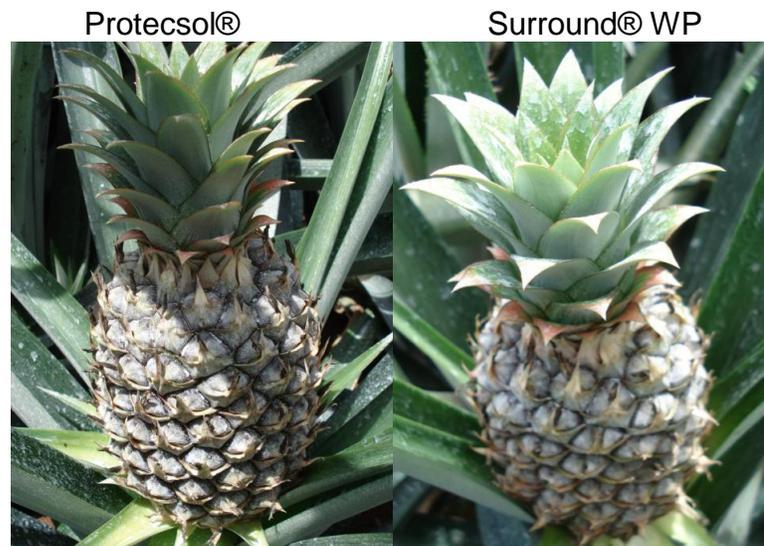


Figura 5. Tratamiento con ProtecSol® y Surround® WP en experimento sobre métodos de protección de fruta contra los rayos solares y su influencia sobre la calidad externa e interna en piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

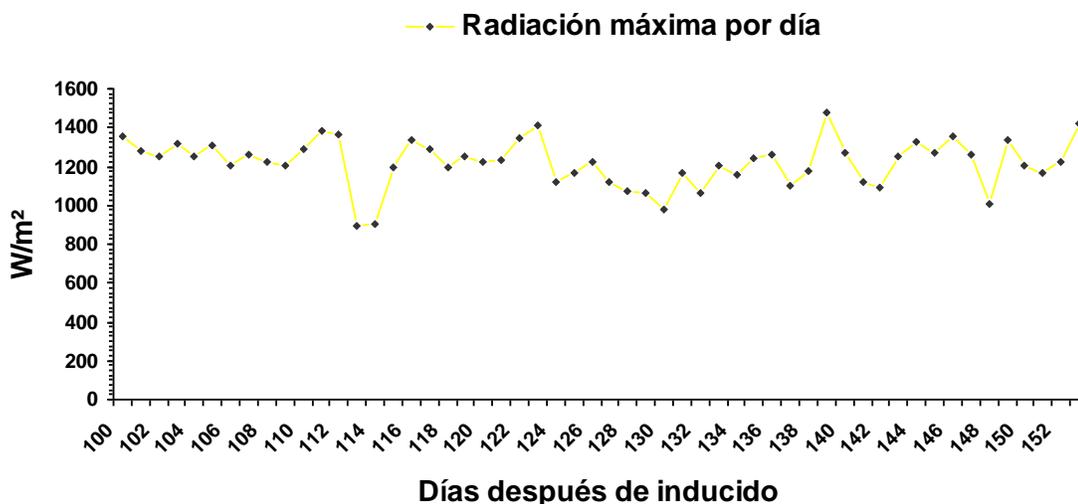


Figura 6. Máximos alcanzados de radiación solar diario, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos ultravioleta, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Cuadro 2. Valores encontrados de frutas sanas y con golpe de sol durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento	Cantidad de frutas sanas	Frutas con golpe de sol
Vapor Gard	1.867	242
Testigo	1.621	291
Protecsol	1.790	174
Sarán	1.917	5
Surround	1.764	156
Ecofrut	1.927	110
Bolsa	1.835	158
Papel	1.833	166

Cuadro 3. Frutas encontradas con golpe de sol por grados de severidad durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento		Grado de severidad de daño								
Número	Descripción	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
1	Vapor Gard	42	136	12	39	11	0	2	0	0
2	Testigo	22	96	118	35	9	6	1	4	0
3	Protecsol	21	66	54	24	8	0	1	0	0
4	Sarán	3	1	0	1	0	0	0	0	0
5	Surround	36	76	21	20	1	0	1	1	0
6	Ecofrut	27	58	16	6	3	0	0	0	0
7	Bolsa	55	87	16	0	0	0	0	0	0
8	Papel	79	78	9	0	0	0	0	0	0

Cuadro 4. Número de frutas encontradas según la intensidad de daño durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

Tratamiento		Grado de intensidad de daño							
Número	Descripción	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
1	Vapor Gard	241	34	14	2	0	0	0	0
2	Testigo	158	14	2	0	0	0	0	0
3	Protecsol	241	1	0	0	0	0	0	0
4	Sarán	5	0	0	0	0	0	0	0
5	Surround	151	3	2	0	0	0	0	0
6	Ecofrut	108	2	0	0	0	0	0	0
7	Bolsa	158	0	0	0	0	0	0	0
8	Papel	166	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5. Valores promedio de temperatura interna de la fruta y temperatura ambiente durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

DDI	Vapor Gard	Testigo	Protecsol	Sarán	Surround	Ecofrut	Bolsa	Papel	T°.Amb
128	39,2	39,7	39,0	37,9	39,3	37,4	39,7	38,7	34,3
129	41,2	41,6	41,4	39,0	41,0	38,9	40,8	39,8	37,9
130	39,1	39,3	38,5	35,6	38,7	36,5	38,7	39,2	35,0
131	39,0	39,2	38,4	35,5	38,7	36,4	38,6	39,3	34,8
132	37,1	37,3	36,0	33,9	36,8	34,7	35,0	37,5	32,3
133	33,4	33,7	33,0	30,9	33,1	30,7	32,2	32,8	29,0
134	40,9	40,2	40,2	37,7	40,0	38,8	39,8	39,8	35,0
135	36,0	35,7	34,0	31,2	34,7	32,2	33,8	34,5	30,2
136	35,3	35,6	34,8	32,7	34,8	33,7	33,8	34,4	31,3
137	28,6	29,3	28,2	26,1	28,8	26,1	27,0	28,4	25,6
138	33,1	32,6	32,1	30,0	32,6	32,3	32,6	33,2	28,7
139	26,2	26,7	26,3	25,7	26,8	25,2	26,4	27,5	24,8
140	32,8	32,4	32,0	31,1	32,2	31,6	32,5	31,9	29,8
141	30,0	30,2	29,5	29,2	30,2	29,3	29,7	29,8	28,7
142	33,5	33,7	33,7	32,1	33,5	32,7	33,4	32,7	30,2
143	36,5	36,8	35,9	35,0	35,3	35,1	36,1	36,9	33,5
144	32,0	32,1	32,5	31,0	32,3	31,7	32,1	32,3	29,7
145	35,4	36,0	35,7	32,5	36,4	34,5	34,1	35,9	30,0
146	36,2	36,6	35,9	34,2	36,3	34,0	32,9	35,8	32,0
147	34,3	34,6	33,1	32,6	33,4	33,2	34,1	32,9	29,9
148	28,9	28,3	29,0	28,1	28,7	27,9	28,4	29,4	27,0
149	35,1	34,8	34,7	32,0	34,5	32,5	32,9	34,0	29,4
150	33,5	33,0	33,1	29,8	33,0	31,0	32,2	32,5	29,0
151	29,5	29,6	29,1	26,2	29,4	27,3	28,3	28,7	27,7
152	28,3	27,9	26,7	25,2	27,6	26,2	27,2	28,0	24,6
153	31,9	31,4	31,5	28,3	31,4	29,5	30,6	30,0	26,8

Cuadro 6. Sólidos solubles totales del jugo en frutas de piña, durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

DDIF	Vapor							
	Gard	Testigo	Protecsol	Sarán	Surround	Ecofrut	Bolsa	Papel
	Brix							
126	7,2	6,4	8,2	6,2	6,0	8,0	7,0	6,6
	7,0	6,6	7,4	6,4	8,2	6,8	7,2	5,0
	5,8	7,0	6,2	6,6	6,2	6,8	5,0	5,2
	7,2	6,8	7,2	6,4	6,4	6,0	6,2	7,8
	6,2	7,4	7,0	7,6	6,0	7,4	7,6	5,8
	7,2	6,6	6,4	7,4	8,0	7,0	6,8	6,2
	7,0	6,4	6,6	6,2	8,6	5,6	7,0	7,4
	6,8	7,2	6,4	6,6	8,4	7,4	7,8	8,0
	6,6	7,6	6,8	6,4	7,0	6,4	7,0	6,4
	6,6	7,4	6,4	6,4	7,6	7,8	7,2	7,8
	6,6	7,2	6,4	6,2	7,2	7,0	6,4	7,0
Promedio	6,7	7,0	6,8	6,6	7,2	6,9	6,8	6,7
130	7,6	7,0	9,0	7,2	7,4	9,4	8,0	7,6
	7,8	7,4	9,8	6,8	8,0	6,0	8,2	6,8
	7,0	7,0	7,4	7,0	7,4	7,8	6,0	6,4
	8,4	7,0	8,2	7,2	8,4	6,2	7,0	8,0
	7,4	7,4	8,0	9,4	8,0	9,0	9,4	6,4
	7,2	6,6	7,6	8,8	8,0	6,0	8,0	7,2
	8,2	7,0	7,6	7,4	8,0	6,6	8,0	8,0
	7,0	8,4	7,6	7,8	8,6	9,2	10,0	9,0
	7,0	9,6	8,0	7,2	8,0	7,6	7,0	6,4
	7,4	8,6	6,4	7,4	8,2	9,0	6,4	8,0
	7,4	8,2	7,2	7,6	8,4	8,0	7,2	8,8
Promedio	7,5	7,7	7,9	7,6	8,0	7,7	7,7	7,5
134	7,4	9,8	6,8	8,0	8,8	8,4	10,0	9,0
	8,0	9,6	8,0	8,4	8,6	9,0	8,0	8,6
	8,8	8,6	11,4	9,0	9,8	8,4	9,8	9,0
	8,8	8,0	9,0	8,8	9,4	7,8	9,6	8,8
	7,8	8,8	9,0	8,4	9,6	7,8	10,2	9,0
	8,0	8,0	9,0	8,0	8,4	9,6	6,8	9,0
	8,6	9,2	8,6	8,0	8,6	8,4	6,6	8,0
	9,2	9,0	8,7	8,5	9,6	8,2	6,6	9,2
	8,0	8,8	9,6	8,0	9,0	9,8	8,2	8,8
	8,0	9,2	8,0	8,4	9,6	9,6	8,4	8,6
	7,8	9,0	10,0	8,4	8,0	9,8	8,0	8,4
Promedio	8,2	8,9	8,9	8,4	9,0	8,8	8,4	8,8

	9,4	10,4	9,0	9,0	11,0	9,8	9,0	10,0
	8,6	10,0	8,0	7,8	9,8	10,0	9,6	10,8
	9,2	11,0	10,2	10,2	11,0	9,2	10,2	9,6
	9,8	10,0	9,0	10,0	11,0	9,6	10,0	9,0
	8,8	9,2	10,0	9,0	8,0	10,0	9,6	10,0
	1,2	9,0	10,6	9,0	8,4	9,8	9,6	9,0
	9,0	9,0	10,0	9,0	9,0	10,0	10,0	10,0
	1,8	1,0	10,2	9,4	9,0	10,0	9,8	9,0
	9,0	9,0	10,2	10,6	11,2	10,4	9,0	9,0
138	9,4	9,7	10,0	8,8	9,4	9,8	9,0	9,8
	9,6	9,5	10,2	10,0	9,7	10,4	10,0	9,4
Promedio	9,4	9,7	9,8	9,3	9,8	9,9	9,6	9,6
	1,2	1,4	10,0	9,6	10,6	10,2	9,8	10,0
	1,8	1,6	11,4	10,0	10,8	10,4	9,4	10,6
	11,4	1,0	11,2	10,4	10,2	10,0	9,6	10,0
	10,6	11,0	10,8	10,4	10,0	10,4	9,4	10,0
	10,0	10,8	10,0	10,4	11,6	12,0	10,8	9,8
	11,0	11,0	9,8	10,2	10,0	10,8	12,0	10,6
	10,6	11,0	10,2	9,0	8,8	9,8	9,8	10,0
	11,0	10,6	9,6	10,4	11,0	11,4	10,0	11,0
	10,8	10,0	10,8	10,0	11,0	9,0	11,4	10,8
142	10,0	10,6	11,0	9,6	11,0	11,0	10,0	11,2
	10,0	10,8	10,0	10,2	10,0	11,8	11,8	10,8
Promedio	10,6	10,6	10,4	10,0	10,6	10,6	10,4	10,4
	11,4	11,6	11,6	11,6	11,0	12,0	11,8	11,8
	11,4	12,2	11,4	11,0	12,0	11,0	10,4	11,6
	11,4	11,8	11,2	10,8	12,6	12,4	11,6	11,0
	11,8	11,4	12,2	11,2	12,2	11,4	10,8	10,4
	10,8	11,8	11,4	10,8	11,6	12,0	10,8	10,8
	11,8	12,0	12,2	11,0	11,8	11,8	12,0	12,2
	11,4	12,0	11,4	11,0	12,0	12,6	11,4	10,6
	10,8	11,6	12,4	11,6	12,0	11,4	11,6	11,6
	10,8	11,8	11,8	10,0	11,6	12,0	11,4	12,0
146	11,6	11,4	12,0	11,0	11,8	11,0	10,0	11,2
	12,0	12,0	11,8	11,4	12,4	11,8	11,8	12,0
Promedio	11,4	11,8	11,8	11,0	12,0	11,8	11,2	11,4
	13,2	13,0	13,0	12,0	13,0	12,8	12,6	12,0
	12,6	13,2	13,4	11,6	13,0	12,4	12,4	12,6
	12,0	13,2	12,8	11,4	12,6	13,0	12,6	12,4
	12,6	12,4	13,0	12,4	13,8	12,6	12,8	12,8
	12,8	12,4	13,4	11,4	13,4	13,0	12,8	12,4
	12,4	12,8	13,2	12,2	12,4	12,8	12,0	12,2
	12,6	13,0	13,0	12,0	12,8	13,0	12,6	12,6
	13,0	12,4	13,4	11,6	13,4	13,0	12,0	12,0
	12,8	13,2	13,4	11,4	12,8	12,6	12,4	12,6
148	12,0	12,0	13,6	11,8	13,0	12,8	12,0	12,0
	12,6	12,8	13,2	12,0	13,0	12,4	11,8	12,0
Promedio	12,6	12,8	13,2	11,8	13,0	12,8	12,4	12,3

	13,2	13,6	13,8	12,0	13,8	13,0	13,0	12,8
	13,4	13,8	14,0	12,0	13,2	13,2	13,4	13,0
	13,8	13,2	14,0	13,0	13,4	13,0	13,0	13,0
	13,6	13,6	13,4	13,0	13,8	13,6	12,8	13,6
	12,8	13,8	13,6	13,0	14,0	13,0	13,0	12,6
	13,4	13,8	13,4	12,0	13,6	13,6	12,8	13,4
	13,0	13,6	14,0	13,4	13,4	13,0	13,0	13,4
	13,0	13,8	13,8	13,6	13,8	13,0	13,6	13,0
	12,8	13,6	14,0	12,0	13,6	13,2	13,0	13,0
150	13,6	13,6	13,8	12,4	13,6	13,6	13,4	12,6
	12,6	13,4	13,6	12,0	13,4	13,0	13,0	12,4
Promedio	13,2	13,6	13,8	12,6	13,6	13,2	13,1	13,0
	13,8	14,0	14,8	13,0	14,4	14,8	14,0	13,8
	13,6	14,2	14,6	12,8	13,8	13,8	14,0	13,0
	14,0	14,0	15,0	13,4	13,8	13,6	14,0	12,6
	14,0	14,4	14,0	13,0	13,6	13,6	15,0	13,8
	13,8	14,0	14,0	12,8	14,4	13,0	14,2	14,0
	13,6	13,6	14,2	13,4	14,4	13,6	13,0	14,0
	13,8	14,6	15,0	13,0	14,0	14,0	13,8	13,8
	14,0	14,4	14,6	12,6	13,8	14,0	14,0	14,4
152	14,6	13,8	14,0	12,8	13,8	13,4	14,0	13,0
	14,4	14,6	14,0	13,0	14,0	13,8	13,6	13,8
Promedio	14,0	14,2	14,4	13,0	14,0	13,8	14,0	13,6

Cuadro 7. Translucidez de pulpa durante período experimental sobre alternativas de protección, contra los rayos solares, durante el periodo de maduración de la fruta de piña híbrido MD-2. Compañía Agrícola B.C.L, Upala, 2007.

TRANSLUCIDEZ								
ddif	Vapor Gard	Testigo	Protecsol	Sarán	Surround	Ecofrut	Bolsa	Papel
138	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,50
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,25
	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25
	0,50	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50
142	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25
	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5
	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5
	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
146	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,75	0,75	0,25
	0,75	0,5	1	0,25	0,75	0,75	0,5	0,75
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,25
	0,75	0,25	0,5	0,25	0,5	0,75	0,5	0,5
	1	1	0,75	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5
	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5
	0,5	0,75	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5
	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,75	0,25
	0,5	0,75	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,75	0,75	0,5	0,5	0,25	1	0,75	0,5

148	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5
	0,75	0,5	1	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75
	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,25
	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5
	1	0,75	0,75	0,25	0,75	0,5	0,75	0,5
	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	1
	0,5	0,75	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5
	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	1	1	0,75
	0,75	0,75	0,5	1	0,5	0,5	0,75	0,75
0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
150	0,75	0,75	0,5	0,5	0,75	1	0,5	0,75
	0,5	0,75	1	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75
	0,75	0,25	0,5	0,5	1	0,5	0,75	1
	0,75	0,5	0,75	0,75	1	0,75	0,5	0,75
	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	0,5	1	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	1
	0,5	0,5	1	1	0,75	0,75	1	0,5
	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75
	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	1	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	1	0,75
0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	
152	0,75	0,75	0,75	1	0,75	1	0,75	0,75
	1	0,75	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	1	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75
	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,75
	1	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,75	1
	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	0,75	1	1	0,5	0,75	0,75	1	0,75
	0,5	0,75	0,75	0,75	1	1	0,75	0,75
	0,75	1	0,75	0,5	0,75	1	0,75	0,75
0,75	1	0,5	1	0,75	0,75	1	1	