

M/02

Invernáculos. Variables físico-climáticas, materiales, construcción y su efecto sobre el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. Fortaleza).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
HEMBEL, MALVINA
Topografía: H T 37
Fecha: 27/05/02

Grupo 29

D'Andrea, Javier
Fasce, Malvina
Kieseovich, Paul
Matas, Julián
Molteni, Matias

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Taller de integración I : La investigación en Ciencias Naturales y sociales

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Rosario
Zavalla, diciembre de 2001.

Invernáculos. Variables físico-climáticas, materiales, construcción y su efecto sobre el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. *Fortaleza*).

Grupo 29

D'Andrea, Javier
Fasce, Malvina
Kieseovich, Paul
Matas, Julián
Molteni, Matias

ASESORES

Ing.Agr Panelo, Marta
Cátedra de Horticultura

DallaMarta, Néstor
Belluccia, Horacio
Correa, Rubén
Cátedra de Física

AGRADECIMIENTOS

A los Sres. Nestor DallaMarta, Correa Rubén y Bellucia, Horacio de la Cátedra de Física y en especial a la Ing. Agr. Marta Panelo de la Cátedra de Horticultura, por la ayuda prestada para la realización de este trabajo

Indice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Metodología.....	4
Esquema 1.....	6
Esquema 2.....	7
Resultados.....	8
Gráfico 1.....	9
Gráfico 2.....	10
Tabla 1.....	11
Discusión.....	13
Conclusión.....	14
Referencias bibliográficas.....	15
Apéndice.....	16
I-Material fotográfico.....	17
II-Material para cubierta de invernáculos.....	21
II-Figuras.....	22

Resumen

El uso de invernaderos es de gran importancia ya que los mismos posibilitan la producción de cultivos en épocas desfavorables.

Con este trabajo sé pretendió demostrar el efecto de los materiales, variables fisico-climáticas y la orientación del abrigo sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de tomate, evaluado en un invernáculo dividido en dos sectores con materiales de cubierta diferente.

Se llegó a la conclusión que los cultivos implantados dentro del invernáculo se ven afectados por las variables ya mencionadas.

Palabras claves: Invernáculo - Temperatura - Radiación - Humedad - Cultivo de tomate

I. Introducción

Este trabajo se realizó en un invernadero ubicado en la zona periférica de la localidad de Andino, departamento San Lorenzo; dentro del cinturón hortícola de Rosario. En el área es común el uso de invernáculos en la producción de cultivos intensivos (tomate, pimiento, berenjena, etc...) con la finalidad de abastecer continuamente al mercado de productos frescos. Este tipo de producción presenta ciertas limitantes tales como el costo de construcción y mantenimiento de las estructuras y la dificultad de mantener las variables físico-climáticas en niveles óptimos para el desarrollo de los cultivos implantados en su interior. Esto último es el objetivo de estudio de este trabajo.

Sobre el mantenimiento de las variables Físico-Climáticas, en niveles óptimos, en Invernáculos se han encontrado numerosas publicaciones y trabajos de investigación en los cuales se abordan los temas que son de nuestro interés.

I.1. Antecedentes

Matallana y Montero (1989) tratan estos temas desde el punto de vista del diseño que más se adecua a las características de cada cultivo; hacen referencia a los materiales que minimizan las pérdidas de temperatura, humedad y radiación y además, qué métodos de ambientación son los adecuados para un control efectivo de dichas variables. *Serrano Cermeño, Z.(1994)* profundiza los fundamentos físicos-climáticos de los invernáculos y a partir de esto fundamenta los distintos tipos de estructuras y materiales que hacen a un funcionamiento eficiente de un abrigo.

Garbi, M et al. (2001) realizaron un estudio sobre el efecto del invernadero durante el régimen estival de La Plata, comparando las temperaturas externas e internas de diferentes estructuras en distintos años. *Olguin y Arias (1987)* centran sus estudios en los

invernáculos de plástico haciendo consideraciones sobre la ubicación, ventajas y desventajas de los mismos. A su vez, *Galimberti et al.*(1999) investigan sobre la utilización de fuentes de aguas termales en la calefacción de invernáculos.

I.2. Problema.

El problema planteado fue tratar de averiguar de que manera y hasta que punto los materiales de construcción y la orientación de los invernáculos afectan a las variables físico-climáticas y cómo repercute esto en el cultivo implantado en su interior.

I.3. Objetivos.

- Averiguar las relaciones existentes entre las variables físico-climáticas y los distintos materiales de cubierta utilizados.
- Analizar de qué manera afecta la orientación de los abrigos al mantenimiento de las variables en condiciones óptimas para el cultivo implantado.
- Cómo afectan las variaciones de las variables físico climáticas al desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo implantado en el interior del abrigo.

I.4. Hipótesis.

Se propuso como hipótesis que distintos materiales de cubierta y orientación de invernáculos afectan a los valores de las variables, sabiendo que el cultivo en cuestión necesita que éstas se mantengan en los niveles adecuados para un óptimo desarrollo vegetativo y reproductivo.

II. Metodología.

El tipo de muestreo utilizado fue dirigido, debido a esto no fue posible hacer comparaciones con otras estructuras por diferencias en las dimensiones de las mismas y en las variedades de cultivos implantados. La fuente de datos utilizada fue secundaria, basándose en valores facilitados por la Ing. Agr. Marta S. Panelo, de la Cátedra de Horticultura. El trabajo se realizó en un invernáculo, con una estructura de tipo capilla simétrica de 6m x 50m de base, 2m de altura lateral y 3.5m a la cumbre. La estructura se dividió en dos sectores con diferentes cubiertas (ver pág. 6). Las cubiertas utilizadas fueron dos:

A – Polietileno LD (Larga duración) 100 μ m.

B – Polietileno LD 100 μ m con un doble techo de polietileno de cristal de 50 μ m.

El abrigo estaba orientado de Este-Oeste, con las hileras de cultivo dispuestas en igual sentido (ver pág. 7). El ensayo fue realizado con plantines del cultivar Fortaleza F1, transplantados el 15/07/99. La distribución de las plantas fue en líneas apareadas a 0.60m, con distancia de pasillos de 0.90m y 0.70m de separación de los laterales. La separación entre plantas en la línea fue de 0.30m. La cosecha se inició el 06/10/99 (ver pág. 7).

Las variables físico-climáticas consideradas fueron:

- Temperatura (°C): se midió con termómetro digital a cada hora en los puntos medios de los dos sectores (A y B) y en el exterior, a 1.5m del suelo.
- Radiación (W/m²): se midió con solarímetros siguiendo el mismo protocolo que para temperatura.
- Humedad (%): la humedad en este caso no influyó en el desarrollo del cultivo pues se mantuvo en el rango óptimo (50% - 90%).

Los parámetros vegetativos que se estudiaron fueron:

- longitud total del tallo (m)
- número de entrenudos totales del tallo
- longitud promedio de los entrenudos (cm)

Los parámetros reproductivos evaluados fueron:

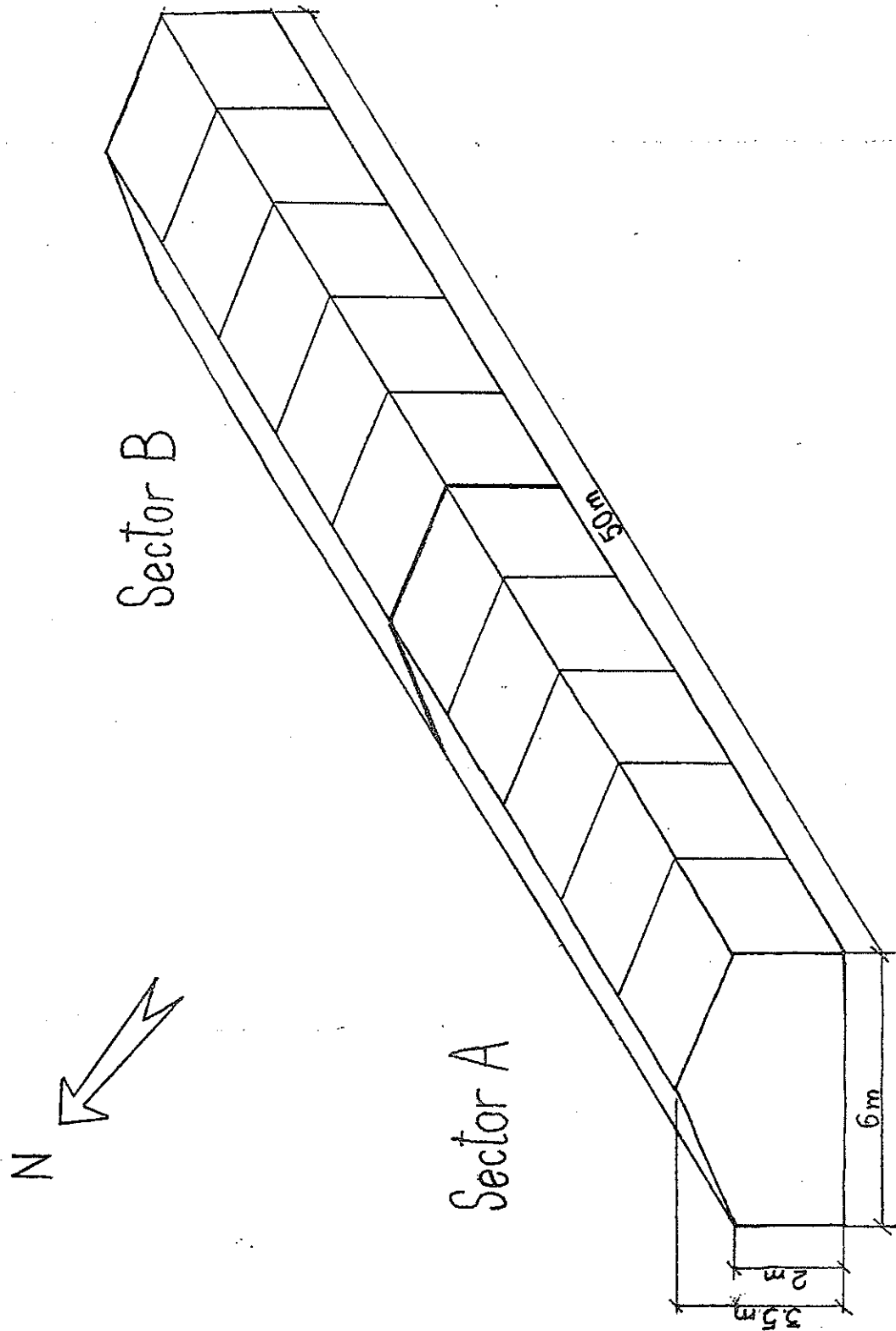
- número de inflorescencias diferenciadas por planta
- número de frutos cosechados por planta
- producción total por planta (kg)
- peso promedio de los frutos (g)

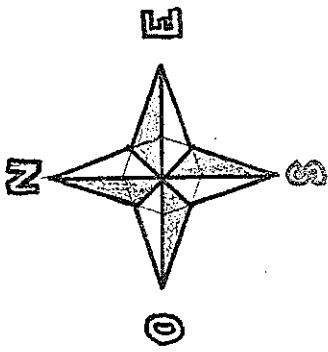
Todos los parámetros se midieron sobre una muestra de 50 plantas en A y B tomadas de los subsectores Norte, Centro y Sur del invernáculo.

Se utilizó un diseño estadístico de parcelas divididas con 5 repeticiones. Se tomaron 50 plantas de cada subsector, las cuales se dividieron en 5 repeticiones de 10 plantas cada una, sobre éstas se calcularon los promedios de cada parámetro evaluado, obteniéndose 5 valores medios que se volvieron a promediar resultando el valor medio final.

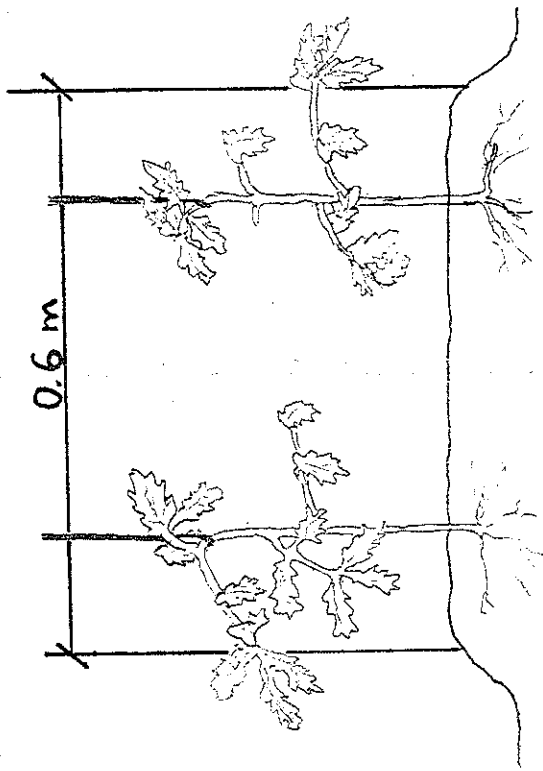
Las comparaciones de las medias se realizaron utilizando el test de Duncan, al nivel del 5% de significación.

Esquema 1. Perspectiva del invernáculo, orientación y división de los dos sectores.



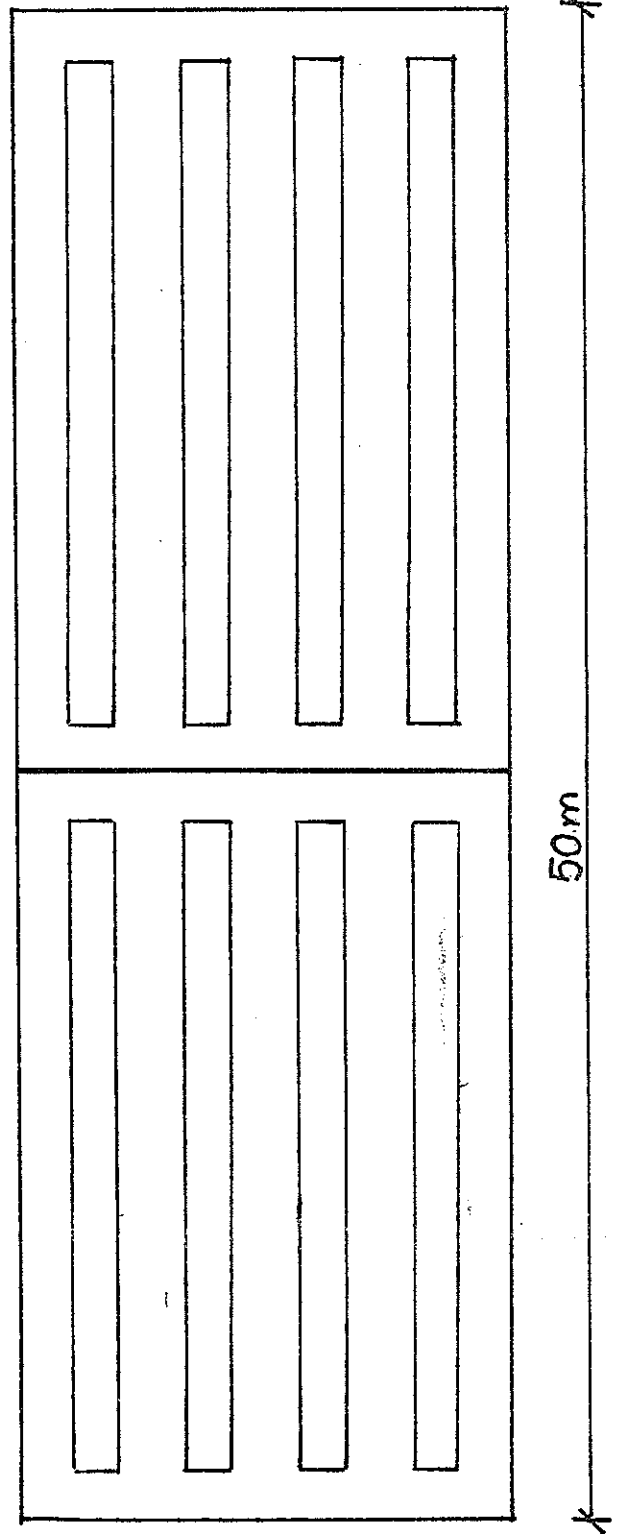


Esquema 2. Distribución de las plantas y orientación de las líneas de siembra.



Sector B

Sector A



0.7m
0.6m

1.50m

50m

III. Resultados

Cálculos de correlación: entre temperaturas internas (abrigo) y externas.

$$y = b_1x + b_0 \text{ (var. } y = \text{Temperatura exterior; var. } x = \text{Temperatura abrigo A)}$$

$$b_0 = y - b_1x = -3.7136$$

$$b_1 = \frac{\sum y_j \cdot x_j - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x_j^2 - n \cdot \bar{x}^2} = 0.6561$$

$$y = a_1x + a_0 \text{ (var. } y = \text{Temperatura abrigo A; var. } x = \text{Temperatura exterior)}$$

$$a_0 = y - a_1x = 6.9280$$

$$a_1 = \frac{\sum y_j \cdot x_j - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x_j^2 - n \cdot \bar{x}^2} = 1.2426$$

$$\boxed{r = 0.903}$$

$$y = b_1x + b_0 \text{ (var. } y = \text{Temperatura exterior; var. } x = \text{Temperatura abrigo B)}$$

$$b_0 = y - b_1x = 9.9007$$

$$b_1 = \frac{\sum y_j \cdot x_j - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x_j^2 - n \cdot \bar{x}^2} = 1.1173$$

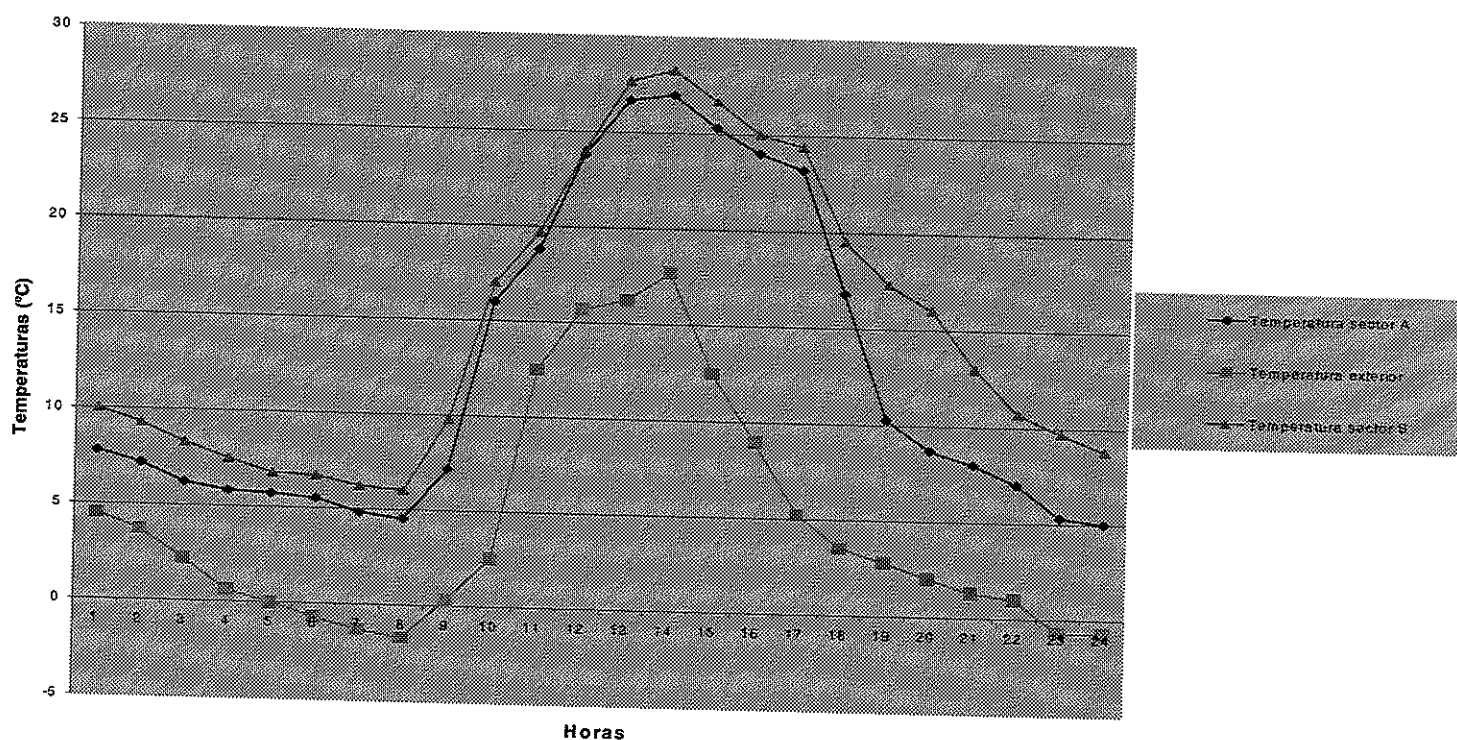
$$y = a_1x + a_0 \text{ (var. } y = \text{Temperatura abrigo B; var. } x = \text{Temperatura exterior)}$$

$$a_0 = y - a_1x = -5.6834$$

$$a_1 = \frac{\sum y_j \cdot x_j - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x_j^2 - n \cdot \bar{x}^2} = 0.6822$$

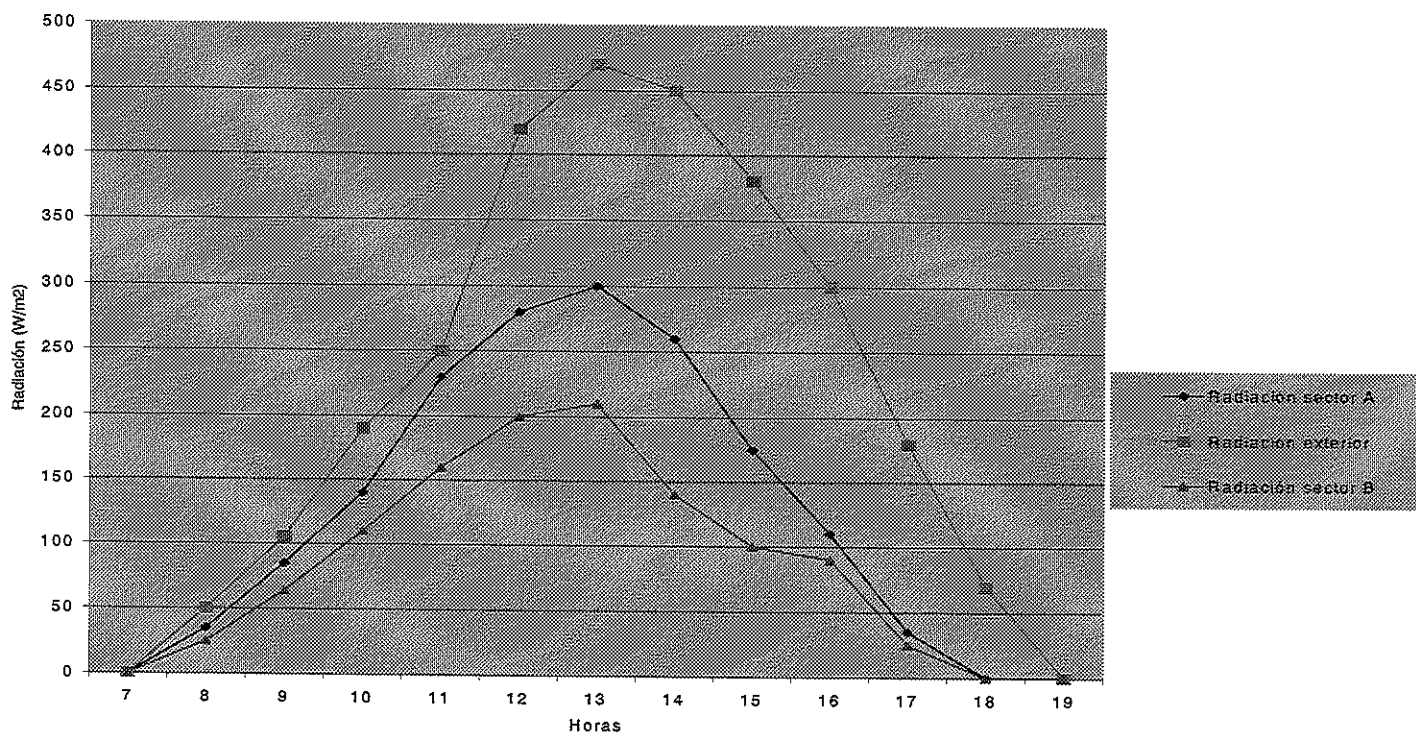
$$\boxed{r = 0.8923}$$

Gráfico 1. Valores medios de temperaturas (°C) registrados en un período de 24 horas en abrigo con diferentes cubiertas.



En el gráfico de temperaturas (Gráfico 1) se pudo observar que existieron semejanzas entre las temperaturas correspondientes al intervalo de 10h a 18h en cada sector del abrigo; esto se debió a que en esas horas hubo incidencia constante de los rayos solares sobre las cubiertas. A medida que la intensidad lumínica fue disminuyendo (puesta del sol) se registró una influencia de temperaturas entre un sector y otro del abrigo, siendo mayor en el sector con doble cubierta (B), debido a la retención de onda larga emitida por el suelo. Existió una alta correlación positiva entre las temperaturas exteriores e interiores, para el abrigo A ($r = 0.9039$) y para el abrigo B ($r = 0.873$).

Gráfico 2. Valores medios de radiación (W/m²) registrados en un período de 24 horas en abrigo con diferentes cubiertas.



La radiación transmitida (Gráfico2) fue menor con doble cubierta que con cubierta simple y también respecto del exterior. Debido al efecto de la cubierta doble que aumenta la absorción y disminuye el paso de los rayos solares.

Tabla 1. Parámetros vegetativos y reproductivos evaluados en planta de tomate cultivar *Fortaleza F₁*, cultivadas en abrigos con diferentes cubiertas.

CUBIERTAS	A			B		
	Poliétileno LD 100 μ m			Poliétileno LD 100 μ m + Doble techo 50 μ m		
Subsectores del Abrigo.	Norte	Centro	Sur	Norte	Centro	Sur
Longitud total del tallo (m)	1.84 (e)	2.10 (d)	1.68 (f)	2.48 (b)	2.56 (a)	2.20 (c)
Número de entrenudos totales	31 (d)	33 (c)	24 (e)	37 (a)	35 (b)	35 (b)
Longitud de entrenudos (cm)	5.94 (d)	6.36 (bc)	7.00 (a)	6.70 (ab)	6.29 (cd)	6.29 (cd)
Número de inflorescencias	8 (a)	8 (a)	7 (a)	8+1 (a)	8+1 (a)	7+1 (a)
Número de frutos totales	40 (a)	36 (b)	25 (d)	36 (b)	32 (c)	24 (d)
Producción total (kg)	7.600 (a)	6.300 (c)	3.750 (d)	7.020 (b)	6.400 (c)	3.960 (d)
Peso promedio del fruto (g)	190 (b)	175 (c)	150 (e)	195 (ab)	200 (a)	165 (d)

* Para cada parámetro, valores promedio seguidos de igual letra minúscula (a, b, c, d, e, f) no difieren al 5% (Duncan).

Al evaluar los parámetros vegetativos (Tabla 1) del cultivo de tomate, con doble cubierta se presentaron diferencias significativas entre los tres subsectores del invernáculo (norte, centro y sur), siendo más notable con cubierta simple. En A y B los valores mayores se registraron en el subsector centro. Analizando los parámetros reproductivos (Tabla 1) en el sector con cubierta doble hubo menor cantidad de frutos cuajados pero de mayor peso unitario respecto al sector con cubierta simple. Las diferencias de comportamiento entre subsectores se mantuvieron. Se observó que generalmente, en el subsector norte, respecto del subsector sur, se lograron mejores resultados tanto en el estado vegetativo como en el reproductivo, a raíz de la orientación Este-Oeste del invernadero, que favoreció una mayor recepción de radiación solar en dicho sector. El subsector centro siempre en condiciones ambientales más homogéneas mostró los resultados más importantes.

IV. Discusión

Los objetivos del trabajo fueron alcanzados en vista de los resultados obtenidos. Las diferencias observadas en las variables de radiación y temperatura evaluadas en cada sector del abrigo indican que, como se había propuesto en la hipótesis, los materiales de la cubierta y la orientación del abrigo producen variaciones en las condiciones climáticas del interior del invernáculo. También se comprobó que, al sufrir variaciones dichas variables, se vio afectado el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de tomate implantado. De la misma manera, se observaron diferencias en los parámetros antes mencionados en cada subsector, obteniéndose los mayores valores en el subsector centro.

V. Conclusiones

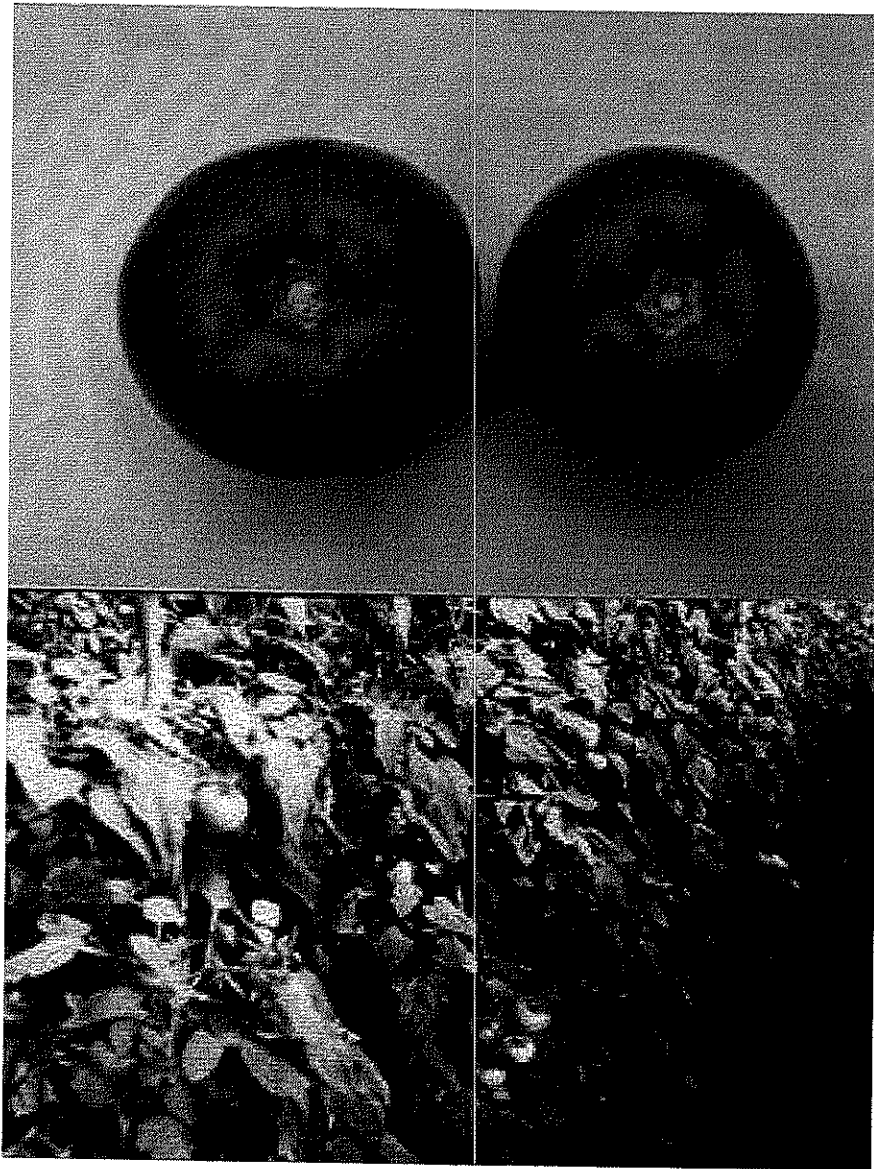
En las condiciones del ensayo los materiales de cubierta de cada sector del abrigo afectaron los valores de las variables físico-climáticas principalmente la radiación y la temperatura, influyendo sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de tomate implantados. A su vez, la orientación del invernáculo también influyó sobre las variables temperatura y radiación, marcando diferencias en las respuestas de las plantas según la ubicación de ellas en los distintos subsectores del abrigo.

VI. Referencias bibliográficas.

- Galimberti, P; et all. (1999). *Estudio comparativo de diferentes mejoras en invernaderos*. Boletín Hortícola, N° 23. Año VII:15.-
- Garbi, M et all. (2001). *Invernaderos: estudio de su efecto sobre el régimen térmico estival en La Plata*. Produciendo, N° 67. Año VIII:31.
- Matallana, A y Montero, J.I. (1989). *Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación*. Ed. Mundi-Prensa, 2° edición, Madrid.159 p.
- Olguin, E y Arias, A. (1987). *Los invernaderos de plástico*. Panorama Agropecuario, N° 35. Año IX:4.
- Serrano Cermeño, Z. (1994). *Construcción de invernaderos*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 445 p.

APENDICE

I-Foto del fruto y planta de *Lycopersicon esculentum* cv. Fortaleza



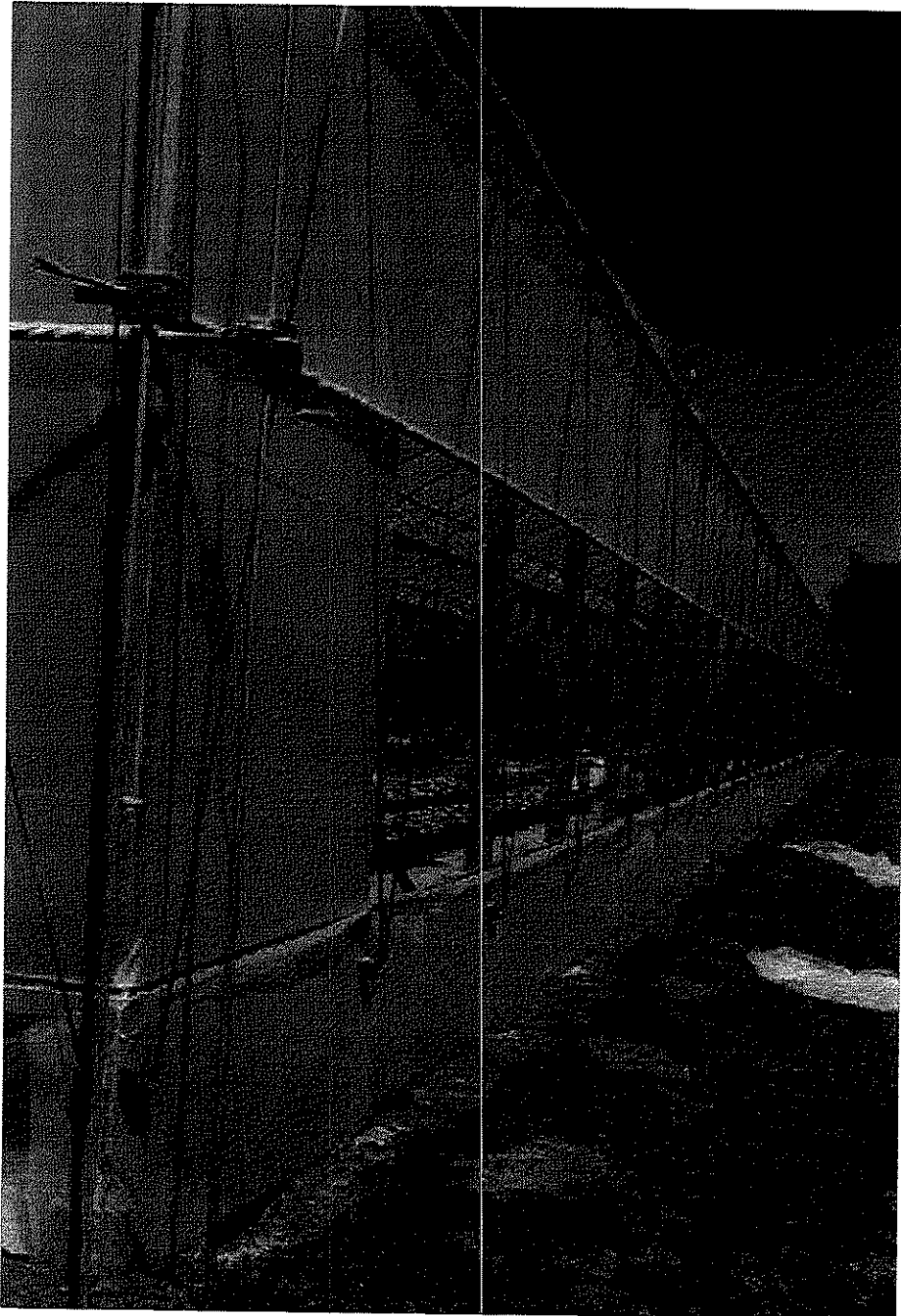
II- Foto del interior de un abrigo tipo capilla simétrica para producción de plantines.



III-Foto exterior de estructura Parabólica y Capilla simétrica



IV-Foto Ventilación lateral .

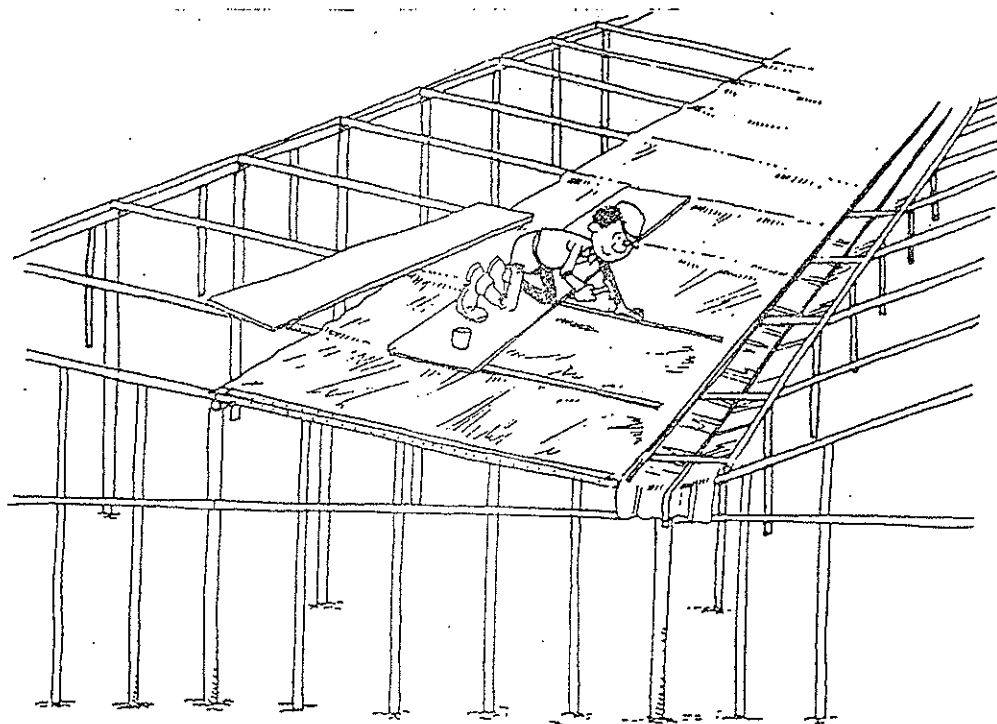
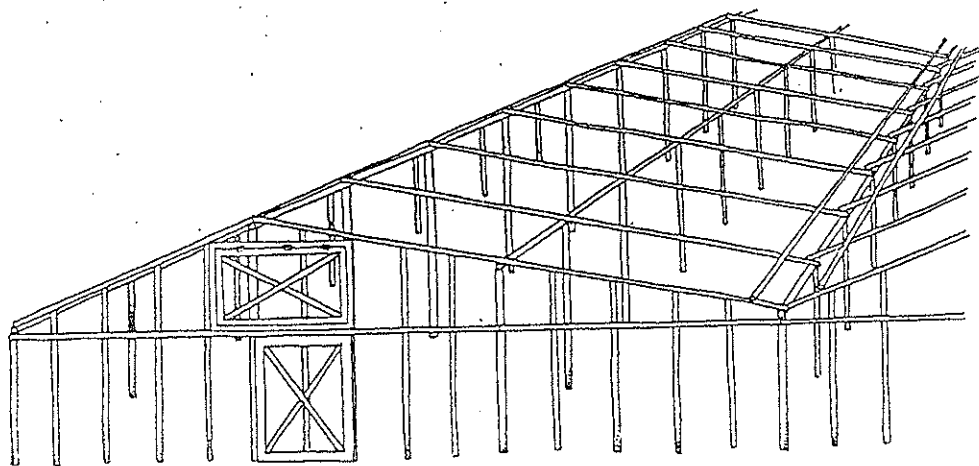
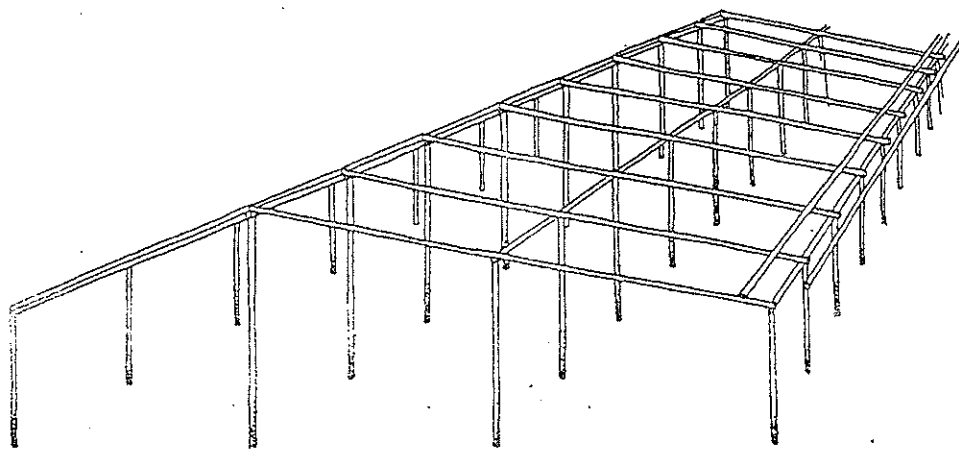


V- Muestras de los materiales utilizados en las cubiertas.

AGROTILENO LD (LARGA DURACION)

ESPEJOR 100 MICRONES

VI- Esquemas de estructuras de capilla asimétrica



VII- Esquemas de estructuras de capilla simétrica

