

**Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las
Estructuras de Invernaderos de la
Provincia de Corrientes**

EEA INTA Bella Vista, Corrientes

2009

INTA – ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA

CENTRO REGIONAL CORRIENTES

PUBLICACIÓN EEA BELLA VISTA – SERIE TÉCNICA N° 33
ISSN 1515-9299

EEA Bella Vista – INTA
Casilla de Correo N° 5
W 3432 ZBA – Bella Vista – Corrientes – Argentina
Tel/Fax: +54-03777-450029/451923/450951
E-mail: roviedo@correo.inta.gov.ar
www.inta.gov.ar/bellavista

DIRECTOR CENTRO REGIONAL CORRIENTES
José Luis Russo

DIRECTOR ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA
Mario Pedro Lenscak

RESPONSABLES
Sara Cáceres
Rene Oviedo
Andrés Zárate

EEA – INTA Bella Vista
Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de Invernaderos de la Provincia de Corrientes.
Publicación EEA Bella Vista. Serie Técnica N° 33. 2009. 18 pp.

*Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de
Invernaderos de la Provincia de Corrientes*

RELEVAMIENTO Y DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LAS ESTRUCTURAS DE
INVERNADEROS DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES

Mario Pedro Lenscak.
Juan José Mansutti.

Resumen

A fin de caracterizar la situación actual de los cultivos bajo cubierta en todo el ámbito de la República Argentina, se realizó un relevamiento detallado, mediante visitas, en las zonas más importantes con cultivos protegidos del país. En la provincia de Corrientes, se relevaron los 4 departamentos que concentran el 93% del cultivo protegido. El objetivo del trabajo fue realizar un análisis de las estructuras utilizadas en ésta Provincia. Se describen y analizan los principales tipos de estructuras, materiales de construcción y de la cubierta. La estructura dominante es del tipo a Dos Aguas (DA), con un 53% de la superficie relevada, denominadas localmente “rancho” ó “capilla”, seguida del tipo a Dos Aguas con Ventilación Cenital (VC), con un 40%. Se encuentran también tipos a Cuatro Aguas y Diente de Sierra que están desapareciendo. Todas estas de madera. Se van incorporando estructuras metálicas con techos curvos. El polietileno utilizado para los techos en un 68% es de 100 micrones y para paredes el mayor porcentaje corresponde a 150 micrones (56%). La altura central media es de 3 m para los invernaderos DA y 3.5 para VC, y la lateral de 2 y 2.2 m respectivamente. La relación volumen/superficie en general es baja (2.5 para DA y 2.8 para VC), lo que indica baja inercia térmica. El porcentaje de ventanas con respecto a la superficie cubierta en el tipo a DA llega a ser deficiente (17%), mientras que en VC se lo podría clasificar como adecuado (20%).

Introducción

La agricultura extensiva pone el énfasis en suelo, clima y agua como condicionantes de su rendimiento. La presencia de condiciones desfavorables en alguno de esos factores limita el potencial de las prácticas convencionales, hasta el punto de que éstas llegan a perder interés económico. En los sistemas intensivos, las limitaciones en las dotaciones de suelo, clima y agua han podido paliarse, en diferentes territorios, con la implementación de diferentes técnicas de cultivo. A mediados del siglo pasado, comenzó el uso de invernaderos para la producción comercial de los cultivos en el mundo, el cual se incrementó rápidamente (von Elsner et al., 2000). En Argentina, los plásticos comienzan a incursionar en la protección de cultivos rondando la década del 1.970, sobre todo como túneles para protección de bajas temperaturas (almárgicos de tabaco, hortícolas, y algo de semiforzado). En esa época también se empieza a reemplazar al vidrio en invernaderos de producción de flor de corte. (Carluccio et al, 2002).

Pero se puede afirmar, que desde comienzos de los 80 se denota un continuo avance en la plasticultura argentina, básicamente en la protección de los cultivos, con un progresivo incremento en la tecnificación, definiéndose así explotaciones agro-intensivas, hecho que se torna irreversible. Este proceso tuvo como principal consecuencia la modificación de la estacionalidad de la producción y en lo tecnológico se cambiaron paradigmas sobre plasticultura, fertirriego y nuevos cultivares. (Benencia et al., 1994).

Para este sector de la producción agrícola, hoy le resultaría imposible lograr niveles de eficiencia y competitividad sin la ayuda de los plásticos en la protección de los cultivos: un análisis por regiones y/o por tipo de utilización nos confirman que el sector asume día a día un protagonismo superior.

La Provincia de Corrientes fue, durante la época de los 90 la zona de mayor concentración de invernaderos del país, ubicados en su mayoría en la costa del río Paraná, en las localidades de Bella Vista, Lavalle y Goya. Según los datos del último censo agropecuario existen 978 has. con invernaderos, de las cuales el 65% están dedicadas al tomate y el 29% al pimiento (INDEC, 2002).

Las primeras estructuras de invernadero que se construyeron surgieron de la adaptación de tendaleros para secanza de tabaco y, sobre éstas estructuras, se colocó un polietileno y se utilizaron en época invernal para la producción de hortalizas (Castro, 2006). Posteriormente, se comenzaron a construir otro tipo de modelos, pero siempre utilizando uno de los recursos que más se disponía en la zona: la madera. Los otros modelos fueron estructuras tipo diente de sierra, y a dos aguas con ventilación cenital. En la actualidad, se observan distintas combinaciones de las estructuras señaladas, junto con estructuras metálicas tipo parabólicas (Lenschak, 2007).

Esta zona tiene clima subtropical con lluvias otoño-primaverales. Los inviernos son suaves y la frecuencia de heladas es baja, con lo cual no constituyen un serio problema de daño a las plantas en cultivo bajo invernadero, debido a la escasa duración e intensidad. Sin embargo, uno de los problemas que se presentan en la zona es la eliminación de las altas temperaturas durante los meses de primavera y otoño, y donde es muy dificultoso el cultivo en el período estival.

La producción se destina básicamente al abastecimiento del mercado de Buenos Aires en época de invierno y primavera. El nivel tecnológico alcanzado permite obtener producciones de más de 150 tn/ha de tomate en 6 meses de producción, sin calefacción ni fertilización con CO₂.

Los invernaderos artesanales han cumplido su función de ejercer un forzado y permitieron incorporar tecnología, aunque adolecen de muchas fallas técnicas y de diseño que impiden la obtención de una mayor productividad de los cultivos durante el año. En la zona se realizaron algunas investigaciones sobre el comportamiento de las primeras estructuras artesanales. (Lenschak et al., 1996).

Por ser esta tecnología relativamente nueva, también las investigaciones y las formas de investigar han sufrido cambios (Baeza et al, 2006; Bouzo y Pilatti, 1999; Connellan, 2002; Montero et al., 2001). Por tal motivo, es importante reunir los datos necesarios que permitan analizar la situación actual de los invernaderos en la región, lo que permitiría contar con información real sobre la tipología dominante en cada zona y aspectos de diseño y estructurales que posibiliten mejorar su construcción en el futuro.

Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de Invernaderos de la Provincia de Corrientes

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue relevar las características estructurales de invernaderos localizados en la provincia de Corrientes con especial énfasis en aspectos dimensionales, funcionales y constructivos.

Metodología

La metodología consistió en efectuar un relevamiento de una muestra representativa (aproximadamente el 30%) de las empresas productoras de hortalizas y flores bajo invernadero en la provincia de Corrientes durante el año 2007. El relevamiento se realizó mediante encuestas con una planilla donde se registraron los siguientes datos: a) nombre del productor, b) ubicación geográfica de predio; c) cultivos producidos; d) tipología, dimensiones y ubicación de los invernaderos y e) materiales utilizados. La ubicación del predio se determinó tomando en consideración la localidad en que se encontraba. Las dimensiones de los invernaderos para determinar la extensión del mismo así como de las ventanas se realizó mediante la lectura de cintas métricas. Con respecto a los materiales utilizados se registraron: tipo de polietileno (aditivos y espesor); utilización de media sombra (tipo y forma de utilización); material de construcción del invernadero en postes y techos. También se relevó el número de invernaderos acoplados lateralmente; la altura media de la ventana cenital (m); la altura lateral del invernadero (m) y la altura cenital del invernadero (m).

Al tratarse de un estudio observacional los datos fueron procesados en planilla electrónica Excel (Microsoft Co.) para realizar la evaluación mediante estadísticos descriptivos.

Además, se elaboraron los siguientes indicadores para evaluar la funcionalidad de los invernaderos: 1) Número de Invernaderos acoplados lateralmente / longitud de cada invernadero (m-1); 2) superficie de cubierta plástica /superficie de suelo (m² m-2); 3) volumen total del invernadero / superficie de suelo (m³ m-2); 4) superficie total de ventana / superficie de suelo; 5) superficie de ventana cenital / superficie de suelo (m² m-2). 6) Superficie de ventana lateral/superficie de suelo (m² m-2).

Resultados y Discusión

Descripción de la zona

La provincia de Corrientes esta situada entre los 27° y 30° de latitud sur, y los 55° y 59° de longitud oeste, con una superficie de 88.200 km², de los cuales el 10% esta ocupado por agua (lagunas, cañadas, ríos y arroyos).

La provincia se encuentra dentro del régimen isohigro, con valores comprendidos entre 1.100 a 1.500 mm anuales, siendo la zona noreste la de mayor precipitación.

La temperatura media anual esta situada entre 19,5° y 22° C, con un descenso térmico hacia el sur de la provincia. La humedad relativa media anual de la provincia oscila entre el 70 y 75 %, siendo los meses de mayo y junio los de mayor porcentaje.

Dimensiones y tipos de invernaderos utilizados

En el Anexo de Esquemas se presentan los tipos de invernaderos más comunes en Corrientes. En estos esquemas se expresan los valores representativos obtenidos para cada tipo.

El principal tipo es el denominado a Dos Aguas (DA) y la proporción de superficie ocupada en el relevamiento es de un 55%. (Esquema 1) Este tipo de invernadero, es conocido por el

nombre de “rancho”, y es una simplificación de lo que fueron los “tendaleros” de tabaco con que se inició la plasticultura en Corrientes. (Lenschak et al., 1996) Los otros tipos de invernaderos difundidos son los denominados ‘A dos aguas con Ventilación Cenital’ (VC), conocido en la zona como “chileno”, con una superficie del 41% y ‘Curvo’ (CU), generalmente de estructura metálica con un 3%. (Esquemas 2 y 3). Se incluyen en la descripción dos tipos de estructura de escasa relevancia (apenas el 1% del área relevada) que son los denominados a Cuatro Aguas (CA) y Diente de Sierra (DS) (Esquemas 4 y 5).

La altura cenital media de los invernaderos en DA, CV y CU es en general bajo para las condiciones climáticas prevalecientes en los meses cálidos. (Cuadro 1-Figura 1). El invernadero a Cuatro Aguas sería el único con una altura central importante, pero no es una estructura difundida en la zona, por ser muy costoso su armado. Esta característica de los invernaderos más difundidos refleja situaciones comprometidas del punto de vista climático debido a la muy escasa altura. Por ejemplo, para los invernaderos DA la altura lateral media es de $2,0 \text{ m} \pm 0,18 \text{ m}$ y la cenital de $3 \text{ m} \pm 0,40 \text{ m}$. Esta escasa altura provoca un gran incremento de temperatura a la altura del cultivo (Bouchet et al., 2007) que en ocasiones puede reducirse por la remoción de aire debido a la ventilación natural provocado por efecto dinámico del viento. Sin embargo, la ventaja de la ventilación por efecto dinámico disminuye cuando aumenta el número de invernaderos acoplados lateralmente (Bouchet et al., 2007; Baeza et al., 2006). El 86 % de los invernaderos DA están acoplados lateralmente con más de 5 unidades (Cuadro 2) que en este caso puede significar una deficiente ventilación debido a la ausencia de ventanas cenitales. Si bien existe un número importante de acoplamiento, la longitud de los invernaderos no es excesiva, ya que la moda está en los 25 m. En algunos parajes de Santa Lucía y de Mburucuyá, se registraron invernaderos de 50 m con alto grado de acoplamiento (mayor a 10). En estos casos es un factor que complica aún más la disipación de calor mencionada anteriormente.

Dos factores de interés que se suelen analizar con respecto al diseño son la pendiente de techumbre y la orientación, para lograr una mayor captación de la radiación. Estas relaciones son importante para altas latitudes, pero por debajo de los 30° su importancia es relativa. (Bouzo y Pilatti, 1999) La pendiente media general de los techos de los invernaderos DA es de 28° y para el tipo VC de 37%. Estas pendientes permiten maximizar la captación de luz (Bouchet et al., 2003).

En el caso de los invernaderos con ventilación cenital, la orientación es importante de acuerdo a la dirección de los vientos, prefiriéndose cuando éstos son perpendiculares al eje longitudinal del invernadero (Montero, 1999), que en el caso de la región en estudio, la mayor frecuencia de vientos se da en sentidos E y O, siendo por lo tanto más conveniente la orientación de los invernaderos con ventilación cenital la orientación N-S. En ese sentido, el 80 % de los invernaderos acoplados lateralmente del tipo VC están efectivamente orientados en sentido N-S. Con respecto a la pendiente de la canaleta de desagüe para el caso de los invernaderos acoplados lateralmente, prácticamente no se utiliza inclinación por medio de la construcción sino que se aprovechan las ligeras pendientes que tiene la topografía. Son inferiores al 1% los casos en que se utiliza alguna inclinación a través de la construcción. La pendiente de la canaleta es un factor de diseño importante en climas húmedos (Zabeltitz, 1990) principalmente en los meses de mayor pluviometría entre octubre y abril (Gráfico 4) por lo que éste es un factor de diseño importante a considerar en futuras construcciones.

Análisis de los indicadores calculados

Con respecto a los indicadores utilizados se observaron algunas diferencias entre invernaderos (Cuadro 3). Mediante el indicador I que relaciona el número de invernaderos acoplados lateralmente con el largo de cada invernadero, se considera que cuanto mayor resulta esta relación de cero, es posible que se incrementen los problemas de ventilación. Los valores encontrados son muy superiores a los que menciona Bouzo (2008) en su evaluación en Córdoba y Santa Fe ($0,12 \text{ m}^{-1}$ y $0,13 \text{ m}^{-1}$; respectivamente, con $0,35 \text{ m}^{-1}$ para Corrientes). Con respecto

Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de Invernaderos de la Provincia de Corrientes

al tipo, los invernaderos DA tienen un valor de 0,3 m-1 lo cual es el más bajo de los 3, seguido del VC y los metálicos CU, con un valor cercano a 5 m-1, lo cual podría comprometer la ventilación.

El indicador 2 que relaciona la superficie de cobertura con respecto a la superficie de suelo ($m^2 m^{-2}$) es un estimador indirecto de la pérdida de calor por conducción del invernadero. Aquí el valor general no varía entre los distintos tipos de invernaderos en Corrientes, con valores que oscilan entre 1,26 $m^2 m^{-2}$ y 1,31. $m^2 m^{-2}$. El factor de mayor impacto en la modificación de este índice es el número de naves acopladas lateralmente. Entre 1 y 3 invernaderos el porcentaje de disminución de este índice es de casi el 20 %, luego la incorporación de naves adicionales influye de manera marginalmente decreciente a una tasa aproximada de 1 %. (Bouzo, 2008). En Corrientes, por estar la mayor parte de invernaderos acoplados entre 5 y 15, los coeficientes de variación para este parámetro resultan bajos, y muy similares entre los tipos.

El indicador 3 que relaciona el volumen total del invernadero con la superficie de suelo ($m^3 m^{-2}$) permite contar con una estimación de la 'inercia térmica' del sistema (Bouchet et al., 2007) es decir, la mayor resistencia a los cambios rápidos de temperatura del sistema. Al igual que el indicador 2, éste no tiene gran variabilidad entre los tipos más comunes. Si existe un coeficiente muy superior en el invernadero CA. Por esto, la mayor parte de los invernaderos de Corrientes tienen una baja inercia térmica (índices entre 2.6 a 2.8 $m^3 m^{-2}$).

El indicador 4 que relaciona la superficie de ventana con la superficie de suelo ($m^2 m^{-2}$) establece una relación directamente proporcional positiva con la tasa de ventilación del invernadero, considerándose que para una eficiente ventilación natural pasiva este valor debe ser al menos de 25 % (F.A.O., 1990); 25 % (Zabeltitz, 1990) ó más de 20 % (Montero et al., 2001, Connellan, 2002). El valor promedio del indicador 4 es de 17%, por lo tanto es bajo, considerando los valores de referencia expresados precedentemente. El único tipo que tiene un 20% de ventilación es el VC, que logra una buena renovación de aire en el interior. El bajo índice de ventilación puede deberse a que la altura media del zócalo reduce significativamente la superficie de ventanas laterales. La utilización de este polietileno fijo en las paredes laterales y frontales de los invernaderos tiene por objetivo reducir el efecto dañino del viento sobre el cultivo principalmente durante los primeros estadios luego del trasplante y además es un elemento de lucha pasiva contra las bajas temperaturas, ya que permite un mayor estanqueidad durante el cierre de las ventanas laterales, y consecuentemente una menor pérdida de calor por renovación de aire. Aún analizando las ventajas funcionales de este elemento fijo, la excesiva altura disminuye la tasa de ventilación y complica el tránsito de personal durante las operaciones de manejo y cosecha del cultivo.

El indicador 5 que relaciona la superficie con ventanas cenitales y la superficie del suelo aunque no existe precisiones en cuanto al valor que debiera tener esta relación, aproximadamente puede ser concebida entre el 5 al 10 % (Montero, 1999). En los invernaderos de tipo DA y CU carecen de ventilación cenital, mientras que VC tiene un 8%, lo que estaría dentro de lo adecuado. La importancia de la ventilación cenital se incrementa con la disminución de la velocidad del viento, en estas situaciones la renovación del aire es principalmente por efecto convectivo o de flotación (Bot and van de Braak, 1995). En el área relevada, las velocidades de viento están en el orden de los 4 a 6 $km h^{-1}$, y el porcentaje de días con calma está en el orden del 5%. Estos valores, sin una ventilación cenital, indicarían problemas de renovación de aire dentro de los invernaderos.

Evaluación de los materiales utilizados

Con respecto a los materiales utilizados para la construcción de los invernaderos, no existe demasiada diferencia en cuanto al material de los postes, ya que solamente un 2% de la superficie tiene postes metálicos, el resto es con madera. En el material utilizado para las

cumbreras, el 97 % es de madera y un 3% es metálico, correspondientes a los invernaderos CU construidos con hierro (Cuadro 1).

Los materiales utilizados para la cobertura de los invernaderos son en su totalidad del tipo flexibles y constituidos por polietileno (PE) y con aditivos de Larga Duración y de Termicidad. (LDT) Con respecto al espesor de los materiales utilizados, para el techo predomina el de 100 µm (68%), seguido de 120 µm como de 150 µm, existiendo algunas pequeñas diferencias en cuanto al modelo de invernadero (Cuadro 4). Para el caso de las cortinas, el mayor porcentaje corresponde a 150 µm, con un 56% en promedio. Esto se debe principalmente a la mayor duración de este polietileno en continuo movimiento (apertura y cierre).

Conclusiones

- El tipo de estructura para invernadero dominante en la provincia de Corrientes es el denominado “rancho” o “capilla”, que genéricamente designamos a Dos Aguas (DA). El segundo tipo más utilizado es el denominado “chileno”, que es un invernadero a dos aguas con ventilación cenital (VC). Un tercer tipo en expansión es el metálico de techo curvo (CU).
- Por ser una zona subtropical, el invierno es corto y el mayor problema es el exceso de temperatura. La altura de los invernaderos en general es baja lo que incidiría en problemas de ventilación, alta temperatura a nivel de los cultivos y baja inercia térmica que puede traducirse en fuertes fluctuaciones de temperatura durante el día.
- La intensidad de la radiación solar puede no representar un factor limitante para la productividad de los cultivos. Aspectos constructivos como la orientación de los invernaderos y las pendientes no son tampoco limitantes a la transmitancia interna.
- La superficie de ventanas laterales es baja en la mayoría de los casos. Esto puede condicionar la ventilación en los invernaderos DA, y esto en parte puede deberse a la excesiva altura de las paredes laterales fijas (zócalos).
- El tipo de material utilizado para la cobertura difiere con el utilizado para las cortinas, ya que el hecho de la movilidad de las cortinas, se necesita material más resistente.

*Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de
Invernaderos de la Provincia de Corrientes*

Referencias Bibliográficas

- Baeza E.J., Pérez-Parra, J.J., López, J.C., Montero, J.I. 2006. CFD study of the natural ventilation performance of a Parral type greenhouse with different numbers of spans and roof vent configurations. *Acta Horticulturae* 719:333-340.
- Benencia, R., Cattaneo, C.A., Fernández, R., 1994. Cultivos hortícolas bajo invernáculo en el cinturón verde de Buenos Aires. *Difusión, consecuencias y perspectivas. Acta Hort.* 357:210-235.
- Bot G.P.A., van de Braak, N.J. 1995. Physics of greenhouse climate. In: *Greenhouse Climate Control* (Bakker J.C., Bot, G.P.A., Challa, H., van de Braak, N.J.), pp. 125-158, Wageningen Pers.
- Bouzo C.A., Pilatti, R.A. 1999. Evaluación de algunos factores que afectan la transmisión de la radiación solar en invernaderos. *Revista FAVE*, 13(2):13-19.
- Bouzo C.A. 2008. Relevamiento y diagnóstico técnico de las estructuras de invernaderos de Córdoba y Santa Fe. XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata.
- Bouchet, E., C. Freyre, C.A. Bouzo. 2003. Relación entre la transmitancia de la radiación fotosintéticamente activa de una cubierta plástica y el ángulo de incidencia solar, *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 1(2): 7-14.
- Bouchet, E.R., Freyre, C.E., Bouzo, C.A., Favaro, J.C. 2007. Efecto de las dimensiones de un invernadero sobre la temperatura interna en períodos cálidos. *Revista Científica Agropecuaria, Revista Científica Agropecuaria* 11(2):111-119,
- Carluccio, C., M. Lenscak, M. Panelo, M. Colombo, S. Cáceres, N. Molina, E. Scaglia y C. Pernuzzi. 2002. Desarrollo actual de los cultivos protegidos en la República Argentina. En: Díaz Alvarez, R. y J. López Gálvez. Ed. *Situación de la Agroplasticultura en Países Iberoamericanos. Tercera Reunión de Coordinación en Caracas, Venezuela.* Cyted, Almería, España. Setiembre 2002. p. 30-71.
- Castro J.E., 2006. Producción hortícola de primicia en Corrientes. EEA INTA Bella Vista. Serie Técnica N° 18:16-22 p.
- INDEC- 2002 - Censo Nacional Agropecuario - Dirección de Estadística y Censos Corrientes.
- Connellan G.J. (2002). Selection of greenhouse design and technology options for high temperature regions. *Proceedings of International Seminar on Trop. Subtrop. Greenhouse, Acta Hort.* 578.
- F.A.O., (1990). Protected cultivation in the Mediterranean climate. *FAO Plant Production and Protection Paper* 90. 313 p.
- Lenscak, M.P.; Ramirez, M. del H. C. de; Ishikawa, A.; Caceres, S.; Zimmermann, J. 1996. Evaluación de distintos modelos de estructuras de invernaderos para cultivos de hortalizas. IV Congreso Argentino de Ingeniería Rural. U. N. Del Comahue. Neuquén. 23 al 25 de Octubre de 1996. *Memorias* pág. 753-761. Presentado en forma oral por Mario Pedro Lenscak. (XX)
- Lenscak, M. 2007. Estado actual y perspectivas de los cultivos protegidos en el Noreste Argentino. 1^{er}. Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos, La Plata, Argentina, 25-28/9/07.
- Montero J.I, Antón A., Kamaruddin R., Bailey B.J. (2001). Analysis of thermally driven ventilation in tunnel greenhouses using small scale models. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79:213-222.

- Montero J.I. (1999). Ventilación natural de invernaderos: Estado actual. En: 8as. Jornadas sobre cultivos protegidos. La Plata, Argentina. 28 p.
- von Elsner B.; Briassoulis D.; Waaijenberg D.; Mistriotis A.; Zabeltitz Chr; Gratraud J.; Russo G.; Suay-Cortes R. 2000. Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries: Part I, Design Requirements. *J. agric. Engng Res.* 75: 1-16.
- Zabeltitz, C. 1990. Greenhouse construction in function of better climate control. *Acta Hort.* 263:357-374.

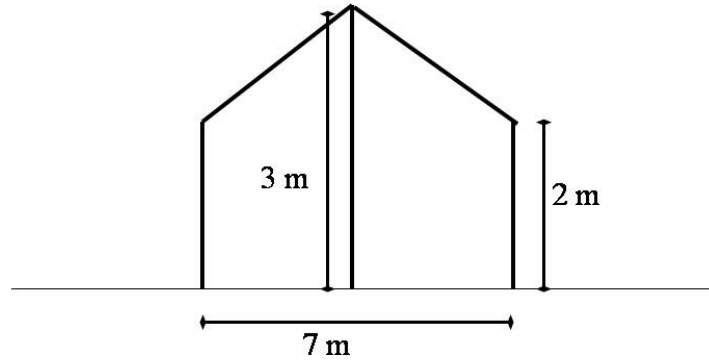
Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de Invernaderos de la Provincia de Corrientes

Anexo de Esquemas:

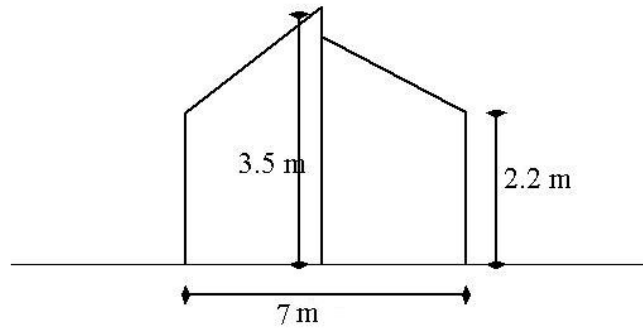
Tipos de invernaderos más habituales en la Provincia de Corrientes

Esquema 1. DA: Estructura a Dos Aguas.

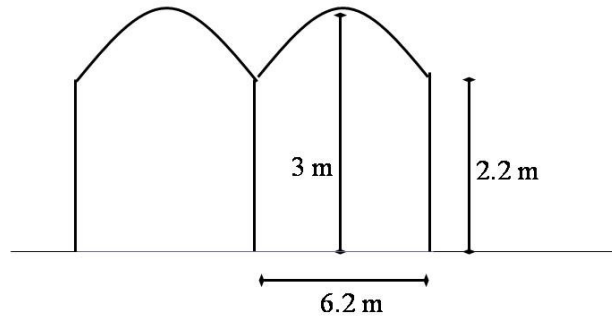
Los valores indicativos corresponden al valor de moda.



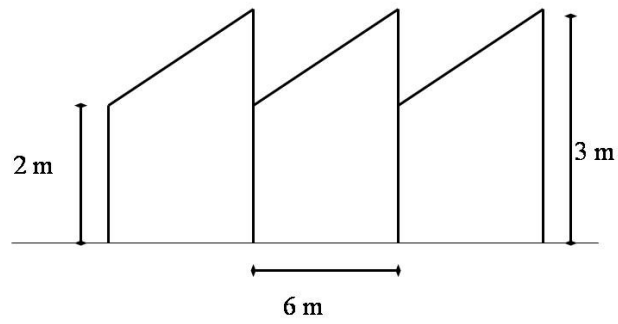
Esquema 2. VC: Estructura a dos aguas con Ventilación Cenital



Esquema 3. CU: Techo curvo

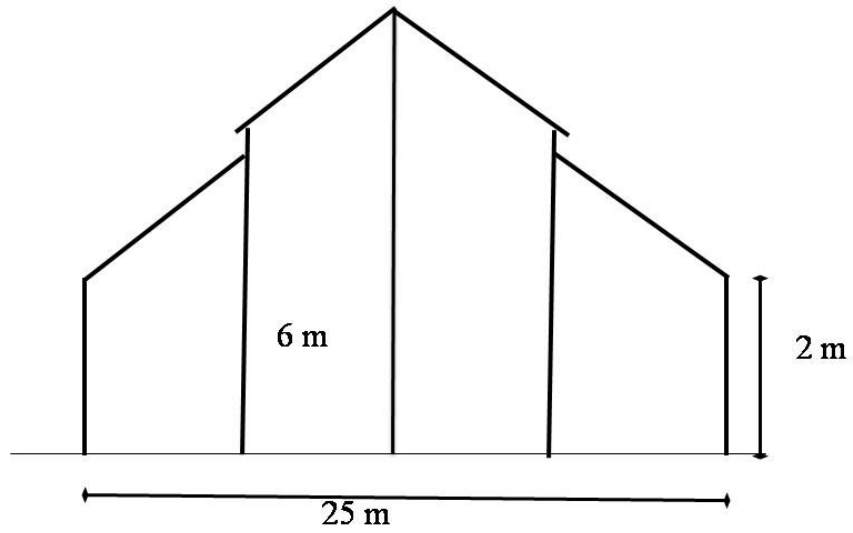


Esquema 4. DS: Diente de sierra



*Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de
Invernaderos de la Provincia de Corrientes*

Esquema 5. CA: Cuatro Aguas



CUADROS

Cuadro 1 Distribución de la superficie y dimensiones características de los principales tipos de invernaderos existentes en Corrientes.

| Tipo de invernadero | Superficie | | Altura (m) | | | | | | Extensión (m) | | | | | |
|---------------------|------------|------|------------|------|------|---------|------|------|---------------|------|------|-------|-----|------|
| | | | Central | | | Lateral | | | Longitud | | | Ancho | | |
| | (ha) | % | Ma | Me | CV % | Ma | Me | CV % | Ma | Me | CV % | Ma | Me | CV % |
| DA | 192.6 | 54.7 | 3 | 3 | 8.9 | 2 | 2 | 30.3 | 25 | 32.1 | 35.3 | 7 | 7.1 | 6.5 |
| VC | 144.5 | 41,1 | 3.5 | 3.62 | 11.6 | 2.2 | 2.23 | 8.6 | 24 | 27.6 | 25.9 | 7 | 7 | 7.4 |
| CU | 9.7 | 2.8 | 3 | 3 | 13.8 | 2 | 2 | 7.7 | 24 | 31.4 | 34.2 | 6.2 | 6.9 | 10 |
| DS | 2.0 | 0.6 | 3 | 3.4 | 21.9 | 2 | 2.2 | 18.1 | 24 | 24 | 0 | 6 | 6.3 | 9.1 |
| CA | 1.05 | 0,3 | 6 | 6 | 0 | 2.2 | 2.2 | 0 | 100 | 100 | 0 | 25 | 25 | 0 |

DA: Dos Aguas; VC: Dos Aguas con Ventilación Cenital; CA: Cuatro Aguas; CU: Curvo (generalmente metálico); DS: Diente de Sierra.

Cuadro 2 Proporción de la superficie total con invernaderos según el número de unidades acopladas lateralmente, largo (m) y ancho (m) de los mismos.

| N° Inv. Acopl. | DA | VC | CA | CU | Largo | DA | VC | CA | CU | Ancho | DA | VC | CA | CU |
|----------------|------|------|-----|------|-----------|------|------|-----|----|---------|------|------|-----|----|
| | % | | | | m | % | | | | m | % | | | |
| 1 | 1 | 0.02 | 100 | 0.3 | ≤ 24 | 20 | 75 | 0 | 62 | ≤ 6 | 2.3 | 1.6 | 0 | 0 |
| > 1 ≤ 5 | 12.9 | 1.5 | 0 | 29 | > 24 ≤ 30 | 33.7 | 11.7 | 0 | 9 | > 6 ≤ 7 | 78.2 | 57.6 | 0 | 72 |
| > 5 ≤ 10 | 46.4 | 23 | 0 | 14.5 | > 30 ≤ 40 | 1.3 | 8.6 | 0 | 9 | > 7 ≤ 9 | 19.5 | 40.8 | 0 | 28 |
| > 10 ≤ 15 | 22.6 | 33.1 | 0 | 9 | > 40 ≤ 50 | 44.7 | 4.7 | 0 | 29 | > 9 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| > 15 ≤ 20 | 9.8 | 23 | 0 | 4 | > 50 ≤ 60 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| > 20 | 7.3 | 19.4 | 0 | 43.2 | > 60 | 0 | 0 | 100 | 0 | | | | | |

*Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de
Invernaderos de la Provincia de Corrientes*

Cuadro 3: Valores medios y dispersión (CV %) de los indicadores obtenidos para la provincia de Corrientes.

| Invernadero | Indicador | Unidad | Media | CV % |
|-------------|-----------|--------------------------------|-------|------|
| General | 1 | m ⁻¹ | 0.35 | 66 |
| DA | | | 0.3 | 63 |
| VC | | | 0.47 | 55 |
| CA | | | 0.01 | 0 |
| CU | | | 0.52 | 81 |
| DS | | | 0.85 | 60 |
| General | 2 | m ² m ⁻² | 1.28 | 1 |
| DA | | | 1.27 | 6 |
| VC | | | 1.28 | 1 |
| CA | | | 1.26 | 0 |
| CU | | | 1.31 | 9 |
| DS | | | 1.28 | 5 |
| General | 3 | m ³ m ⁻² | 2.63 | 15 |
| DA | | | 2.57 | 11 |
| VC | | | 2.83 | 20 |
| CA | | | 4.1 | 0 |
| CU | | | 2.7 | 10 |
| DS | | | 2.83 | 20 |
| General | 4 | m ² m ⁻² | 16.89 | 62 |
| DA | | | 17.25 | 60 |
| VC | | | 20.1 | 122 |
| CA | | | 9.05 | 74 |
| CU | | | 16.14 | 82 |
| DS | | | 18.23 | 56 |
| General | 5 | m ² m ⁻² | 0.96 | 198 |
| DA | | | 0 | |
| VC | | | 8.46 | 187 |
| CA | | | 7.87 | 74 |
| CU | | | 10 | 0 |
| DS | | | 5 | 78 |
| General | 6 | m ² m ⁻² | 15.93 | 67 |
| DA | | | 17.25 | 60 |
| VC | | | 11.98 | 85 |
| CA | | | 1.18 | 74 |
| CU | | | 16.14 | 82 |
| DS | | | 12.62 | 51 |

DA: Dos Aguas; VC: Dos Aguas con Ventilación Cenital; CA: Cuatro Aguas; CU: Curvo (generalmente metálico); DS: Diente de Sierra.

Cuadro 4: Tipo y duración del Polietileno de Larga Duración Térmico (PE LDT) utilizado en techo y pared en invernaderos.

| Tipo de invernadero | Parámetro | Espesor del PE LDT (um) | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|---------|-------|
| | | 100 | 120 | 150 | 200 |
| Total | Superficie de techo (m2) | 2429785 | 602049 | 427870 | 95904 |
| | % | 68 | 17 | 12 | 3 |
| | Superf. pared (m2) | 1040096 | 92393 | 1465868 | 686 |
| | % | 40 | 4 | 56 | 0 |
| | Duración (año) | 1.88 | 2.27 | 2.30 | 2 |
| | Cambio anual (m2) | 1846427 | 306315 | 821925 | 48295 |
| Dos Aguas | Superficie de techo (m2) | 1690088 | 53638 | 87379 | 95904 |
| | % | 88 | 3 | 5 | 5 |
| | Superf. pared (m2) | 767540 | | 1159283 | 686 |
| | % | 40 | | 60 | |
| | Duración (año) | 1.88 | 2 | 2.19 | 2 |
| | Cambio anual (m2) | 1307249 | 26819 | 569252 | 48295 |
| Dos Aguas con Ventilación Cenital | Superficie de techo (m2) | 668735 | 414177 | 329991 | |
| | % | 47 | 29 | 23 | |
| | Superf. pared (m2) | 208113 | 30704 | 238407 | |
| | % | 44 | 6 | 50 | |
| | Duración (año) | 1.86 | 2.4 | 2.55 | |
| | Cambio anual (m2) | 471424 | 185367 | 222901 | |
| Cuatro Aguas | Superficie de techo (m2) | | | 10500 | |
| | % | | | 100 | |
| | Superf. pared (m2) | | | 6290 | |
| | % | | | 100 | |
| | Duración (año) | | | 3 | |
| | Cambio anual (m2) | | | 5597 | |
| Curvo | Superficie de techo (m2) | 66012 | 96938 | | |
| | % | 41 | 59 | | |
| | Superf. pared (m2) | 47269 | 52623 | 61888 | |
| | % | 29 | 33 | 38 | |
| | Duración (año) | 2 | 2 | 2.56 | |
| | Cambio anual (m2) | 566641 | 74781 | 24175 | |
| Diente de Sierra | Superficie de techo (m2) | | 20496 | | |
| | % | | 100 | | |
| | Superf. pared (m2) | 2299 | 9066 | | |
| | % | 20 | 80 | | |
| | Duración (año) | 1.91 | 2.7 | | |
| | Cambio anual (m2) | 1202 | 10949 | | |

Relevamiento y Diagnóstico Técnico de las Estructuras de Invernaderos de la Provincia de Corrientes

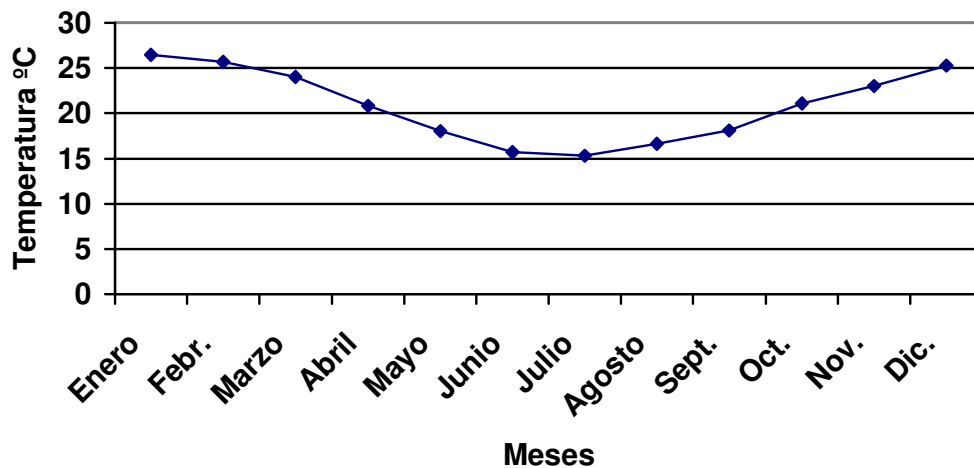


Figura 1: Temperatura mínima media diaria mensual (°C) para Bella Vista, Corrientes.

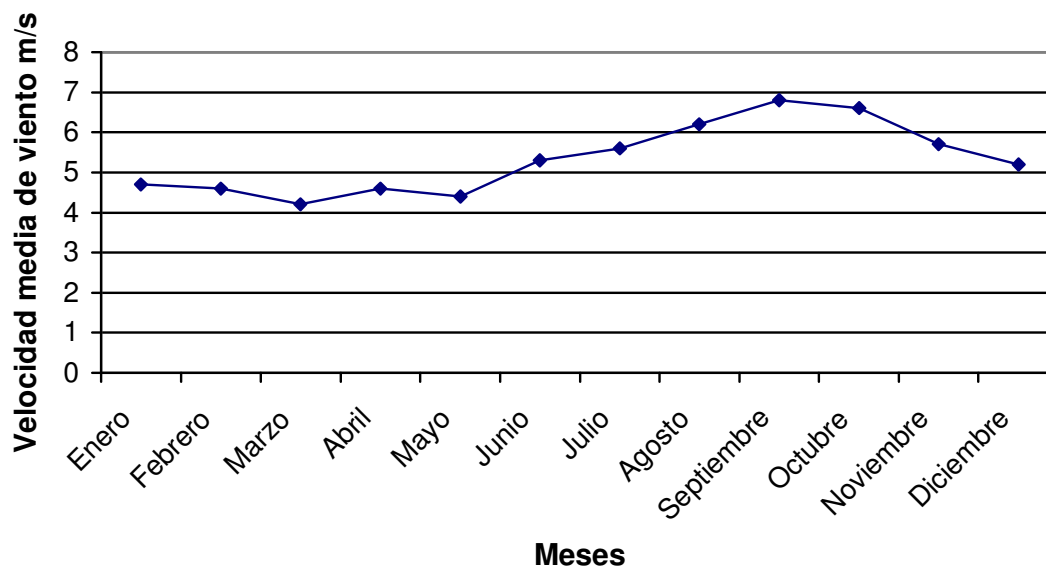


Figura 2: Velocidad del viento medio diario mensual ($m s^{-1}$) para Bella Vista.

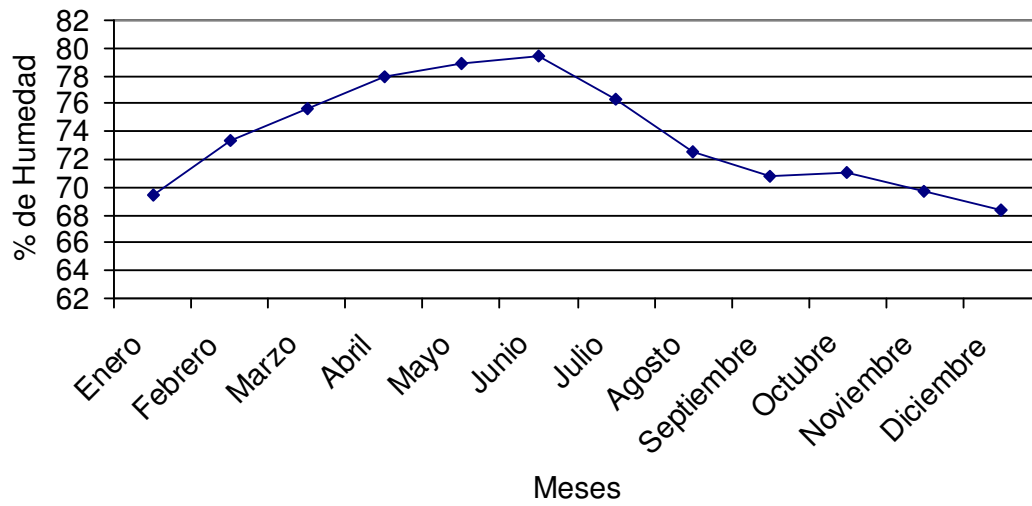


Figura 3: Humedad Relativa media mensual (%) para Bella Vista.

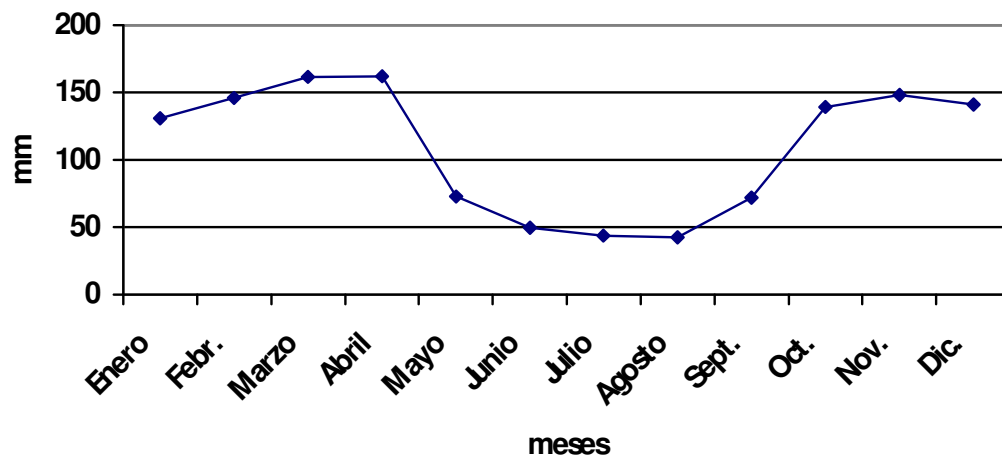


Figura 4: Distribución anual de precipitaciones para Bella Vista.