

Prospección de los cultivos protegidos en Mendoza y San Juan, Argentina

Ernesto Gabriel

EEA La consulta INTA, C.C.8 (5567) La Consulta, Mendoza, Argentina. elacon@inte.gov.ar

Resumen

El empleo de técnicas de “forzado” ha permitido ampliar espacial y temporalmente las fronteras de cultivo. Los elevados beneficios económicos que pueden obtenerse con estas prácticas, han llevado a tratar de reproducir estos resultados en la región de Cuyo, Argentina. En el presente trabajo se efectúa una descripción de las modalidades con que se realizan los cultivos protegidos

en la región, con especial atención sobre aspectos técnicos y económicos, efectuando asimismo consideraciones acerca de los factores que condicionan su expansión.

Palabras clave: Cultivo Forzado - Mendoza - San Juan - Argentina.

Survey of protected crops in Mendoza and San Juan, Argentine

Summary

The control of the environment in protected crops have allowed the spatial and temporal expansion of the frontiers of cropping. Due to the high economic benefits that could be achieved, these practices are been employed in the region of Cuyo, Argentine. The present job describes the ways in which crops are protected in that region. Special attention on technical and economics

aspects are addressed. Additionally, some considerations about the factors that constraint its expansion are discussed.

Key Words: Protected Crops - Mendoza - San Juan - Argentine.

Evolución de los cultivos protegidos en Cuyo

Una descripción precisa y completa de la evolución y estado actual de los cultivos protegidos en Cuyo es difícil de obtener debido a la falta de estadísticas oficiales. En los distintos censos agropecuarios llevados a cabo en Cuyo no se ha realizado relevamiento alguno al respecto. De modo que solo se dispone de estimaciones (que pueden considerarse fidedignas) efectuadas por algunas instituciones oficiales, principalmente por las distintas Agencias de Extensión del INTA.

Los cultivos comerciales bajo cubierta más antiguos de los que se tienen referencias, se

remontan a 1960. Se trataba de invernaderos de escasa superficie, de estructura metálica con cobertura de vidrio, ubicados en la zona peri urbana de Mendoza para cultivo de rosales. Los invernaderos con coberturas plásticas se iniciaron a fines de la década del '60, también para la protección de cultivos de flores en las inmediaciones de los centros poblados, pero siempre en mínimas.

Actualmente, la mayor superficie protegida es la cubierta con malla antigranizo en cultivos frutales y vid. En la provincia de Mendoza se estiman unas 350 ha en el oasis Sur y otras 150 ha en el oasis Norte con este sistema de protección. Los invernaderos para producción de cultivos de flores le siguen en importancia con unas 35 ha, ubicadas en su mayoría en el

oasis Norte de Mendoza. La superficie cubierta para protección de cultivos hortícolas es de aproximadamente 9 ha, implantadas en su mayor parte durante los últimos 5 años. Los túneles bajos, usados principalmente para protección de almacigueras (de tomate y pimiento) y en menor escala para la “semiforzadura” de hortalizas primicia, suman unas 30 ha. Otras estructuras, tipo túnel alto, destinados a la producción de “plantines” (de hortalizas y flores, y en menor medida para la producción de plantas de vid, olivos y algunos frutales) cubren unos 15.000 m², en tanto para la producción forzada de hortalizas se protegen con este tipo de estructura otros 3.000 m².

El uso de “semiforzaduras” con cobertura plástica de suelo (acolchado o *mulch*) ha comenzado a difundirse a partir de fines de la década del '80, especialmente en la zona sur de San Juan, donde se las aplica para promover precocidad en cultivos de melón y sandía. La superficie con cultivos sobre cubierta plástica varía anualmente, habiéndose incrementado notablemente en los últimos años. En San Juan se han cubierto unas 50 ha en 1995, mientras que en Mendoza, para el mismo año, la superficie cubierta se estima en unas 40 ha; en ambos casos principalmente para cultivo de melón.

Estructuras y materiales de cobertura

1. Mallas antigranizo

Las protecciones contra el granizo se utilizan principalmente en el oasis Sur de Mendoza para cubrir cultivos perennes (vid y frutales) y algunos cultivos anuales de alto valor económico. Las mallas producen leves modificaciones en el ambiente protegido, como incrementos o descensos de la temperatura respecto al ambiente sin reparo, disminución de la velocidad del viento en 30 ó 50 %, y una reducción de la radiación global al 70 % de la medida al aire libre. Estas modificaciones en el ambiente que rodea a las

plantas protegidas producen un adelanto en la brotación de la vid, y un mayor crecimiento de los brotes jóvenes.

Las primeras mallas utilizadas en la región fueron de alambre tejido, de uso limitado por su alto costo, y a inicios de la década del '70 comenzaron a difundirse las mallas plásticas. El tejido de la malla es de monofilamento de distintos tipos de plásticos (usualmente polietileno de alta densidad), con variadas tramas. Es deseable que la retícula sea lo suficientemente chica como para detener el granizo, pero que a su vez no reduzca demasiado la radiación solar incidente sobre el follaje. El reticulado de las mallas usadas en la región varía entre cuadrículados de 2,5 x 10 mm a 10 x 10 mm. También es importante el tramado de la malla, para evitar la separación de los filamentos, lo que modifica el tamaño original del reticulado.

2. Invernaderos

2.1. Tipos de construcciones

En Cuyo la casi totalidad de los invernaderos tienen estructuras de madera y alambre, con cubierta de polietileno. El diseño puede ser del tipo “capilla” (techo a “dos aguas”) o con perfil “diente de sierra”. Últimamente también se están construyendo estructuras de madera, tipo capilla, con ventilación cenital, semejantes a las utilizadas en la V Región de Chile; y para la producción de plantines se están usando túneles altos (*walk-in tunnels*) con estructura metálica en arco; en ambos casos con coberturas de polietileno.

Las construcciones más comunes son módulos separados (tipo capilla), y las naves compuestas de varios módulos adyacentes (“parral modificado”) con perfil diente de sierra. Los módulos individuales consisten en estructuras de un ancho variable entre 6 y 14 m, y un largo de 30 a 60 m, con postes laterales distanciados entre 2 y 3 m. La altura máxima,

en la cumbrera, es de 2,50 m a 3,00 m, y en los laterales entre 1,60 m y 2,00 m. La estructura del techo (tirantes) es también de madera con o sin red de alambre para la fijación de la cubierta plástica. La lámina plástica se fija mediante listones de madera (alfajías), clavados sobre los tirantes del techo, o por medio de redes de alambre colocadas por debajo y sobre la lámina plástica.

El diseño de las estructuras tipo parral modificado ha derivado de las usadas para la conducción horizontal de la vid en la región (“parral cuyano”). Básicamente consiste en postes de madera de 2,50 m de altura, dispuestos en un retículo de 3,50 m x 1,50 m, unidos por la parte superior con alambres tensados. Para evitar el flameado de la lámina plástica, los alambres se colocan alternativamente sobre y por debajo de la lámina, de modo que ésta quede perfectamente tensada.

Las construcciones tipo túnel alto han comenzado a utilizarse en los últimos años, especialmente para la producción de plantines de hortalizas y flores para trasplante con pan de tierra, y en algunos casos para el forzado de cultivos hortícolas. La estructura portante es de caño de acero galvanizado, la que se ancla al suelo sobre bases de hormigón independientes o encadenadas perimetralmente. El ancho del túnel varía entre 4 m y 8 m, con una altura máxima entre 2 m y 5 m, y un largo, por lo común, entre 30 m y 60 m.

2.2. Materiales de cobertura

Como material de cobertura de los distintos tipos de invernaderos se utiliza láminas de polietileno de baja densidad (PE), generalmente del tipo Larga Duración (LD) con sustancias estabilizadoras (absorbentes de radiación UV). Los espesores comúnmente usados son de 150 y 200 micrones.

El PE térmico no es utilizado en gran escala, debido por una parte a su mayor costo y por otra a que no disminuye de forma

significativa los gastos de la calefacción requeridos cuando la temperatura ambiente desciende por debajo de 0 °C. Esto es debido a que, en muchos casos, las construcciones no pueden cerrarse suficientemente bien y las pérdidas de calor se producen principalmente por remoción del aire del invernadero, y en menor grado por pérdidas por irradiación a través de la cubierta.

En algunos casos, cuando la altura de las construcciones y el tipo de estructura lo permite, se utiliza un doble techo de PE común de poco espesor (50 micrones), suspendido entre 30 y 50 cm debajo de la cobertura. Materiales rígidos para cobertura no son utilizados.

En general la vida útil de las láminas plásticas no excede los dos años; principalmente a causa de daños mecánicos por el sistema de fijación usado (clavos o alambres) o por roces con partes de la estructura, y a la acción mecánica del viento.

3. Túneles bajos

El uso de túneles bajos (de 60-80 cm de altura por 80-120 cm de ancho) en Cuyo, está destinado fundamentalmente a la producción de almacigueras de distintas especies hortícolas de ciclo primavera-estival. En menor grado se utilizan para cultivos “semiforzados” para producción temprana de hortalizas.

Las estructuras de soporte son generalmente varillas de mimbre o álamo, y raramente de hierro o plástico. El material de cobertura es normalmente polietileno común de baja densidad, de 50 a 100 micrones de espesor.

4. Otras protecciones

4.1. Protecciones tradicionales

En el valle de Tulum (San Juan) principalmente, y en menor grado en el oasis Norte de Mendoza, la “semiforzadura” para cultivos de solanáceas (tomate, pimiento,

berenjena), implantados por siembra directa para producciones tempranas, ha sido y es una práctica común.

Se utilizan abrigos o coberturas de material vegetal denominadas localmente esteras, reparos, tapaderas o zarzos. Son escudos protectores de 1 m de ancho por entre 2,0 m y 2,5 m de largo, contruidos de material vegetal seco (caña de Castilla, *Arundo donax*, y totora, *Typha dominguensis*, o carrizo, *Phragmites australis*). Estas plantas crecen naturalmente en los bañados o a los costados de los canales de riego por lo que su costo se limita al de la mano de obra necesaria para la obtención del material vegetal y la construcción de las esteras.

Las líneas de cultivos se orientan de este a oeste y las esteras se colocan apoyadas sobre postes y alambre, de modo tal de proteger las plantas del aire frío del sur, permitiendo también un mejor aprovechamiento, calórico de la radiación solar. Como son opacas a la radiación de onda larga, proporcionan una buena protección contra las bajas temperaturas, retirándose una vez pasado el peligro de heladas.

Las protecciones comúnmente utilizadas en la región para “semiforzadura” de cultivos de primicia de cucurbitáceas (zapallito, zapallo, melón, sandía) son “reparos” (de cartón, papel grueso, o material vegetal seco) sostenidos por cañas o varillas de madera, colocadas en el lado sur en forma inclinada sobre la siembra, o “casillas” (campanas de 30 cm de diámetro por 20-30 cm de alto), hechas con polietileno común de escaso espesor sostenido por arcos de alambre.

Tanto los reparos de papel como las casillas de polietileno se colocan para cubrir individualmente los sitios de siembra. Se las utiliza fundamentalmente por el bajo costo del material (de deshecho), en propiedades chicas donde la ingente mano de obra necesaria para su construcción es provista por la familia del agricultor.

El efecto que producen las casillas de PE es acelerar el crecimiento de los plantines, por incremento de la temperatura durante las horas de sol y disminución del estrés, al proteger del viento. Sin embargo, no ofrecen protección contra las heladas tardías, y en caso de disminución de la temperatura por irradiación, las casillas pueden provocar un descenso mayor de temperatura bajo el abrigo que en el ambiente que lo rodea.

4.2. Cobertura de suelo (acolchado o mulch)

Desde mediados de los años '80, ha comenzado a tener difusión en la región la cobertura plástica del suelo. Se la utiliza principalmente para cultivos semiforzados de melón y en menor medida para sandía. Presenta la ventaja sobre los reparos, que provoca un aumento de temperatura de suelo y mantiene mejor su humedad, permitiendo un inicio de vegetación más rápido, el que se traduce en una entrada en producción más temprana.

Como material de cobertura se utiliza polietileno de baja densidad (transparente, naranja o negro), de 40 a 60 micrones de espesor. El PE transparente (o cristal), cuando se aplica oportunamente y en forma correcta, tiene un buen control de malezas, tanto anuales como perennes, y produce un mayor rendimiento precoz que las laminas de color negro. Las láminas de color naranja han comenzado a comercializarse localmente recién en las últimas temporadas.

Control del clima del invernadero

1. Calefacción

El uso de calefacción en los invernaderos cuyanos, en la mayoría de los casos, se limita fundamentalmente a evitar daños por heladas, manteniendo la temperatura sobre 0 °C. El método de calefacción más utilizado

regionalmente es la combustión de derivados del petróleo (fuel-oil, gas-oil, queroseno) en calefactores con chimenea hacia el exterior, o que eliminan directamente los gases de combustión dentro del invernadero.

También suelen utilizarse como combustible leña o aserrín de madera, quemados en tachos, sin chimeneas. Excepcionalmente se usa gas natural y sistemas de calefacción técnicamente más adecuados, debido a que sus costos de amortización y funcionamiento, dentro del esquema de producción que se utiliza, no resultan rentables. Los sistemas de aprovechamiento de energía solar aún no se usan.

El encendido de los calefactores normalmente se inicia cuando la temperatura interna desciende a 0 °C. Los agricultores (floricultores en su mayor parte) no realizan cálculos de necesidad de calefacción, sino que para determinar la cantidad de calefactores necesarios por módulo se guían por los resultados de su experiencia. El consumo por noche y hectárea protegida puede llegar a 500 L de combustible.

2. Refrigeración

La baja altura de los invernaderos tipo parral modificado que se construyen en la región aumentan los problemas de exceso de temperatura bajo la cubierta, que se producen aún antes de finalizar el invierno. Las construcciones tipo capilla, de módulos individuales, si bien son de baja altura, tienen la ventaja que su ancho no sobrepasa los 15 m, de modo que las aberturas laterales pueden representar más de un 25 % de la proyección horizontal de la estructura, y resultar suficientes para remover el aire caliente.

La remoción del aire en los distintos tipos de invernaderos se hace por sistemas de ventilación natural, mediante aberturas laterales, en el frente o costados de la estructura, con o sin aberturas cenitales. En el caso de efectuarse ventilación cenital en las

construcciones tipo parral, se trata de aberturas practicadas en la cubierta plástica. Los invernaderos tipo chileno (con perfil de diente de sierra) son los únicos en la región que cuentan con abertura superior (lucerna), como parte de la estructura.

No se emplean sistemas de ventilación forzada mediante ventiladores ni tampoco se utilizan mallas para sombreado, pero sí es común la aplicación de barro sobre la cubierta plástica como método para disminuir la temperatura dentro del invernadero.

Cultivos predominantes

Del total de la superficie con invernaderos en Cuyo, un 80 % está destinado a la producción de flores de corte (clavel, rosa, crisantemo, gladiolos, fresias), siguiendo en importancia las hortalizas (tomate, pimiento, pepino, poroto tierno, apio, frutilla), y en menor proporción la producción de plantines de hortalizas, flores y esquejes de material de sanidad controlada de vid (*Vitis vinifera*), olivo (*Olea europea*) y frutales (*Prunus* spp.).

El clavel (*Dianthus caryophyllus*) representa el principal cultivo bajo invernáculo en la mayoría de los floricultores. Las variedades cultivadas son del tipo mediterráneo, de flores grandes y considerable resistencia al frío. La mayor parte de los esquejes proviene de Buenos Aires y en menor medida de producción local.

La rosa (*Rosa* spp.) se adapta bien al cultivo protegido en la región, debido a la amplitud térmica y a la gran luminosidad existentes. Sin embargo, en época estival el exceso de temperatura dentro de los invernaderos afecta la calidad de las flores. La principal provisión de plantas es de otras provincias. El crisantemo (*Chrysanthemum* spp.) sigue en importancia, y en menor medida las flores de bulbos, gladiolos (*Gladiolus* spp.) y fresias (*Freesia* spp.).

De los cultivos hortícolas el principal es el tomate (*Lycopersicon esculentum*), y luego

el pimiento (*Capsicum annuum*), cultivándose también pepino (*Cucumis sativus*), poroto tierno (*Phaseolus vulgaris*), zapallito (*Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* var. zapallito), apio (*Apium graveolens*) y frutilla (*Fragaria x ananassa*).

En tomate se usan únicamente cultivares de crecimiento indeterminado, habiéndose iniciado el uso de variedades de larga vida en estante. Por lo común constituye el principal cultivo para producción a inicios de primavera.

El cultivo se hace sobre suelo desnudo y el riego por surcos, aunque en algunos casos se ha incorporado el uso de cobertura plástica de suelo (*plastic mulch*) y riego por goteo. La implantación se hace por trasplante con pan de tierra, de plantas con el primer ramillete emitido, a razón de 4 plantas · m⁻², en hileras simples o dobles. Los plantines pueden ser de producción propia o por compra a productores especializados. La conducción se hace a un solo tallo, eliminando los brotes laterales periódicamente, sin poda de ramilletes. Se usan hormonas (auxinas) para favorecer el cuaje de frutos. La producción es de alrededor de 10 ó 12 kg · m⁻².

En pimiento las cultivares utilizadas son fundamentalmente híbridos del tipo “4 cascos” (tipo Bell) y en menor medida del tipo “trompa de elefante” (alargados de 3 cascos), para ser cosechados verdes o rojos. Cultivares amarillos o violáceos no están difundidos. La implantación se hace en hileras simples o dobles, con plantines criados en macetines, a razón de 3-4 plantas · m⁻². Se podan los brotes por debajo de la primer ramificación, y es común la eliminación del fruto de la cruz (primer fruto), cuando se quiere extender el período de cosecha. En las primeras recolecciones, a fines de primavera, se cosechan frutos verdes, dejándose para el final del ciclo la cosecha de frutos rojos. Los rendimientos varían con el largo del período de cosecha, siendo comunes rendimientos de 5-7 kg · m⁻².

Prácticas de cultivo

1. Suelos y substratos

En Cuyo, la producción de flores de corte y de hortalizas bajo cubierta se hace actualmente en forma exclusiva sobre suelo natural, el que no presenta las mejores condiciones para el cultivo protegido. El uso de substrato está limitado a la producción de plantines, ya sea de hortalizas, frutales (incluidos vid y olivo) o forestales.

La mayor concentración de invernaderos se ubica en el Oasis Norte de Mendoza, donde los suelos prevaecientes son de origen aluvial (clasificados como Entisoles según *Soil Taxonomy*), cuyos perfiles varían desde someros (superficiales: 0,30 m) a profundos (más de 2 m). Su pH es mayor a 7, con contenidos de materia orgánica menores al 1 %, escasa disponibilidad de nitrógeno (menos de 600 ppm de N total) y fósforo (menos de 4 ppm, P:C02), y buena provisión de potasio (mayor de 50 ppm).

La textura es muy variable, tanto en profundidad como horizontalmente. Los porcentajes de los diferentes contenidos de arena, limo y arcilla se modifican en el sentido este oeste, dando origen en la parte oeste del oasis, a suelos de texturas medias (areno-francos, franco-arenosos y francos); en la parte central a suelos más pesados (franco-limosos, franco-arcillo-limosos y arcillosos); mientras que hacia el este el porcentaje de arena se incrementa (francos, franco-arenosos), llegando a suelos netamente arenosos.

El contenido de agua disponible varía entre un 18 % (en volumen) para suelos limo-arenosos y un 22 % para los limo-arcillosos. Para cultivos protegidos estos suelos resultan naturalmente deficientes, por lo que requieren una preparación que incluya el lavado de sales y un manejo controlado del riego, el agregado de enmiendas y una fertilización adecuada.

Los substratos más usados en la producción de plantines son orgánicos: turba (*Phagnum*),

subproductos agroindustriales (orujos de uva), *compost*, suelo turboso (contenido de materia orgánica mayor al 20 %). Los compuestos inorgánicos (arena, arcillas expandidas, vermiculita, perlita) son más comunes en los medios para enraizamiento de esquejes de plantas perennes (vid, olivo, frutales). No se utilizan comúnmente materiales sintéticos.

2. Irrigación

Generalmente es gravitacional, por surcos, y en forma excepcional por goteo. La aplicación de agua de riego se hace no sólo para satisfacer los requerimientos de la evapotranspiración, sino también para disminuir el contenido salino del suelo.

En general, los agricultores no hacen análisis para conocer el nivel de sales, sino que realizan los lavados del suelo cuando advierten síntomas de salinidad. De igual modo, el control del riego carece de rigurosidad. En muchos casos, se fija la frecuencia de riego en función de que el cultivo presente algún síntoma de estrés hídrico. Tampoco se controlan usualmente los volúmenes aplicados ni la cantidad de agua que eventualmente percole por debajo del volumen de tierra explorado por las raíces.

Excepcionalmente, en algunos de los casos en que se usa riego por goteo, se controla el contenido hídrico del suelo por medio de tensiómetros. Los problemas derivados de la falta de control del riego son la ocurrencia de estrés cíclicos, que causan producciones subóptimas en cantidad y calidad, la acumulación de sales en el perfil, anegamientos que provocan asfixia radicular, y el lavado de nutrientes.

3. Enmiendas y fertilización

El agregado de enmiendas para mejorar las propiedades físico-químicas del suelo, es una práctica muy difundida. Se usa principalmente como fuente de elementos nutrientes, aunque

el incremento de la materia orgánica mejora la disponibilidad de agua, así como la de nutrientes al disminuir el pH del suelo. Normalmente se emplea estiércol de equino, cabra, o cama de gallina (guano con cáscara de arroz o viruta de madera), en cantidades superiores a las 10 t·ha⁻¹.

La fertilización química con abonos compuestos (18-46-0, 15-15-15, etc.) se usa como complemento durante el ciclo de cultivo. La fertirrigación es de uso muy restringido debido a la escasa utilización de riego presurizado (usualmente para la producción de plantines).

Las cantidades de enmiendas o fertilizantes aplicadas se establecen normalmente en función de recomendaciones generales dadas para los suelos de la región, más que en función de determinaciones de disponibilidad de nutrientes en el suelo y patrones de absorción de los distintos cultivos.

Los análisis de fertilidad de suelo más comunes son para determinar nitrógeno total, fósforo disponible y potasio intercambiable. No son usuales los análisis foliares para el control del estado nutricional de los cultivos de hortalizas o flores. Los programas de fertilización que consideran dosificación y oportunidad son de uso más generalizado en la producción de plantines, donde es común el uso de riego presurizado.

Plagas, enfermedades y malezas

Las principales plagas y enfermedades dependen de la especie cultivada; no obstante pueden hacerse algunas generalizaciones. La plaga más común y que causa graves daños en los invernaderos en Cuyo es el trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*, denominado en inglés como *western flower thrips*).

En cultivos de flores ataca principalmente el clavel, compuestas y rosales, produciendo como daño directo el manchado de pétalos, e indirectamente daños más graves por transmisión del virus de la peste negra

(TSWV), que pueden llevar a la pérdida de los cultivos. Otras plagas importantes son: *Thrips tabaci*, mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), pulgones (*Aphis* spp.), arañuelas (*Tetranychidae*), polillas (*Scrobipalpuloides absoluta*, *Simmetrischema borsaniella*) y nemátodos (*Meloidogyne* spp., *Ditylenchus dipsaci*).

Las enfermedades de suelo constituyen uno de los principales problemas sanitarios para la mayoría de los cultivos, causadas por *Fusarium* spp. (fusariosis), *Rhizoctonia* spp., y *Phytophthora* spp. Las principales enfermedades fúngicas de la parte aérea varían con las especies cultivadas; en claveles la roya (*Uromyces dianthi*) y *Botrytis cinerea*; en rosales el oidio (*Oidium leucoconium* var. *rosae*) y también *Botrytis cinerea*; en tomate *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, *Botrytis cinerea*, *Fulvia fulva*; en pimiento *Scierotinia scierotiorum* (podredumbre blanda), *Phytophthora* sp. (podredumbre basal), *Geotrichum candidum* (podredumbre agria de los frutos), *Phytophthora* sp. (podredumbre blanda de los frutos). Los mayores problemas se presentan en el período otoño invernal, cuando los invernaderos deben permanecer cerrados y la humedad relativa se mantiene muy alta; cuando comienzan a ventilarse para disminuir la temperatura, los ataques ocasionados por hongos disminuyen notoriamente.

Las principales enfermedades bacterianas en tomate son causadas por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* y *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. En pimiento en cambio, por *Pseudomonas corrugata*, *Erwinia carotovora*, y *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Estos patógenos también encuentran un ambiente favorable durante el período en el que los invernaderos permanecen la mayor parte del tiempo cerrados.

El control de plagas y enfermedades del suelo se inicia normalmente con la preparación

del terreno mediante la aplicación de bromuro de metilo (otros fumigantes tienen escasa utilización). La solarización como método de desinfección del suelo no es utilizada. Durante el ciclo de cultivo el control sanitario se hace mediante el uso de productos químicos, no aplicándose programas de control integrado, ni de control biológico.

Las malezas perennes más frecuentes son *Wedelia glauca*, *Cyperus rotundus*, *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon* y *Pitraea cuneato-ovata*, las que requieren un control cuidadoso con herbicidas previo a la implantación del cultivo. Entre las malezas anuales, las gramíneas (*Bromus unioloides*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crusgalli*, *Eragrostis virescens* y *Setaria* spp.) y las dicotiledóneas (*Amaranthus* spp., *Chenopodium album*, *Fumaria officinalis*, *Kochia scoparia*, *Malva parviflora*, *Portulaca oleracea*, *Salsola kali*, *Sisymbrium irio* y *Sonchus oleraceus*) más comunes, no presentan mayores problemas para su control. El tratamiento inicial se hace principalmente con la desinfección del suelo con bromuro de metilo, y posteriormente durante el ciclo de cultivo en forma manual, mecánica, o mediante herbicidas.

Datos económicos

1. Costos

Los costos de las estructuras y cubiertas no difieren de manera importante entre las distintas zonas de la región; en cambio los costos operativos varían sensiblemente con la especie cultivada y la técnica de producción utilizada.

La construcción más difundida, y la más económica, es el tipo parral modificado. Sin embargo, tiene como desventajas la baja altura y las grandes dimensiones que normalmente se dan al ancho, las que dificultan la ventilación.

Por otra parte no permite normalmente un

buen cierre, por lo que la remoción del aire es alta impidiendo un control adecuado de la temperatura del invernadero. Las estructuras tipo chileno o capilla, si bien duplican el precio de las anteriores, tienen la ventaja de permitir un mejor control del clima, lo que redundará en producciones de mayor calidad y volumen.

No obstante, para poder controlar el ambiente en función de los requerimientos de los distintos cultivos y forzar las producciones a las épocas de mayores precios de venta, deberían utilizarse construcciones técnicamente más desarrolladas. Los costos de los tipos de estructuras usadas en Cuyo (incluyendo el precio de la cubierta de polietileno de baja densidad, larga duración, de 150 micrones), sin sistemas de riego ni de distribución de calefacción, se detallan en la Tabla 1.

En todo caso, antes de decidir el tipo de construcción, debería realizarse un análisis de rentabilidad con distintos modelos productivos, para determinar cuál estructura es la más adecuada desde el punto de vista técnico y la que económicamente justifique las inversiones. Otra cuestión que debe tenerse en cuenta al decidir sobre la infraestructura de producción es el grado de complejidad técnica que implica su manejo; a mayor complejidad se requieren mayores conocimientos y se corren mayores riesgos.

2. Rentabilidad

2.1. Estimaciones para invernaderos de tomate y pimiento

La mayoría de los agricultores no llevan registros de erogaciones e ingresos con la rigurosidad suficiente como para considerarlo un balance económico que refleje la realidad. De modo que para un cálculo de rentabilidad potencial, se han tenido en cuenta las estimaciones realizadas por el Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo (1992). La inversión global para infraestructura semejante a la usada en Chile (tomado como referencia por su cercanía y similitud de condiciones agroclimáticas) se considera en \$ 40.000, con una duración de la cobertura plástica de dos años.

Los costos operativos se calcularon sobre la base de mecanizar con un tractor pequeño la preparación del suelo y labores culturales hasta el establecimiento del cultivo, y luego realizadas manualmente con riego superficial y uso de calefactores con combustible líquido, clásicos en la región.

Los ingresos tanto en tomate como en pimiento se calcularon sobre la base de rendimientos potenciales y precios promedios de las series de los últimos cinco

Tabla 1. Costos de invernaderos con cubierta simple de polietileno (LD). Precio en dólares americanos por m² de superficie cubierta (agosto 1995)

Tipo de invernadero	Material de Estructura	Costo aproximado (U\$S·m ⁻²) (estructura + cobertura)
Parral modificado	Madera/alambre	1,2-2,0
Capilla	Madera	3,0
Chileno	Madera	4,5
Túnel alto (forzado) ^z	Caño metálico	5,0-10,0
Túnel alto (plantines) ^y	Caño metálico	15,0-20,0
Cubierta antigranizo	Madera/alambre	1,2-1,5

^z: túnel simple para forzado de flores u hortalizas

^y: túnel reforzado para producción de plantines, con estructura portante para sistema de riego

Fuente: elaboración propia

años registrados en el Mercado Central de Buenos Aires (los que no difieren significativamente de los obtenidos en los mercados locales).

Los márgenes brutos calculados resultan relativamente altos, con \$ 17.423 por ha para tomate y \$ 49.734 para pimiento. Las respectivas tasas internas de retorno (TIR) fueron del 22 % para tomate y 63 % para pimiento.

Sin embargo, la realidad ha mostrado que muchos de los invernaderos que se han puesto en funcionamiento para el cultivo de hortalizas en la zona norte de Mendoza, han sido tarde o temprano abandonados.

En algunos casos se han efectuado inversiones iniciales de infraestructura demasiado elevadas, sin justificación técnica, que representan costos de amortización demasiado altos. En otros, la falta de conocimiento de las técnicas de manejo han llevado a pérdidas de producción en sucesivos ciclos de cultivo, las que han hecho fracasar el emprendimiento.

Recién en estos últimos años hay empresas que están encarando estos cultivos con un criterio técnico-económico que puede considerarse promisorio, pero que aún no pueden ser evaluados en cuanto a su rentabilidad por el reciente inicio en la actividad.

2.2. El caso de los túneles bajos

Si bien este tipo de protecciones resulta una buena alternativa técnica para cultivos “semiforzados”, no lo es claramente desde el punto de vista económico. Para una mayor eficiencia, el uso de este tipo de protección debería complementarse con el uso de cobertura de suelo (acolchado o *mulch*), y de riego presurizado. Sin embargo, el valor potencial de la producción, aunque sea primicia para la región, no siempre justifica los mayores costos que demanda esta técnica.

Restricciones que limitan la expansión e intensificación de los cultivos protegidos

El clima de Cuyo no permite obtener producciones en contraestación de especies de clima templado bajo invernaderos fríos. Para lograr producciones de contraestación con suficiente calidad, es necesario poder controlar el clima del invernadero (y no meramente modificarlo), para adecuarlo a los requerimientos de los distintos cultivos. Este control del clima, más riguroso que el que normalmente se hace para evitar daños por heladas, requiere de estructuras más adecuadas (y más costosas) que las del tipo parral modificado, difundidas actualmente.

Tomando como base los valores de radiación solar y el rango de temperatura dados por FAO (1990) para determinar las posibilidades climáticas de una zona para el cultivo de especies de clima templado, se han confeccionado los climogramas correspondientes a los cuatro principales oasis de la región (Figura 1).

Se considera que el normal crecimiento de las especies de clima templado se produce con temperaturas del aire entre los 100 y 25 °C, las que se corresponden con valores medios mensuales entre los 12 °C y los 22 °C para climas continentales.

Para invernaderos fríos, sin calefacción ni remoción forzada del aire (prácticamente los únicos utilizados en Cuyo), puede considerarse que la temperatura mínima ambiente no se modifica dentro de las estructuras, mientras que las temperaturas máximas se incrementan en unos 10 °C (siempre y cuando la ventilación natural pueda evitar mayores incrementos durante el día). En estas condiciones de modificación del clima, la temperatura media mensual puede ser incrementada en unos 5 °C bajo la cobertura. Por debajo de los 12,5 °C de temperatura media mensual del aire se hace necesario calefaccionar, y por sobre los 22 °C es menester refrigerar con ventilación forzada.

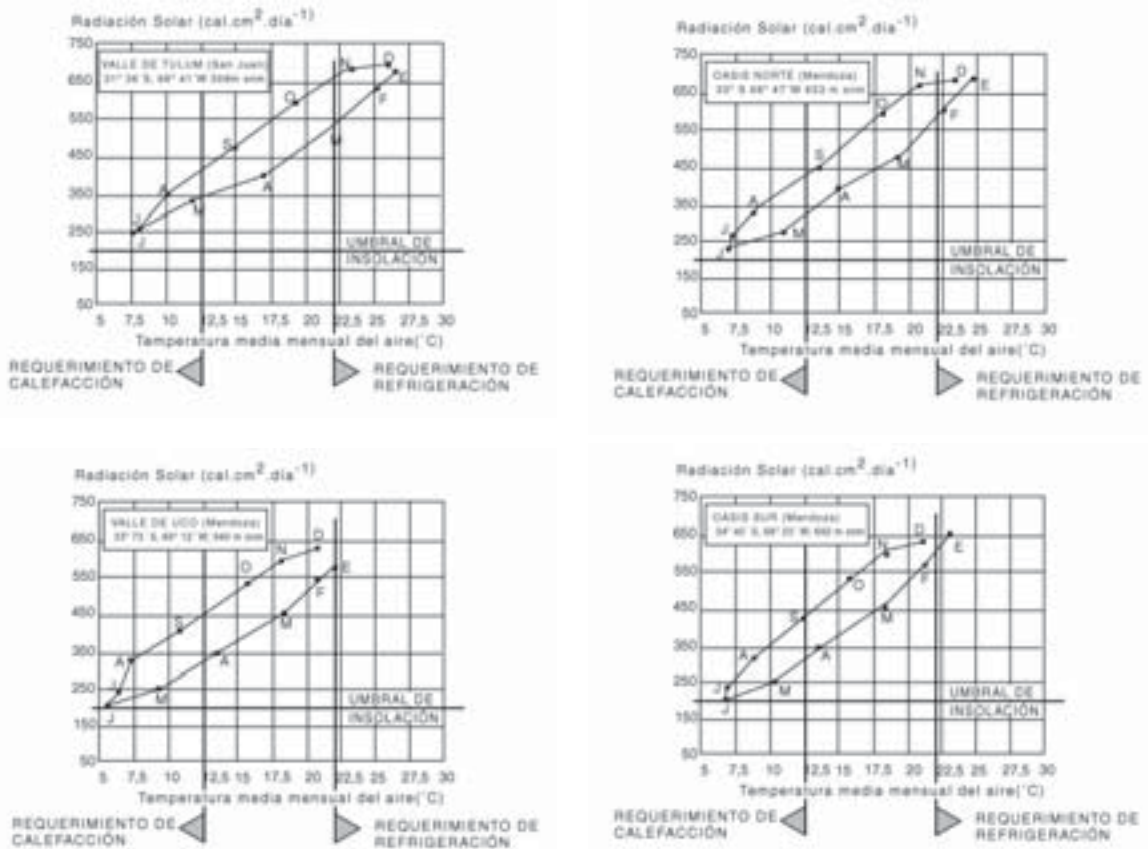


Figura 1. Climogramas de las principales zonas agrícolas de Cuyo, destacándose las épocas con restricciones térmicas para el cultivo de especies de clima templado en invernaderos fríos. Adaptado de FAO (1990), Plant production and protection, Paper 90.

La cantidad de horas de luz, expresadas en valores de radiación solar ($\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ ó $\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$), es otro de los factores climáticos que tienen importancia en la producción bajo cubierta. Se considera un mínimo de $200 \text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ como necesario durante los meses de invierno para que el crecimiento de las plantas no se vea afectado. Controlar el clima del invernadero en Cuyo, para adecuarlo a los requerimientos de los cultivos en contraestación, implica la necesidad de mayores inversiones (infraestructura) y costos operativos (insumos), que los realizados actualmente. Además, se necesita un mayor conocimiento técnico (*know how*) para aprovechar convenientemente las mayores inversiones. Los costos de los cultivos

bajo cubierta para producir en contraestación en Cuyo son mayores que los de las zonas tradicionalmente productoras de primicias (noroeste y noreste argentinos), climáticamente más aptas. A su vez, los ingresos potenciales de las producciones protegidas están limitados principalmente por los precios de los productos provenientes de otras regiones durante el período de contraestación. Actualmente, las mejoras en el transporte a larga distancia permiten conservar la calidad de los productos a un relativo bajo costo, por lo que las diferencias de precios y calidad de los principales productos hortícolas de contraestación entre los mercados mayoristas regionales y el Mercado Central de Buenos Aires son reducidas.

Consideraciones finales

La protección de los cultivos tiende actualmente a favorecer el incremento de rendimientos y calidad de la producción respecto a la que puede obtenerse a campo, pero siempre en zonas donde resulta posible el cultivo sin mayores modificaciones del clima. Las grandes inversiones y elevados costos operativos, necesarios para lograr producir en zonas o épocas no aptas para el cultivo al aire libre, resultan cada vez menos rentables. En todo caso, debe encontrarse un compromiso entre las erogaciones (inversiones y costos operativos) y los potenciales ingresos.

El mayor desarrollo local de los cultivos de flores bajo cubierta, en relación al de las hortalizas, se debe a la mayor rentabilidad que puede obtenerse con las primeras. Sin embargo, la rentabilidad de la producción de flores se ve limitada por la relativa baja calidad del producto y la escasa producción durante los meses de mayores precios, cuando ingresa a la región mercadería de importación.

Para incrementar el volumen y mejorar la calidad de la producción de flores en contraestación, y consecuentemente el nivel de ingresos, es necesario modificar la infraestructura y los métodos de producción usados actualmente (en general precarios) por tecnologías más apropiadas. Esto implica también modificar criterios de producción y ampliar los conocimientos técnicos por parte de los productores.

En cuanto a producciones hortícolas de contraestación propiamente dichas, en general resultan más costosas (por la necesidad de calefaccionar) que las traídas de las zonas de primicias con un relativo bajo costo de transporte.

No obstante, es factible forzar las producciones locales a épocas en las que los precios

En el mercado regional son relativamente

altos y las necesidades de aclimatación no tan grandes, como al inicio de otoño y principio de primavera.

En todo caso, es necesario adoptar métodos de cultivo apropiados y desarrollar o adaptar sistemas de producción adecuados a las condiciones climáticas locales. En muchos casos puede recurrirse a métodos simples y poco costosos de semiforzaduras, los que permiten obtener producciones tempranas con altos rendimientos, como son la cobertura plástica de suelo (*plastic mulch*) con implantación del cultivo por trasplante con raíz cubierta, o el uso de microtúneles con implantación por siembra directa. Indudablemente el aprovechamiento de la energía solar debe ser puesto a punto, tanto para desinfección del suelo (solarización), como fuente de calefacción del ambiente bajo cubierta.

Instituciones consultadas

- * Departamento General de Irrigación, Gobierno de Mendoza.
- * Dirección de Desarrollo Agrícola, Ministerio de Economía, Gobierno de Mendoza.
- * Fuerza Aérea Argentina, Servicio Meteorológico Nacional.
- * Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas, CRICYT.
- * Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, CRICYT.
- * Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, CRICYT.
- * Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas.
- * Centro Regional Cuyo, INTA.
- * Estación Experimental Agropecuaria San Juan, INTA.
- * Estación Experimental Agropecuaria Mendoza, INTA.
- * Estación Experimental Agropecuaria Junín, INTA.
- * Estación Experimental Agropecuaria La Consulta, INTA.
- * Estación Experimental Agropecuaria Rama Caída, INTA.

Bibliografía

1. CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Buenos Aires. ACME.
2. CASTRO, T. 1984. La salinidad de los suelos de Jáchal. San Juan, INTA Estación Experimental

- Agropecuaria San Juan. Mimeografiado.
3. CONVENIO INTA-CFI. 1982. Estudio de suelos del sur mendocino: Proyecto San Rafael. Mendoza, INTA Estación Experimental Mendoza.
 4. CORNEJO, R.N. 1993. Sistema de obtención y forma de cálculo de los registros agrometeorológicos y estadística agrometeorológica de Pocito, San Juan: Período 1968-1992. San Juan, INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan. Mimeografiado.
 5. DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN. 1984. El riego en la provincia de Mendoza. Mendoza.
 6. ESTEVES, A. & C. DE ROSA. 1989. A simple method for correcting the solar radiation readings of a Robitzsch-type pyranometer. *Solar Energy* 42 (1): 9-13.
 7. ESTEVES, A. 1987. Relevamiento y evaluación de los recursos climáticos en la provincia de Mendoza para su utilización en el diseño de construcciones bioclimáticas. Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar, 12, Tomo 2, Buenos Aires.
 8. FAO. 1990. Protected cultivation in the mediterranean climate. *Plant Production and Protection*, Paper 90, 330 p.
 9. FERNÁNDEZ, S.V. 1989. Estadísticas del observatorio agrometeorológico de la Escuela Agrotécnica Sarmiento: Periodo 1975-1988. San Juan, Escuela Agrotécnica Sarmiento. Mimeografiado, 45 p.
 10. FUERZA AÉREA ARGENTINA. El Viento Zonda. Boletín Informativo del Servicio Meteorológico Nacional 13, 10 p.
 11. FRULLA, L.A. Y D.A. GAGLIARDINI. 1988. Incident solar radiation on Argentina from the geostationary satellite GOES: comparison with ground measurements. *Solar Energy* 41 (I):61-69
 12. GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN. 1976. Estudio de suelos y drenaje del valle del Tulum: informe final. San Juan, Secretaría de Estado de Recursos Hídricos - INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan.
 13. GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN. 1990. Caracterización del sector agropecuario: provincia de San Juan. Proyecto PNUD Argentina 85/019: estudio para la implementación de la reforma impositiva agropecuaria. Buenos Aires, ONU, 141 p.
 14. GOBIERNO DE MENDOZA. 1992. Primer censo frutícola de Mendoza. Mendoza, Subsecretaría de Asuntos Agrarios, 184 p.
 15. GOBIERNO DE MENDOZA. 1995. Los socios menores del MERCOSUR. En: Ecofax (año 4, junio de 1995). Mendoza, Ministerio de Economía y Finanzas
 16. GOBIERNO DE MENDOZA. 1995, Exportaciones de Mendoza. En: Ecofax (año 4, agosto de 1995). Mendoza, Ministerio de Economía y Finanzas.
 17. INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA. 1991. Estadística vitivinícola argentina. Actualización del V Censo Víticola. Mendoza, INV, 158 p.
 18. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. 1991. Plan de tecnología agropecuaria Regional Cuyo: 1990-1995. Serie Documentos Institucionales, 11, 51 p.
 19. MINETTI, I.L. y R.N. CORNEJO. 1991, Régimen de finalización de heladas en el valle del Tulum, San Juan. San Juan, INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan. Mimeografiado, 12 p.
 20. MINETTI, I.L. y R.N. CORNEJO. 1992. Heladas: régimen de inicio y finalización en la localidad de Pocito, San Juan. San Juan, INTA-CONICET. Mimeografiado, 18 p.
 21. POBLETE, AG. y J.L. MINETTI. 1989. Los mesoclimas de San Juan: 1ra. y 2da. Parte. San Juan, Centro de Investigaciones de San Juan, Informe Técnico 11,49 p.
 22. RETA, A. 1978. Daños por granizo en San Juan. San Juan, INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan. Mimeografiado, 8 p
 23. RETA, A. 1979. Descripción del agro-clima de San Juan. San Juan, INTA Estación Experimental Agropecuaria San Juan. Mimeografiado, 24 p.
 24. ROIG, F.1960. Esquema fisionómico de Mendoza. En: Simposio Nacional de Zonas Áridas y Semiáridas, Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo.
 25. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. 1993. Programa de servicios agrícolas provinciales (PROSAP): provincia de Mendoza. Buenos Aires, Ministerio de Economía y Obras Públicas de la Nación, 74 p.
 26. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. 1994. Programa de servicios agrícolas provinciales. Anexo 11: Síntesis de los programas provinciales. Tomo 2., Buenos Aires, Ministerio de Economía y Obras Públicas de la Nación, p. 1-22.
 27. SCOPPA, C.O. & R.M.S. DE DI GIACOMO. 1985. Distribución y características de los suelos salinos y/o alcalinos en la Argentina. IDIA, mayo-agosto.
 28. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. 1991. Caracterización del sector agropecuario. Provincia de Mendoza. Mendoza, Facultad de Ciencias Agrarias, 325 p.
 29. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. 1992. Cultivo protegido de flores y hortalizas. Mendoza, Facultad de Ciencias Agrarias, 194 p.
 30. WALKER, E. 1979. Tablas de Horas Luz. México, CLAN INIA. Mimeografiado, 7 p.