

Autor: Eva Susana Tudela Alcaraz

Título: Optimización de un modelo de invernadero tipo Raspa y Amagado

Fecha: Septiembre 2011

Directores: Ángel Carreño Ortega y Guadalupe López Díaz

INDICE

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 2 |
| 1.- Introducción y objetivos..... | 3 |
| 1.1. Situación actual..... | 4 |
| 1.1.1. Tipos de invernaderos..... | 4 |
| 1.1.2. Materiales de construcción..... | 5 |
| 1.1.3. Altura de los invernaderos..... | 6 |
| 1.1.4. Orientación..... | 7 |
| 1.1.5. Materiales de cubierta..... | 8 |
| 1.1.6. Ventanas..... | 9 |
| 1.2. Problemática de la zona..... | 10 |
| 1.2.1. Ventilación..... | 13 |
| 1.2.2. Pantallas..... | 15 |
| 1.2.3. Mallas..... | 17 |
| 1.2.4. Orientación..... | 18 |
| 1.2.5. Calefacción solar..... | 18 |
| 1.3. Objetivos..... | 19 |
| 2.- Material y métodos..... | 20 |
| 3.- Resultados y discusión..... | 21 |
| 4.- Conclusiones..... | 27 |
| 5.- Referencias bibliográficas..... | 29 |
| 6.- Anexo I (Cuestionario y entrevistas)..... | 32 |
| 7.- Anexo II..... | 74 |

RESUMEN

De acuerdo con las investigaciones realizadas por los diversos autores mencionados anteriormente, y en vista de todas las opiniones vertidas en esta serie de encuestas, en este apartado se propone un modelo de invernadero que pretende resolver problemas agronómicos derivados del diseño de invernaderos, y que intenta ofrecer mejoras en cuanto a ventilación, captación de radiación luminosa y con un sistema de calefacción haciendo uso de la energía calorífica disponible. Este pretende ser un modelo de explotación de una cierta inversión inicial, pero que aprovecha la eficiencia energética de la estructura con la finalidad de dar cobertura al cultivo durante todos los meses del año.

ABSTRACT

According to investigations by various authors mentioned above, and considering all opinions expressed in this series of surveys, this section proposes a model greenhouse aims to solve agronomic problems relating to the design of greenhouses, and attempts provide improvements in ventilation, capturing light radiation and a heating system using heat energy available. This is intended to be an exploitation of a certain initial investment, but uses the energy efficiency of the structure with the aim of covering the crop during all months of the year.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El sistema productivo de la provincia de Almería se caracteriza por el empleo de estructuras de bajo coste, con reducido consumo de energía y mínima modificación del microclima generado bajo el invernadero. Un genuino representante de estas estructuras lo encontramos en el invernadero '*parral*' o '*tipo Almería*', el cual se desarrolló en la época de los años 60 a partir de unas estructuras del mismo nombre que servían de soporte al cultivo de uva de mesa de la zona (parras). Estas estructuras están conformadas a base de postes de madera y un tejido o malla de alambre (Bretones, 1992).

En un principio estas estructuras eran planas, como los parrales utilizados para la uva, utilizando plástico perforado para evitar los embolsamientos de agua tras episodios de lluvia. Estos invernaderos se denominan '*parral plano*'. Posteriormente, se le dio una pequeña inclinación a la cubierta con el objeto de evacuar el agua de lluvia y evitar así que se mojaran las plantas, apareciendo una variante de los invernaderos parrales: uno de *capilla simple* o '**a dos aguas**', en el que la cubierta adopta una pequeña inclinación y otro multicapilla conocido como '**raspa y amagado**', en el que la cubierta adopta mayor inclinación y se divide en gran número de vertientes. Basados en estos dos últimos, surgieron los invernaderos '**asimétricos**', caracterizados por tener diferente inclinación en las dos vertientes de cada capilla. Además de estos tipos derivados de los parrales tradicionales, se encuentran los invernaderos '*multitúnel*' o '**tipo industrial**' o de '*arco*' caracterizados por la forma curva de la cubierta y por su estructura totalmente metálica, formada por piezas previamente dimensionadas. (Céspedes, Pérez-Parra at col.,2009)

En el estudio realizado, por Pérez-Parra y colaboradores, se ha adoptado la siguiente clasificación:

* *Parral plano*.- Invernadero cuya cubierta es horizontal (plana), lo que obliga a perforar el plástico para evitar el colapso de la estructura cuando llueve.

* *Parral monocabilla*.- Invernadero formado por una capilla a dos aguas, simétrica respecto del eje de la cumbrera.

* *Parral multicapilla simétrico (Raspa y Amagado simétrico)*.- Invernadero constituido por varias capillas a dos aguas adosadas. Las capillas son simétricas respecto del eje de la cumbrera.

* *Parral multicapilla asimétrico.- (Raspa y Amagado asimétrico).*-

Invernadero constituido por varias capillas a dos aguas adosadas, y cuya cubierta presenta asimetría respecto del eje de la cumbre.

* *Multitúnel o de arco.*- Invernadero caracterizado por la forma curva de su cubierta y por su estructura totalmente metálica.

1.1.- Situación actual

1.1.1.- Tipos de invernadero

El término *parral* se aplica en general a las estructuras en las que la sujeción del plástico se realiza deslizándolo por medio de un doble tejido de alambre; como alternativa a este sistema tenemos la de tensar el plástico fijándolo a perfiles tipo omega mediante diversos sistemas de taqueo. Este último sistema es el que se utiliza en los invernaderos industriales de arco o multitúnel. La evolución de los principales modelos constructivos se recoge en la tabla 1.1. El modelo constructivo predominante es el parral en sus diferentes variantes, con porcentajes por encima del 98% sobre el número de invernaderos y la superficie invernada. Las estructuras de invernadero predominantes son el parral multicapilla simétrico con casi un 52 % y el parral plano con el 42 %. En cuanto a la superficie invernada, el 60 % está ocupada por invernaderos tipo parral multicapilla simétrico frente al 33 % ocupada por invernaderos tipo parral plano.

Tabla 1.1.- Distribución porcentual del número de invernaderos según el tipo de estructura.

| Estructura | Campaña 1999/2000 | Campaña 2005/2006 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| | % | % |
| Parral plano | 44,2 | 42,2 |
| Parral monocapilla | 3,4 | 0,3 |
| Parral multicapilla simétrico | 47,1 | 51,9 |
| Parral multicapilla asimétrico | 5,0 | 4,5 |
| Multitúnel | 0,3 | 1,1 |

Fuente: (Céspedes y col.,,2009)

Con respecto al estudio realizado en la campaña 1999/2000, se observa que el invernadero tipo parral multicapilla simétrico (raspa y amagado) es la estructura predominante y junto al multitúnel son las dos únicas que han manifestado una

variación positiva tanto en el número de invernaderos, como en la superficie invernada. El resto de estructuras presentan retrocesos, por otra parte esperables para las estructuras parral plano y parral monocapilla. (Céspedes y col.,2009)

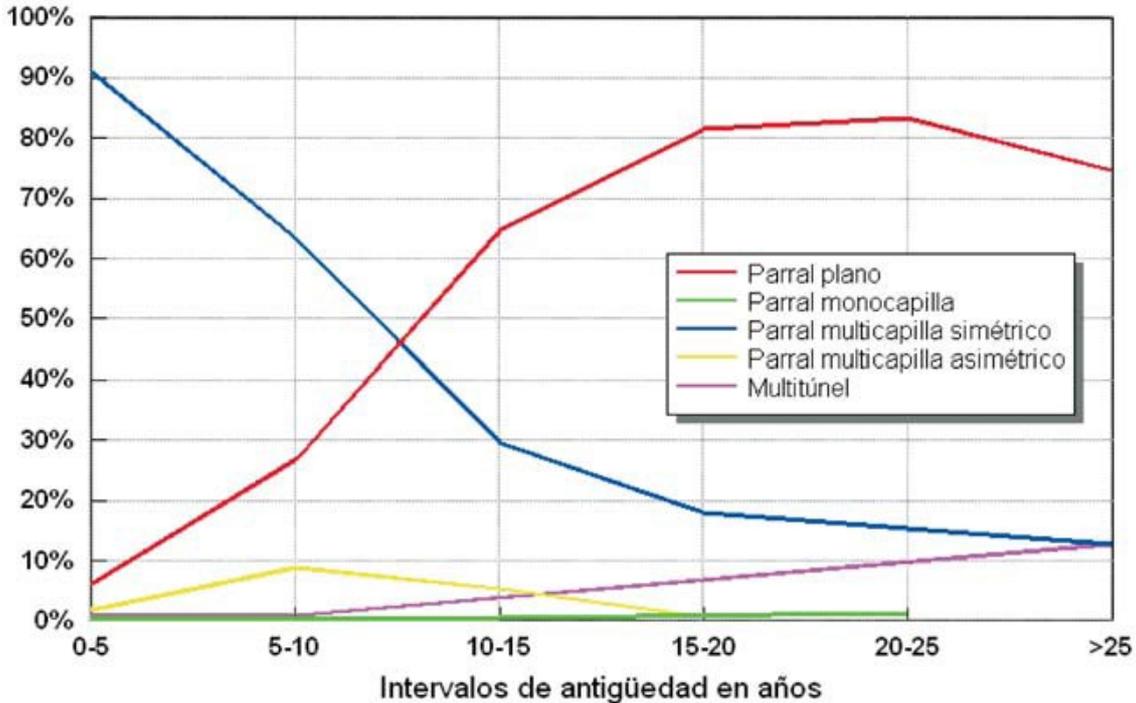


Gráfico 1.1.- Tendencia constructiva de los diferentes tipos de estructura

Fuente: (Céspedes y col.,2009)

En el gráfico 1.1 se observa cómo los invernaderos parral multicapilla simétrica (raspa y amagado) son un tipo de estructura que se consolida claramente frente al modelo de invernadero parral plano, que pierde importancia.

1.1.2.-Materiales de construcción

Los invernaderos de Almería en su mayoría son estructuras artesanales con un componente empírico importante. Si a esos dos aspectos le sumamos una falta de normalización, tenemos la justificación de la variabilidad y diversidad de los materiales utilizados en la construcción.

La combinación más utilizada en los últimos cinco años ha sido perfiles IPN galvanizados en el perímetro de la estructura, con apoyos interiores de tubo galvanizado, superando ampliamente la combinación tubo galvanizado más tubo galvanizado. Esta última combinación, más barata, fue la que predominaba en el quinquenio anterior (campaña 1999/ 2000), en el que se dio un intenso crecimiento de la actividad constructiva.

En los últimos años la actividad constructiva ha sido menor pero por el contrario las nuevas construcciones han ganado en resistencia y calidad. Se constata el declive de la combinación madera más madera, sistema dominante durante los inicios y gran parte de la historia de los invernaderos. Este declive de la madera se inicia a principios de los años 90, coincidiendo con el inicio de la era del metal.

(Céspedes y col.,2009)

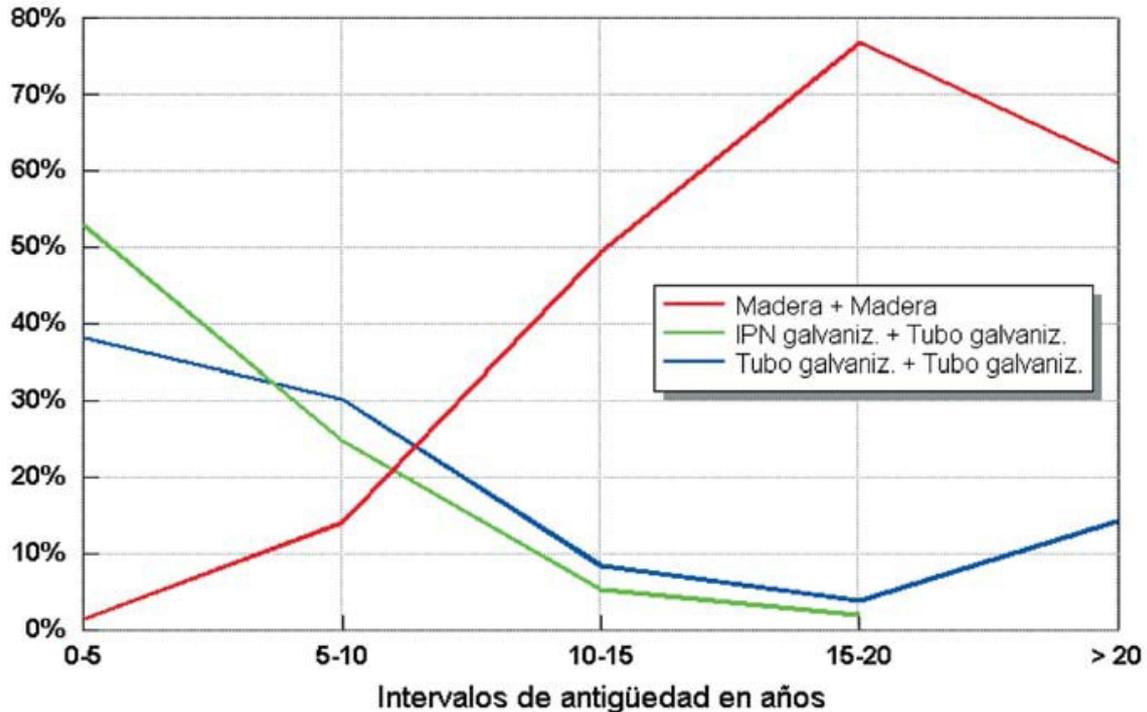


Gráfico 1.2.- Tendencias en los materiales constructivos empleados.

Fuente: (Céspedes y col.,2009)

1.1.3.-Altura de los invernaderos

La altura media de los invernaderos en la campaña 2005/2006 está en 3,5 m en la raspa mientras que en la campaña 1999/2000 la altura media estaba en 3,2 m. Este aspecto constructivo ha sufrido una evolución que se puede considerar positiva, con un incremento gradual en el tiempo. El incremento de la altura de los invernaderos viene motivado por mejoras de tipo microclimático y por las técnicas de manejo de cultivo. En el primer caso, al incrementar el volumen de la estructura se mejora la inercia de la misma con repercusiones positivas en todas las variables climáticas, por otra parte se atiende la necesidad de mejorar los entutorados de los cultivos con mayores alturas. Hemos pasado de tener invernaderos tipo parral plano con alturas

medias de 2 m a invernaderos tipo parral multicapilla y multitúnel con alturas medias por encima de los 4 m. (Céspedes y col.,2009)

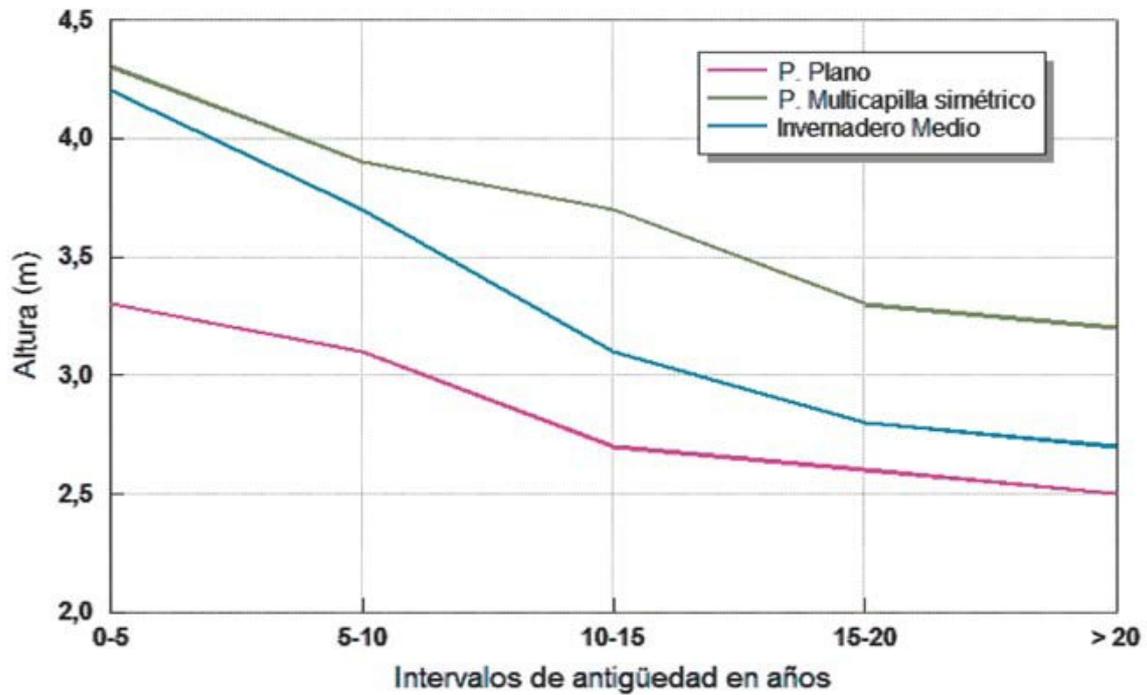


Gráfico 1.3.- Evolución de la altura de invernaderos.

Fuente: (Céspedes y col.,2009)

1.1.4.-Orientación de los invernaderos

En los invernaderos predomina la orientación N-S del eje de la cubrera. Los invernaderos con orientación diferente a las dadas se han incluido en el grupo más próximo.

Tabla 1.2.- Distribución de la orientación media del eje de la cubrera de los invernaderos.

| Estructura | Nº Invernaderos (%) | Superficie de invernadero (%) |
|-----------------|---------------------|-------------------------------|
| Orientación N-S | 79,4 | 82,8 |
| Orientación E-O | 20,6 | 17,2 |

Fuente: (Céspedes y col.,2009)

El predominio de la orientación N-S se debe a que en latitudes por encima de los 30° N se favorece la homogeneidad espacial en el crecimiento y producción del cultivo, ya que se consigue una mayor uniformidad en la distribución de la radiación entre diversos puntos del invernadero.

Por el contrario con orientaciones de la cubierta o raspa E-O se podría maximizar la captación de radiación en invierno (con el riesgo de generar sombras fijas), especialmente con pendientes de cubierta elevadas. Por este motivo en los invernaderos tipo parral multicapilla asimétrico predomina la orientación E-O. Los casos con orientación N-S del invernadero en los tipos asimétricos pueden obedecer a una errónea interpretación del objetivo de la asimetría o a las limitaciones que pueda imponer la geometría de la finca. En los multitúnel, el 65,7 % de la superficie tiene orientación N-S, representando esta superficie al 42,9 % del número de invernaderos. Esto implica que los invernaderos multitúnel de mayor tamaño tienen orientación N-S mientras que en los de menor superficie predomina la orientación E-O. (Céspedes y col.,2009)

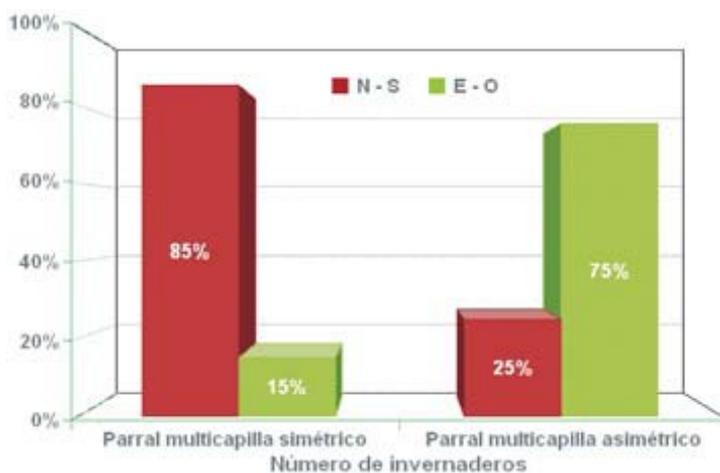


Gráfico 1.4.- Distribución de la orientación del invernadero sobre el número de invernaderos. Fuente: (Céspedes y col.,2009)

1.1.5.-Materiales de cubierta

El material de cubierta mayoritariamente utilizado es el polietileno de baja densidad (LDPE), aunque con la introducción de los materiales tricapa se ha incrementado la utilización del copolímero EVA por su efecto térmico y transmisividad de luz, básicamente en forma de láminas.

El plástico de larga duración de 720 galgas ampliamente utilizado en la campaña 1999/2000 ha experimentado un retroceso importante a favor de los plásticos coextruidos (tricapas), de mayor calidad y un abanico más amplio de propiedades (termicidad, menor degradación frente al UV y a los plaguicidas, etc.). (Céspedes y col.,2009)

| Tipo de plástico | Color del plástico | Nº Invernaderos (%) | Superficie (%) |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------|
| PE 720 | Amarillo | 7,9 | 6,1 |
| | Incoloro | 3,3 | 2,9 |
| PE Tricapa 800 galgas | Amarillo | 8,7 | 7,7 |
| | Incoloro | 80,1 | 83,3 |

Tabla 1.3.-Porcentaje en superficie para los distintos colores y materiales de cubierta. Fuente: (Céspedes y col.,2009)

En estos últimos cinco años la tendencia ha sido hacia la generalización del empleo de los materiales tricapa incoloros, reemplazando ampliamente al PE 720 galgas amarillo.

1.1.6.-Ventanas. Sistema de ventilación pasivo

La práctica totalidad de los invernaderos de la provincia de Almería disponen de ventanas, siendo las ventanas abatibles de accionamiento manual las más utilizadas en la ventilación cenital, y las bandas plegables de accionamiento manual en las ventanas laterales. (Céspedes y col.,2009)

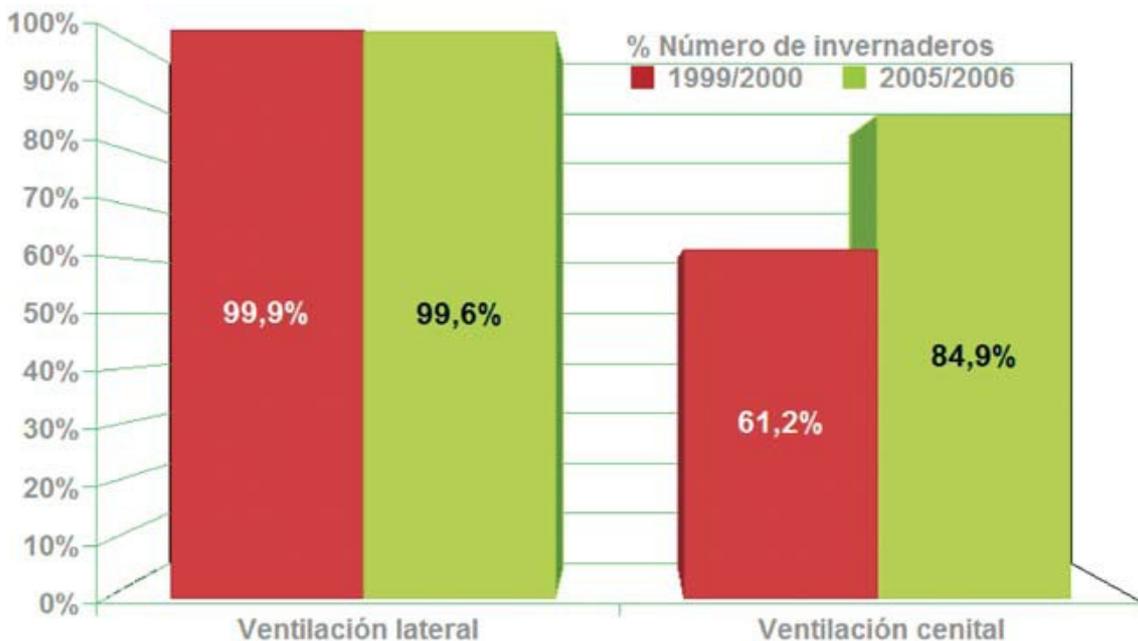


Gráfico 1.5.- Evolución de la incorporación de ventanas a los invernaderos.

Fuente: (Céspedes y col.,2009)

En la campaña 2005/2006 se aprecia una mejora importante en la incorporación de ventanas cenitales. Desde el año 2000 se ha detectado una preocupación por la mejora de la capacidad de ventilación de los invernaderos, e incluso hubo cierto interés por la ventilación mecánica. La ventilación lateral está muy generalizada y en niveles similares en ambas campañas, como se aprecia en el gráfico

1.2.- Problemática de la zona:

El sistema hortícola almeriense constituye uno de los sistemas tecnológicamente más complejo de cuantos integran el sector agrario español, con una intensa y continua demanda e incorporación de conocimientos e innovaciones que contribuyen decisivamente a su competitividad.

El cultivo en invernadero en la zona mediterránea y, por extensión, en otras zonas de invernadero de inviernos suaves, se caracteriza por el empleo de estructuras de bajo coste, generalmente con cubierta plástica flexible.

El clima está lejos de ser óptimo dentro del invernadero debido a la ventilación muy limitada y la falta de calefacción. Los valores de CO₂ registrados, a diferentes alturas, muestran una reducción con respecto a niveles normales de CO₂, que supera el 20%. Estos valores reducen la fotosíntesis y, en consecuencia, el rendimiento del cultivo. (Lorenzo, P., 1990)

Las estructuras de invernaderos tienen una gran importancia dentro del sistema productivo en la agricultura intensiva. Por ello un diseño eficiente energéticamente es de sumo interés para alcanzar una agricultura de calidad y competitiva.

- **Insuficiente área de ventilación:** de acuerdo con los últimos datos obtenidos mediante encuestas (Céspedes y col.,2009), el porcentaje medio de superficie de ventanas (laterales y cenitales) respecto a la superficie de cubierta por el invernadero está en torno al 13%. Estos valores se sitúan lejos de los recomendados por la bibliografía, próximos a un 25 % de porcentaje de área de ventanas respecto a la superficie de cubierta, para conseguir unos niveles adecuados de renovación de aire y de confort térmico para los trabajadores (Okushima,2001).

- **Diseños de ventana ineficientes:** aunque los últimos datos de encuesta (Céspedes y col., 2009) indican que el tipo de ventana más empleado es la ventana abatible, aún sigue existiendo un alto porcentaje de invernaderos que cuentan con ventanas cenitales tipo banda deslizante o de tipo enrollable, o incluso sin ventilación cenital. Los estudios realizados por Pérez-Parra y col. (2004) indican que las ventanas abatibles pueden proporcionar, a igualdad de tamaño que las enrollables, tasas de ventilación de hasta 4 veces superiores si el viento es de barlovento. Ocurre sin embargo, que el invernadero tipo multicapilla simétrico, las ventanas abatibles suelen construirse con un área hasta 3 veces inferior al de las ventanas enrollables. Esto se debe al temor por parte del agricultor a que vientos de velocidad alta puedan dañar las ventanas e incluso la estructura, ya que su apertura y cierre suele ser manual. Por tanto la automatización de este tipo de ventanas, haría compatible construir ventanas abatibles de mayor tamaño (Baeza, 2007).

- **Uso cada vez más generalizado de mallas anti-insecto de baja porosidad** en las ventanas del invernadero. Dichas mallas presentan una gran resistencia al paso del aire (Liu y col., 2005; Álvarez, 2009). El agricultor debe de aplicar medidas compensatorias, de las cuales la más lógica y directa sería incrementar el número de ventanas, para compensar la pérdida de área de ventilación (Baeza, 2007).

- **Falta de hermeticidad en el invernadero:** por la forma de construirse que lo hace poco hermético y supone una desventaja por un lado porque favorece la entrada de plagas al invernadero y, por otra parte, si queremos hacer cualquier tipo de actuación en la climatología del invernadero es mucho menos eficiente, a la hora de instalar un sistema de calefacción se pierde mucha energía por infiltración y realmente no es tan eficiente como otro tipo de estructuras (Baeza, 2007).

- **Escasa pendiente de la cubierta:** normalmente el ángulo que presenta respecto a la horizontal está entre 11°-15°. Desde el punto de vista de la transmisión de la luz, la orientación Este-Oeste es la que permite una mayor transmisión de la luz (pero con menor uniformidad) en la época otoño-invierno (un 10% más de radiación global para invernaderos con

pendientes de alrededor de 30°) que la orientación Norte-Sur para nuestra latitud (Castilla, 2001). Independientemente de la orientación del invernadero, algunos autores han sugerido el interés de incrementar la pendiente de las capillas en el invernadero tipo parral para mejorar la transmisión de la luz dentro del invernadero, especialmente en la época invernal (Castilla y col.,2000). Con pendientes entre 25° y 30° estaríamos en el rango propuesto por Castilla como un compromiso entre la mejora en la transmisión de la luz y facilidad constructiva para el invernadero “parral” multicapilla. Además de producirse un aumento de la tasa de ventilación al incrementar la pendiente, también se evita que el flujo entrante por una ventana, se adhiera al techo y no contribuya al movimiento de aire en la zona inferior del invernadero, lo que permitiría poder emplear un diseño de ventanas alternas, si queremos abaratar costes y no disponer ventanas abatibles dobles en cada capilla, que sería lo ideal (Baeza y col., 2009). En cualquier caso, y a modo de resumen, parece evidente que un incremento en la pendiente de las capillas, haciendo que ésta supere cuando menos los 20°, tiene una repercusión muy positiva sobre la ventilación natural en condiciones de viento: mejora la tasa de ventilación, mejora la circulación de aire en la zona del cultivo y mejora las condiciones térmicas interiores (Baeza y col., 2009).

- **Necesidad de sombreado:** El sombreado es un método sostenible para acondicionar el clima del invernadero mediterráneo y en mayor medida cuando el sistema de ventilación pasiva resulta insuficiente para alcanzar las temperaturas que requiere la obtención de frutos de calidad. El sombreado fijo puede reducir excesivamente la radiación incidente sobre el cultivo. Por ello una buena alternativa es el sombreado selectivo mediante la activación de mallas móviles situadas en el interior o en el exterior del invernadero. Y si a esto se le añade un sistema de ventilación pasivo adecuado, esa actuación conjunta puede permitir reducir considerablemente el período de actuación del sombreado y aproximar los resultados a la productividad potencial del sistema, manteniendo la calidad del fruto (Lorenzo y col., 2009).
- **Valores bajos de la concentración de CO₂ en el aire del interior del invernadero:** debido a que la absorción del CO₂ por las plantas en el proceso de la fotosíntesis no es compensada por la entrada de aire del

exterior, particularmente cuando la ventilación del invernadero es ineficiente. En un invernadero donde no se renueva el aire, el nivel de CO₂ baja rápidamente, por lo que las plantas dejan de crecer. Este “agotamiento” de CO₂ es limitante para la productividad potencial de los cultivos hortícolas (Sánchez-Guerrero, M.C y col., 2009).

- **Descenso de las temperaturas nocturnas:** Las temperaturas nocturnas de los meses más fríos están por debajo de las necesidades de los cultivos; las medias de las mínimas de diciembre y enero en el poniente almeriense son cercanas a los 10°C. A veces se da el fenómeno de la inversión térmica, particularmente en noches despejadas y no excesivamente húmedas (el aire seco tiene menor calor específico que el húmedo, y se calienta y se enfría con mayor facilidad). Conviene aumentar la temperatura nocturna, pero la solución obvia (calefacción) choca con el concepto actual del invernadero mediterráneo, que consiste en un modelo productivo de tecnología sencilla y bajos costes productivos (Montero, J.I., 2009).

1.2.1.- Ventilación

Una ventilación natural eficaz en el invernadero debe combinar un número suficiente de cambios de aire, con el fin de evacuar el exceso de calor sensible, con una buena circulación de aire. Esto se puede lograr, por lo general, con una buena combinación de ventanas cenitales y aberturas laterales no muy distantes. Sin embargo, muchos invernaderos no tienen respiraderos laterales, y el intercambio de aire se lleva a cabo sólo a través de los respiraderos del techo.

El diseño del invernadero pueden mejorar la circulación del aire incrementando el tamaño de los orificios de ventilación o la pendiente de los tramos.

Se ha demostrado la clara influencia de la dirección del viento sobre la tasa de ventilación en invernadero. La ventilación a barlovento, en todos los casos, es superior a la sotavento (entre un 39-51%). La conclusión obvia que se extrae de este dato es la necesidad de orientar las ventanas en la dirección de los vientos dominantes de la zona. (Muñoz, P., 1998).

El sistema de ventanas intercambiables se ha mostrado mucho más eficiente que el de ventanas rectangulares continuas. La ventana intercambiable compensa el descenso

de ventilación originado por la incorporación de mallas con el aumento de la superficie de ventana de forma que, finalmente, el flujo de aire y en consecuencia la tasa de ventilación es mayor. (Muñoz, P., 1998).

Montero y col., (2008) han utilizado dos simulaciones CFD para estudiar el efecto de un deflector de dispositivos de altura situada debajo de la cresta de cada uno de los tramos de cinco arcos en invernadero tipo parral. El flujo de aire en el área cubierta es mayor, especialmente en los tramos en primer lugar, lo que reduce las diferencias de temperatura con el exterior.

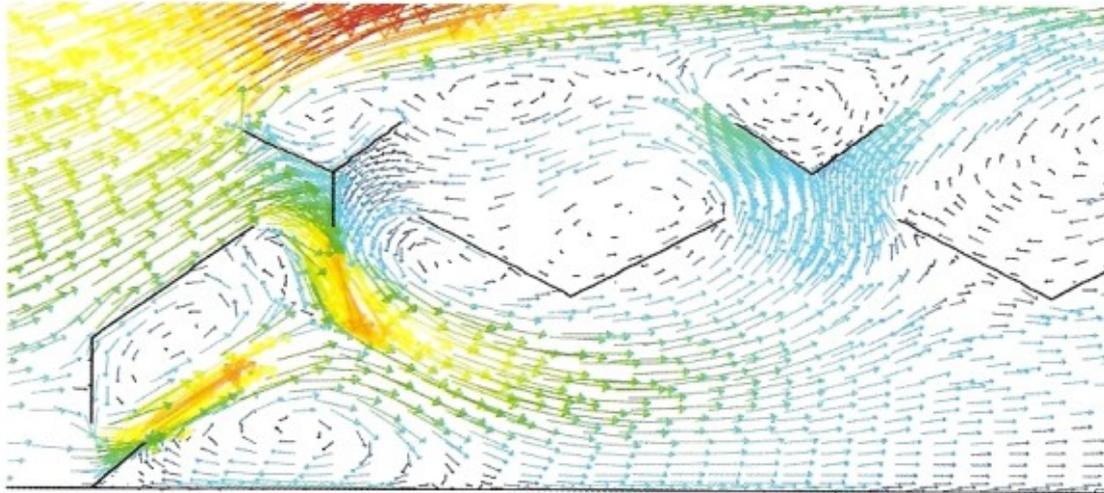
En estudios realizados con la técnica del gas trazador se vio que ventanas abatibles obtienen valores más elevados de tasa de ventilación con viento de barlovento, que con viento de sotavento. Sin embargo, a barlovento se obtiene un flujo de aire más heterogéneo en el invernadero, mientras que a sotavento el flujo es más homogéneo. Y que una forma de incrementar el área de ventanas en el invernadero consiste en colocar ventanas de tipo abatible en ambas vertientes de cada capilla, es decir, ventanas tipo “mariposa”, que proporcionan un mayor número de alternativas al agricultor para gestionar la apertura y cierre de las mismas. Otra configuración habitualmente empleada por los agricultores es ir colocando una ventana cenital por cada capilla, orientándolas de forma alterna, siempre colocando a barlovento las dos ventanas de las capillas extremas, pues es esta ventana la que mayor contribución tiene al flujo entrante de aire en el invernadero (Pérez-Parra et al., 2004; Baeza, 2007).

La siguiente figura muestra un prototipo de invernadero mejorado propuesto por Baeza en 2007. Las capillas tienen una pendiente de 30° y en ellas se disponen ventanas dobles tipo “mariposa”. Se ha incrementado el ancho del alerón y el hueco de cada ventana. Lo que supone un incremento en el área total de ventanas cenitales.

Mediante técnicas de simulación CFD se muestra como el deflector colocado bajo la ventana cenital de la primera capilla redirige el flujo de aire hacia la parte inferior del invernadero, evitando que el flujo entrante salga directamente por la segunda ventana sin contribuir a la refrigeración de la zona ocupada por el cultivo.

También se ha incorporado un deflector de malla de baja porosidad de un metro de anchura colocado junto a las ventanas laterales desde el suelo, en el interior del invernadero, para evitar el impacto directo del flujo de aire entrante sobre el cultivo.

La construcción de ventanas de mayor tamaño, la mayor pendiente del invernadero, y la presencia de deflectores provocan una fuerte entrada de aire en la primera capilla, que no se adhiere a la cubierta, sino que se redirige a la zona del cultivo.



Prototipo de invernadero mejorado (Baeza,2007)

1.2.2.- Pantallas

Las técnicas de acondicionamiento climático en invernaderos suelen estar asociadas, en invierno a alguna estrategia de ahorro de la energía necesaria para la calefacción, de manera que minimice el impacto que supone el consumo de combustible sobre la rentabilidad del cultivo, al tiempo que mantiene a éste en condiciones óptimas de producción.

En verano, que no hace falta calefacción, sino todo lo contrario, se pretende encontrar el método de control de temperatura en el interior del invernadero, sin necesidad de hacer funcionar refrigeradores o nebulizadores.

De hecho una de las alternativas que se viene contemplando para aumentar las temperaturas mínimas de modo pasivo, sin gasto energético, es la de la utilización de pantallas térmicas y las dobles cubiertas. (Raposo Llobet, C, 2004).

Las pantallas térmicas más eficientes son las aluminizadas, pero aún son poco frecuentes dado su elevado precio y lo complicado de su instalación dentro de un invernadero artesanal. Para evitar reducciones indeseables de radiación durante el día, deben ser móviles para permitir su retirada y plegado cuando convenga. Además

pueden dificultar la ventilación y aumentar la higrometría nocturna; la ganancia térmica que suministran en invernaderos sin calefactor oscila entre los 2 y los 4°C y, en general, la mejora térmica no compensa la pérdida de luz cuando son fijas (Raposo Llobet, C, 2004).

Lo ideal es la colocación de pantallas móviles de ahorro de energía y sombreado. Consisten en cintas de aluminio y cintas transparentes sintéticas. En un estadio de pantallas extendidas no dejan entrar calor de radiación o convección. De esta manera se ahorra mucha energía. Al mismo tiempo, las pantallas reflejan una parte de la radiación solar por lo que el cultivo está protegido de una radiación intensa y una temperatura elevada. El resultado es un crecimiento uniforme y un mejor clima de trabajo (Raposo Llobet, C, 2004).

Estas pantallas tienen una estructura muy flexible y se pueden manejar muy fácilmente, por lo que al recogerlas la entrada de luz es máxima. Su estructura entretejida de las cintas finas, en combinación con hilos especiales de poliéster permite la entrada de suficiente vapor de agua.

Permiten un ahorro energético, en función de la estanqueidad del invernadero, que puede llegar, según fabricantes, a un ahorro energético de un 30-50%.

Las pantallas térmicas reducen significativamente las pérdidas de calor en los invernaderos y disminuyen el volumen de aire a calentar, por lo que constituyen un interesante sistema de ahorro energético.

Se deben utilizar materiales de cubierta térmicos, es decir, lo más impermeable posible a las radiaciones infrarrojas de onda larga. Sin embargo estas técnicas de conservación de energía, como construcción de invernaderos de doble pared inflados o uso de pantallas térmicas, además de disminuir las pérdidas de calor y aumentar la temperatura del invernadero, producen otros cambios en su microclima, como por ejemplo la disminución de la tasa de ventilación, con efectos generalmente negativos. Por ello su instalación debe tener en cuenta estos inconvenientes y prever la forma de solventarlos (Valera et al, 2008) .

Se ha comprobado que una lámina de poliéster aluminizado de 24 micras de espesor dentro de un invernadero de 100 m² a una altura de 2,5 m del suelo con la cara reflectante hacia arriba, redujo la radiación solar total (kW/m²) un 43%,

reduciendo así también la temperatura del aire unos 3-4 ° C en comparación con otro invernadero sin esa lámina. También esta lámina produjo un aumento del 10% aproximadamente en la humedad relativa. La intensidad de la luz en el interior del invernadero también disminuyó. Sin embargo, durante los meses de verano, la intensidad de luz en el interior de los invernaderos los límites necesarios de la mayoría de las plantas e incluso si una parte de ella se refleja, el proceso de fotosíntesis de las plantas no se ve afectado. (Seth, V.P. and col.. 2004).

1.2.3.- Mallas

Con el uso de la malla antiinsectos en las aberturas de ventilación se produce una reducción del 33% en la tasa de ventilación del invernadero. La ventilación más efectiva es la combinación de ventanas cenitales y laterales (Katsoulas et al.,2006).

Una malla con una densidad de 13,7×26,9 hilos cm⁻¹ y dimensión de poro L_{px} de 187,3 µm, presenta una eficacia del 100% en la exclusión de *Bemisia tabaci*. (Álvarez, A.J., 2009)

La sección transversal del cuerpo de *F. occidentalis* es elíptica y consigue atravesar los poros de menor tamaño orientando el eje mayor según la dirección de los hilos de urdimbre, es decir, aprovecha el largo del poro para pasar a través de la malla. Realmente, en la práctica (se han realizado ensayos de carácter cualitativo) ninguna de las mallas ensayadas consigue frenar por completo el paso de *F. occidentalis* (el menor tamaño de poro probado tiene una dimensión L_{px} de aproximadamente 120 µm). (Álvarez, A.J., 2009).

Con lo que habría que fijar cuál es el insecto de menor tamaño que se quiere evitar que entre en el invernadero (o el más hábil). En función de sus medidas habría que calcular el tamaño de los poros. Si el resultado es una malla muy espesa que podría comprometer la ventilación, se tendría que sopesar o alcanzar una solución de compromiso entre ventilación y protección vegetal. Si estamos ante un invernadero que vamos a construir se tendría que tener en cuenta los cálculos para considerar una superficie mínima de ventanas.

1.2.4.- Orientación

La orientación Este-Oeste es la más adecuada para los invernaderos de casi todas las latitudes, excepto cerca del ecuador, ya que es en esta orientación donde se recibe mayor radiación total en invierno y menos en verano. (Sethi, V.P.,2009).

Con la orientación este-oeste se consigue una mayor integral total de radiación pero es menos uniforme porque se generan sombras fijas. Norte-sur se sabe que va a tener menos luz pero mas homogeneidad (Baeza, 2007)

También hay que tener en cuenta que las líneas de cultivo son de norte a sur y cuando el cultivo está muy desarrollado hace de barrera y el aire que entra no va a circular igual de bien, a consecuencia del tamaño del cultivo. Poniendo la orientación norte-sur si entraría bien el aire entre las líneas de cultivo cuando éste está desarrollado.

Este-oeste es más integral pero con más sombras y Norte-Sur, menos integral de radiación pero más homogeneidad.

La solución más óptima podría ser este-oeste si el invernadero no va a tener muchos elementos que generen sombras, es decir, si no tiene ventanas dobles, que por la parte de la ventilación es lo mejor, pero sombrean más y también si no hay pantallas.

Un criterio a tener en cuenta, sobre todo esta zona que produce de cara al invierno, es la luz que implica un incremento en la producción, entonces, en principio, lo normal es que se hicieran este-oeste, aunque es verdad, que se hacen más norte-sur (Baeza,2007).

1.2.5.- Calefacción solar

Se busca una estructura eficiente energéticamente. Aplicando energías renovables que cubran las necesidades energéticas del invernadero.

El sistema de calefacción se va a basar en paneles solares con colectores de polietileno de alta densidad y elevado peso molecular con protección ultravioleta fundidos en una sola pieza de color negro.

Estos paneles colectan y transfieren la energía de los rayos solares al agua que circula dentro del colector, el cual está hecho a base de polietileno de alta densidad con compuestos y aditivos especiales que resisten los rayos solares. Sus paredes son gruesas, haciéndolo muy resistente y alargando su vida útil.

El colector está diseñado para distribuir el agua uniformemente por todo el panel y optimizar el aprovechamiento de toda su superficie; la cual provee un contacto máximo entre los rayos solares y el agua que circula dentro del colector.

Estos sistemas de paneles solares funcionan con circuito directo sin necesidad de intercambiar calor. El agua del depósito es bombeada a través de los paneles que son calentados por el sol, y de inmediato, suben la temperatura del agua que circula dentro de ellos retornando al circuito del depósito con un diferencial de temperatura.



| | |
|------------------------------------|---|
| Caudal (flujo): | 150 a 250 lts. m²/h |
| Pérdida de Presión: | Aprox. 0,003 bares a 200 l/h/m² |
| Peso Vacío: | 6 Kg/m² + - 5% |
| Peso en Operación: | 13 Kg/m² + - 5% |
| Presión de Servicio: | Hasta 1.2 bares a 40°C |
| Grado de Eficacia: | Aprox. 80% (hasta 0,8 Kwh/m²) |
| Eficiencia Promedio: | 0,595 Kwh/m² |
| Resistencia a Temperaturas: | - 40°C a + 115°C |

Fuente: <http://www.sunenergy.com.mx/>

El agua del depósito puede fluir por los paneles solares en cualquier dirección. Es posible efectuar montajes en sentido longitudinal o transversal; por lo que pueden adecuarse a cualquier área disponible, sin necesidad de hacer estructuras especiales.

1.3.-Objetivos:

Resolver la problemática actual de la agricultura bajo plástico en cuanto a estructuras de invernaderos se refiere.

Esencialmente, en el agrosistema invernadero se puede ahorrar energía mejorando las estructuras. Las modificaciones estructurales generalmente reducen la infiltración y mejoran el aislamiento térmico del invernadero, de forma permanente o sólo durante períodos más fríos.

El presente trabajo pretende incorporar una nueva tecnología ambiental lo suficientemente simple y de bajo costo, como para que sea viable económicamente al agricultor. Para ello se pretende hacer un uso eficiente de las fuentes naturales de energía, aprovechando su capacidad. El sistema de calentamiento usado en este diseño de invernadero, no es un sistema de calefacción en sí, sino, un sistema que pretende amortiguar el descenso de la temperatura invernal nocturna para que no alcance la temperatura crítica por debajo de la cual se producirían daños en las plantas.

2. MATERIAL Y METODOS

Este estudio se ha realizado empleando el método de investigación social. El método en la *investigación social* podemos definirlo como la estrategia (eventualmente incluyendo los procedimientos) que se emplea para la adquisición de conocimientos y datos informativos acerca de la realidad social. El método de investigación depende de la historia de la ciencia misma.

Para ello este método ha sido aplicado cuatro sectores principales en la agricultura almeriense:

- Investigadores
- Constructores
- Agricultores
- Técnicos de campo.

Todas las entrevistas quedan recogidas en el anexo I de este documento.

Se ha hecho una recopilación de todas las teorías existentes sobre la problemática actual buscando entre todas ellas un objetivo que satisfaga la necesidad real de las mejoras estructurales en el cultivo hortícola protegido y en base a ellas se ha propuesto un diseño.

3.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se plantea a los agricultores el dilema entre la elección de invernaderos sencillos, de bajo coste y sin apenas requerimientos energéticos o más complejos y equipados con sistemas auxiliares para el control activo y consumo de energía adicional.

El invernadero mediterráneo ha recorrido un largo camino desde la estructura inicial de poca altura, escasa ventilación y, en Almería, techo plano, hasta los modelos actuales de mayor transmisión de luz, ventilación cenital y en algunos casos control climático automatizado. Además de rentable económicamente, la tecnología hoy debe de ser sostenible ambientalmente. En este sentido, las nuevas tecnologías deben conducir a la reducción de inputs manteniendo las altas producciones y altas calidades, para conseguir un sistema productivo ideal del invernadero sin emisiones al medioambiente (Montero,2009)

A nadie escapa que mirar al futuro con acierto no es tarea fácil, y en este sentido predecir cuales serán las tecnologías que llegarán a los nuevos invernaderos mediterráneos es una tarea arriesgada. El riesgo es menor si se mira al futuro inmediato, para el que es razonable afirmar que el tipo de invernadero que tiene mejores posibilidades de prosperar en el Mediterráneo es aquel que sea relativamente sencillo, pasivo (esto es, con poco consumo de energía para calefacción o mantenimiento), sin alto nivel tecnológico pero muy bien pensado para aprovechar los recursos naturales de la costa mediterránea: luz, agua y clima.

Para el aprovechamiento del buen clima mediterráneo es esencial ventilar bien el invernadero. Esta sería la primera tendencia tecnológica a señalar: es ineludible y prioritario ventilar mejor las estructuras actuales.

Como se puede observar en las entrevistas realizadas en el anexo, los agricultores entrevistados, a excepción de los agricultores que han apostado por una agricultura más tecnificada, son muy reticentes a incorporar nuevas tecnologías en sus explotaciones. Sus preferencias se centran en los invernaderos tradicionales, de menor inversión, y con una producción similar. Eso sí, asumiendo los riesgos que conllevan las inclemencias climatológicas y la poca hermeticidad, con la consecuente entrada de insectos vectores de virus. En estos casos, algunos agricultores no ponen

tanto reparo, por ejemplo, en la calidad de la malla, usando mallas poco eficientes. Lo ideal en estos casos sería instalar mallas que tengan hilos muy finos para que tengan mayor número de hilos por unidad de superficie, tanto en una dirección como en la otra, teniendo al final una malla con más cantidad de huecos pero con huecos más pequeños. Es más eficiente frente a mosca y trips, que son los más pequeñitos, pero pierden ventilación, entonces, se pueden tener mallas que tengan casi el 100% de eficiencia frente a trips y mosca blanca, con más hilos que las estándar de 20-10, pero ventilen incluso más que ésta.

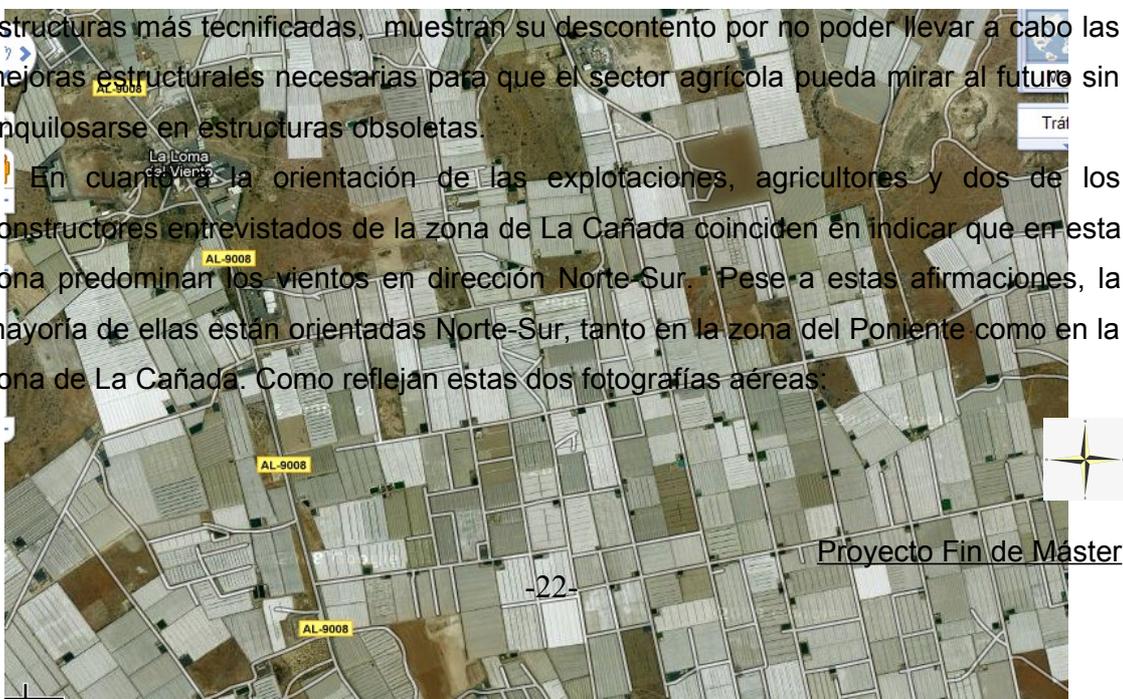
Estas instalaciones deberían de tener en cuenta estos inconvenientes y prever la forma de solventarlos.

La tecnología, en estos casos, se está haciendo llegar muy lentamente por obvias razones de falta de rentabilidad dados los bajos precios e inestables de los productos hortícolas.

En cuanto a las explotaciones visitadas que han evolucionado más tecnológicamente, también sufren las consecuencias de los bajos precios del mercado, pero no niegan las ventajas que les aportan las instalaciones más evolucionadas en cuanto a ventilación, altura, hermeticidad. En definitiva los efectos positivos que tienen, por un lado aumentan el volumen de aire, y dado que éste tiende a subir, se crea una cámara por encima del cultivo donde se acumula la alta temperatura y ésta baja en la zona del cultivo. Así como también se favorece la ventilación por efecto térmico, al haber mayor distancia entre las ventanas laterales y cenitales. En estos casos el invernadero se enfría y se calienta más lentamente, lo que evidentemente es muy favorable al cultivo.

Los constructores entrevistados, casi todos, exceptuando los dedicados a estructuras más tecnificadas, muestran su descontento por no poder llevar a cabo las mejoras estructurales necesarias para que el sector agrícola pueda mirar al futuro sin anquilosarse en estructuras obsoletas.

En cuanto a la orientación de las explotaciones, agricultores y dos de los constructores entrevistados de la zona de La Cañada coinciden en indicar que en esta zona predominan los vientos en dirección Norte-Sur. Pese a estas afirmaciones, la mayoría de ellas están orientadas Norte-Sur, tanto en la zona del Poniente como en la zona de La Cañada. Como reflejan estas dos fotografías aéreas:



Fotografía aérea zona del Poniente Almeriense



Fotografía aérea zona de la Cañada (Almería)

En la orientación del invernadero no hay una solución perfecta.

El predominio de la orientación N-S se debe a que en latitudes por encima de los 30° N se favorece la homogeneidad espacial en el crecimiento y producción del cultivo, ya que se consigue una mayor uniformidad en la distribución de la radiación entre diversos puntos del invernadero. Por el contrario con orientaciones de la cumbre o raspa E-O se podría maximizar la captación de radiación en invierno (con el riesgo de generar sombras fijas), especialmente con pendientes de cubierta elevadas.

Por este motivo en los invernaderos tipo parral multicapilla asimétrico predomina la orientación E-O. Los casos con orientación N-S del invernadero en los tipos asimétricos pueden obedecer a una errónea interpretación del objetivo de la asimetría o a las limitaciones que pueda imponer la geometría de la finca. En los multitúnel, el 65,7 % de la superficie tiene orientación N-S, representando esta superficie al 42,9 % del número de invernaderos. Esto implica que los invernaderos multitúnel de mayor tamaño tienen orientación N-S mientras que en los de menor superficie predomina la orientación E-O (Valera y col.,2008).

Como se puede observar en las dos gráficas de la dirección del viento de 2 estaciones experimentales distintas, podemos ver una pequeña tendencia de la dirección del viento en la zona de La Mojonera , predominan los vientos en la dirección Este-Oeste, mientras que en la zona de Almería los vientos predominantes son los que vienen del Oeste y del Norte, coincidiendo con las entrevistas. Aunque en la imagen aérea no se encuentren muchas explotaciones con esta orientación. Se sabe como se ha indicado anteriormente que a la hora de orientar una parcela, debemos tener en cuenta 3 aspectos: captación luminosa, dirección del viento y geometría de la parcela.

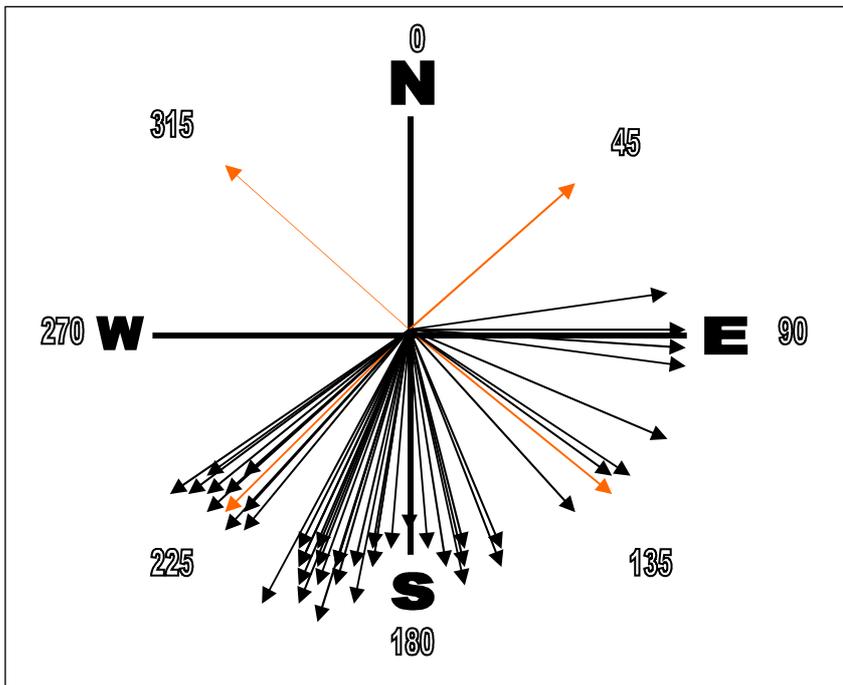
También hay que tener en cuenta que las líneas de cultivo son de norte a sur y cuando el cultivo está muy desarrollado hace de barrera y el aire que entra no va a circular igual de bien, a consecuencia del tamaño del cultivo.

Se ha encontrado un punto en común en todas las entrevistas y es que entre las mejoras que los entrevistados harían en sus explotaciones está siempre presente el incremento de la superficie de ventilación y de altura.

DATOS ESTACIONES
Estación Meteorológica de Almería

| | |
|---|--|
| <p>Provincia: Almería Código de Estación: 2 Zona Regable: --</p> <p>Coordenadas UTM</p> <p>X: 553334.0 Y: 4076947.0 Latitud: 36° 50' 10" N Longitud: 02° 24' 06" W Altitud: 22.0</p> <p>Más Información</p> <p>Últimos Datos Registrados Datos Históricos</p> |  |
|---|--|

Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController?action=Static&url=view.jsp&path=1>



Fuente: elaboración propia (mediante los datos de los meses de junio y julio recogidos en el anexo II)

- Gráfica de la dirección del viento La Mojonera:

DATOS ESTACIONES

Estación Meteorológica de La Mojonera

Provincia: Almería
Código de Estación: 1
Zona Regable: --

Coordenadas UTM

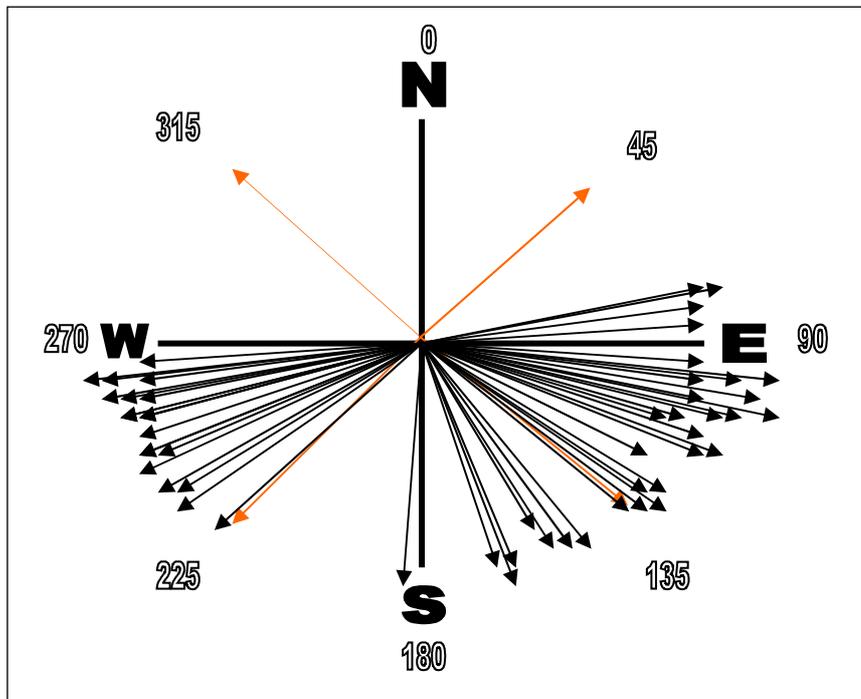
X: 526472.0
Y: 4071536.0
Latitud: 36° 47' 19" N
Longitud: 02° 42' 11" W
Altitud: 142.0

Más Información

→ Últimos Datos Registrados
→ [Datos Históricos](#)



Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController?action=Static&url=view.jsp&path=1>



Fuente: elaboración propia (mediante los datos de los meses de junio y julio recogidos en el anexo II)

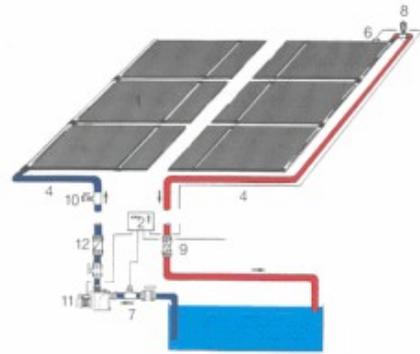
4.- CONCLUSIONES

De acuerdo con las investigaciones realizadas por los diversos autores mencionados anteriormente, y en vista de todas las opiniones vertidas en esta serie de encuestas, en este apartado se propone un modelo de invernadero que pretende resolver problemas agronómicos derivados del diseño de invernaderos, y que intenta ofrecer mejoras en cuanto a ventilación, captación de radiación luminosa y con un sistema de calefacción haciendo uso de la energía calorífica disponible. Este pretende ser un modelo de explotación de una cierta inversión inicial, pero que aprovecha la eficiencia energética de la estructura con la finalidad de dar cobertura al cultivo durante todos los meses del año.

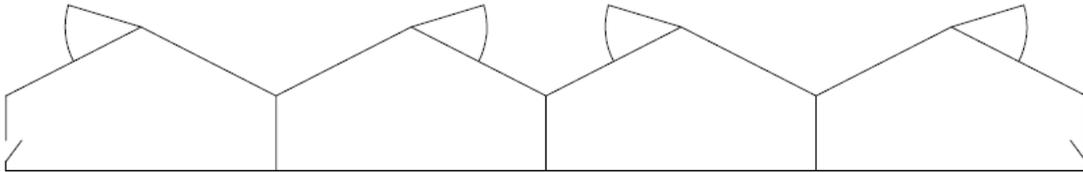
- La altura en la banda es de 4.5m llegando a una altura en cumbre de 6 m.
- La pendiente de la capilla es de 27°.
- Posee una canaleta de recogida de aguas pluviales.
- Se disponen ventanas cenitales abatibles alternas, intentando que las de las capillas extremas se sitúen a barlovento. Además un deflector de aire en cada una de ellas (las extremas). El ancho del alerón sería de 1.5m. Consiguiendo, así un incremento en el área total de ventanas cenitales.
- Ventanas laterales enrollables de 3 metros de altura con apertura desde el suelo en cada uno de los cuatro laterales del invernadero.
- Se ha incrementado la superficie de mallas en todo el perímetro del invernadero en forma de vestíbulo, para incrementar así la superficie de ventilación lateral, y sirviendo así para plantas reservorio.
- Se ha colocado un deflector de aire de 1 metro de anchura desde el suelo, inclinado, para evitar el impacto directo del flujo de aire entrante sobre el cultivo.
- Por debajo de las líneas de cultivo se colocarían los colectores solares de la fotografía por los que circula una película de agua caliente de un depósito calentada previamente con un panel solar. Al ser la película fina, el depósito no tiene que tener grandes dimensiones. Este método no va a mantener el aire a una temperatura muy alta, es un método que trata de amortiguar las bajas temperaturas nocturnas de los meses más fríos; para que no disminuyan más de 8°C que sería la temperatura por debajo de la cual el cultivo es más vulnerable. En esta zona mejorar un grado y medio o dos grados sería fundamental. Al estar a nivel del suelo, el aire calentado llega directamente a la planta.
- Se incorporaría también una pantalla móvil de ahorro de energía y sombreado.



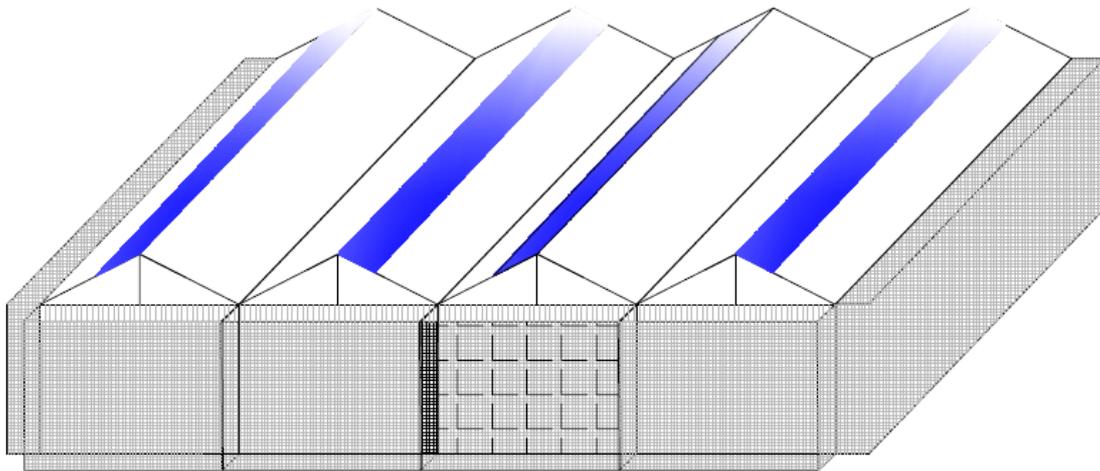
Colector solar.



Depósito y tuberías



Ventanas cenitales



Invernadero multicapilla con perímetro de malla.

5.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A.J. 2009. “Estudio de las características geométricas y del comportamiento aerodinámico de las mallas antiinsectos utilizadas en los invernaderos como medida de protección vegetal”. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
- B.von Elsner; D Briassoulis; D. Waaijbergen; A. Mistriotis; Chr. Von Zabeltitz; J. Gratraud; G. Russo; R.Suay-Cortes. “Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries: Part I, Design Requirements” *J. agric. Engng Res.* (2000) 75, 1d16.
- Baeza, E.J (2007). Optimización del diseño de los sistemas de ventilación en invernadero tipo parral. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior.
- Baeza, E.J., Pérez-Parra, J., López.,J.C.,Gázquez,J.C. (2009). “Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo” Capítulo I: Ventilación Natural. IFAPA.
- Bretones, F.,1991. Cultivos y su manejo, rotaciones más comunes de estos en Almería en el campo de las hortalizas comestibles. Curso Internacional sobre Aerotecnia del cultivo de invernaderos. Almería, FIAPA: p.83-104.
- Castilla , N., Hernández,J.,Quesada,F.M., Morales, J.I., Guillén, A., Soriano, M.T., Escobar,I., Antón,A., Montero, J.L. (2000) “Comparisson of asymmetrical greenhouse types in the Mediterranean area of Spain”. *Acta Horticulturae* 559:183-186.
- Céspedes López, A.J., García García, M.C., Pérez-Parra,J.J., Cuadrado Gómez, I.M. “Caracterización de la explotación hortícola protegida de Almería” FIAPA, 2009. I.S.B.N.: 84-88246-32-5.
- N. Katsoulas, T. Bartzanas, T. Boulard, M. Mermier and C. Kittas, Effect of vent openings and insect screens on greenhouse ventilation, *Biosystems Engineering* 93 (4) (2006), pp. 427–436.

- Liu, S., He, Y., Zhang Y., Miao, X. (2005) "Prediction and analysis model of temperature and its application to a natural ventilation multi-span plastic greenhouse equipped with insect-proof screen" J. Zhejiang Univ. Sci. 6B(6):523-529.
- Lorenzo, P., Maroto, C., Castilla, N. (1990). "CO₂ in plastic greenhouse in Almeria (Spain)". Acta Horticulturae (Netherlands)-agris.fao.org.
- Lorenzo, P., Sánchez-Guerrero, M.C., Alonso, F.J., Medrano, E., García, M.L., (2009). "Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo" Capítulo II: Sombreado. IFAPA.
- Montero, J.I. (2009). "Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo" Capítulo VI: tendencias tecnológicas en los invernaderos mediterráneos. IFAPA.
- Muñoz, P., (1998). "Ventilación natural de invernaderos multitúnel". Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Lleida, 145 pp.
- Okushima, L., Sase, S., Lee, I.B., Bailey, B.J. (2001). "Thermal environment and stress of workers in naturally ventilated greenhouses under mild winter climate". Acta Horticulturae 559. Vol. II: 763-768.
- Pérez-Parra, J.J., Baeza, E., Montero, J.L., Bailey, B.J. (2004) "Natural ventilation components". Journal of Agricultural Engineering Research, 57:53-65.
- Raposo Llobet, C. 2004 "Evaluación experimental y modelización del control de la pantalla térmica en invernaderos". Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.
- Sánchez-Guerrero, M.C., Alonso, F.J., Lorenzo, P., Medrano, E. (2009). "Manejo del clima en el invernadero Mediterráneo" Capítulo IV: Enriquecimiento carbónico del aire. IFAPA.

- Sethi, V.P., Hans, V.S., Gupta, Y.P. AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. Volume 35, Issue 2, March 2004, Pages 51-54.
- Sethi, V.P., 2009. "On the selection of shape and orientation of a greenhouse: Thermal modelling and experimental validation". Solar Energy. Volume 83, Issue 1, January 2009, Pages 21-38.
- Valera D.L, Molina, F.D, Alvarez, A.J., "*Ahorro y eficiencia energética en invernaderos*". IDEA, 2008.

Páginas web:

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X08001540>
- http://www.robertexto.com/archivo14/met_invest_social1.htm
- <http://www.quimipool.com/Colector-solar-piscinas-oku-1000>

ANEXO I

CUESTIONARIO

- 1.- ¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras?
- 2.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente a acciones del viento, granizo o nieve?
- 3.- ¿Cómo se alcanzaría una mejora en los procesos constructivos? (PRL)
- 4.- ¿Cómo se conseguiría un fácil montaje?
- 5.- ¿Qué tipo de estructura alcanzaría la mayor uniformidad luminosa?
- 6.- ¿Cómo se alcanzaría una mayor tasa de ventilación natural?
- 7.- ¿Cómo se facilitaría la integración tecnológica en la estructura del invernadero?
- 8.- ¿Cómo ves el uso de energías renovables en la agricultura bajo plástico?
- 9.- Ventanas: ¿Cuáles son las que ofrecen un mayor resultado en la tasa de renovación del aire? ¿Cuál es la mejor combinación? Deflectores de aire.
- 10.- Altura, materiales y uniones.
- 11.- Pendiente del techo y orientación del invernadero
- 12.- ¿Qué mejoras introducirías?
- 13.- ¿Cómo se mejoraría la eficiencia energética de la estructura?
- 14.- ¿Qué técnicas culturales mejorarías con un rediseño de la estructura?

1.-ENTREVISTA INVESTIGADOR PALMERILLAS:

-¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras de invernaderos se refiere?

El invernadero mayoritario que hay en Almería es de estructura tipo parral en sus diversas variantes. En un primer momento surgió su estructura plana, posteriormente en invernadero raspa y amagado, que es un invernadero multicapilla simétrico y básicamente este tipo de estructuras ocupan el 99% de la superficie, de los que aún queda aproximadamente un 30% que son planos y alrededor de un 70% que son raspa y amagado, que han superado la estructura plana con todos los problemas que conlleva:

-la falta de hermeticidad, por la forma de construirse que lo hace poco hermético y supone una desventaja por un lado porque favorece la entrada de plagas al invernadero y, por otra parte, si queremos hacer cualquier tipo de actuación en la climatología del invernadero es mucho menos eficiente, a la hora de instalar un sistema de calefacción se pierde mucha energía por infiltración y realmente no es tan eficiente como otro tipo de estructuras.

-En segundo lugar, la falta de ventilación natural, que es claramente insuficiente, hay 4 razones por las cuales esta estructura ventila mal, la primera es porque el área que disponen los agricultores como ventana es claramente insuficiente, las últimas encuestas hablan de una superficie de ventana de un 12-13% entre cenitales y laterales y lo que recomienda la literatura es un 25% sin contar la malla, o sea, que considerando lo que reduce un malla, nos queda mucho aún por mejorar.

La segunda son diseños de ventilación poco eficientes, realmente, hasta hace bien, poco no se sabía como funcionaba cada tipo de ventana, si es mejor una abatible que una enrollable (que sí lo es), como hay que disponerlas en el invernadero para que éste ventile mejor, con una tasa de ventilación más alta, un clima más homogéneo. Las ventanas cenitales se suelen construir de un tamaño muy pequeño porque el agricultor tiene miedo a hacer ventanas muy grandes y que un viento repentino pueda romperlas, la solución en este caso sería hacer ventanas más grandes pero automatizadas

y la tercera razón es la necesidad que tenemos de usar malla antiinsecto de muy baja porosidad que reduce mucho. Normalmente el agricultor pone una malla de muy baja densidad pero no compensa la pérdida de ventilación que esa malla le va a provocar. Pasan de una malla que tiene más porosidad a otra que tiene menos y no compensan la pérdida haciendo más ventanas o ventanas más grandes, etc.

El cuarto problema es el problema de la pendiente de la cubierta. Al raspa y amagado la poca pendiente que se le da es para recoger el agua de lluvia, pero no se ha optimizado desde el punto de vista de la transmisividad de la radiación en invierno, que es cuando la radiación es un factor limitante.

Lo ideal para conseguir máxima transmisividad es que el invernadero esté orientado este-oeste en su eje longitudinal y una pendiente, en nuestra latitud, en torno a 25-30°, que se puede conseguir perfectamente tanto en un parral como en otro tipo de estructuras. Si son de tipo curvo, no va a tener una pendiente constante porque va a ir variando, pero los tipo gótico que se hace actualmente consigue pendientes parecidas. También existe otra razón, no estructural, sino de ordenación rural, que hace que no exista una adecuada separación entre invernaderos, lo que hace que las ventanas laterales no ayuden a ventilar lo suficiente. Lo ideal sería hacer una ordenación rural adecuada, con polígonos de invernaderos que tuviesen una adecuada separación y pudiesen ventilar mejor.

-¿El gótico recoge mejor el agua de la condensación?

En principio lo que se busca es que recoja mejor la condensación, respecto al semicircular, al multitúnel normal, sí que hay una mejora, pero hay zonas donde se

sigue acumulando y no se llega a recoger del todo, lo ideal son las estructuras que tengan tramos rectos.

La condensación resbala bien a partir de unos 27°, y sobre todo ayuda mucho que el plástico tenga aditivo anti-goteo, pero, claro, es mejor (hablando de cubierta curva) el gótico que el semicircular, y también desde el punto de vista de la luz, porque tiene más pendiente, incluso desde el punto de vista de la ventilación, porque se produce una mejora, tanto en la tasa de ventilación como en la circulación de aire en la zona de cultivo si el invernadero tiene más pendiente. Y realmente lo ideal sería trabajar en tramos rectos, pero si en ellos utilizamos como material de cubierta el plástico (polietileno), no tensa igual de bien que en un tramo curvo, porque en un tramo curvo el plástico está apoyando sobre los perfiles y entonces, eso ayuda a que a la hora de colocar el plástico se tense mejor y que con el viento, no aletee.

El problema con los tramos rectos es este aleteo que provoca el viento que genera una fatiga en el plástico que hace que dure menos de lo que debería durar.

-¿Cuál es la mejor orientación?

Con la orientación este-oeste se consigue una mayor integral total de radiación pero es menos uniforme porque se generan sombras fijas.

Norte-sur se sabe que va a tener menos luz pero mas homogeneidad.

Nunca hay una solución perfecta porque también entra en juego la ventilación, lo que siempre se recomienda es orientar el invernadero desde el punto de vista de la ventilación de forma que se puedan captar los vientos dominantes. En esta zona los vientos dominantes son del levante-poniente, entonces se suele construir más norte-sur para que las ventanas se abran en dirección este-oeste.

También hay que tener en cuenta que las líneas de cultivo son de norte a sur y cuando el cultivo está muy desarrollado hace de barrera y el aire que entra no va a circular igual de bien, a consecuencia del tamaño del cultivo. Poniendo la orientación norte-sur si entraría bien el aire entre las líneas de cultivo cuando éste está desarrollado.

En resumen, este-oeste es más integral pero con más sombras y norte-sur, menos integral de radiación pero más homogeneidad.

La solución más óptima podría ser este-oeste si el invernadero no va a tener muchos elementos que generen sombras, es decir, si no tiene ventanas dobles, que por la parte de la ventilación es lo mejor, pero sombrean más y también si no hay pantallas... habría que elegir.

Para los ingenieros, el criterio que debería de primar, sobre todo para nosotros que producimos de cara al invierno, es la luz que implica un incremento en la producción, entonces, en principio, lo normal es que se hicieran este-oeste, aunque es verdad, que se hacen más norte-sur.

-¿Qué se podría mejorar en cuanto al tipo de ventana?

En la mayoría de los invernaderos, en las ventanas laterales, se baja el plástico de forma manual. Existe la posibilidad de hacerlas de tipo enrollable, que no son tan comunes como las otras, la presencia de ventanas enrollables respecto a las del otro tipo es mucho menor. Y luego también está la ventana lateral de tipo abatible que también se ve muy poquito a excepción de algún semillero...

Las cenitales, hasta hace unos 10 años o así estaban las de tipo enrollable o bien, simplemente el agricultor abría una tira moviendo el plástico y cada vez más se ha ido imponiendo la ventana abatible. También están las piramidales que se construyen en algunos invernaderos, que básicamente viene a ser como una abatible que se abre a los dos lados.

La ventana tipo abatible, con datos medidos por nosotros, es hasta 3 veces más eficiente que una enrollable a igualdad de tamaño. Por eso las más aconsejables son las abatibles, incluso más que las piramidales porque son fáciles de automatizar.

-¿Aconsejas el uso de deflectores de aire?

Yo los deflectores, las simulaciones que he hecho con CFD Son interesantes, porque, por ejemplo en el invernadero parral, por la poca pendiente que tiene hace que el aire se mueva mucho por la parte superior y muy poco por la parte inferior y ahí ayuda mucho el deflector que hace que el aire circule mejor por la zona del cultivo, sobre todo en las primeras fases cuando está recién transplantado, y la planta no ofrece barrera a que el aire circule pero sí necesita refrigerarse un poco más.

En las ventanas laterales también son interesantes los deflectores si abrimos las ventanas desde abajo, que es como deberíamos de abrirlas, no desde la mitad, porque desde abajo, sobre todo si el invernadero tiene altura, conseguimos que el efecto térmico sea mayor y que halla una mayor ventilación por efecto térmico.

-¿Cómo ves el uso de energías renovables en la agricultura bajo plástico?

Ese es el gran reto. El invernadero de Almería es un invernadero que tiene unas necesidades de energía muy bajas, apenas tenemos automatizaciones, sistema de calefacciones escasas, y realmente no es imprescindible.

La alternativa de las placas fotovoltaicas en el techo del invernadero yo no lo acabo de ver, para mí no es una buena solución por la sombra que genera, porque si se quiere maximizar la producción de electricidad, hay que poner muchas placas y si se ponen muchas placas sombrean mucho. Además habría que ponerlas orientadas al sur, que precisamente es por dónde entra más radiación, entonces realmente, para mí no es una buena solución.

En Italia se está haciendo mucho pero porque la ley, en ese sentido, estaba mal. Se podían poner las placas que quisieses ya produjeses más o menos. Aquí la decisión que ha tomado el gobierno de no primarlo me parece correcta.

Respecto a otras energías que tengan sinergia con la producción en invernadero: la eólica sabemos que es muy variable y también genera sombras, tampoco lo acabo de ver.

Lo que sí veo, aunque no sea exactamente una energía renovable, es aprovechar más la cantidad de energía que el invernadero capta. El invernadero en esencia es un colector solar, dónde realmente en biomasa sólo transforma un porcentaje mínimo de la radiación que intercepta a lo largo de un año, el resto de la radiación contribuye a calentar el invernadero y se evacúa por las ventanas, mediante la ventilación natural. Si nosotros fuésemos capaces de captar parte de esa energía, almacenarla y reutilizarla luego cuando la necesitamos, por ejemplo en las noches de invierno, estaríamos haciendo un uso más eficiente de la energía del sol. Y eso ya es un concepto que existe a nivel comercial, sobre todo en Holanda, que lo que hacen es usar intercambiadores calor aire-agua, que permiten mediante el uso de acuíferos situados debajo del invernadero, durante todo el verano almacenar ese exceso de energía manteniendo el invernadero con las ventanas cerradas o casi cerradas y así se almacena todo ese exceso de energía que después usan en invierno. La ventaja de

tener las ventanas cerradas es que durante más tiempo se puede inyectar CO₂ que tiene una respuesta productiva positiva y a parte, también, en una zona como Almería tiene una ventaja añadida y es que, al enfriar el aire del invernadero que tiene un alto contenido en vapor de agua, ese vapor de agua condensa y se puede recoger y estaríamos hablando de un porcentaje bastante alto del agua que aportamos al riego y que transpira la planta.

Ese tipo de sistema aquí en Almería es muy difícil hacerlo de modo de almacenamiento estacional, porque no disponemos de acuíferos confinados. Aquí lo que se podría hacer y, de hecho, nosotros estamos haciendo un ensayo desde hace dos años, es almacenar durante el día y usar por la noche, eso en invierno, y luego ya, en primavera y otoño como no hay necesidad de calefacción hay que deshacer, o mejor, enfriar esa agua que se ha calentado durante el día. Se puede hacer con una torre de refrigeración. Otra posibilidad, poco estudiada es la posibilidad de bombas de calor y utilizar el suelo como un almacén de energía. En Inglaterra o en Estados Unidos se utiliza como alternativa al aire acondicionado y a las calefacciones normales para acondicionar el aire de las viviendas y funciona bastante bien. Yo pienso que habría que estudiar su viabilidad y adaptabilidad a los invernaderos porque sus necesidades de refrigeración son mucho mayores que las de una casa.

Una alternativa interesantísima es la biomasa, es una opción muy atractiva, porque las calderas de biomasa están subvencionadas y estamos usando un recurso que se regenera y, sobre todo, también sería deseable que en esas calderas de biomasa se instalara algún sistema que permitiera recuperar el CO₂ y utilizarlo en el invernadero.

Otra tecnología que no se podría considerar renovable pero sí hace un uso eficiente de la energía es la cogeneración que en Holanda la tienen la gran mayoría de los agricultores. Es una opción interesante, aunque es muy costosa, supone un ingreso extra para el agricultor y se amortiza en poco tiempo con el nivel de subvención que hay en este momento. Si se usa el sistema el suficiente número de horas al año, en 3 o 4 años ya se podría tener amortizada la inversión. El problema es que no todos los invernaderos están preparados para hacer cogeneración porque hay que aprovechar el calor del invernadero y el CO₂ entonces, hay pocas estructuras preparadas para ello.

Suele ser el paso siguiente para un agricultor que ya usa calefacción con una caldera y después decide pasarse a la cogeneración, porque de no tener calefacción a pasar a la cogeneración directamente sería un gran salto. También tiene su trampa la cogeneración porque, en verdad, aquí en Almería las necesidades de calor son menores que el número de horas que habría que usar el sistema para que fuese rentable.

Lo que se hace es que los agricultores justifican horas de calor con las ventanas abiertas del invernadero como control de humedad y eso pasa la criba. Por ahí viene la trampa.

Luego la trigeneración sería muy interesante. A partir del agua caliente que se genera con la cogeneración y de una máquina de absorción de amoníaco o de bromuro de litio, se genera agua fría con la que se podría refrigerar el invernadero con intercambiadores de calor y se podría dejar cerrado. Pero es cara y hasta ahora no conozco ninguna finca que utilice trigeneración. Sí la usan muchas empresas que tienen necesidad de agua fría.

Luego dónde quiera que haya agua geotérmica también sería muy interesante aprovecharla, es el caso de Grecia y Turquía.

-Háblame de las Mallas y pantallas térmicas.

Los israelíes, como tienen mucha superficie de invernaderos de malla, han trabajado mucho con mallas de distintos colores que hace que la radiación que llega al cultivo llegue filtrada en determinadas longitudes de onda dependiendo del color del que sea la malla y eso puede tener efectos sobre distintos procesos de crecimiento de la planta. A veces en ornamentales se buscan plantas más compactas u otros efectos.

En el caso las plagas también tienen

su efecto. Leí hace poco un artículo israelí donde se estudió que una malla amarilla atraía a la mosca blanca, pero luego se queda en la malla y no entra dentro del invernadero, se queda en la malla, pero claro, no será fácil convencer a un agricultor para que se crea que no va a entrar dentro del invernadero. Igual sería muy interesante que hiciéramos algún ensayo aquí de este tipo de malla buscando determinados efectos, en relación a las plagas o bien en relación al cultivo.

Las pantallas térmicas aluminizadas, aquí sabemos que se produce la inversión térmica durante las noches frías y en calma y las pantallas aluminizadas permitirían evitar eso, pero lo que suele ser habitual es que vayan acompañando, las de ahorro de energía se llaman así porque van acompañando a la calefacción para evitar y minimizar las pérdidas de calor del invernadero y la radiación de onda larga y luego están las pantallas de sombreo que, en principio no es lo deseable que una pantalla de sombreo esté dentro del invernadero, lo ideal es que esté por la parte de fuera, porque si está dentro la radiación ya ha ingresado, y aunque pensamos que está limitando porque está reflejando, refleja, vuelve de nuevo al plástico, hay reflexiones y en algunos momentos parece que haya, hasta incluso más calor y, aparte también, si se cierra por completo se entorpece bastante la ventilación, entonces, no es lo mejor una pantalla de sombreo interior; a mí, personalmente, no me gustan demasiado salvo que sean bastante porosas y se manejen bien. También depende de cómo sea el invernadero, si éste tiene mucha altura pues es menos perjudicial tener una pantalla de sombreo, pero vamos, que lo ideal es que estén fuera. Fuera tiene otros problemas como es el problema del viento, también son muy caras, no es fácil.

-¿Qué mejoras introducirías a la estructura?

En la estructura básicamente hay que buscar 3 objetivos:

Por un lado daría más altura de la que se suele dar porque la altura, en definitiva es el volumen, y tiene dos efectos muy positivos, por un lado al aumentar el volumen y, dado que el aire caliente tiende a irse hacia arriba, se crea una cámara por encima del cultivo donde se acumula la alta temperatura y bajaría en la zona de cultivo varios grados.

Al tener más altura también va a tener más ventilación por efecto térmico porque, cuanto más distancia hay entre la ventana cenital (por donde sale el aire caliente) y la lateral, por donde entra el aire frío, pues más flujo de aire se produce.

Y luego la inercia, el invernadero se enfría y se calienta más lentamente y eso a la planta la favorece.

Otro concepto en el que haría hincapié es en la hermeticidad. La hermeticidad se conseguiría con estructuras más herméticas distintas al parral y con una buena malla antiinsecto. Los agricultores no se paran mucho a pensar en la malla y deberían de pensar mejor qué tipo de malla compran. Lo ideal es irse a mallas que tengan hilos muy finos para que tengan mayor número de hilos por unidad de superficie, tanto en una dirección como en la otra, pero al final lo que tienes es una malla con más cantidad de huecos pero con huecos más pequeños. Es más eficiente frente a mosca y trips, que son los más pequeñitos, pero pierden ventilación, entonces, se pueden tener mallas que tengan casi el 100% de eficiencia frente a trips y mosca blanca, con

más hilos que las estándar de 20-10, pero ventilen incluso más que ésta. Yo me iría a ese tipo de mallas, el único inconveniente es que se ensucian muy fácilmente y hay que lavarlas una o dos veces al año. Yo creo que merece la pena, sobre todo por la gran protección que te ofrecen.

En las ventanas laterales la malla la colocaríamos a modo de vestíbulo para intentar maximizar la superficie de entrada, en vez de colocarla directamente sobre la ventana. Básicamente se trata de incrementar la superficie de la propia malla porque si la ventana tiene, por ejemplo, 100m² y la malla tiene una porosidad del 25%, al final son 25 m² lo que se tiene de hueco. Si con la malla se hace un vestíbulo, inclinado o como sea, y se incrementa un 30% la superficie de la malla, pues se incrementaría otro 30% la superficie de entrada de aire. Eso se puede conseguir de diversas formas. Aquí lo hemos probado en un prototipo y funciona perfectamente.

Y luego, por supuesto, automatizar la apertura y cierre de ventanas, aumentar la superficie de ventilación, por lo menos, entre un 25-30% entre laterales y cenitales.

Hacer invernaderos que no sean más anchos, en la medida de lo posible de 60-70 m, parta que no haya mucha distancia entre las ventanas laterales y haya una buena sinergia de ventilación lateral y cenital.

Mejoraría la pendiente para mejorar la radiación.

Y, en la medida de lo posible, habría que investigar otros materiales que sean alternativa al hierro, porque el análisis del ciclo de vida, (que es una metodología que se utiliza para ver el impacto de un sistema productivo a lo largo de toda la vida útil de los elementos del sistema) , en la estructura, es uno de los elementos del invernadero que más impacto genera. No estaría mal que fuésemos buscando alternativas que fuesen resistentes, que funcionen, pero que sean de menor impacto. Y hay que pensar también en esa parte de sostenibilidad y medio ambiente.

Simplemente con eso, nosotros hemos demostrado que adaptando el cultivo a esa nueva estructura que tiene mejor temperatura, mejor control de humedad, recogida de condensación, etc... y con un manejo adecuado, como densidades de plantación más altas, o haciendo técnicas como en interplanting en el tomate, las cosechas se pueden llegar a multiplicar como mínimo por dos, y hasta incluso mucho más, hasta por tres. Y sobre todo, y muy importante, mantener calidad. Todo esto hace que todavía haya margen de mejora, mucho margen.

De hecho los invernaderos que tenemos con una relación coste-beneficio muy buena, hasta ahora la han tenido, ya se empieza a perder, demuestra que aún estamos en producciones relativamente bajas, y lo que ha pasado recientemente con la E. Coli que ha hecho que se cargue el mercado no es lo normal, lo normal es que los supermercados tengan un suministro continuo de producto y para ello necesitamos un invernadero que permita cultivar durante todo el año.

2.-ENTREVISTA CONSTRUCTOR 1 (ZONA PONIENTE)

-¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras de invernaderos se refiere?

El invernadero de raspa y amagado es el más común en la zona. La principal ventaja de éste es el bajo coste de su estructura. Está instalado en la zona desde hace de más de 20 años. Es un invernadero estructuralmente bueno, con una producción aceptable.

Comparado con el multitúnel, ofrece varios inconvenientes: una mayor condensación, una menor ventilación y una menor altura.

Se puede mejorar, pero nunca hasta lo que el agricultor necesita. Un invernadero de raspa y amagado hermético es muy complicado de conseguir. Es difícil eliminar la condensación, y como ya te he dicho, se puede mejorar pero hasta cierto punto.

Las ventajas del multitúnel, sin duda son un mayor hermeticidad y una mayor altura. Puede medir 7 metros perfectamente. En raspa y amagado para llegar a alcanzar esa altura habría que analizar los costes. Yo los he visto de hasta 6 m.

En multitúnel se crea menos condensación de agua y ésta se elimina antes que en raspa y amagado. Tiene recogida de agua a través del canalón, pero normalmente el agua procedente de la condensación no se suele reutilizar.

Otra ventaja que presenta el multitúnel es que permite acondicionar más fácilmente nuevas tecnologías de control climático dentro del invernadero.

-¿Cómo se mejoraría la resistencia estructural frente a acciones como el viento, el granizo o la nieve?

La resistencia al viento se podría mejorar acortando la distancia a la raspa. Haciendo más espeso el tejido de cubierta.

Con 6 metros la altura es lo suficientemente fuerte para soportar estas acciones. El multitúnel es un invernadero bastante resistente pero es más sensible al viento que el raspa y amagado, porque no hay tejido que soporte el plástico. Éste va taqueado en cubierta y perímetro. Se sujeta con omegas dónde se taquea al plástico. El viento produce en este caso en el que no hay tejido que el plástico pueda aletear y si no se fija bien se podría deteriorar antes, es por ello por lo que es más sensible.

En cambio en multitúnel el plástico, al estar más rígido, se baja con más facilidad.

-¿Cuál es la mejor orientación?

La orientación que se le suele dar a los invernaderos en la zona es la Norte-sur, aunque sé que los ingenieros defendéis más la este-oeste.

Pienso que posiblemente sea por la situación de las parcelas, por la orientación de éstas o por la geometría, la instalación de los túneles se hace de una manera u otra. En ocasiones la geometría de la parcela podría encarecer el coste de la instalación del invernadero al tener la posibilidad de adaptarse a su geometría haciendo algún túnel más.

-¿Cuál son los materiales que usáis?

Tubos de acero galvanizado con uniones atornilladas o con bridas y omegas para la sujeción del plástico.

El material de cubierta normalmente es plástico de 800 galgas blanco.

Y las mallas empleadas normalmente son de 10x16 mm.

Las pantallas pueden ser de dos tipos: de sombreo y de ahorro energético. Las pantallas de sombreo se caracterizan por reducir el exceso de radiación y ,por tanto, la temperatura en el interior del invernadero. Las pantallas de ahorro energético se caracterizan por reducir fugas de calor y controlar la humedad y la condensación del vapor de agua en el interior del invernadero.

En cuanto a sistemas de nebulización se instalan pero pocos, hay más demanda de pantallas térmicas.

-¿Qué se podría mejorar en cuanto al tipo de ventana?

La ventana que ofrece mejor relación calidad-precio son la supercénit y la centrada. Sí es cierto que cada vez hay más demanda de la ventana tipo mariposa. Y parece que cada vez más se tiende a la automatización.

La mariposa es un tipo de ventana más flexible, que automatizando se puede jugar con ella dependiendo de la dirección del viento y podría ser muy efectiva pero su precio es el doble que supercénit.

También se demanda cada vez más superficie para la ventilación lateral.

-¿Cómo ves el uso de energías renovables en la agricultura bajo plástico?

Podría ser una opción, pero La verdad es que por esta zona no hay demanda de instalar equipos de energías renovables.

- ¿Cómo se ejecuta el proceso constructivo?

Mediante plataformas elevadoras.

-¿Qué mejoras introducirías a la estructura?

La última estructura que aún no se ha experimentado, pero ya vamos a construir en el centro tecnológico de las palmerillas es el invernadero piramidal.

Posee todas las ventajas del multitúnel que te he indicado anteriormente pero la cubierta es piramidal con tramos rectos. Mejora la luz y la condensación.

Usando ventanas de tipo mariposa se permite una mayor anchura porque se refuerza más la cubierta.

La pendiente es de 30° en toda la cubierta para interceptar más radiación. Posee menos elementos estructurales en cubierta.

No sabemos cómo funcionará pero yo confío mucho en esta estructura y en que va a funcionar bien.

3.-ENTREVISTA CONSTRUCTOR 2 (ZONA PONIENTE)

-¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras de invernaderos se refiere?

Lo más demandado es el raspa y amagado por ser lo más económico, unos 7€/m² mientras que en el multitúnel hablamos de 15-16€/m².

-¿Qué se podría mejorar en cuanto al tipo de ventana?

Combinando ventilación al cenit con ventilación lateral. Ahora voy a construir una hectárea de policarbonato con ventilación "al cenit" y ventanas en todo el perímetro, para que no haya problemas de condensación.

La ventilación total es con ventana mariposa pero es muy costosa. Para que salga una cosa "medio regular" basta con la ventana al cenit, otros dos túneles con la ventana a medio arco, porque ésta se puede tener abierta con viento, porque como está más baja, permite que se pueda tener abierta. Se van alternando los túneles uno con ventana a medio arco y otro con ventana "a todo lo largo" y después se le añade la ventilación en todo el perímetro para que circule al aire y no se produzca condensación.

Nosotros no hemos montado ningún deflector de aire.

Lo mejor es automatizar las ventanas de mariposa para abrir la ventana que más convenga en función de dónde venga el viento.

-¿Cuál es la mejor orientación?

Casi siempre se ponen Norte-sur. Yo muy pocos invernaderos los he hecho este-oeste.

-¿Tenéis algún sistema seguro para construir?

Las Plataformas. Y para echar el plástico caminando por la cumbre, no tenemos otra manera, ahora se está estudiando meterle una red pero ¿cuánto encarece ese invernadero?

Entre el diente de sierra o el descuadre, yo prefiero el descuadre porque con el diente de sierra no se aprovecha bien el terreno.

-¿Qué tipo de pendiente optimiza mejor la radiación?

..... Ahora voy a hacer una hectárea, que es el último modelo, es el último grito en invernaderos y lo vamos a hacer en las palmerillas. Los túneles son de 9.60 de ancho, de pilar a pilar y lleva dos ventanas y techo tipo iglesia. Es el nuevo modelo de invernadero, estrecho y largo. Dicen que es lo mejor para plantar, pero claro, eso no lo puedo decir yo porque no lo sé. La ventana arriba muere en la canal y se levanta para arriba. Se han hecho pruebas en un invernadero de 1000 metros y la ventana funcionaba bien. Un invernadero de 6 metros de ancho, si se le pone una ventana

mariposa, sería estupendo. Ahora le gente está esperando este modelo de invernadero, ojalá funcione bien.

-Cual es la pendiente que más ponéis vosotros?

Eso ya viene de fábrica. Nosotros lo montamos y ya está.

-¿Hay demanda de estructuras para integrar sistemas de nebulización u otra tecnologías?

Si, casi todo el mundo. Nebulización, pantalla térmica.... te piden ya de todo. Extractores menos, pero también los piden, todo depende de lo que te quieras gastar. Los invernaderos de Retamar que son de cristal, tienen de todo, y un sistema de calefacción que yo me he metido en pleno invierno y me he tenido que quitar la camisa...

-¿Qué mejoras introducirías a la estructura?

Que subiese la mano de obra....!! Yo mejoras ya no le encuentro. La verdad es que yo eso se lo dejo a los ingenieros que están estudiando para eso.

4.- CONSTRUCTOR 3 (ZONA PONIENTE)

-1.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente a acciones como el viento, el granizo o la nieve?

R: Modificando los materiales en función de la zona a construir. La tendencia es a hacer proyectos y cálculos de estructuras en función de los materiales a utilizar para combinar los distintos perfiles. No es lo mismo hacer un invernadero multitúnel aquí que en Turquía.

-2.- Cómo se alcanzaría una mejora en los procesos y sistemas constructivos?

R: Utilizando los métodos adecuados para cada caso. En el caso de los invernaderos raspa y amagado la construcción se hace subiéndose encima de la estructura. Para los invernaderos multitúnel se usan plataformas elevadoras.

-3.-¿Cómo se consigue una mayor uniformidad luminosa?

Bueno, la estación experimental de las palmerillas aconseja una orientación E-O, basándose en sus estudios. Nosotros, basándonos en nuestra experiencia en campo, somos partidarios de la orientación N-S., para un mejor aprovechamiento de la luz.

La inclinación óptima sería del 27% en multitúnel, que no se alcanza. Y en raspa y amagado es del 7 u 8%, que tampoco se alcanza.

-4.- ¿Cómo se consigue una mayor tasa de ventilación natural?

La tendencia es de aumentar la altura, para aumentar así las tasas de renovaciones de aire.

Las ventanas, nº y tipo va en función del tamaño del invernadero y la zona en la que se encuentre. Si el invernadero es estrecho y largo lo esencial es que tenga ventanas laterales en lugar del frontales. Si va a ser cuadrado habría que combinar ventilación lateral y cenital, para que halla una mejor distribución del aire en el interior del invernadero.

En cuanto a ventanas cenitales , lo mejor son abatibles, pero habría que estudiar cada caso concreto y no invertir innecesariamente en ventilación cenital tipo mariposa, por ejemplo, si aprovechando la dirección de los vientos dominantes, se puede instalar una ventana abatible a barlovento, que podría incluso ser más efectiva y con menos inversión.

En el caso de instalar ventanas cenitales tipo mariposa, lo ideal sería instalar un deflector de aire para evitar que el aire salga con la misma facilidad que entra.

En el caso de ventanas laterales se habla que es mejor que abran de abajo hacia arriba, pero en ese caso habría riesgo de dañar las plantas en estadios de bajo porte, ya que serían muy vulnerables a los vientos en estos casos.

-5.- Pantallas térmicas

Las pantallas térmicas son cerradas y se usa mucho en semilleros. Hay que estudiar si merece la pena la inversión realizada en ellas con el beneficio que aportan. Son muy caras.

La pantallas de sombreado son abiertas

5.- CONSTRUCTOR 4 (ZONA PONIENTE)

1.- ¿ Por qué es la estructura de raspa y amagado la más demandada de la zona?

Primero porque es una estructura muy competitiva en precio y una estructura más resistente que las otras (a pesar de ser más barata) ante los vientos incluso. Y luego es una estructura que respecto a calidad-precio es muy competitiva y su amortización a veces, si contamos con un clima que no sea muy extremo, se puede amortizar en poco tiempo.

2.- ¿Qué ventajas presenta el multitúnel?

Respecto al raspa y amagado tiene mas capacidad de ventilación y al tener mayor volumen de aire, por lo que amortigua más las temperaturas más extremas y también tiene la ventaja de ser más alto y por lo tanto le entra más cantidad de luz y ofrece una mayor capacidad de trabajo. Esas 3 ventajas son las más importantes en comparación con el raspa y amagado.

¿Se podría, entonces, mejorar el raspa y amagado teniendo en cuenta las ventajas que nos ofrece el multitúnel?

Es muy difícil. El raspa y amagado presenta sus limitaciones y llega hasta un punto dónde no nos ofrece mucho más. Tiene además otra diferencia que no te he dicho antes y es que en el multitúnel no entra agua cuando llueve y en el raspa y amagado siempre cae agua, siempre gotea, por donde estan los puntos por donde se sujeta el plástico y ahí no se puede hacer nada. Se han hecho muchas cosas pero al final no termina funcionando bien. Por eso el raspa y amagado tiene sus limitaciones y hasta ahí llega, por muchas cosas que le hagas.

3.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente al viento, al granizo y a la nieve?

El invernadero de raspa y amagado está ya resistente ante todo, incluso ante la nieve y el granizo si no cae en exceso. Porque invernaderos que les ha caído granizo e invernaderos que están bien y han caído siempre invernaderos que llevan construidos 25 años o más y ya no tienen la resistencia de un invernadero nuevo, pero un raspa y amagado tiene también una resistencia. ¿Dónde está el límite? Yo creo que eso no está aún calculado. En el multitúnel la resistencia la ofrece el plástico, el resto ya cuando llegue a los límites del plástico, éste se rompe y como no tiene tejido ni nada que lo soporte debajo, se va a caer la nieve dentro. Quizás la estructura no, pero ahí la resistencia la da el plástico, que ante el granizo no es mucha.

4.- ¿Cómo se alcanzaría una mejora en los procesos constructivos del invernadero, en el modo de construirlo?

Esa es un pregunta muy compleja. Yo he trabajado mucho en ese tema hace tiempo. Aquí tendríamos que entrar en muchos detalles. Habría que entrar en muchos aspectos difíciles porque la normativa que hay, de hecho, no hay ninguna para los invernaderos. Nos tenemos que adaptar a la normativa de obras que no tiene nada que ver una cosa con la otra. Habría que empezar haciendo una normativa para la construcción de invernaderos.

5.- ¿Qué estructura de las dos ofrece mayor captación de la luz?

El multitúnel. Ahora, el mejor de todos es el invernadero tipo parral plano. Es el que mejor capta la luz, porque tiene la superficie plana y entonces los rayos no se reflejan. Si no tiene el techo plano, por unos lados se refleja y por otros entra directamente (pero ese no es rentable). Entonces, en el multitúnel es dónde mejor entra la radiación.

6.- ¿Cómo se conseguiría una mayor tasa de ventilación?

En el multitúnel, poniendo ventilación en todos los túneles, poniendo una ventana grande, que sea como mínimo de 3,5 o 4 metros de ancha. Y en el raspa y amagado lo mismo, haciendo ventilaciones más unidas y ventanas más anchas.

En cuanto a las ventanas cenitales hay muchas discusiones y muchas dudas, normalmente es la que ventila siempre más pero, yo no sé si hay por ahí estudios hechos, pero nosotros hemos comprobado que la ventana que abre al canalón de medio arco es la que ofrece mayor ventilación en todos los aspectos. Porque hay que tener en cuenta muchas cosas, como el riesgo que puede tener una ventana expuesta al viento, la capacidad de ventilación que tenga esa ventana, la capacidad o también con la rapidez que te haga la renovación de aire. Depende la ventana que tengas, ahora mismo la ventana que funciona mejor es una ventana que sea grande, de al menos 3 metros de ancha que esté en la parte más ancha, en la parte cenit del invernaderos, en teoría. Pero nosotros hemos hecho varios ensayos en varios invernaderos que tenemos y en la ventana que abre al canalón que es de medio arco es la que ventila mejor y con respecto a los vientos está menos expuesta. También tiene la posibilidad de sujetar el plástico o de ponerle un refuerzo desde arriba desde un extremo al otro del túnel, se le pueden poner una cintas para que sujete el plástico. En general esta ventana, ahora mismo, según nuestra experiencia es la mejor puede funcionar.

La ventana mariposa, yo tengo muchas dudas y hay muchas discusiones, porque se dice que se puede aprovechar el aire de los dos sitios, pero cuando el aire viene por un lado y tienes las dos ventanas abiertas te entra por un lado y te sale por otro. Habría que ponerle algo que hiciese que aire entre en el invernadero, pero realmente eso, ni se ha hecho, ni se está haciendo, es más complicado.

7.- ¿cómo ves es el uso de energías renovables en la agricultura?

Yo respecto a eso no te puedo decir mucho. Yo tengo muchas dudas respecto a eso. No creo que haya ahí mucho campo dónde trabajar. Es muy complicado.

8.- Respecto a la altura y el material de cubierta

El material de cubierta por supuesto tiene que ser plástico , polietileno. No se debe ni por el tema económico ni por el tema de que sea práctico y funcional. Está claro, clarísimo que el plástico es lo mejor.

En cuanto a la altura cuánto más alto mejor, pero eso también tiene unos límites, por que hagamos un invernadero de 7 metros de alto no va a ser mejor. Dependiendo de qué tipo de invernadero, una altura de 4 o 4.5 metros es lo que se está haciendo últimamente y está funcionando muy bien. A lo mejor en algunas fincas, por la situación que tenga, por la exposición al aire y demás que tenga que tener más altura pues sí pero tampoco nos tenemos que ir mucha altura, porque tampoco se necesita.

9.- ¿y la pendiente del techo?

La pendiente del techo con que esté a un 1% es suficiente para cualquier tipo de invernadero. Porque eso tenemos que tener en cuenta que sólo es para la salida del agua, que no es para otra cosa.

10.-¿Y la orientación del invernadero?

Siempre Norte-Sur. Los túneles tienen que ser siempre norte-sur, en este campo hay muchos técnicos agrícolas, que opinan, que han pensado o que seguirán pensando, probablemente, que lo mejor es poniente-levante, pero simplemente tiene que ser especialmente con un tipo de invernadero asimétrico y que cumpla unas medidas muy estrictas y si no, no funciona tampoco. Pero normalmente lo que se está haciendo en Almería tiene que ser norte-sur.

11.-¿qué mejoras introducirías en la construcción de invernaderos?

Yo creo que mejoras se han introducido ya muchas, muchas, ahora yo lo que pondría son sistemas de ventilación automatizados, que son muy importantes.

La gente cree que sólo son importantes para ventilar cuando hay mucha humedad, pero no, es más importante la renovación del aire que no ventilar sólo cuando aparezca la condensación. Pero hay que ventilar todos los días y eso hay que tenerlo en cuenta. Por eso yo, las mejoras que haría dentro del invernadero es posiblemente corregir algunas alturas en algunos detalles del invernadero ganar un poco más en ventilación.

12.- ¿Aconsejas el uso de pantallas térmicas y de sombreado?

Por supuesto que sí. Normalmente por dentro, aunque ahí también habría mucho que discutir. Cuando quieres sombreado, en teoría te va a funcionar mejor por fuera, pero tiene el problema de que la instalación que se hace ante los vientos tiene mucho peligro y te metes en una instalación que cuesta mucho dinero y que luego va a tener problemas con los vientos continuamente. Ahora, por supuesto si es de ahorro energético debe de ser por dentro.

13.- ¿Cuáles son las técnicas culturales que mejorarías?

Respecto al cultivo, cambiaría algunas medidas de los túneles dependiendo del invernadero. Respecto a lo demás yo creo que tampoco hay mucho más que mejorar porque los invernaderos de aquí de Almería sobre todo los últimos que se están haciendo están bastante conseguidos.

Si quiere usted decirme algo más...

Hombre yo te insito en que el invernadero multitúnel y el tipo raspa y amagado son dos cosas muy diferentes el último tiene sus limitaciones y por supuesto el multitúnel es el mejor invernadero del mundo, pero hace falta una gran inversión inicial, también tiene menos resistencia a los vientos, es más propenso a la rotura. Y los otros al ser más baratos, la gente los amortiza más fácilmente. Pero vamos, mi opinión es que el multitúnel es el mejor invernadero siempre y cuando se adapte bien a la zona en la que se va a instalar y a lo que se va a hacer con él. El mismo invernadero no funciona en todos los sitios igual.

6.- ENTREVISTA AGRICULTOR 1

1.-¿Cuál es la mejor estructura de invernaderos?

La mejor es la de raspa y amagado. El multitúnel es la mejor pero los perjudica mucho el viento. En este campo no funciona. No va a funcionar nunca.

¿Y mejorándolo para el viento?

Si, ese invernadero produce más, lo que pasa es que, vale mucho dinero, reparte mejor la luz, pero el problema es eso. Mi vecino tiene uno con correas y cada vez que viene el viento lo hace polvo. Y el plástico, en otros sitios vale 20 pesetas y aquí te cuesta 30...

2.- ¿Hay algún método para construir el invernadero que sea seguro?

No, para echar el plástico hay que pisar por lo alto.

3.- ¿Cuál es la mejor estructura para captar la luz?

El raspa y amagado. El plano y el multitúnel son los que más claridad tienen, pero el que más rendimiento está dando es el raspa y amagado. El raspa y amagado tiene sombras.

4.-¿Cómo se aumentaría la ventilación?

La mejor ventilación para mí son telas en todas las raspas, más que las ventanas. Aquí vamos a lo práctico, en la raspa, la tela es más eficaz que la ventana. Yo tengo ventana en toda la finca de tomate, con ventiladores, y no he quietado la ventana aún pero la quitaré. La ventana, la pongas, como la pongas, se marca (de vectores) dos o tres metros por cada lado. Le he metido malla y luego entre los dos tejidos otra malla, y se en esos líneas que están debajo es de se marca más el virus, todos los bichos te entran por ahí. Si la pones demasiado espesa no te entra aire, y si no, te entran todos los bichos. Con la tela entra el aire, pero de otra manera, y la flama de calor también sale. La solución es plástico y malla en la raspa. Sin embargo se vende muy bien un invernadero con ventanas, pero eso es un rollo, como todo eso que vemos en las palmerillas y todo eso... Lo más práctico y comprobado es en cada raspa una tela, ventila y no tienes bichos ni tienes nada, que lo otro es más chulo y todo eso si...

¿Y como es la tela?

La tela es tela antitrips, igual que la tiene que poner en las ventanas, pero no es lo mismo que lo otro. Lo otro te lo aguanta, al tiempo te lo aguanta, y esto como está casi plano, pasa y no entra, en lo otro es como que el insecto se va inyectando y las semillas y todo, por cada ventana tienes una hilera de hierba. En cambio con las telas estas no entra. Yo no soy partidario de las ventanas, pero bueno, hay a quien le gustan.

¿Entonces no sería mejor el multitúnel?

Si, se le dieran un apaño cada vez que viniera el viento, y bajarán los costes de hacerlo, porque un multitúnel vale ya 3000 pesetas me parece. El doble. Tiene que bajar el coste y ponerle una fórmula en el tejido, una malla o algo...

5.- ¿Y las ventanas de arriba, cuales son las mejores?

A mí me gusta la que se abre para los dos lados. Yo tengo esa en mi invernadero. A manivela, no es automática, y abro un lado o abro el otro dependiendo. También tengo ventiladores dentro, para cuando hay demasiada humedad y no hay aire. Tengo treinta y tantos o cuarenta ventiladores repartidos por todo el invernadero. Y funcionan, ha veces traen más cuenta, casi, que las ventanas. Cuando no tienes aire no puedes hacer nada y esto sí te vale. Ahora también tiene un problema, como se acostumbre la

mata a eso, no se lo vayas a quitar, (yo ya he pasado por eso). Tenía unos melones ya negros para cortar y lo que me faltaba era humedad en el techo para que se rayaran, y le quité los ventiladores y todo fue para atrás. Los tengo automáticos a 23-24°C, cuando llega a 24°C empieza a mover el aire, vas y se le quitas 3 o 4 días y te sube de 25 o 26 a 35-40° más y la planta se muere.

6.- ¿Pantallas térmicas o de sombreado tenéis?

No, lo tenemos blanqueado. Las pantallas son cómodas también, pilla menos el invernadero, se pudren menos los alambres, pero vale mucho dinero y como los invernaderos que nosotros tenemos son de tubos, costaría mucho trabajo poner las mallas esas.

7.- Y la altura del invernadero

Tampoco puedes pasarte en altura, porque si te pasas te cuesta mucho rellenar el hueco ese. Eso de 4 metros es un disparate, eso está pasado de rosca. Son más frescos en verano, pero también tardan más en calentarse en invierno. En una plantación temprana estupendo, pero en invierno que es dónde vale el género.... Está comprobado que no te puedes pasar en altura. Tú pones una plantación de pimientos en un invernadero más bajo y te va a cuajar antes que el otro, 20 días por lo menos. En invierno un invernadero alto es una sombría, muy frío.

8.-Y la pendiente y la orientación

De allí para acá (norte-sur)

9.- ¿Qué mejoras pondríais en el invernadero?

Unos raíles como tienen en Holanda sería el no va más, le das a un botón y automáticamente sale el género. Pero ¿quién paga eso? Si no podemos pagar lo que tenemos.... Y ya poner una cinta transportadora al almacén....eso es lo suyo.

10.- ¿Y las energía renovables en el invernadero?

No, por aquí no.

7.- CONSTRUCTOR 4 (ZONA PONIENTE)

1.- ¿Mejor un raspa y amagado o un multitúnel?

Un multitúnel tiene que ser sólo para semillero porque no se rentabiliza. Hombre, el que construya multitúnel te va a decir que es el mejor del mundo. Pero el plástico no aguanta, se rompe con mucha facilidad y no se puede remendar, tiene muchísima humedad lo que vayas a sembrar que casi siempre son plantas grandes y da muchísima humedad. Eso se oxida muy fácilmente porque son tubos galvanizados en caliente, los pilares solamente, pero lo que es las canalillas y las cremalleras se oxida rapidísimo, y no se puede remendar, hay que quitarlo y ponerlo nuevo. Galvanizado en caliente al curvarlo salta, salta el galvanizado y se oxida antes. Antes se hicieron muchos. Y no te digo nada cuando pega el viento, se lo lleva y lo rompe entero, no se puede remendar.

El raspa y amagado se está hermetizando mucho, los problemas que tiene es que tienes que sujetar el plástico con puntos para unir las dos mallas, y entonces al tener movimiento... Si el plástico es de 3 años, puedes aguantarlo hasta 4, 5 o 6 y el multitúnel no, si el plástico es de 3 años, hay que quitarlo a los 2 años, porque si no, te quedas sin cosecha y sin plástico.

2.-¿Qué posibilidades hay de tecnificar el raspa y amagado?

Es que los hay mecanizados. No hay inconveniente en hacerlos porque cada vez se está punteando menos, se pueden hacer las capillas más juntas y entonces no hace falta puntear nada más que en el amagado, que pierde poquísima calefacción.

3.-¿Qué combinación de ventanas es mejor en el raspa y amagado?

Las ventanas enrollables ya no se hacen. Las hay abatibles o en pirámide, que tienen la posibilidad de abrir a un lado y al otro.

¿Eso es de mariposa? No, son enrollables, pero en una sobre-estructura que se pone encima del invernadero.

¿Hay alguna malla que sea totalmente hermética para los vectores como el trips?

No, pero en ningún tipo de invernadero. Los de multitúnel tampoco. Una malla muy densa ya no ventila.

Problema de ventilación prácticamente ya no tenemos. Antes se intentó meter ventiladores y eso lo que hace es que reseca tanto el ambiente que te cargas las plantas y si metes aire de fuera estás metiendo bichos a presión; y si sacas de dentro lo que haces es que estás secando. La ventilación forzada no funciona. Luego pusieron unos ventiladores más pequeños que lo que hacían era mover un poco, remover el aire dentro, que si abres la ventana con esa corriente de aire también sale el calor.

4.- ¿Qué mejoras estructurales le haría usted a los invernaderos?

Es que no hay. Estamos haciendo invernaderos que van a durar... Nosotros ya no, los vamos a ver romperse. Hay que poner materiales buenos. La gente está poniendo chatarra. Yo estoy poniendo retenciones para que no se aflojen y no queden remates malos que rompan los plásticos. Hay que poner alambre de calidad, de aluminio.

5.- ¿Y para quitar la condensación?

Ventanas.

Entonces, ¿está conmigo en que hay que aumentar las ventanas?

Si. Estamos poniendo ventanas una sí y la otra no, pues habría que poner ventanas en todos. Llevamos unos años, que, como no se rentabiliza, la gente no puede.

6.- ¿Usaría pantallas térmicas o para sombra?

Eso, empezamos hace unos años y eso, vale casi igual que hacer el invernadero otra vez. Eso puede valer para un semillero, para una planta de ornamental que le saques rendimiento. Pero para una planta que le vas a sacar 4, 5 o 6 euros, le vas a sacar lo mismo y no te va a quedar ni 1 euro por metro...

Se blanquea y punto. En los semilleros hay un dineral metido en semilla, que no es ni tuya, que es de los clientes y que, por lo que sea, llueve en un fin de semana y ¿que?, se queman las plantas y te has buscado la ruina. El hombre no puede sembrar su semilla, tú le tienes que pagar, y la semilla seguramente que era esa la que iba a valer. La que siembras, después no vale. Ni estás en fecha ni nada.

7.- ¿Y las energías renovables en el invernadero?

¡Que va! Eso no se rentabiliza. Si estamos hablando de Holanda sí, allí sí lo rentabilizan pero aquí no.

Nebulización sí se está poniendo , pero tiene que ser agua muy buena, si no es así quema la planta.

8.- ITA (ZONA PONIENTE)

1.- ¿Cuál es la mejor estructura?

Buscando lo que es la rentabilidad, de cara al agricultor sería un raspa y amagado. De cara a una seguridad, dependiendo del trabajo y dónde estamos es el túnel. En semillero sobre todo, para el control del clima.

¿Y crees que al agricultor no le vendría bien también controlar el clima?

Si ganase los 9 € por metro sí lo podría pagar. Si la verdura “funcionara” la estructura multitúnel sería óptima, pero conforme está la realidad, lo más óptimo sería tener un raspa y amagado donde se cría muy bien. De cara al agricultor, si está bien diseñado, dónde no haya problema de evacuación de aguas, de orientación, no tendría porqué presentar inconvenientes.

En el semillero tenemos los dos tipos de invernadero. Y dónde plantamos los cultivos de gran responsabilidad es en el multitúnel.

Y en el raspa y amagado las plantas se dan bien, pero no tenemos un control de clima tan bueno.

2.- ¿Tenéis plagas de trips en el raspa y amagado?

De trips sí, y de saltamontes también (jajajaj...) y sapos que buscan a los saltamontes (jajajaja...).

En el multitúnel también entra trips.

En verano, con una buena temperatura, controlar el clima se basa en ventilar en multitúnel. Si hablamos del invierno, las estructuras de raspa y amagado son más frías. El túnel de abajo lo tenemos con un plástico. El túnel de arriba lo tenemos con doble plástico, una cámara de aire y la calefacción aquí funciona. La calefacción es por aire, no es lo más óptimo, pero calentamos así.

En el raspa y amagado cada tubo es un punto por dónde se va el calor.

Para la cantidad de miles de euros que tenemos en planta y la responsabilidad que conlleva la mejor estructura, sin duda es la del multitúnel.

Cuando al agricultor se le estropea una partida, éste no te pide el precio de la partida, te pide muchísimo más.

Hay que tener instalaciones en condiciones. En el multitúnel va bien en verano con el apantallamiento interior que tenemos y los ventiladores y las ventanas, claro. La pantalla interior, bajo mi punto de vista funciona bien, porque al tener las ventanas cenitales abierta el aire caliente sale al exterior.

Las ventanas cenitales son de tipo abatible. No tenemos ventilación lateral. No tenemos condensación, pero es que las plantas son muy pequeñas.

Tenemos un problema de falta de luz en la estructura de doble capa en invierno, porque con el plástico hacemos una especie de abrigo y entre los tres plásticos nos falta luz, la planta nos sale un poquito lenta. Queremos probar este invierno, quitar uno de los plásticos de arriba. Lo hicimos en la otra nave y funcionó. De hecho los pimientos el año pasado los sacamos en 35 días y estos pimientos son partidas que llevan 30 días, los hemos adelantado 5 días poniéndoles más luz, quitando el plástico. La temperatura ha subido y la planta no va forzada, nos que haya cogido el porte y le falten raíces, sino que va en equilibrio porte-raíz. En un mes tenemos una planta que se podría poner ya.

3.-¿Y de altura?

Pues convencional 3,5-4 metros.

4.- ¿Cómo ves el uso de energías renovables?

Pues la verdad es que lo veo perfecto. No la usamos por la inversión previa. Sería cuestión de echarle números para ver la rentabilidad.

5.-¿Qué mejoras estructurales le harías a los invernaderos?

La verdad es que cuando entras de técnico en un semillero o en un invernadero, no piensas en hacerle mejoras. Piensas que con lo que tienes, tienes que acondicionarlo. Si yo tuviese que hacer un invernadero y contase con una cartera muy llena, pondría un multitúnel. No me gustaría más dinero. También estudiamos la posibilidad de instalar por la noche luz, pero no lo llevamos a cabo al final.

9.-ENTREVISTA INVESTIGADORA 2. (IFAPA)

1.- ¿Qué es lo que tenemos que resolver en cuanto a estructuras?

Una cuestión es que lo que tenemos que resolver lo hemos de resolver con aspectos que se han venido llamando desde hace décadas, y que, a lo mejor, la palabra ya nos cansa un poco. Pero hay que tener siempre en cuenta el término de sostenibilidad y a partir de aquí nuestro mayor problema es que recibimos en estas superficies una insolación bastante alta que genera regímenes térmicos limitantes, entonces, tanto las temperaturas altas como las demandas evaporativas.

Lo más importante que podemos hacer, pienso yo, a nivel de estructuras es optimizar la ventilación natural de los invernaderos porque en el diseño del invernadero ya vendría implícito el mejorar el intercambio de aire y no requeriríamos el aporte energético para llegar a unas condiciones adecuadas.

Yo creo que este es el principal reto, por ello hay que diseñar bien la ventilación para empezar.

Diseñando bien el sistema de ventilación ¿va a ser suficiente? Tal vez no, porque la carga solar es muy fuerte y muy importante. Contamos con otro aliado importantísimo y también muy sostenible que es la propia planta. La propia planta cuando está bien nutrida y bien regada, es capaz de disipar el 60% del calor que llega al invernadero. Estamos hablando ya de un dosel vegetal bien desarrollado.

Con lo cual tenemos la planta, que en primer lugar, tiene que estar bien desarrollada y bien regada para que transpire y luego tiene que haber una densidad de plantación adecuada.

En segundo lugar tendríamos que optimizar la ventilación natural. Cuando estas dos cuestiones son insuficientes para llegar a unas condiciones térmicas higrométricas adecuadas para producir calidad del fruto. Porque nosotros podemos producir materia seca, pero lo que vendemos es el fruto y tiene que tener una calidad mínima. Para producir esta mínima calidad estándar probablemente tendremos que recurrir a sombreado. Cuanto mejor ventilemos, menos necesitaremos sombrear. Cuando sombreamos reducimos la producción potencial. No nos sobra nada de radiación, ya lo hemos visto, se ha discutido, se ha comentado, hay mucha información al respecto. Sabemos que un 1% de pérdida de radiación se traduce en una pérdida de producción del 0.5 hasta un 3% dependiendo de qué fase hablemos y de qué cultivo. Y por tanto sabemos que sombrear supone esa pérdida. Nos falta radiación siempre, tanto en invierno como en verano. Sombreamos para obtener una temperatura adecuada, pero no blanqueamos porque nos sobre radiación. Sombreamos para bajar la temperatura y mejorar la demanda evaporativa del ambiente. Con lo cual, si tenemos una planta bien regada que transpire muy bien, y un sistema de ventilación óptimo, debemos de sombrear menos. El blanqueo es el método que se utiliza en la zona en el 99% de los casos el resto usa también mallas de sombreado, normalmente interiores. La solución real no son las interiores pero, es verdad, que es una solución mucho más barata, de más fácil mantenimiento. Es mejore exterior pero tiene el inconveniente del precio, es mucho más cara y de más difícil mantenimiento y tenemos que tener más dispositivos de sujeción para cuando haga vientos fuertes. Hay que colocar anemómetros.

La malla interior es bastante menos efectiva que la exterior porque fuera está reflejando la radiación antes de que entre en el interior del invernadero.

Las mallas en el interior deben de evitar perjudicar. Para instalar una malla en el interior es imprescindible que el invernadero sea muy alto para evitar esto que estamos comentando. Si el invernadero es alto, creo que se puede hacer una instalación interior evitando esto. Creo que es importante abordar los dos aspectos: planta, ventilación natural y luego en menor medida el sombrear. El blanqueo es una técnica muy barata que funciona estupendamente bien, pero presenta sus

inconvenientes: nos quita radiación a primeras horas de la mañana y por la tarde. Potencialmente cuando sombreamos perdemos radiación. Pero como necesitamos tener una calidad mínima,.....

Al sombrear reducimos la transpiración y por tanto la eficiencia del uso del agua. Esto es en cuanto al reto mayor, que es mejorar el régimen térmico.

Hay estudios que ponen en evidencia cuál es

El grupo de Nicolás Castilla ha liderado diferentes proyectos y se ha puesto en evidencia que geometría de cubierta y que ángulo sería adecuado.

Mejor captación de la radiación, mejor control climático, sombreo...y tal vez no sea tan importante, pero también lo es, el aporte energético que necesitamos puntualmente en la época invernal. Si observamos los datos de nuestra zona, vemos que buena parte del periodo de los ciclos productivos vamos a trabajar con un control pasivo pero tenemos un tramo grande en el que vamos a necesitar un poco de energía para refrigerar y un poquito de energía, menos, para calefactar. Pero algunos años ,si no se cuenta con esto, podemos tener problemas serios. Eso en algunos años concretos, pero desde luego en todos los años también nos perjudica, porque como estamos trabajando sin aporte energético no estamos permitiendo que el cultivo crezca y se desarrolle adecuadamente. En la época de invierno podemos ver las planta multicolores; y no es que no estemos aportando los minerales que la planta necesita si no que no existe la temperatura adecuada para que se absorban, se termina necrosando la planta y haciendo que su vida útil se acorte. Se produce un envejecimiento precoz.

2.- ¿Cómo optimiza más la luz?

Hay mucha casuística al respecto. Va a depender de épocas de año y tipos de configuraciones, pero hay estudios en Almería que dice, para cada caso, que situación es la más adecuada. En general se considera que ángulos de 30° se consideran mejor para la captación de la radiación en el solsticio de invierno y orientación este-oeste, aunque la norte-sur es más uniforme. Hay que buscar el compromiso entre captar la radiación y obtener una mayor uniformidad.

¿Por qué aquí casi todos invernaderos están orientados norte-sur? Pues tal vez sea por buscar situaciones más uniformes o por situar las ventanas hacia vientos dominantes...

3.-¿Cuál sería la ventana más eficiente o la mejor combinación?

Lo que es importante es la combinación cenital-lateral para provocar el efecto chimenea.

Hay estudios que ponen en evidencia que dentro del invernadero la ventilación no es uniforme, entonces la utilización de deflectores de aire permite uniformizar algo más las temperaturas.

4.- ¿Y en cuestión de altura?

Bueno, ya se recomiendan invernaderos más altos de los que existen. Como mínimo 4 metros o 4.5 en canal.

Los invernaderos altos permiten luego instalaciones para sombreado.

5.-¿Y los materiales de cubierta?

Ese es un campo muy amplio en el que aún queda mucho por desarrollar. Está ahora en fase experimental, se está trabajando en lo que se llaman los plásticos inteligentes que actúan de manera que cambian la transmisión de radiación a través de la temperatura de la cubierta del plástico. Sería a modo de las gafas estas claras que cuando sales a la calle se oscurecen. Se modifica la transmisión. Está en fase experimental pero porque no pensar que va a funcionar bien.

6.- ¿El uso de energías renovables en la agricultura es viable?

Yo no soy experta en eso, pero disponemos de insolación, disponemos también de viento y tal vez haría que optimizarlo. A lo mejor es un poco complicado decir que toda la explotación va a funcionar con energía renovable, pero tal vez, el aprovechar el parque, la energía renovable por qué no en la medida de lo posible. Habrá que hacer cálculos y habrá que ver si es rentable almacenarla, hasta qué punto o es sencillamente a medida que se dispone utilizarla en cualquier aspecto. Cuando necesitamos abrir ventanas en cuanto al sol, podemos usar esta energía solar para los motores necesarios para abrir ventanas, a sea, que sí que es cierto que cuando hay iluminación y cuando hay viento necesitamos llevar a cabo una serie de operaciones en el invernadero y porqué no utilizar esta energía. Lo que no sé es hasta qué punto es rentable el sistema de almacenamiento de este tipo de energía.

7.- ¿Cómo se mejoraría la eficiencia energética de la estructura?

Bueno, en primer lugar, un poco lo que te he comentado. Sacar partido de la propia planta, mejorando la ventilación pasiva. Lo que necesitamos sobre todo es energía para refrigerar, por lo que todo lo que podamos hacer para evitar gastar energía para refrigerar es importante. Aumentando la altura, aumentando la superficie de ventilación, introduciendo mallas de sombreado. Esas pantallas de sombreado, si se instalan se ha visto que pueden actuar también como mantas térmicas, incluso en el exterior. Nosotros hemos comprobado como, utilizadas durante la noche, en invierno, se mejora la integral térmica. Las temperaturas mínimas pueden subir un grado y medio y luego la integral térmica también, con lo cual estas pantallas también pueden ser muy útiles para el período invernal. Y es que en esta zona mejorar un grado y medio o dos es fundamental, porque estamos ahí en la mínima entre 8-10°, que se sitúa en esa zona donde 2°C hace que todo funcione bastante bien. 2°C por debajo hace que la situación sea más delicada. Con lo cual es muy importante esa optimización de la malla que realmente es un artilugio sencillo que no consume energía.

8.- ¿Aprovechando todo esto que me cuentas, el invernadero funciona bien energéticamente sin control climático?

Sería muy arriesgado decir óptimo, pero podríamos llegar a unos umbrales moderadamente aceptables y podríamos llegar a una sostenibilidad importante. Óptimo no, porque digamos que estamos muy alejados del potencial. Y dependemos de las condiciones climáticas. Las soluciones medias que tenemos actualmente están muy, muy alejadas.

Con una estructura más hermética y control climático:

La cuestión del multitúnel, no la veo tan clara, es un sistema industrial al que se le puede adaptar fácilmente muchas instalaciones, pero yo hablaría más bien de multicapilla, porque no necesariamente el túnel es la forma más adecuada en el sentido de que tiene muchos problemas para que la condensación resbale, creo que

es un problema grave que, bajo mi punto de vista, no está solucionado en esa estructura.

El multicapilla, con una inclinación de 30° recoge muy fácil el problema de la condensación. El gótico creo que tampoco termina de resolver el problema. Es mejor tramos rectos.

9.- ¿En la estructura de raspa y amagado se puede tener un buen control climático?

Si, se puede tener, pero hay que implemetar las instalaciones. Tiene un problema de que por una parte, ahora mismo, no es completamente hermética, se podría mejorar, si se mejora la ventilación que normalmente ahora la superficie de ventanas está por muy debajo de las que debería tener para que funcionase medianamente bien, entonces habría que modificarla.

10.-¿Qué mejoras estructurales introducirías?

Con respecto a las que hay actualmente, haría los invernaderos más altos, ángulos de cubierta más adecuados, mayor superficie de ventana por metro cuadrado cubierto, mejores diseños de las ventanas, utilización de sombreado dinámico selectivo. A ver si algún día se ponen en marcha los plásticos inteligentes que te he mencionado antes.

Y la otra cuestión es invernadero abierto o invernadero cerrado, el problema de plagas y enfermedades, que también es otro reto importante. Es complicado, a medida que se va cerrando el invernadero, hay que ir buscando sistemas para acondicionar el clima dentro de él. Es verdad que es interesante en cuanto a que se evita la incidencia de plagas y enfermedades, pero por otra parte es más complicado controlar la temperatura. Habría que aporta CO₂ porque podría producirse una bajada importante que no deja de ser la otra fuente fundamental de la fotosíntesis a parte de la luz. Por tanto es muy importante.

Se están haciendo estudios en las palmerillas y tienen problemas e inconvenientes. Un invernadero cerrado completamente y otro semi-cerrado. Hay que hacer números porque se usan intercambiadores de calor, pero, por ahora, creo que no hay datos claros sobre la rentabilidad de estos sistemas dentro del invernadero.

Hay otra cuestión que me parece importante: y es que debemos de buscar una confortabilidad de cara a los trabajadores que manipulan. Esto lo vamos a conseguir sin duda, mejorando las condiciones climáticas y creo que es fundamental para tener más protección fundamental.

Que en determinados momentos un techo plano sea mejor, no te voy a decir que no, pero para nuestros ciclos de cultivo es más beneficioso un techo con cubierta inclinada. La época de máxima radiación podría ser más interesante. Pero yo el techo plano no lo veo. Se aprovecha la reflexión de otros ángulos pero...

En cuestión de ventanas cenitales el poder abrir hacia los dos lados, automatizando y jugando con el viento, sería muy interesante, es más adecuado, aunque sea más caro. Se supone que las ventilaciones es uno de los factores que nos va a ayudar a mejorar mucho lo que ocurre dentro del invernadero, t^a, humedad... Creo que merece la pena un buen diseño. Y gastar el dinero en un aspecto tan relevante como es la ventilación, es fundamental.

11.-ENTREVISTA ITA 2 ZONA NIJAR

1.- ¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras?

Qué hay un 50% o mas de estructuras que debén modernizarse a un nivel un poco superior, a mi modo de ver productividades y amortizaciones de distintos tipo de invernaderos para la provincia de Almería un multicapilla con una altura de 4,5 m, ventanas en cada raspa y emparrillados a 3 metros, es una estructura muy apropiada y sin altos costes tecnológicos.

2.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente a acciones del viento, granizo o nieve?

Rebajando el coste de los seguros, ampliando sus coberturas y haciendo las tasaciones a la hora de tener un problema mas reales y no intentando valorar a la baja las tasaciones. Desde un punto de vista mas tecnológico como es lógico con materiales y perfiles mejores, trabajando con gente profesional y no contratando collas de trabajadores poco profesionales que abaratan los costes a costa de trabajos mal hechos y con materiales mas débiles. Ese es el problema, los medios están de sobra, mayores perfiles, mejores fijaciones de las ventanas, sistemas de automatización de apertura y cierre según velocidades del viento, precipitaciones etc. La cosa es querer o poder gastarte mas o menos.

3.- ¿Cómo se alcanzaría una mejora en los procesos constructivos? (PRL)

No entro en este campo.

4.- ¿Cómo se conseguiría un fácil montaje?

Construyendo como ya las hay piezas de fácil ensamblamiento.

5.- ¿Qué tipo de estructura alcanzaría la mayor uniformidad luminosa?

Invernaderos multitunel y góticos

6.- ¿Cómo se alcanzaría una mayor tasa de ventilación natural?

Con deflectores que intensifican el efecto chimenea.

7.- ¿Cómo se facilitaría la integración tecnológica en la estructura del invernadero?

8.- ¿Cómo ves el uso de energías renovables en la agricultura bajo plástico?

Inviabile de momento mientras que no haya un apoyo y unas subvenciones mas acordes con el despliegue de tecnología necesario.

9.- Ventanas: ¿Cuáles son las que ofrecen un mayor resultado en la tasa de renovación del aire? ¿Cuál es la mejor combinación? Deflectores de aire.

Hay que tratar de que haya sobre un 20%-30% de superficie de ventilación entre cenitales y laterales.

10.- Altura, materiales y uniones.

11.- Pendiente del techo y orientación del invernadero

En los raspa y amagado o multicapilla una pendiente de 20° es lo ideal para captar mejor la luz y controlar el agua de las precipitaciones.

12.- ¿Qué mejoras introducirías?

Principalmente te hablo para tomate sobre todo. Pues yo soy pro-raspa y amagado pero de calidad, bien contruidos, buenos materiales y uniones, recogedores de agua conectados a las canaletas cada 80 metros, altura a la cumbre de 5 metros, superficie de ventilación con ventanas grandes de 30%, marcos de plantación amplios, emparrillado para perchas, invernaderos a poder ser mucho mas largos que anchos para disminuir problemas de ventilación y poder centrarnos mas en captar mayor luminosidad a la hora de elegir las orientaciones.

13.- ¿Cómo se mejoraría la eficiencia energética de la estructura?

Utilizando plásticos tritérmicos y cambiándolos en su momento antes de que pierda totalmente las propiedades, utilizando pantallas térmicas de automatizadas. En general automatizando los sistemas mediante sensores y una estación de clima.

14.- ¿Qué técnicas culturales mejorarías con un rediseño de la estructura?

El marco de plantación, el deshoje y destalle y la cantidad de tratamientos mejorando también su eficacia, la ventilación y la luminosidad.

Aclararte que después de muchos ensayos, estudios de viabilidad económica y de amortizaciones, estoy a favor de la tecnología y el desarrollo como es lógico pero para nuestra zona y nuestros ciclos de cultivo lo mas apropiado es como te dije anteriormente un muy raspa y amagado bien adaptado y terminado, sin lugar a dudas. Por su puesto hablando de calidad-precio.

11.-ENTREVISTA ITA 3

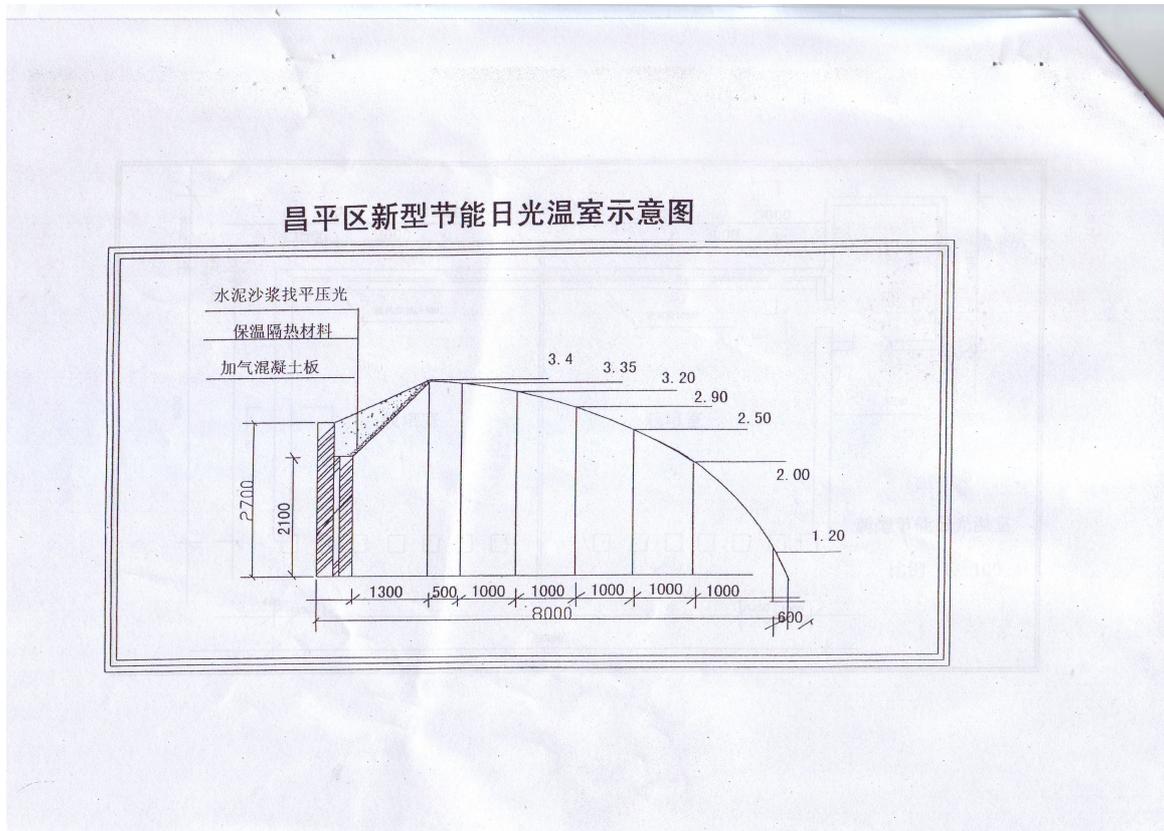
1.- ¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras?

Estructuras pasivas poco optimizadas para la captación solar, inercia térmica y ventilación deficiente.

Captación solar. Estructuras generalmente planas o con poco grado de pendiente. Esto no es un problema para otoño o primavera, el problema fundamental viene en invierno, que además es cuando coincide con los precios más elevados de los productos hortofrutícolas. Además el uso de blanqueo y la acumulación de polvo o suciedad residual limita la transmisividad total de las estructuras.

La inercia térmica de las estructuras viene condicionada por dos aspectos fundamentales:

a) La inercia de la temperatura del invernadero viene condicionada por el material que da inercia al invernadero, es decir, el aire. Si aumentamos el volumen de aire por metro cuadrado de superficie se aumenta la inercia, pero la facilidad del aire para variar su temperatura es elevada. Por ello no sólo se ha de buscar el aumento del volumen total de aire, vía el aumento de la altura del invernadero, sino buscar sistemas alternativos de acumulación de energía para su liberación en la noche. Un modelo sencillo y eficiente de invernadero pasivo, es el invernadero tipo chino, el cual posee una pared de adobe en el lado norte que actúa como un radiador en la noche liberando la energía acumulada por el día.



b) Los aislamientos del invernadero son deficientes. Debido al material aislante, aunque sea polietileno en sus diferentes composiciones y coextrusiones, y a la

superficie de huecos, debido a las roturas como consecuencia del punteado en las estructuras de los invernaderos tipo parral.

La ventilación es importante por dos motivos:

- a) En invierno su déficit en estructuras pasivas, conlleva elevadas HR y en consecuencia alta probabilidad de enfermedades fúngicas.
- b) En primavera y otoño, genera estrés hídrico localizado (en el entorno de estomático) en los vegetales así como fisiopatías como el VER, por deficiencia localizadas de calcio, debido a la excesiva transpiración que como consecuencia arrastra el calcio hacia las hojas.

La ventilación puede ser mejorada y ampliada, pero el problema subyace en la necesidad de tapar las zonas de ventilación con malla anti-insectos que limita la capacidad de ventilación hasta en un 5% en superficie y la corriente de aire y circulación aún más. Por ello se ha de estudiar alternativas a la colocación de mallas, o como mínimo establecer modelos de circulación de aire en función de las estructuras y caracterizar los tipos de deflectores en función de las dimensiones del invernadero y del tipo de ventana.

Una posibilidad interesante y barata, son los ventiladores internos para la homogenización del aire, que evitan la estratificación del aire en invernadero con bastante altura, además estos promueven las corrientes de ventilación. Son muy recomendables y baratos para el agricultor.

2.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente a acciones del viento, granizo o nieve?

3.- ¿Cómo se alcanzaría una mejora en los procesos constructivos? (PRL)

4.- ¿Cómo se conseguiría un fácil montaje?

5.- ¿Qué tipo de estructura alcanzaría la mayor uniformidad luminosa?

6.- ¿Cómo se alcanzaría una mayor tasa de ventilación natural?

7.- ¿Cómo se facilitaría la integración tecnológica en la estructura del invernadero?

8.- ¿Cómo ves el uso de energías renovables en la agricultura bajo plástico?

El principal problema es el coste, el bajo retorno, el coste insignificante por ha en energía aprox. 1000€ en estructuras pasivas, y la gran cantidad de robos en el campo.

11.- Pendiente del techo y orientación del invernadero

Orientación del techo variable en función de los vientos dominantes si la ventilación es limitante, sino norte-sur. La orientación del cultivo (de las líneas de cultivo ha de ser en la medida de lo posible norte-sur para evitar sombras, pues los materiales plásticos no difunde la luz al 100%.

12.- ¿Qué mejoras introducirías?

Todas las que la economía permita. Las mejoras han de ir asociadas a implantaciones en gestión de cultivos que optimicen dichas estructuras, no es lógico plantar calabacín en un multitúnel...

Por ejemplo profundizar en intercropping, cultivo a dos alturas, nuevos cultivos, especialidades, clasificación en invernadero....

13.- ¿Cómo se mejoraría la eficiencia energética de la estructura?

Con un buen diseño de la estructura.

14.- ¿Qué técnicas culturales mejorarías con un rediseño de la estructura?

La recogida de aguas de lluvia, no puede seguir haciéndose vía la perforación del plástico del techo.

12.- ENTREVISTA CONSTRUCTOR ZONA LA CAÑADA

1.- ¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras?

El tipo Almería es bastante más resistente que el multitúnel. Y con respecto al cultivo, el multitúnel simplemente es más hermético. En cuanto a producción la hermeticidad se nota en cuanto a plagas, condensación, temperatura...

En el raspa y amagado se resuelve bien el problema de la condensación. En cuando a la altura del invernadero, depende de las medidas que tenga en agricultor en la raspa, el porcentaje en un invernadero de 3 metros, le tiramos 30, 10 cm/m, o sea, un 10%.

Si la altura de la raspa es más elevada, más volumen de aire hay dentro, al haber más volumen de aire dentro, pero depende del tipo de cultivo que tengamos dentro. Si ponemos un pepinés no necesitamos esa altura, ahora si hablamos de un tomate si. El pepinés si observas el campo está más en aquella zona del poniente. Aquí que se cultiva casi todo en tomate, el mínimo es 4,5, pero también es minoritario.

2.- En cuanto a construcción:

El tipo Almería es todo alambre si es en viga va soldado, los anillos, son soldados, el resto son todo nudos.

3.- ¿Cómo se alcanzaría una mejora en los procesos constructivos? (PRL)

Eso no existe.

5.- ¿Qué tipo de estructura alcanzaría la mayor uniformidad luminosa?

El mejor es asimétrico, lo que pasa es que aquí no nos falta la luz y entonces el asimétrico es el que más se construye con un 0.5 más o menos de inclinación. Nos guiamos por la idea de cada agricultor y por el tipo de cultivo que tengan.

9.- Ventanas: ¿Cuáles son las que ofrecen un mayor resultado en la tasa de renovación del aire? ¿Cuál es la mejor combinación? Deflectores de aire.

Las ventanas enrollables se han perdido, tanto laterales como cenitales. Ahora lo que ponemos son las mismas ventanas del multitúnel, o motorizada o a manivela. Normalmente cuanto más superficie de ventana tengan, más ventilación va a tener ese invernadero.

En cuanto a la tela, nosotros lo que estamos usando de 21.

El plástico es de 3 años, de 800 galgas y térmico.

10.- Orientación del invernadero:

Eso depende de la zona. Aquí en La Cañada se ha visto que es al revés de lo que se decía: que la raspa tenía que estar, no levante-poniente, sino, norte-sur. Aquí ventila mucho mejor con la raspa levante-poniente que de la otra manera, claro, hablo de La Cañada. Así que todo depende de la zona, esta razón es muy sencilla, aquí el poniente no entra así. Y aquí tienen lo que ellos denominan el ¿Terrat? , todas las mañanas si lo observas hay una brisa del norte.

8.- ¿Cómo ves el uso de energías renovables en la agricultura bajo plástico?

Eso aún queda mucho por hacer. Sé que hay algunos que la tienen, lo conozco, y sé que hay algunos proyectos. Pero la inversión que hay que hacer es para pensárselo.

9.- ¿Le piden los agricultores pantallas de sombreo?

Normalmente no. Aquí funciona el blanqueo, es lo más tradicional y va muy bien.

10.- ¿Qué mejoras introduciría usted en los invernaderos de la zona?

Puf, si es que mejoras...ahora mismo, lo invernaderos que se estan construyendo son resistentes a todo. Hoy en día el bolsillo es el que manda. Si tengo que mejorar algo le pondría más ventana, más ventilación. Las laterales normalmente en el tipo almería, nosotros las llamamos de manivela, que son de apertura de abajo a arriba, no como las de antes que eran de arriba abajo. Así el aire no le da tanto, juegas con ella mejor. Si la apertura es de abajo hacia arriba hay un "pañó" de un metro y algo que normalmente no puede abrirse. Ahora mismo con esas puedes abrirlo lo que quieras, bueno, lo que el plástico dé.

Ahora mismo, en mejoras, en lo que es estructuras, no te puedo decir mucho más...

13.- ENTREVISTA CONSTRUCTOR ZONA LA CAÑADA

1.- ¿Cuál es la problemática de la zona en cuanto a estructuras?

El raspa y amagado es uno de los invernaderos más económicos para la zona de Almería. No hay que invertir mucho dinero para producir, no te voy a decir los mismo, pero casi igual que en un multitúnel.

2.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente a acciones del viento, granizo o nieve?

El raspa y amagado es la estructura más fuerte que hay ahora mismo en el mercado, más que el multitúnel, claro, sobre todo pára el viento el fundamental.

3.- ¿Qué tipo de estructura alcanzaría la mayor uniformidad luminosa?

Normalmente al techo hay que darle su inclinación y sus pendientes y orientarlos de la mejor manera posible para el sol, y puede tener las mismas ventajas que un multitúnel.

4.- ¿Y cuál es la mejor inclinación?

Pues lo mínimo tiene que estar entre un 18 y un 20% , para la condensación y para la luz. Hace tiempo se hacían en diente de sierra y aquello no funcionó, porque daba mucha luz solar y aquello quemaba a la mata, daba mucha luz por unos lados y poco por otros. Lo mejor es que este simétrico para que la luz del sol dé de la mejor manera posible y también se pueda recoger el agua de la condensación para que resbale bien y no se quede dentro del invernadero.

5.-¿Cuál es la mejor combinación de ventana?

Lo mejor es la cenital. Las laterales, hombre, son buenas, pero no...., principalmente las cenitales. Y a más grande mejor. Le ponemos tela plastificada y malla anti-trips. La tela plastificada para lo que es la ventana y la tela anti-trips para la ventilación.

6.- ¿Tienen problemas los agricultores con la malla anti-trips?

Con la malla anti-trips que hoy en día se está poniendo, no,no.

7.- ¿Los agricultores piden ventanas abatibles o aperturas cenitales a lo largo del invernadero?

Normalmente piden ventanas abatibles. Es que la tela lo que hace es sacar el calor, pero no entra nada de aire. Entonces una tela por encima de una pendiente, digamos, lo que hace es sacar el calor de abajo, pero no hace de ventana. Una ventana inclinada es fundamental.

8.- ¿Cómo mejoramos la entrada de tecnología en el invernadero?

Mejorar la entrada de tecnología es fundamental, pero en la estructura en sí lo mejor es la ventilación y ya está y si se mejora la nebulización para que la humedad ambiente esté mejor ese es una cosa con la otra, si mejoramos la ventilación y la humedad ambiente en fechas de calor , en agosto, mayo, junio, cuando más lo necesita la verdura, es fundamental. Pero primero la ventilación eso está claro.

9.- ¿Cómo ve usted el uso de la energías renovables?

Hombre, lo veo bien, pero para todos los invernaderos no son. No todos los invernaderos están preparados para eso. El raspa y amagado no está preparado, por muy bien hecho que esté. Alguna gente lo ha querido hacer, pero no, le falta hermeticidad y le falta también, tener todas esas placas, un gran espacio para las placas y para que entre bien la luz solar.

10.- ¿Y en cuanto a la altura?

La altura mínima de un raspa y amagado, el lateral, lo que es la banda, tiene que estar entre 3.20 y 3.40, mínima y en el interior del invernadero 5 o 5 metros y medio.

11.- ¿Y los materiales de cubierta?

El plástico, en años, en galgas pues el mejor, y fundamentalmente que sea blanco, o incoloro, como se quiera decir.

Y las uniones, lo mejor posible, lo más tapado posible.

12.-La orientación del invernadero.

La orientación va en base a cada zona. Si hablamos de una zona con muchas humedades y poca ventilación hay que buscarle la inclinación del invernadero adecuada. No siempre tiene que ser Norte-Sur, hay veces que cambiamos la orientación del invernadero a Poniente-Levante y ventilamos mucho más que de la otra forma. Como más luminosidad en un invernadero es: Poniente-Levante. Yo tengo fincas mías, una norte-sur y otra Poniente-Levante. Y la última es la que va mucho mejor. Los agricultores me piden más norte-sur porque ellos dicen que ven la orientación mejor, pero esto no es así., ¿por qué?

Porque yo he hecho invernaderos con la raspa en dirección Poniente-Levante, y está claro que tienen más claridad, más luz solar en la época de invierno, que es cuando el sol está más bajo. En el verano tenemos más horas de luz y en el invierno tenemos menos, pues con esta orientación P-L aprovechamos más las horas de luz del invierno.

Para la ventilación hay que acoplarla combinada con el invernadero en función de la zona en la que estemos. En esta zona lo mejor es ponerlo P-L y buscarle, dijéramos, o 5 raspas al sur y 3 al norte. Sobre todo el norte aquí trabaja muy bien, y sería fundamental orientar las raspas al Norte, en la zona de Almería, La Cañada, Retamar y me atrevería a decir también que Ruescas, Pujaire y toda esa zona. Ahora, en Níjar y toda esa zona hay que buscarle otra orientación. Hazme caso que son ya 25 años que llevo trabajando con los invernaderos, así que mira si tengo experiencia...

13.- Y de las pantallas de sombra

Las pantallas de sombra hay que buscarlas para cada plantación, a veces tener una pantalla de sombra en un invernadero, lo puede perjudicar. Tenemos una pantalla de sombra que le quita luz, pero los rayos solares no le llegan a la planta bien, y la estamos perjudicando. La transmisión de los rayos solares en un plástico se cambia muchas veces, porque que le de los rayos solares a un plástico es transmitir muchos rayos a la planta, los cambia, sobre todo el espesor que tenga el plástico es lo que más influye. Si el plástico es fino, mas cantidad de rayos solares le da a la planta, a un plástico más grueso los rayos se cambian. Las 800 galgas ahora mismo va aún mejor para mí es un plástico que es el mejor. Y sobre todo hay que evitar esos plástico que

van por burbjas, que no sé cuanto.... Eso es lo peor que se ha inventado para mí porque eso lo que hace es cambiar los rayos solares hacia la mata. En una plantación donde el plástico no sea uniforme o están amarillos como la gente del poniente que dicen que es mejor para el pimiento, pero es porque ponen muy temprano y porque gastan menos en blanqueos y eso perjudica a la planta. Las pantallas hay que ponerlas dentro del invernadero pero siempre adecuado a la plantación. No porque tengas una pantalla va a ser mejor. Si tienes un pimiento y le va bien, tú o pones, pero si tienes tomate, lo que quieres es que le llegue sol. Con la pantalla lo perjudicas.

¿Y las pantallas térmicas? No es difícil hacer estructuras para poner pantallas térmicas en invierno y pantallas de sombreo en verano, no es complicado, hombre no es barato, pero tampoco complicado.

14.- ¿Qué mejoras introduciría usted en los invernaderos de la zona?

Yo sí mejoraba la estructura del invernadero, digamos para tomate, hay que diseñar el invernadero idóneo. En raspa y amagado hay muchos tipos. Yo voy a intentar diseñar un raspa y amagado con sus raspas y sus pendientes, que tengan los ángulos suficientes para cultivar tomate, y dentro de esa gama hay que hacer mejoras u otros adecuados a cada cultivo. Eso va de cara al agricultor, si quieres cultivar pepino, calabacín en invernadero cualquiera, pues no va a tener la misma calidad que en otro invernadero que tenga una estructura preparada. Para adaptarla al tomate es dándole la inclinación adecuada, que eso lleva tiempo ya que no dejan los agricultores, y ¿por qué no se dejan? Pues porque el agricultor lo que quiere es un invernadero económico, barato, y que sirva para todo. Tú vas con el invernadero con un diseño ya hecho y ellos lo primero que van es con el dinero. Ellos quieren un buen invernadero a un coste bajo y eso es difícil.

Cambiando los ángulos de inclinación encarece porque en altura como mínimo tiene que tener 5 o 5.5, así hacemos un buen invernadero, en banda, y en el centro. Es mucho mejor si es más alto, si quieres ponerle un sobretecho, se lo pones, que quieres estructurar mi invernadero para un cultivo de berengena pues le bajas el techo. Luego al tener más volumen de aire dentro cuando se calienta, en invierno guarda mejor el calor que está acumulado en el aire. En esas horas solares donde el sol más calienta, que en realidad, el sol calienta lo mismo a todas horas, lo que o cambia son las nubes, el aire, la posición etc..., pero el sol siempre está a la misma temperatura, pues en el invernadero lo mismo.

En resumen, que los agricultores no nos dejan hacerle mejoras en los invernaderos porque incrementan los costes. El agricultor está muy centrado en la idea que tienen ellos del invernadero, y no te dejan hacerle las mejoras que tú le harías. Así que diseñar un invernadero es trabajo perdido.

En realidad no hay que hacer una inversión excesiva, estos invernaderos. Un multitúnel lo más gótico posible, tipo multicapilla, con las paredes del techo rectas. Yo quiero hacer una estructura alta pero para una gran superficie, para que la gente vea que la capacidad de calor se multiplica, porque claro, en un invernadero donde haces 500, 700 o 1000 metros, la capacidad de calor la divides por metro cuadrado y las bandas las tienes muy cerca, entonces hay que multiplicarlas por metro como mínimo de media hectárea, 5000 metros cuadrados los diseñamos y hacemos este diseño de invernadero; pero en raspa y amagado para que la economía lo permita y el agricultor pueda gastarlo pero a lo mejor estamos hablando de un euro más el metro, no estamos hablando de un diseño que no se pueda hacer; y si reducimos el invernadero pues aumentamos un poco el precio. Pero vamos que en media hectárea entre 5 y 6000 euros y en una hectárea entre 10 y 11000 euros, es decir que estamos reduciendo un poco la capacidad de metros. Bueno, eso es lo que estamos intentando hacerle al agricultor y nada, no lo quiere. Ellos quieren uno para producir normalmente

y ya está. Este año también es el peor año para decirle a un agricultor de innovar un poco. Y yo estoy convencido de que si lo seguimos haciendo igual que siempre la agricultura no se levanta. Pero estos son los peores años para convencerlos. Así que llevo construyendo invernaderos 20 años y los sigo construyendo como los de hace 14. Voy para atrás.

14.- ENTREVISTA ITA ZONA LA CAÑADA

1.- ¿Cómo se mejoraría la resistencia frente a acciones del viento, granizo o nieve?

Pues muy fácil, mejorando la estructura, dejando palos, metiendo acero, cambiando materiales, levantando las estructuras, aún queda muchos invernaderos planos, mucho raspa y amagado plano. Nosotros tenemos muchísimos planos y los típicos que eran planitos y han ido metiendo un muerto más para ir levantando un poco más la altura, pues de eso nos queda aún mucho.

Y multitúnel, de los seis técnicos que estamos aquí creo que no, vamos yo no llevo ninguno. La gente es muy reacia a cambiar, mira, yo llevo muchos invernaderos por la zona de Níjar y te dicen que si meten aluminio o acero que es muy frío entonces, enfría mucho la temperatura, mientras que la madera les parece más cálido... pero vamos, que los palos están hechos polvo.

2.- ¿Hay diferencias de producción entre uno plano y otro de raspa y amagado?

Sí que hay mucha diferencia. Hay mucha menos pudrición, menos problemas de agotamiento en tomate, están más aireados, tienen menos marcas los tomates. En el raspa y amagado con un plástico nuevo, que no tenga agujeros no tiene por qué entrar agua, sobre todo si las uniones están bien hechas. De hecho ellos te los pintan para delimitar las zonas por donde puede entrar, en pasillos y por zonas donde realmente no van a ocasionar problemas.

3.- Respecto a las mallas, ¿entra trips?

Sí que entra. Este año hemos tenido trips para dar y regalar.

4.-¿Y problemas de ventilación y condensación?

Pues, las estructuras que son nuevas ya viene bastante preparadas pero hay problemas de condensación también, cuando hay humedad, hay humedad y las zonas más húmedas, le hagas lo que le hagas es muy difícil quitarle la humedad. Hombre cuanto más alto sea, mayor es la capa de aire, mayor la capacidad de ventilación y mejor pero...

5.-¿Cuál es la mejor combinación de ventanas?

Unas laterales amplias y arriba más. Lo que los agricultores buscan y sí que es verdad que funciona es que te abran a levante y a poniente, que abran hacia los dos sitios. Lo ideal sería una misma ventana que abriese o para levante o para poniente, que tuviese las dos posibilidades, pero evidentemente, eso es muy costoso. Lo normal que se hace es alternarlas para que se abra una para levante y otra para poniente alternativamente.

6.- ¿Cual es la Orientación del invernadero más común en esta zona de La Cañada-Níjar?

Aquí lo más común es Poniente-Levante.

Sin embargo en la zona de El Ejido lo común es Norte-sur: Sí, claro, por la dirección en la que soplan los vientos dominantes. Aquí lo ideal es este-oeste.

7.- ¿Y de altura?

De altura lo ideal son los 5.5 metros, pero consíguelos. En todas las estructuras nuevas que se están haciendo sí los tenemos. El plástico es de polietileno de larga duración.

8.- ¿Y la pendiente?

Pues la verdad es que no tengo ni idea. Un 1% es lo que se le mete en general a todo el invernadero...

9.-¿Cómo se facilita la integración tecnológica?

Aquí la zona no es muy fría. La zona de Níjar que es un poco más fría, sí que tiene cosas más novedosas como calderas de calefacción pero yo de todas las fincas que llevo tienen calefacción sólo tres. **¿Y funciona?** Te funciona pero se gasta una pasta que no compensa con los precios de mercado actuales. Mira, por ejemplo, tengo un agricultor que tiene el invernadero en la zona de Níjar, ha puesto calefacción; evidentemente no se le ha ido la plantación por frío, no ha perdido flores, no ha perdido cuaje. Y sin embargo a los agricultores de alrededor sí les ha afectado. Pero, claro, con el precio que han tenido los tomates no le ha compensado para nada. En 10 días se ha podido gastar unos 5000 euros, lo que no le ha sacado a la plantación. Por esta zona de aquí hay ya algunos agricultores que están empezando a instalar sistemas de calefacción por biomasa.

10.-¿Qué mejoras introducirías tú en la estructura?

Altura. Altura, y ampliar ventanas siempre, eso es fundamental y si la economía lo permita ventanas de mariposa. Vamos, yo si tengo que recomendar algo, recomendaría eso. Ya sabemos que llevamos unos años muy malos, aquí todo lo que hay es tomate, el tomate no vale mucho... También una buena hermeticidad también.

11.- Tienen pantallas. Jugar con ellas también es un avance. Si por las mañanas las temperaturas son bajas y te llega un golpe de calor de forma inesperada, pues siempre puedes poner las mallas y no tener que estar pendientes de blanqueo. Para una primavera como la que hemos tenido este año que un día estaba nublado todo el día y otro día salía el sol que te quemaba, en estos casos una pantalla de sombreo sería fundamental para un buen manejo del cultivo. Entonces pienso que habría que hacer unas mejoras estructurales pensando en eso, en acoplar pantallas que se puedan quitar o poner en función de la climatología.

Lo que pasa que los agricultores son reticentes a una gran inversión inicial, parece más asequible cuando se hace a "pegotes", eso es igual que en las economías domésticas.

En resumen levantaría el emparrillado, levantaría la altura del invernadero, metería muy buenas mallas y buenas protecciones anti-insectos, y sin duda ampliaría ventanas.

15.- ENTREVISTA AGRICULTOR INDUSTRIAL (LA CAÑADA)

1.- ¿Cuáles son las ventajas y los inconvenientes del multitúnel y del raspa y amagado?

Te puedo decir que cuanto mejor sea la estructura, mejor va a ser para el cultivo, eso es de cajón. El principal inconveniente de un invernadero multitúnel es el económico. Cuesta mucho dinero y para sacarle rendimiento tienes que tener un buen año, si no es que no te da. Lo normal, por eso es el raspa y amagado el más común. Nosotros tenemos de los dos tipos y el sistema de cogeneración sólo lo tenemos en el multitúnel, en el raspa y amagado no. Se puede meter calefacción pero nunca va a llegar a ser rentable. Tú puedes meter aquí agua a 80° C y aquí a 50°C, aquí se mantiene la temperatura y allí mucho menos, ¿te sirve? Pues sí que puede servir pero en el raspa y amagado es más de impacto y aquí es mantener la temperatura para que la plantan no se venga abajo. Allí pega una helada, enciendes la calefacción y no te baja de golpe la temperatura, la baja pero no de golpe.

¿El invernadero donde tenéis la cogeneración tiene ventanas?

Si, tiene ventanas. Y normalmente están abiertas. Tiene una ventana en la cara norte en el lateral que la usamos para que se vaya el calor y luego tenemos ventanas arriba, no son cenitales pero están en la parte de arriba. Este invernadero es de los primeros que se construyeron de arco y las ventanas no estaban aún muy experimentadas. Después se dieron cuenta que las ventanas cenitales abatibles ventilan mucho más. Estas, al estar en la base del arco, el arco siguiente pone obstáculos a la entrada de aire por la ventana. Así que en realidad este invernadero no llega a ventilar bien, por ese motivo y sí que hemos tenido esta campaña problemas de humedad.

¿Tú crees que si la ventilación estuviese en cumbrera habría problemas de humedad?

Yo casi estoy seguro de que si las ventanas estuviesen diseñadas de otra manera no tendríamos problemas de humedad.

¿Y de vectores?

Bastante menos que en el raspa y amagado. Porque se tiene que tener en cuenta los puntos del tejido en ese invernadero. Siempre quieras o no, entran por ahí. En este invernadero (multitúnel) siempre entra un poco, pero no tanto, puede ser que nosotros mismos los llevemos en la ropa, entren por la puerta, pero aquí no entran por el tejido. Yo te puedo decir que el nivel de plaga que hemos tenido aquí es del 1% más o menos. Y en un raspa, ya pueden estar las bandas bien puestas que entran más plagas siempre.

¿Tenéis problemas con el viento y el techo del multitúnel?

Sí ese es otro inconveniente, al no tener un tejido que lo abrace, hace bolsa con el aire y puede llegar a romper el plástico. Lo mismo, donde pilla el remolino se te pueden ir unos 20m de plástico. Se pone otra vez y ya está. Como te entre un remolino de aire se rompe fijo. Esto en el raspa y amagado también puede suceder pero es más difícil que con la bolsa de aire se rompa el plástico.

¿Dónde tenéis más luz?

En el multitúnel siempre. Es más alto y entra más luz. Y respecto a la ventilación también, si estuviesen las ventanas bien puestas, claro.

¿Cómo se facilita la entrada de nuevas tecnologías en la estructura del invernadero?

Siempre en un multitúnel es más fácil, tiene menos obstáculos.

¿Cómo ves el uso de energías renovables?

Hombre, eso es más difícil.

¿pero las estáis usando no?

Si, las intentamos usar. Yo si pongo otro invernadero ahora, tal y como están las cosas, no la pondría. Nosotros la ponemos en septiembre y no la quitamos hasta mayo. Mientras tenemos cultivo estamos con la calefacción, más que nada porque este método es así. Por la mañana le damos calor a la planta, que es cuando lo necesita y cuando no lo necesitamos abrimos las ventanas. En lugar de que la planta está a 10°C por la mañana, pues preferimos que esté a 15°C.

¿Pantallas solares?

Hemos puesto una térmica en otra finca que tenemos en Campohermoso. Lo que hace es que por la noche guarda el calor y por el día refleja la radiación y sombrea el cultivo. Es móvil, se quita y se pone en función de lo que necesitamos.

¿Y la orientación del invernadero?

Aquí en esta zona los vientos dominantes son levante-poniente, así que la mejor orientación del invernadero para que ventile mejor es una orientación norte-sur.

¿Y la pendiente del techo?

Yo te puedo decir que el suelo del invernadero tiene una pendiente del 2.5%.

¿Qué mejoras introducirías tú en los invernaderos?

Yo, si tuviera mucho dinero haría uno parecido a éste (multitúnel). Primero haría uno más alto que éste, porque este el alambre del emparrillado lo tenemos muy cerca de la canaleta, entonces no tenemos ventilación adecuada arriba. Lo pondría a lo mejor un metro más alto y el arco también. Los laterales no los pondría de chapa. No pondría ventanas laterales porque no hacen falta. La ventilación que entra por las bandas ventila poco. Hay más flujo de aire, pero teniendo unas buenas ventanas arriba, el calor sale bien por ahí. Yo pienso que es mejor dos ventanas en cada túnel. Es decir, mariposa y automatizadas con un cuadro como este. También es bueno tenerlo manual para cerrarlo cuando tú quieras.

También pondría pantallas aluminizadas, cultivo suspendido, con sustrato. Se facilitan las labores de los operarios y también con raíles

16.- ENTREVISTA AGRICULTOR (AGRICULTURA ECOLOGICA EN MULTITUNEL)

1.- ¿Cuáles son las ventajas y los inconvenientes del multitúnel y del raspa y amagado?

El multitúnel es más hermético, ofrece más resistencia a los vectores portadores de virus. Son más altos con las ventajas que conlleva y sacamos mayor producción. Según el manejo normalmente es más fresco al ser más alto y ofrece mejores condiciones de trabajo a los trabajadores. Ofrece posibilidades de control climático mediante calefacción y/o nebulización.

El raspa y amagado funciona mejor por el motivo económico. Sí es cierto que tiene más problemas de humedad, pero eso yo creo que es por la altura.

2.- ¿Qué tipo de ventilación tenéis?

Tenemos ventanas laterales y cenitales abatibles alternas. Normalmente no tenemos problemas de humedad.

3.- ¿Y mayor uniformidad luminosa?

Yo creo que la mejor uniformidad luminosa se alcanza en el raspa y amagado, supongo.

4.- ¿Cuál es la mejor orientación ?

Nosotros la tenemos Este-Oeste. Pero tenemos problemas de sombras.

5.- ¿Qué mejoras introducirías?

Yo pienso que el multitúnel es imprescindible en agricultura ecológica. Por ser más hermético, aunque sí es verdad que bichos es inevitable que entren, los metemos nosotros mismos con la ropa o los zapatos. Pero pienso que ahora mismo no es rentable.

Introduciría pantallas interiores de sombreo, combinadas con ventilación. O blanqueo. Según manejo: pantalla o blanqueo.

6.- ¿Qué técnicas culturales mejorarías con un rediseño de la estructura?

Automatizarlos más. Pondría bancadas automáticas. Los cultivos más altos. Y para favorecer las rotaciones en ecológico.

Haría marcos más anchos que los de agricultura convencional.

Haría más ventilación y más automatización.

Haría una estructura adaptada a todo tipo de agricultura.

ANEXO II

DIRECCION DEL VIENTO ESTACION EXPERIMENTAL LA MOJONERA

FECHA DIA Al01DirViento

| FECHA | DIA | Al01DirViento |
|----------|-----|---------------|
| 24-07-11 | 205 | 229.6 |
| 23-07-11 | 204 | 254.4 |
| 22-07-11 | 203 | 230.0 |
| 21-07-11 | 202 | 129.9 |
| 20-07-11 | 201 | 87.8 |
| 19-07-11 | 200 | 239.3 |
| 18-07-11 | 199 | 148.4 |
| 17-07-11 | 198 | 263.3 |
| 16-07-11 | 197 | 251.6 |
| 15-07-11 | 196 | 82.3 |
| 14-07-11 | 195 | 94.1 |
| 13-07-11 | 194 | 98.7 |
| 12-07-11 | 193 | 256.8 |
| 11-07-11 | 192 | 141.3 |
| 10-07-11 | 191 | 115.1 |
| 09-07-11 | 190 | 158.9 |
| 08-07-11 | 189 | 114.7 |
| 07-07-11 | 188 | 264.4 |
| 06-07-11 | 187 | 256.9 |
| 05-07-11 | 186 | 144.4 |
| 04-07-11 | 185 | 256.3 |
| 03-07-11 | 184 | 261.9 |
| 02-07-11 | 183 | 242.9 |
| 01-07-11 | 182 | 136.6 |
| 30-06-11 | 181 | 115.6 |
| 29-06-11 | 180 | 144.0 |
| 28-06-11 | 179 | 238.7 |
| 27-06-11 | 178 | 130.1 |
| 26-06-11 | 177 | 86.5 |
| 25-06-11 | 176 | 111.6 |
| 24-06-11 | 175 | 84.2 |
| 23-06-11 | 174 | 118.2 |
| 22-06-11 | 173 | 235.6 |
| 21-06-11 | 172 | 192.8 |
| 20-06-11 | 171 | 132.5 |
| 19-06-11 | 170 | 116.7 |
| 18-06-11 | 169 | 174.7 |
| 17-06-11 | 168 | 195.5 |
| 16-06-11 | 167 | 244.9 |
| 15-06-11 | 166 | 129.2 |
| 14-06-11 | 165 | 103.7 |
| 13-06-11 | 164 | 258.2 |
| 12-06-11 | 163 | 125.8 |

| | | |
|----------|-----|-------|
| 11-06-11 | 162 | 108.9 |
| 10-06-11 | 161 | 247.8 |
| 09-06-11 | 160 | 250.8 |
| 08-06-11 | 159 | 267.7 |
| 07-06-11 | 158 | 262.1 |
| 06-06-11 | 157 | 252.6 |
| 05-06-11 | 156 | 84.9 |
| 04-06-11 | 155 | 79.4 |
| 03-06-11 | 154 | 92.3 |
| 02-06-11 | 153 | 83.8 |
| 01-06-11 | 152 | 87.0 |
| 31-05-11 | 151 | 224.6 |
| 30-05-11 | 150 | 253.5 |
| 29-05-11 | 149 | 243.2 |
| 28-05-11 | 148 | 83.2 |
| 27-05-11 | 147 | 244.8 |
| 26-05-11 | 146 | 271.9 |
| 25-05-11 | 145 | 67.1 |
| 24-05-11 | 144 | 70.7 |
| 23-05-11 | 143 | 77.4 |
| 22-05-11 | 142 | 125.6 |
| 21-05-11 | 141 | 224.9 |
| 20-05-11 | 140 | 264.8 |
| 19-05-11 | 139 | 83.7 |
| 18-05-11 | 138 | 77.6 |
| 17-05-11 | 137 | 83.2 |
| 16-05-11 | 136 | 82.2 |
| 15-05-11 | 135 | 86.2 |
| 14-05-11 | 134 | 263.8 |
| 13-05-11 | 133 | 240.6 |
| 12-05-11 | 132 | 68.0 |
| 11-05-11 | 131 | 68.5 |
| 10-05-11 | 130 | 72.5 |
| 09-05-11 | 129 | 74.5 |
| 08-05-11 | 128 | 87.3 |
| 07-05-11 | 127 | 269.5 |
| 06-05-11 | 126 | 258.3 |
| 05-05-11 | 125 | 94.9 |
| 04-05-11 | 124 | 82.5 |
| 03-05-11 | 123 | 265.1 |
| 02-05-11 | 122 | 267.4 |
| 01-05-11 | 121 | 63.7 |
| 30-04-11 | 120 | 262.9 |
| 29-04-11 | 119 | 270.3 |
| 28-04-11 | 118 | 272.2 |
| 27-04-11 | 117 | 70.2 |
| 26-04-11 | 116 | 298.2 |
| 25-04-11 | 115 | 5.0 |
| 24-04-11 | 114 | 23.0 |
| 23-04-11 | 113 | 269.2 |

DIRECCION DEL VIENTO ESTACION EXPERIMENTAL ALMERIA

FECHA DIA Al02DirViento

24-07-11 205 190.4
23-07-11 204 217.5
22-07-11 203 196.3
21-07-11 202 149.4
20-07-11 201 91.9
19-07-11 200 193.3
18-07-11 199 187.4
17-07-11 198 240.0
16-07-11 197 220.8
15-07-11 196 75.6
14-07-11 195 108.0
13-07-11 194 139.3
12-07-11 193 224.7
11-07-11 192 227.5
10-07-11 191 224.2
09-07-11 190 241.6
08-07-11 189 177.4
07-07-11 188 224.2
06-07-11 187 191.9
05-07-11 186 163.3
04-07-11 185 231.7
03-07-11 184 240.2
02-07-11 183 202.0
01-07-11 182 171.4
30-06-11 181 108.7
29-06-11 180 205.6
28-06-11 179 206.3
27-06-11 178 196.5
26-06-11 177 116.0
25-06-11 176 94.0
24-06-11 175 90.5
23-06-11 174 166.1
22-06-11 173 209.0
21-06-11 172 195.2
20-06-11 171 188.4
19-06-11 170 104.2
18-06-11 169 152.5
17-06-11 168 168.9
16-06-11 167 180.7
15-06-11 166 198.1
14-06-11 165 243.4
13-06-11 164 186.8
12-06-11 163 203.8
11-06-11 162 214.9
10-06-11 161 195.8

| | | |
|----------|-----|-------|
| 09-06-11 | 160 | 208.8 |
| 08-06-11 | 159 | 241.3 |
| 07-06-11 | 158 | 251.0 |
| 06-06-11 | 157 | 215.4 |
| 05-06-11 | 156 | 108.4 |
| 04-06-11 | 155 | 106.5 |
| 03-06-11 | 154 | 90.8 |
| 02-06-11 | 153 | 87.8 |
| 01-06-11 | 152 | 139.5 |
| 31-05-11 | 151 | 195.1 |
| 30-05-11 | 150 | 223.1 |
| 29-05-11 | 149 | 82.1 |
| 28-05-11 | 148 | 97.1 |
| 27-05-11 | 147 | 181.2 |
| 26-05-11 | 146 | 239.1 |
| 25-05-11 | 145 | 175.3 |
| 24-05-11 | 144 | 119.6 |
| 23-05-11 | 143 | 161.5 |
| 22-05-11 | 142 | 222.7 |
| 21-05-11 | 141 | 237.8 |
| 20-05-11 | 140 | 64.0 |
| 19-05-11 | 139 | 85.1 |
| 18-05-11 | 138 | 61.1 |
| 17-05-11 | 137 | 72.3 |
| 16-05-11 | 136 | 77.5 |
| 15-05-11 | 135 | 79.3 |
| 14-05-11 | 134 | 162.3 |
| 13-05-11 | 133 | 77.3 |
| 12-05-11 | 132 | 64.3 |
| 11-05-11 | 131 | 48.6 |
| 10-05-11 | 130 | 79.2 |
| 09-05-11 | 129 | 79.8 |
| 08-05-11 | 128 | 327.8 |
| 07-05-11 | 127 | 241.2 |
| 06-05-11 | 126 | 73.0 |
| 05-05-11 | 125 | 186.3 |
| 04-05-11 | 124 | 143.2 |
| 03-05-11 | 123 | 253.5 |
| 02-05-11 | 122 | 266.4 |
| 01-05-11 | 121 | 42.6 |
| 30-04-11 | 120 | 247.8 |
| 29-04-11 | 119 | 277.7 |
| 28-04-11 | 118 | 193.7 |
| 27-04-11 | 117 | 111.8 |
| 26-04-11 | 116 | 250.8 |
| 25-04-11 | 115 | 267.6 |
| 24-04-11 | 114 | 318.0 |
| 23-04-11 | 113 | 240.5 |
| 22-04-11 | 112 | 249.2 |