



# INVERNADEROS Y CALEFACCIÓN EN NAVARRA

Javier Sanz de Galdeano  
Amaya Uribarri  
Salomón Sádaba  
Goyo Aguado  
Juan del Castillo



Al oír hablar del tema la primera sensación es de rechazo. En Navarra, ¿es necesario calefactar los invernaderos? No hay una respuesta única, pero sí se puede ya adelantar que para ciertos cultivos y técnicas es obligado, en ocasiones puntualmente. Resulta totalmente desaconsejable en estructuras deficientes o de tipo túnel.

Por lo tanto, conviene analizar el tema con tranquilidad y luego decidir, primero si es aconsejable o no calefactar y después el tipo de calefacción a instalar.

Está claro que con calefacción vamos a obtener un mejor control ambiental, que se traducirá en una

mejora del desarrollo del cultivo, de su sanidad, de su producción en cantidad y uniformidad y de su calidad ampliamente considerada. Lo que no quiere decir que todo ello por sí mismo signifique un aumento de la rentabilidad de la explotación.

Sin embargo ese mismo cultivo con apoyos puntuales de calefacción puede aumentar sensiblemente la rentabilidad. La calidad añadida, la continuidad en la recolección, la posibilidad de programar y asegurar la producción y las fechas de la misma, la mayor presencia en el mercado, son entre otros los factores que pueden aconsejar su instalación.

Si queremos que en Navarra se instale próximamente un tejido productor eficaz y competitivo en invernaderos, pasa necesariamente por una mejora de las instalaciones y una mayor y mejor dotación de las mismas, entre ellas la calefacción. Y ello unido a la implantación de los cultivos en sus fechas adecuadas. Amén de todos los temas que venimos comentando de manejo, técnicas productivas, comercialización, etc.

Al estudiar el tema de calefacción los **factores a considerar** serían:

- El primero, la calidad de las instalaciones de los invernaderos. Es decir que reúnan los requisitos mínimos para rentabilizar el calefactar los cultivos.
- Un segundo aspecto lo constituiría el sistema productivo y

los diferentes cultivos que pretendamos realizar.

- Y el tercer aspecto a considerar sería el tipo de calefacción a instalar.

## ● CALIDAD DE LAS INSTALACIONES

Este aspecto quedó descrito en el nº 139, de julio-agosto del presente año, por lo que nos remitimos al mismo. Únicamente remarcar que es exigible un mínimo de calidad en las mismas. De lo contrario no cabe pensar en calefactar; por ejemplo en instalaciones de túneles.

## ● SISTEMA PRODUCTIVO Y CULTIVOS A CALEFACTAR

Para cada cultivo, hay una temperatura por debajo de la cual se produce la paralización del crecimiento vegetativo. Si esa temperatura continúa disminuyendo, pueden producirse daños físicos por bajas temperaturas y aún más por heladas. Pero incluso sin daños aparentes, se traduce en una disminución de la producción y de su calidad.

En nuestras condiciones, en la época invernal, normalmente los cultivos se realizan sin calefacción, con ciclos largos. Esto es determinante en el producto final, ocasionándose en ocasiones depreciaciones por daños por heladas, o productos fuera de tipo que los devalúan comercialmente.

El aspecto que hoy por hoy, salvo casos específicos, nos interesa, son los cultivos en las épocas de inicio de primavera y en otoño. Se busca precocidad, asegurar la cosecha, su prolongación otoñal, y por supuesto calidad.

**No tiene ningún sentido plantar en primavera, sin adecuar las plantaciones a las fechas pertinentes, o sin apoyo de calefacción,** ya que es segu-

ro que se producirán momentos con bajas temperaturas, que afectarán negativamente a la floración, con malos cuajados que devalúan las primeras producciones. Asimismo, perdemos la precocidad que se pretendía con plantaciones tempranas.

Como se desprende de estos apartados, también se produce una merma en la producción total final. Y queda claro que a mejor estructura y dotaciones, más y mejor podremos defender al cultivo de las inclemencias y garantizar las producciones en precocidad, cantidad y calidad. Y como buscamos la rentabilidad, no podemos confiar en la suerte y en la bondad climática del año. Para ello se exige un mínimo de profesionalidad.

En estos casos, con buenas estructuras, la **calefacción se convierte en la herramienta que nos permite paliar todos estos efectos adversos**. Y dentro de este mundo, se abre la posibilidad de usar la calefacción a modo de salva heladas, para mantener un mínimo biológico. O además para mantener una temperatura adecuada de conducción del cultivo. Los consumos energéticos no serán lógicamente los mismos y sus efectos sobre la producción, tampoco.

En el Artículo que publicábamos en el nº 136 de enero - febrero del presente año, "Cultivo de primavera y verano en invernaderos, fechas de implantación en Navarra", presentábamos las **necesidades climáticas de los cultivos de verano**, que como mínimo **deberían superar los 11 a 12 °C de temperatura media** en el momento de ser implantados, tanto en ambiente como el suelo.

Definíamos el invernadero como una "factoría", donde se debe y se puede,



CALEFACTOR POR AIRE CALIENTE., CON SALIDA DE GASES NOCIVOS AL EXTERIOR DEL INVERNADERO. DEPÓSITO DE GASOIL AL FONDO. Finca de Sartaguda.

razonablemente programar y obtener unas producciones.

Añadíamos que un buen profesional arriesga, pero que no es de buen profesional basar los resultados en la posible bondad climática del año. Al contrario, un buen profesional tiene calculados los riesgos y previstas sus soluciones.

Y por ello concluíamos con la necesidad de implantar los cultivos en el momento oportuno teniendo en cuenta las necesidades de los cultivos, tanto aéreas como radiculares. Y el aspecto climático (luz, temperatura, humedad...) es definitivo para que el cultivo prospere. Volvemos a insistir que en invernaderos hay que arriesgar siempre, pero esos riesgos tienen que estar medidos y controlados, tanto en su vertiente productiva como en la económica.

Exponíamos las distintas fechas de implantación de los cultivos en las diferentes zonas de Navarra, incluso en función de las instalaciones con las que se contara.

Finalmente resumíamos que con la fijación de esas fechas se pretendía:

- Garantizar la sanidad del cultivo.
- Garantizar el buen desarrollo del cultivo.
- Garantizar la buena formación de los frutos desde los primeros racimos, tomate (sus dos o tres prime-

ros racimos), alubia verde etc, porque se garantiza una buena floración, polinización y fecundación.

- Garantizar las fechas y la producción correspondiente a las mismas, en función de las fechas de siembra y plantación.
- Garantizar por lo tanto, la calidad, la continuidad en la producción y la producción final.
- Es decir, garantizar que esa "factoría" que es el invernadero produzca lo que se programa.

Se remarcaba que las plantaciones que se adelantaran a esas fechas, corrían un riesgo añadido, que debería ser compensado con la posibilidad de apoyo de calor.

Tiempo atrás, un invernadero de Marmande nos comentaba que los años más fríos, dentro de un orden, eran para él los más rentables. Gastaba más en calefacción, pero competía mejor. Eso sí, disponía de unas buenas estructuras de invernaderos que le permitían rentabilizar los costos de calefacción.

Con ello nos quería decir que en los años de climatología benigna, como la pasada primavera, todo el mundo produce. Pero que cuando ésta es mala, sólo los que están preparados pueden hacerlo.

Tenemos por lo tanto unos cultivos con unas necesidades. Unas fechas en las que, salvo ciertos momentos, esas condiciones serán las normales.. Y por otro lado unos sistemas de cultivo diferentes; cultivos hidropónicos o sin suelo y cultivos en suelo.

Hay que considerar que es cierto que al calefactar el ambiente del invernadero, el suelo, por conducción también se calentará, pero ¿suficientemente?. Entendemos que no y no hay que olvidar además que la propia evaporación del agua del suelo, así como los riegos con agua fría originan una bajada de temperatura en los mismos.

Por todo ello, resulta **necesario considerar dos situaciones:**

- a).- Cultivo en suelo.
- b).- Cultivo en hidroponía.

Especialmente **en el cultivo en suelo, de poco sirve adelantar excesivamente** la implantación de los cultivos, **aun calefactando la atmósfera**, si las raíces exploran un suelo frío o por debajo de su mínimo biológico durante muchas horas. En estas circunstancias, las plantas, no sólo no crecen, sino que "decrecen", se debilitan y enferman, especialmente a niveles de raíces y cuello. La rentabilidad de calefactar no será la debida.



Tan es así, que resulta perfectamente observable aquellos cultivos de alubia, pimiento o pepino y en menor grado el tomate, que tras una racha de varios días fríos, quedan paralizados en su desarrollo aéreo, que es lo que se aprecia a simple vista, pese a la recuperación de las temperaturas y que viene motivado por el parón vegetativo de la zona radicular.

A lo que deberá añadirse los problemas fitosanitarios que esto acarrea. Y ello es lógico. Se ha producido una paralización del crecimiento de la raíz, un debilitamiento de la misma, un envejecimiento prematuro e incluso puede haber enfermado. Ha perdido capacidad de absorber la solución del suelo. Tanto en raíz como en su parte aérea, ha sufrido una merma en su capacidad respiratoria y una disminución de la función clorofílica. En resumen la planta se ha deteriorado, tiene que recuperarse, pero su producción se verá mermada indefectiblemente.

Todo ello queda mitigado con la aplicación de la calefacción pues favorece la recuperación de la temperatura del suelo en sus capas superiores.

Por todo ello es obligado realizar las plantaciones cuando el suelo alcance la temperatura mínima - óptima para los cultivos.

En **hidroponía** la situación puede cambiar si la calefacción es por agua, porque podemos calefactar el sustrato, cosa que no podemos hacer con el suelo, pues las pérdidas de calor son excesivas y la eficacia más bien pequeña.

En el artículo antes citado, nos referíamos a las siguientes:

#### Temperaturas de suelos:

CULTIVO	T.Min. de suelo
Tomate	11 - 12
Pimiento	+/- 13
Pepino	+/- 14
Alubia	11 - 12

#### Temperaturas ambientales:

CULTIVO	Tª Min. Vegetativa.
Tomate	12 - 13º C
Pepino	14º C
Pimiento	14º C
Alubia verde	13º C

Por lo tanto ha quedado claro que la implantación de un cultivo deberá estar regida por los parámetros de temperatura, tanto a la referida al suelo como a la del ambiente, y que se reflejan en el artículo antes citados para las diferentes zonas de Navarra.

### SALTO TÉRMICO

Es la diferencia entre la temperatura externa y la que hay que mantener en el interior del invernadero.

Para adoptar un salto térmico existen diversos criterios:

- Tomar como temperatura mínima a

mantener en el invernadero, aquélla con la que se quiere evitar la helada; los daños al cultivo.

- O aquélla por debajo de la cual cesa su crecimiento; es decir para mantener el cero vegetativo.
- O bien aquella temperatura que se considera óptima para el desarrollo del cultivo.

En todas los supuestos hay que tomar una temperatura que nosotros llamamos MÍNIMA DE BASE O DE PARTIDA.

Para decidir la MÍNIMA DE BASE, a los efectos del cálculo de la potencia necesaria de calefacción a instalar, entendemos que hay que partir de la Media de Mínimas absolutas del mes más crítico durante el período de cultivo, pero ponderada en función de factores como los siguientes:

- El cultivo a calefactar.
- El sistema productivo.
- La temperatura mínima absoluta del período considerado.
- El sistema de apoyo calórico deseado: salvaheladas, mantenimiento del cero vegetativo o de conducción óptima del cultivo.
- Las características físicas y constructivas del invernadero.
- El propio invernaderista.

Se trata de no dimensionar un salto térmico excesivo, sino de asumir un salto térmico ponderado, cuyo riesgo sea lógicamente asumible, pero cuya decisión debe ser tomada por el propio invernaderista. De lo contrario se tomaría un salto térmico seguro, pero excesivamente caro, porque obligaría a dimensionar las instalaciones de calefacción por encima de los riesgos habituales.

# tipos de calefacc

Hay que recordar que el calor se transmite del punto más caliente al más frío. Y que esta transmisión de calor puede ser:

- **Por conducción:** esto es, por contacto.
- **Por convección:** arrastrado por el viento.
- **Por radiación:** mediante ondas que se propagan por el aire.

Podemos dividir las calefacciones en dos tipos:

- A) Por aire caliente (convección).
- B) Por agua caliente (radiación y conducción).

## SISTEMAS DE CALEFACCIÓN POR CONVECCIÓN

### ■ Generadores de aire caliente.

Están formados por:

- una cámara de combustión, generalmente alimentada con gasoil.
- un cambiador de calor, con una red de finos tubos metálicos (generador)



Detalle de calefactor por aire caliente. Finca de Sartaguda.

## POTENCIA CALORÍFICA NECESARIA

Viene medido por el número de calorías necesarias a aportar por unidad de tiempo al interior del invernadero. Con ellas hay que mantener el salto térmico deseado, compensando las pérdidas del calor hacia el exterior del invernadero.

El calor perdido hacia el exterior lo hace de las siguientes formas:

- Por conducción-convección a través de las paredes, techo, aperturas poco estancas y diversas roturas en la cubierta. Depende fundamentalmente de la calidad de los materiales de la cubierta.
- A mayor velocidad del viento, aumenta el coeficiente de transmisión del calor en todos los materiales. Son las pérdidas provocadas por la convección aunque este aspecto es de menor importancia que el de la calidad de los materiales de la cubierta.

Por calor perdido por la renovación del aire del interior del invernadero. Las pérdidas de calor son proporcionales al número de reno-

vaciones que tenga lugar cada hora. En un invernadero bien construido y aislado el número de veces que se renueva el aire interior del invernadero en una hora, para una velocidad del viento de unos 20 km/h, puede oscilar entre 3 y 5 veces. Mal aislado, podría llegar a 20 ó 30 y quizás más veces en una hora.

Es fácil deducir la necesidad de lograr una buena estanqueidad del invernadero, corrigiendo los defectos de cierre, tapando ranuras entre ventanas y puertas, uniones de los distintos materiales y aperturas etc, etc.

Pérdidas de calor a través del suelo. Son debidas a conducción del calor hacia capas más profundas y a las radiaciones de onda larga emitidas por el suelo. El total de las pérdidas por este concepto no sobrepasa al 10% de las pérdidas de los apartados anteriores.

Por lo tanto, **la calidad del material empleado y la estanqueidad del invernadero son clave a la hora de pensar en calefactar.**

# Tipos de calefacción



Foto superior, calefactor de aire caliente. (Navarra)  
Izquierda, distribución de aire caliente mediante mangas acopladas a los generadores. (Finca de Sartaguda)

- Un ventilador para hacer pasar el aire ambiente a través del generador, calentándolo e impulsándolo seguidamente de nuevo a la atmósfera del invernadero.

En estos sistemas, los gases de la combustión contienen elementos derivados del azufre. Estos gases deben ser expulsados fuera del invernadero mediante chimeneas, ya que son fitotóxicos para los cultivos y personas. Por esa razón el cambiador separa el aire caliente de los gases de la combustión.

Para mejorar el reparto y uniformidad del aire caliente, se emplean unas mangas de polietileno (según las dimensiones del invernadero), perforadas acopladas a la salida del aire caliente del generador. Este tipo de calefactores se puede colocar a nivel de suelo o colgados a cierta altura.

Es importante que la potencia calorífica total necesaria para alcanzar la temperatura deseada no se consiga con un único aparato, sino que se alcance con varios calefactores, distribuidos por el invernadero. El número de ellos dependerá del volumen total de aire a calentar y de la potencia calorífica de cada uno, pero podríamos estimar en unos 4 calefactores para una explotación de 5.000 - 6.000 m<sup>2</sup>.

Es decir, para mantener la misma tempe-

ratura es más eficaz, seguro y barato en consumo de combustible, conseguirla con cuatro generadores que con 3 ó con 2.

Así se podrá hacer frente sin graves perjuicios en la explotación a una avería de alguno de ellos. Además, se logrará una mayor uniformidad en la distribución del aire caliente.

En condiciones de alto contenido de humedad relativa del aire, ésta puede ser rápidamente controlada. Es una ventaja en ciertas zonas caracterizadas por temperaturas bajas y alta humedad relativa.

Conviene que las salidas del aire estén bien dirigidas, ya que se pueden causar desecaciones en los cultivos en las cercanías, por impacto directo del flujo del aire de los generadores. Esto no ocurre con la utilización de las mangas de distribución antes citadas.

En otro aspecto, utilizando los ventiladores de estos calefactores, en momentos calurosos del año, se puede reducir la temperatura del invernadero en 3 - 5 °C.

## ■ Aparatos de combustión directa.

En este sistema, los gases de la combustión se impulsan conjuntamente a tra-

vés de un ventilador con el aire caliente obtenido.

Los combustibles que utilizan poseen unos niveles muy bajos de azufre (gas natural, propano y atención aquí porque existen aparatos que utilizan otros combustibles y puede ocurrir algún susto. En este supuesto, los generadores deben estar bien revisados y regulados), por lo que los derivados de la combustión pueden introducirse en el invernadero, no es necesario extraerlos fuera mediante chimeneas. Además, aportan vapor de agua y CO<sub>2</sub>, que frecuentemente se encuentra en los invernaderos por debajo de los niveles normales, afectando negativamente a la producción. Con este sistema de calefacción, podemos aportarlo.

Por otro lado hay un mayor aprovechamiento del poder energético del combustible al no existir las pérdidas de calor al expulsar estos gases al exterior del invernadero.

## ● CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

En una caldera se calienta agua, que posteriormente por medio de un sistema de tuberías se distribuye en el interior del invernadero para calefactarlo.

### Consta de:

- Depósito de combustible; normalmente gasoil o gas. (También puede utilizarse otro combustible como madera etc.).
- Caldera de agua.
- Bomba de impulsión del agua caliente.
- Red de tuberías:
  - ✓ Colocadas a diversas alturas, incluso móviles.
  - ✓ Encima del suelo. Normalmente para calentar sustratos.
  - ✓ Bajo el suelo (suelo radiante).
  - ✓ En mesas de cultivo.

- ✓ En los llamados aerotermos.

Las tuberías pueden ser de plástico corrugado, para aumentar la superficie de transmisión del calor. En este supuesto el agua se calienta a temperaturas que rondan los 40-42 °C. Y tuberías metálicas, de hierro, en cuyo caso la temperatura de calentamiento del agua ronda los 80 a 90 °C.

Para mejorar la uniformidad de la temperatura ambiente, en estos sistemas de agua se utilizan ventiladores interiores colgados de la estructura.

En explotaciones de unas ciertas dimensiones estos tubos de hierro, localizados junto al suelo, sirven a la vez como raíles de pequeños carros para diversas labores de manejo y extracción de cosechas.

De cualquier modo en ambos supuestos los sistemas tienen un circuito de ida, sale el agua caliente, y otro de retorno a la caldera, donde recupera el calor perdido. Para una mejor comprensión del sistema, diremos que se trata de un tipo de calefacción similar a las utilizadas en las viviendas.

### ■ Aerotermos.

Aparentemente son y se colocan como los generadores de aire caliente, a nivel de soporte de cultivo, pero pertenecen al sistema de calefacción por agua caliente.

El sistema consta de una red de tuberías de hierro, un cambiador de calor con una red de tubos con aletas (radiador) y un ventilador que impulsa el aire calentado al estar en contacto con esta red de tubos. La diferencia sustancial con un generador de aire caliente consiste en que en éste el cambiador de calor se calienta por la com-



Caldera de calefacción de agua caliente (Navarra)

bustión de un combustible y en el aerotermo por agua caliente.

El agua caliente, tras calentar el radiador del aerotermo, retorna de nuevo a la caldera por otra tubería.

Algunos modelos de aerotermos funcionan con temperaturas de agua bastante elevadas, de entre 60 a 100°C. En los modelos más recientes esta temperatura puede ser inferior a los 60°C, gracias a estar dotados de un cambiador de calor de mayor superficie.

Este sistema es algo más caro que los dos anteriores.

La eficacia de estos sistemas depende principalmente de la temperatura del agua y del número de ventiladores que se coloquen en la explotación para conseguir una correcta distribución del aire caliente.

Hay que considerar que el aire sale del aerotermo a una temperatura determinada y a medida que el aire se va distanciando del aerotermo, el aire se va enfriando. Para evitar en lo posible este inconveniente, se debe trabajar con un gran volumen de aire, pasando por los aerotermos a una velocidad lenta, del orden de 1 m/seg, a unos 30°C.

## VENTAJAS E INCONVENIENTES DE AMBOS SISTEMAS

Los generadores de aire caliente son más baratos a la hora de realizar la instalación que los sistemas de agua.

Dentro de los sistemas de agua hay que considerar con toda claridad qué tipo es el elegido; el de baja temperatura, alrededor de los 40 °C o el de alta temperatura, alrededor de 85 °C. Sus precios y eficacias nada tienen que ver entre ellos.

Los sistemas basados en el aire caliente, poseen baja inercia térmica, por lo que una parada de los aparatos en sus condiciones de uso, no proporcionará ese "colchón" térmico durante mucho tiempo, que sí dispondríamos con los sistemas basados en agua caliente, es decir el agua de las tuberías tarda mucho más en enfriarse.

El consumo de una calefacción por aire será siempre superior al de una calefacción por agua. A esto hay que añadir que una calefacción por aire tiene una distribución del calor menos homogéneo, manteniendo siempre un gradiente de temperatura a favor de las partes altas del invernadero, en detrimento de las zonas bajas, zona radicular.

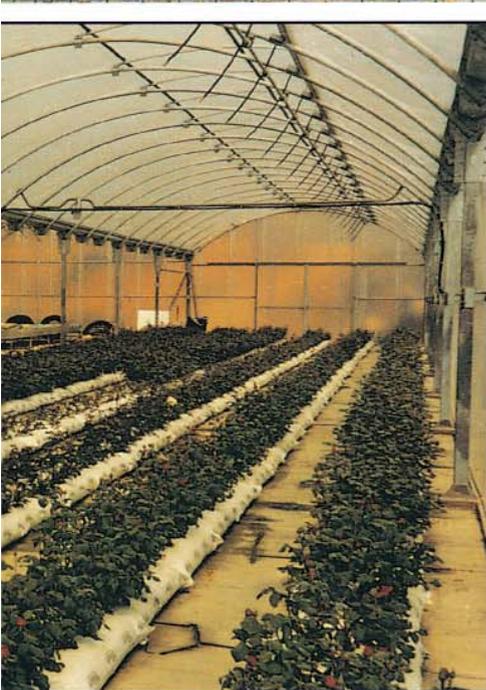
Hay que pensar también que el salto térmico es más fácil de salvar con un sistema de aire que con un sistema por agua y que la inmediatez del calentamiento es superior en la calefacción de aire que en la de agua. También la de aire facilita una bajada de la HR más eficaz y rápida que la de agua. Especialmente si ésta es de baja temperatura, en cuyo caso podemos tener problemas; es decir aquellos sistemas donde el agua se calienta alrededor de los 40 °C.

La calefacción por agua tiene unos costos de mantenimiento superiores ya que hay que ir reponiendo los tubos de polietileno corrugados, tubos de PVC, que se deterioran por el paso del tiempo, de la luz, de los golpes en los quehaceres diarios etc....

De cualquier manera, en cada caso e invernadero habrá que definir cual es el mejor sistema.

# Asegurar calidad y rentabilidad es tarea fácil...

Pantallas Térmicas



Invernaderos

Cultivos Hidropónicos

**Hazia 2000** ofrece al agricultor todo un mundo de soluciones para su explotación:

- Sistemas de Riego • Invernaderos • Sistemas de Calefacción
- Cultivos Hidropónicos • Pantallas Térmicas • Substratos
- Lucha Integrada • Microelementos • Todo tipo de Mallas
- Agrotexiles • Cañones-Espantapájaros, etc.

CONSULTENOS. LE OFRECEMOS SERVICIO, CALIDAD Y CONFIANZA

Distribuidor de:

**Agroperl**  
PERLITA

**GIRÒ**

**HAZIA** 2000

Representante de:

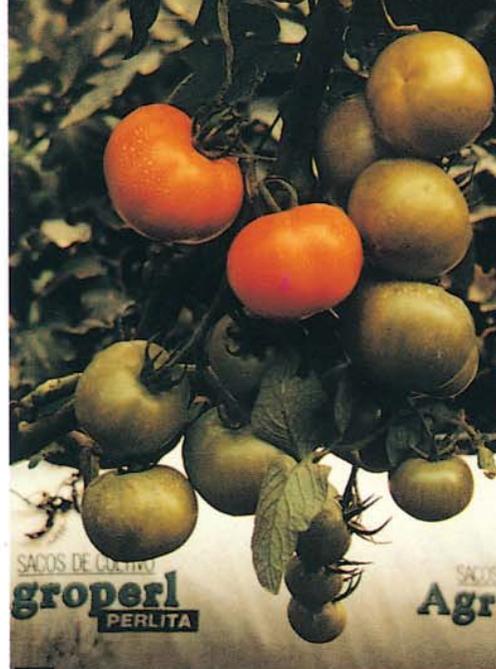


Ludvig Svensson

**Regaber**



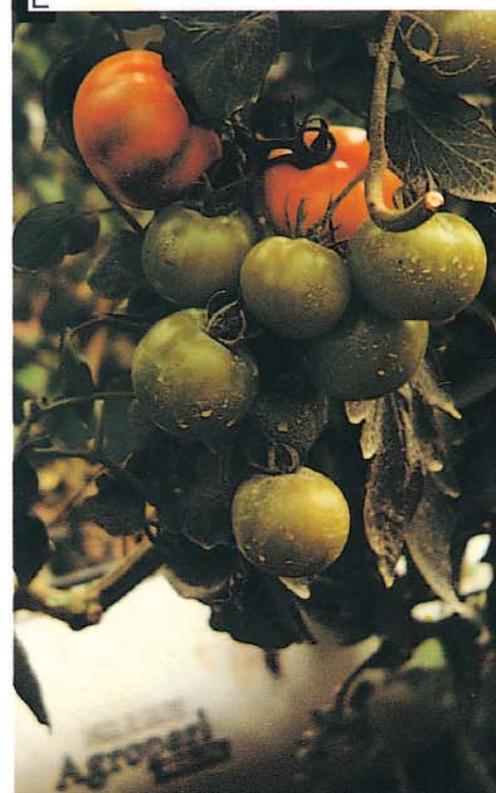
Karmelo Etxegarai, nº 7. Pabellón nº 3. Olalde Etxe Taldea.  
Tel. (94) 615 64 32. Fax. (94) 615 64 33. 48100 MUNGIA-BIZKAIA.



...Cuando



pone a su  
alcance todos  
los medios



# elección

## Elección del sistema

### ● CULTIVOS HORTÍCOLAS EN SUELO

Como el objetivo fundamental es la garantía de la producción, hoy por hoy, nos inclinamos sin duda por la calefacción por aire. Ello unido a la implantación de los cultivos en las fechas apropiadas.

Aquí la calefacción supone el garantizar la cosecha y su calidad desde el comienzo hasta el final de la misma, más que adelantar o retrasar la producción, aspectos sobre los que algo se puede incidir con ella.

### ● SEMILLEROS

Los objetivos de la producción en semillero son la obtención de una planta de calidad; uniforme y en las fechas indicadas. Son muchos los factores que influyen, pero temperaturas bajas, con humedad relativa alta y heladas extemporáneas, resultan un grave problema que hay que prevenir.

Habría que estudiar cada supuesto. En principio y según el objetivo del semillero, nos inclinamos por generadores de aire caliente.

En su caso cabe estudiar los suelos radiantes, especialmente en lo que a su diseño y montaje se refiere. Y la posibilidad de un apoyo aéreo, combinado con el anterior.

### ● CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Habría que estudiar primero el objetivo del cultivo en cuestión.

Si se trata de un cultivo de tomate a plantar de febrero en adelante, sí que

se persigue precocidad y calidad. Si el cultivo es de otoño, buscamos su prolongación hasta bien entrado el invierno. El problema puede ser la baja temperatura del sustrato, que alcanzará en la práctica la temperatura del ambiente o en su caso algunas décimas menos. En este supuesto nos inclinamos por la elección de sistemas por agua a baja temperatura para calentar el sustrato y apoyo por aire al ambiente del invernadero. Esta combinación actuaría además como un seguro.

Si se tratara de cultivos de flor cortada, en función del diseño de las bancadas y de la elección del sustrato, podría ser necesario el sistema de agua a baja temperatura, para mantener un mínimo en los sustratos, o bien mixto agua y aire.

Y en función de otras cuestiones, como la dimensión del invernadero, habría que estudiar la aplicación de agua a alta temperatura.

### ● CULTIVOS EN MACETA



Calefacción por agua caliente para calentar el sustrato (Finca Juansenea. Santesteban)

Estamos en una situación similar a la anterior.

Tanto en hidropónico para hortícola, flor cortada y maceta, en este mo-



Distribución del agua caliente a baja temperatura a las líneas de cultivo (Navarra).

mento nos inclinaríamos por un sistema mixto de agua a baja temperatura para calentar los sustratos y potenciar la actividad biológica radicular de las plantas y un apoyo de generadores de aire caliente.

Y como antes decíamos, con ello además actuamos a modo de seguro de cosecha, en el supuesto de una avería en alguno de los sistemas.

## TEMPERATURA DE CONDUCCIÓN

Anteriormente hablábamos de las diferentes posibilidades de temperaturas a calefactar:

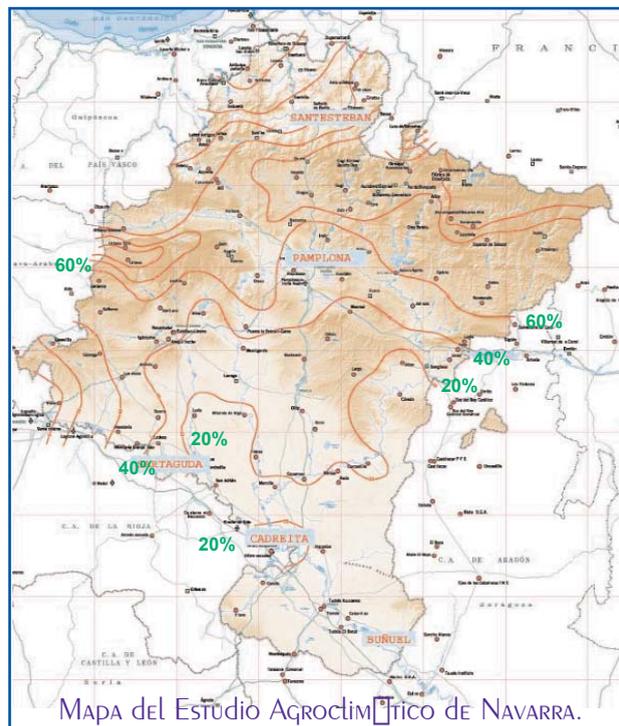
- ✓ Temperatura salvaheladas.
- ✓ Temperaturas para mantener el cero vegetativo.
- ✓ Temperatura óptima para el desarrollo del cultivo, que la podemos denominar, temperatura mínima de producción.

Según el objetivo perseguido en cada cultivo, éste se conducirá a una u a otra temperatura.

**Hay que estudiar cada situación antes de tomar una determinación.**

# costes

## Costes de calefacción para las diferentes zonas de Navarra



DATOS MEDIOS DE POTENCIA A INSTALAR Y CONSUMO DE GASOIL POR ZONAS DE RIESGO DE HELADAS A PARTIR DEL 15 DE MARZO. CÁLCULOS PARA GENERADORES DE AIRE

Datos medios para la zona de un 20% de riesgo de helada después del 15 de marzo. Invernadero de 4.500 m<sup>2</sup>, con cubierta de lámina flexible + doble cámara. Temperatura a mantener 12°C

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Octubre	Noviem.	Diciem.
Tª Min de base	-3,8	-2,3	-0,85	1,3	3,8	3,8	-0,4	-3,85
Incremento Tª	15,8	14,3	12,85	10,7	8,2	8,2	12,4	15,85
Kcal/h Necesarias	721167,3	652702,0	586518,97	488385,4	374276,7	374276,7	565979,4	723449,47
Consumo por m <sup>2</sup> y mes	3,89	3,04	1,38	0,51	0,22	0,27	1,33	2,82

Datos medios para la zona de entre un 20 y 40% de riesgo de helada después del 15 de marzo. Invernadero de 4.500 m<sup>2</sup>, con cubierta de lámina flexible + doble cámara. Temperatura a mantener 12°C.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Octubre	Noviem.	Diciem.
Tª Min de base	-4,9	-3,8	-1,5	0,6	3	2,7	-1,8	-4,10
Incremento Tª	16,9	15,8	13,5	11,4	9	9,3	13,8	16,01
Kcal/h Necesarias	771375,15	721167,3	616187,25	520335,9	410791,5	424484,55	629880,3	734860,35
Consumo por m <sup>2</sup> y mes	3,73	2,84	1,40	0,56	0,20	0,24	1,28	2,73

Datos medios para la zona de entre un 40 y 60% de riesgo de helada después del 15 de marzo. Invernadero de 4.500 m<sup>2</sup>, con cubierta de lámina flexible + doble cámara. Temperatura a mantener 12°C.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Octubre	Noviem.	Diciem.
Tª Min de base	-4,8	-4,4	-2,2	0,3	2,1	1,8	-2	-3,9
Incremento Tª	16,8	16,4	14,2	11,7	9,9	10,2	14	15,9
Kcal/h Necesarias	766810,8	748553,4	648137,7	534028,9	451870,6	465563,7	639009	725731,65
Consumo por m <sup>2</sup> y mes	3,96	3,07	1,51	0,67	0,22	0,29	1,40	2,93

NOTA.- Los números que aparecen son datos medios de diversas estaciones, de cada una de las zonas. Habría que estudiar caso por caso.

Se han considerado diversas zonas climáticas, en función del nivel de riesgo (en porcentaje) de que se presente una helada después del 15 de marzo. Son las siguientes zonas, que comprenden el área limitada por una línea imaginaria que uniría las siguientes poblaciones:

- a) Zona de un 20% de riesgo de helada: Tudela, Lerín, Aibar, Marcilla, Cáseda, Miranda, Buñuel. Y por otro lado, Goizueta, Vera de Bidasoa.
- b) Zona de entre un 20 y 40% de riesgo de helada: Yesa, Olite, Sartaguda, Caparros, Mendigorriá, Falces, Barásain. Y por otro lado, Elizondo, Santesteban.
- c) Zona de entre un 40 y 60 % de riesgo de helada: Pamplona, Puente la Reina, Estella, Los Arcos, Sesma. Por otro lado, Lekároz.



Sartaguda, lechuga en hidropónico. Obsérvese la proyección de sombras.

## DATOS DE CONSUMO EXPERIMENTADOS POR EL ITG DURANTE VARIOS AÑOS.

En el artículo publicado en enero - febrero de este año, nº 136 de Navarra Agraria, sobre la Hidroponía en Navarra, dábamos resumidos los siguientes datos reales de consumo.

### ■ Localidad: Sartaguda.

Invernaderos capilla de unos 700 m<sup>2</sup>, con paredes laterales y frontales de placa rígida de polimetacrilato, con cubierta en cumbre de lámina flexible. Dotados de pantalla térmica o de dobles cámara en laterales y frontales. Temperatura de conducción de cultivo: 14 -15 °C.

Los **consumos medios de gasoil**, para las condiciones de cultivo de Sartaguda, durante varios años han oscilado entre:

#### CICLO PRIMAVERA:

10 Enero-26 de julio: 9,3 l/m<sup>2</sup>  
15 febrero-26 julio: 6 l/m<sup>2</sup>

#### CICLO OTOÑO:

27 julio-15 noviembre: 1,8 l/m<sup>2</sup>  
27 julio-15 diciembre: 4,5 l/m<sup>2</sup>

Aquí hay que hacer notar que diciembre se conduce a 18 °C

En ambos ciclos se utilizaron asimismo dobles cámaras o pantallas térmicas en primavera y otoño, con objeto de ahorrar combustible.

### ■ Localidad: Santesteban.

Invernadero bitúnel de 320 m<sup>2</sup>, con frontales de placa rígida y resto lámina flexible. Dotado de pantalla térmica solo en techumbre. Temperatura de conducción de cultivo: 18°C.

**Consumo medio** (de septiembre a primeros de diciembre): 6,5 litros/m<sup>2</sup>.

Calefacción de agua caliente a alta temperatura por tuberías de hierro, que sirven a la vez como raíles para diversas labores de cultivo.  
(Navarra)



A lo expuesto y según nuestras apreciaciones, **entre 5 y 10 °C, cada grado de incremento puede llegar a exigir un suplemento de gasto entre un 8 y un 10%.**

**A partir de los 10 a 12 °C, y para alcanzar los 15 a 16 °C, el incremento en consumo por cada grado, puede rondar un 14 a 15%.**

## Sistemas de ahorro energético

### Pantalla térmica:

Son elementos textiles, aluminizados, etc, que colocados sobre las barras de cultivo **impiden durante la noche que la radiación infrarroja reemitida desde el interior del invernadero llegue a la cubierta**, la atraviese en parte y se pierda en la atmósfera exterior. De la misma manera actuarán con el calor generado por la calefacción.

Se abren y se cierran automáticamente, permitiendo una apertura o cerrado total, con lo que no impiden una correcta ventilación del invernadero en los momentos en que es necesario.

En teoría y si la colocación y utilización son correctas, pueden suponer un **ahorro energético de hasta el 60%.**

### Doble cámara:

Es una lámina de material agrotexil, tipo "Agril". Se coloca sobre los soportes de cultivo, los frontales y los laterales del invernadero. Debe permitir la correcta ventilación del invernadero, por lo que en su colocación se deberá tener en cuenta que no deba ser fija, sino que debe poder apartarse de una forma cómoda para que no interfiera con las ventanas del invernadero.

Esta doble pared **mantiene una cámara intermedia de aire**, aumentando la inercia térmica del invernadero.

También hay que considerar que quita parte de luz. Esto también puede suponer un efecto perjudicial. Pero su uso es aconsejable siempre que se maneje de forma correcta. No puede estar colocada "a piñón fijo" y olvidarse de ella. Para ello recomendamos leer el artículo publicado en Navarra Agraria Nº 128.

Como complemento a una calefacción, puede suponer un **ahorro energético de hasta un 30%.**

Similar en concepto, estaría la doble cámara hinchable, que mantiene una doble cubierta llena de aire en el interior del invernadero, aumentando también la inercia térmica de este.

### Cortavientos:

De por sí, **actúan disminuyendo la velocidad del aire** que impacta sobre el invernadero. A su vez, esta disminución de la velocidad, lleva consigo una menor pérdida de calor por convección y un menor número de renovaciones de aire del interior del invernadero. Disminuye el coeficiente de conductividad térmica de paredes y cubierta.

**El ahorro energético lo podemos situar entre un 5 y un 10%.**

# Conclusiones

**P**ara la implantación en Navarra de un tejido competitivo y productivo de invernaderos, es necesario una mejora de instalaciones con una mayor dotación de las mismas.

La calefacción es una de estas mejoras, mediante la cual aseguraremos la producción prevista y mejoraremos su calidad. En determinados sistemas productivos incidiremos incluso en su precocidad.

Cada montaje en función de las expectativas productivas requerirá un estudio previo para definir la calefacción más adecuada.

Finalmente hay que mejorar en temas tales como técnicas productivas y especialmente en los aspectos comerciales, etc.



Tubos corrugados de agua caliente a baja temperatura. (Navarra)



## AHIVA EL AGUA, S.L.

● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

*¡ Atención agricultores !*



- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por "AHI VA

EL AGUA" logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salinosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las



Calle Alfonso el Batallador, 12 - 3º D. Tel. y Fax: 948 256 608. Móvil: 608 977 302. 31007 PAMPLONA