

La precisión en la predicción meteorológica en sí y la predicción de la incidencia de plagas y enfermedades son posibles gracias a modernos métodos e instrumentos.

Aplicaciones de las centrales meteorológicas

**ANTONIO MARUHENDA
PEDRO SASTRE**
Primaflor, Almería
pedro.sastre@primaflor.com



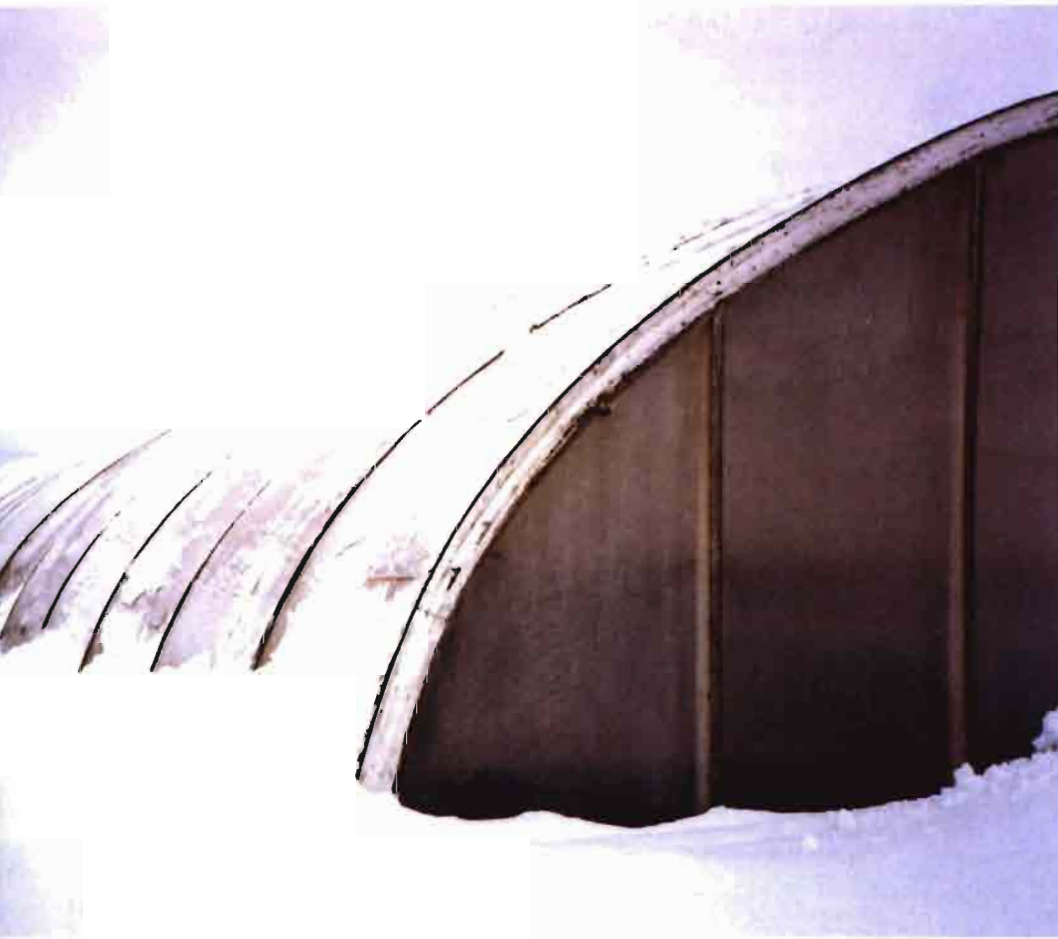
Nuestros antepasados mucho más habituados que nosotros al contacto con la naturaleza tenían un conocimiento más profundo y arraigado de las condiciones atmosféricas, su evolución e influencia en las cosas cotidianas.

La mayor parte de las veces su subsistencia dependía de esto. Nosotros, señoritos de ciudad que nos hemos criado frente a un tele-

visor tenemos que valernos de la tecnología para conocer las variables climáticas y su influencia en nuestra actividad. Nadie duda de la dependencia de nuestros cultivos de las condiciones climáticas, incluso en los cultivos llamados protegidos, aunque algunos más bien parezcan agredidos, por la forma que se tratan. Salvo en el caso de que nos planteemos un

cultivo totalmente protegido y aislado del exterior en invernadero de tal nivel que dotemos al mismo de todas las condiciones óptimas requeridas para su desarrollo, dependeremos de las condiciones atmosféricas y su evolución.

Por lo tanto, además de seguir las predicciones diarias en el telediario, podemos disponer de



otras herramientas y sistemas que nos permitirán mejorar la gestión de nuestros cultivos, esto es lo que vamos a intentar explicar a continuación.

Actualmente se dispone de una red a nivel regional/nacional de estaciones meteorológicas de las que podemos elegir las más próximas a nuestra finca y emplearlas como referencia. Desde el punto de vista agrícola se dan microclimas que pueden ser decisivos para la aparición de plagas y enfermedades o simplemente para el desarrollo del cultivo. Por lo tanto es importante disponer de valores climáticos reales de la finca donde vamos a trabajar.

¿Qué es una estación meteorológica y de qué está compuesta?

Entendemos por una estación meteorológica un instrumento compuesto por un conjunto de

sondas que nos permiten medir las variables climáticas, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, pluviometría, humedad en hoja, radiación solar, etc. Aunque los mencionados se consideran sondas habituales, se pueden incorporar otras menos habituales pero que pueden resultar muy útiles en algunas aplicaciones.

Estas estaciones meteorológicas se suelen situar en ubicaciones estratégicas de nuestras fincas de tal forma que los registros de las variables climáticas sean representativos y aplicables a un área determinada de similar microclima.

La información que recopilan puede obtenerse de las siguientes formas.

- Simplemente conectando la estación a un "datalogger" y guardando los valores medidos con la frecuencia establecida. Esta

En cada región, sea cual fuere el clima que predomine, existe un clima suave adecuado para hacer horticultura. El productor debe conocer las características del clima y aplicar las tecnologías más apropiadas. En las fotos, un cultivo al aire libre en Girona y un invernadero en un "clima suave" de Finlandia.

Mediante la utilización conjunta de un PC y de estaciones meteorológicas es posible leer, almacenar y gestionar los valores climáticos registrados de forma casi ilimitada y organizarlos de la forma más conveniente

información se descargará a un PC a través del puerto serie RS232, cada vez que nos conectemos directamente con un portátil. En nuestra opinión este es un sistema antiguo y poco práctico.

- La estación podría disponer de un "datalogger" con una emisora incorporada para mandar los datos cada pocos minutos a un ordenador PC que se encuentra próximo, es decir, en un radio de pocos kilómetros y sin obstáculos que dificulten la conexión, se pueden alcanzar largas distancias empleando los clásicos repetidores de radiofrecuencia.

- Por último queda la posibilidad de que el "datalogger" disponga de conexión GSM, para instalar un terminal móvil GSM conectado y descargar desde un PC situado en casa o en la oficina los valores registrados y almacenados.

En cualquier caso y teniendo en cuenta que en el campo no suele haber energía eléctrica para alimentar estos dispositivos la estación suele disponer de una batería generalmente alimentada por una pequeña placa solar.

Programa de PC para gestión de los datos recopilados

La mayoría de estaciones disponen de una aplicación para instalar en un PC de forma que se pueden almacenar los valores registrados de forma casi ilimitada, se pueden exportar a otros formatos, como Excel, etc.

■ Conociendo los valores climáticos, es posible relacionar desarrollo del cultivo con valores climáticos y exactos, pudiéndose también prever anomalías antes que ocurran

También podemos ver representaciones gráficas de forma personalizada. Es decir, que no solamente disponemos de datos almacenados, sino que podemos organizarlos de la forma más conveniente según el uso que pretendemos hacer de ellos.

Resumiendo, podemos leer, almacenar y gestionar los valores climáticos registrados por las sondas disponibles en la central meteorológica.

El "software" de las centrales permite disponer de estadísticas de los datos recopilados y representarlos de forma gráfica. También nos permite programar macros y realizar cálculos con los datos recopilados, ETP, grados/día, etc.

En el mercado hay cientos de estaciones meteorológicas y es muy importante seleccionar aquellas cuyas sondas sean fiables y precisas. Por supuesto que el precio no suele estar en relación directa con la calidad de la estación.

Hay que comparar las especificaciones de las sondas que componen la estación y decidirse por aquella que cubra nuestras expectativas. En España muchas de las estaciones se dedican al sector marino y los precios son elevados. En EEUU tenemos un amplia gama que podemos encontrar a través de Internet. También hay estaciones europeas, fundamentalmente procedentes de Austria.

Hay que preguntar por el servicio técnico para no quedarnos colgados con una sonda que no funciona o que nos carguen una factura desproporcionada.

Utilidades de las estaciones meteorológicas

Las aplicaciones que una Estación Climática ofrece a una empresa agraria son de gran utilidad, siendo estas las siguientes:

- 1.- Conocer los valores climáticos reales.
- 2.- Conocer la predicción meteorológica local.
- 3.- Desarrollar modelos de predicción de plagas y enfermedades.
- 4.- Predicción y seguimiento de ciclos de cultivo.

Desde el año 1999 Primaflor goza de las ventajas de las estaciones meteorológicas y modelos de predicción de plagas y enfermedades.

Con vocación de servir

P:T

PLAST-TEXTIL, S.L. ofrece una amplia gama de productos al servicio de la agricultura y horticultura:

- Mallas sombreo: agrotexiles de protección solar. Gama que ofrece protección a partir del 30% hasta el 90%
- Mallas antigranizo
- Mallas protección lluvias, escarcha y heladas
- Mallas antitrip: agrotexiles de protección frente a insectos
- Malla suelo: agrotexiles para el revestimiento del suelo
- Mallas cortavientos: agrotexiles protección viento y salinidad
- Mantones: agrotexiles para la recolección de frutos -almendra, aceituna, etc.-, con una extensa gama de tamaños.

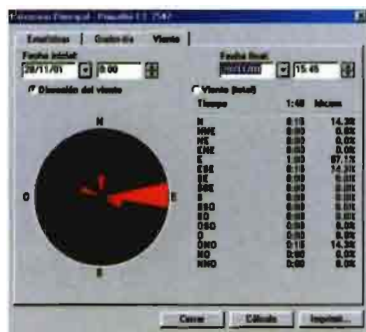


P:T

Plast-Textil
AGROTEXTILES

Polígono Industrial, s/n - 46869 ADZANETA DE ALBAIDA (Valencia) - Spain
Tels.: +34-96 235 90 01 / 235 90 05 / 235 70 17
Fax: +34-96 235 70 57
e-mail: info@plastextil.com - <http://www.plastextil.com>





Desde nuestra modesta experiencia queremos poner en conocimiento del lector el uso que Primaflor ha desarrollado a través de estas herramientas.

1.- Valores climáticos reales

El crecimiento y desarrollo adecuado de un cultivo depende en gran medida de las condiciones climáticas acontecidas. Cuando dichas condiciones no son las adecuadas, las anomalías que experimenta el cultivo ("tip burn", espigado, deformaciones, etc. en

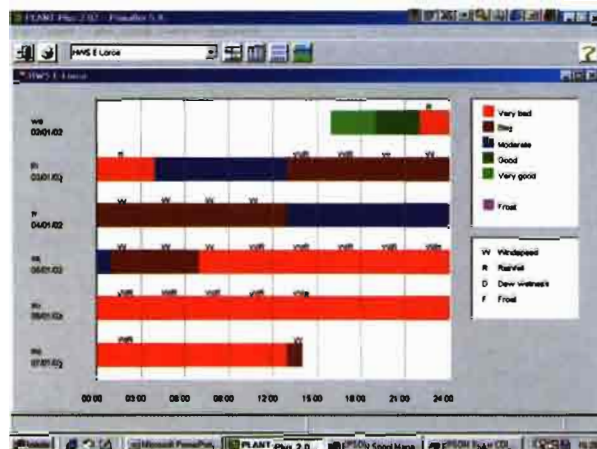
el cultivo de lechuga) desembocan en un detrimento de la calidad.

Conociendo con exactitud los valores climáticos reales, podemos relacionar anomalías del cultivo con valores climáticos concretos y exactos.

A lo largo del tiempo, con la experiencia adecuada, se podrá prever anomalías antes de que ocurran, y si es posible realizar acciones correctoras.

De igual forma, a la hora de cultivar en un área nueva, si se tiene acceso a datos climáticos de la zona, se puede contrastar y determinar si la zona es adecuada para cultivar el cultivo en cuestión o no.

Los valores climáticos permiten el cálculo de grados día y la creación de macros (fórmulas donde las variables son las condiciones climáticas necesarias para la predicción de plagas y enfermedades).



Izquierda, representación circular de la dirección del viento Arriba, condiciones climáticas para tratamientos.

2.- Predicción meteorológica

¿Cuántos de nosotros nos preocupamos por el tiempo que va a hacer, y vemos atentamente el telediario o consultamos en Internet predicciones a corto o medio plazo?

La agricultura depende del tiempo, y en Primaflor intentamos conocer si lloverá, si hará viento,



La primera firma holandesa en depósitos modulares y revestimientos para embalses, anuncia la fabricación de sus productos en España

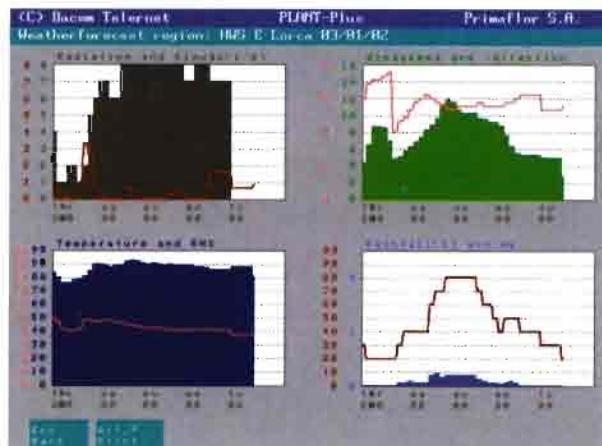


Genap Sintètiques Ibérica, S.L., ya ofrece a los instaladores su acreditada gama de productos. Los usuarios encontrarán en nuestros distribuidores la calidad, experiencia y precio acreditativos de nuestra marca.

C/ Iluro, 21
08302 MATARÓ (Barcelona)
Apdo. 120 - 08300 MATARÓ (Barcelona)



Tel. 93 758 68 55
Fax 93 758 68 54
E-mail: genap-iberica@webhouse.es



si va a estar despejado o nuboso, si helará o hará mucho calor, emitiendo un informe semanal a comienzo de semana y así poder programar las labores agrícolas tales como, preparación de terreno, plantación, cosecha e incluso de las condiciones óptimas para la aplicación de fitosanitarios.

Con los datos recogidos por nuestras estaciones podemos obtener, previo contrato con la empresa correspondiente dedicada a este tema, las predicciones meteorológicas referidas a nuestra ubicación concreta.

Nuestra experiencia al respecto es que son muy útiles y al cabo de un tiempo las encontramos indispensables para planificarlos en los próximos días, así como, la incidencia del viento en

Predicción meteorológica con cinco días de antelación. A la derecha, instrumento captador de esporas.



la realización de tratamientos fitosanitarios, la lluvia en la cosecha u otras labores.

La disponibilidad de esta información nos permite planificarlos mucho mejor, aunque esta predicción no siempre es exacta y cabe esperar de vez en cuando algún fallo en la misma. Esta utilidad al cabo de un tiempo se convierte en indispensable.

En el caso de no disponer de estaciones propias siempre se podrá recurrir a la estación local más próxima, pero por supuesto

■ Numerosos factores intervienen en el desarrollo de las plagas, pero el elemento que normalmente es determinante de ese desarrollo es el ambiente - temperatura, humedad, fotoperiodo -, existiendo una relación directa entre ambos

Centros de investigación en prevención de plagas

Las universidades estadounidenses se encuentran a la cabeza en estudios y publicaciones relacionados con la prevención de plagas y/o enfermedades

- Universidad de Oregón. <http://www.orst.edu/Dept/IPPC/wea/wealib.html#cff>
- Universidad de Iowa. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1998/4-6-1998/dd.html>
- Universidad de Wisconsin. <http://bob.soils.wisc.edu/wimnext/>
- Universidad de Utah. <http://ext.usu.edu/ag/ipm/insectdd.html>
- Universidad de Ohio. <http://content/ag.ohio-state.edu/ohioline/b504/index.html>
- Universidad de Michigan. <http://www.ext.nodak.edu/homepages/regeberg/ndawn>
- Universidad Oklahoma. <http://radar.metr.ou.edu/agwx7models/alfalfa/desc.html>
- Universidad Nuevo México. <http://weather.nmsu.edu/nmcrops/pecans/gddpnc.html>
- Universidad Kentucky. <http://www.uky.edu/Agriculture/Entomology/entfacts/fldcrops7ef106.html>
- INRA. <http://compact.jouy.inra.fr/compact/CONSULTER/INTER/external/activies/ecrans/447>
- Universidad de California. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PHENOLOGY/models.html>



Planta verde ornamental

Substratos especiales Klasmann a base de materias primas de estructura estable, que garantizan un rápido y sano desarrollo radicular de la planta verde ornamental.

K KLASMANN
PARA PROFESIONALES



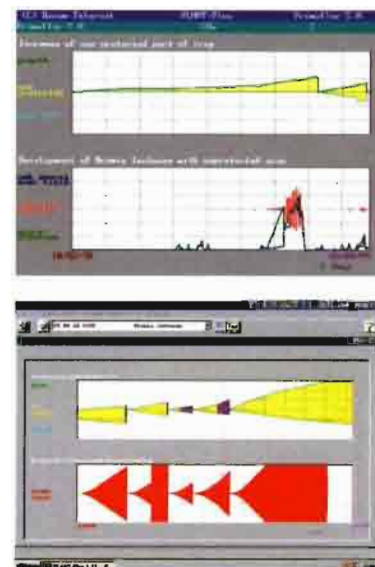
Klasmann-Deilmann GmbH Georg-Klasmann-Straße 2-10 D-49744 Geeste – Groß Hesepe Tel. ++49 (0) 5937-31-0 Fax ++49 (0) 5937-31-279
info@klasmann-deilmann.de www.klasmann-deilmann.com

Klasmann-Deilmann posee el certificado DIN EN ISO 9001 y es miembro de R.H.P. (Regeling Handels Potgronden Holland) y miembro del Asociación de Calidad de Substratos para cultivo de plantas



VALIMEX S.L.

Palleter, 2-1ª - E-46008 VALENCIA - Tel. 96 385 37 07 - Fax 96 384 45 15 - E-mail: ventas@valimex.es - http://www.valimex.es



perderemos precisión en las predicciones.

3.- Predicción de plagas y enfermedades

Son numerosos los estudios y publicaciones relacionados con la prevención de plagas y/o enfermedades, siendo las universidades y en especial las americanas, las que se encuentran a la cabeza hoy en día, destacando la Universidad de Davis de California.

Dentro del contexto europeo podemos resaltar al Inra francés. El programa de predicción de plagas y enfermedades de Davis ("Pest Management Project") tiene vinculado los datos de estaciones climáticas de EE.UU, permitiendo el cálculo de horas frío, punto de rocío y grados día dentro de estas estaciones e incluso permite importar datos climáticos de otras estaciones y facilitar estos cálculos.

También proporciona los umbrales de desarrollo, temperatura mínima y máxima de desarrollo e integral térmica para plaga en cuestión, dentro de la sección "Pest Cast" (modelos de plagas).

Estación meteorológica tipo con instrumentos para la medición de velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, pluviometría, etc.

Derecha, Modelo informático de predicción de creación de esporas y de predicción de incidencia de la enfermedad.

Dentro de los múltiples factores que intervienen en la aparición de una plaga y/o enfermedad destacamos:

- El cultivo/variedad.
- Factores agronómicos.
- Fauna auxiliar.
- Control Fitosanitario.
- El ambiente.

Cada uno de ellos condiciona el desarrollo de la plaga/enfermedad, así existen variedades resistentes a plagas y/o enfermedades, riegos y abonados que sensibilizan o disminuyen la aparición de la plaga/enfermedad, fauna auxiliar que realiza un control parcial y finalmente, el uso racional de agroquímicos que puede realizar un buen control.

Pero el factor que en condiciones normales es el determinante para el desarrollo de la plaga/enfermedad es el ambiente, existiendo una relación directa entre ambos.

Las condiciones climáticas determinantes en el desencadenamiento de la plaga/enfermedad son; la temperatura, la humedad, el fotoperiodo y otros.

De todos ellos, la temperatura es el más condicionante para el desarrollo de insectos, ácaros, etc., por lo que se puede modelizar la tasa de desarrollo de una plaga (figura 2) mediante el umbral mínimo de desarrollo (UmD: temperatura por debajo de la cual el insecto ralentiza a mínimos su desarrollo) y los grados día (°Día: acumulación de unidades de calor por encima de cierta temperatura en un día).

$$\begin{aligned} \text{°Día} &= T^{\#} \text{ promedio} - T^{\#} \text{ UmD} \\ T^{\#} \text{ promedio} &= (T^{\#} \text{ max} + T^{\#} \text{ min}) / 2 \end{aligned}$$

Para el cálculo de los grados día hay siete posibles modelos diferentes (figura 3), siendo de más sencillo a más complejo los siguientes; modelo de las medias, standard, grados día, triángulo simple, triángulo doble, seno simple y seno doble.

El calculo de °Día no es un escollo ya que software de la estación meteorológica que Primaflor posee y el programa de la Universidad de California lo calcula, incluso es mejorado si se considera el umbral máximo de desarrollo (temperatura por encima de la cual se reduce el desarrollo de la plaga y puede ocasionar incluso la mortandad).

Tres son los métodos que reducen la tasa de desarrollo; método horizontal, vertical e intermedio.

Invernaderos a medida

- Soluciones rentables, capaces y eficaces de ULMA Agrícola



Diseñados para satisfacer cualquier necesidad de instalación bajo cubierta en los sectores de la Agricultura y Ganadería, los invernaderos de ULMA posibilitan un control medioambiental mediante una amplia gama de equipamientos y sistemas.

ULMA Agrícola apuesta por la potenciación de una ingeniería de respuesta integral con soluciones "llave en mano". Por ello, además de integrar las tecnologías de mecanización y robotización más avanzadas del sector, ofrece proyectos personalizados y servicios de montaje a la medida de necesidades.



Figura 1:
Duración del ciclo de una plaga en relación con la temperatura

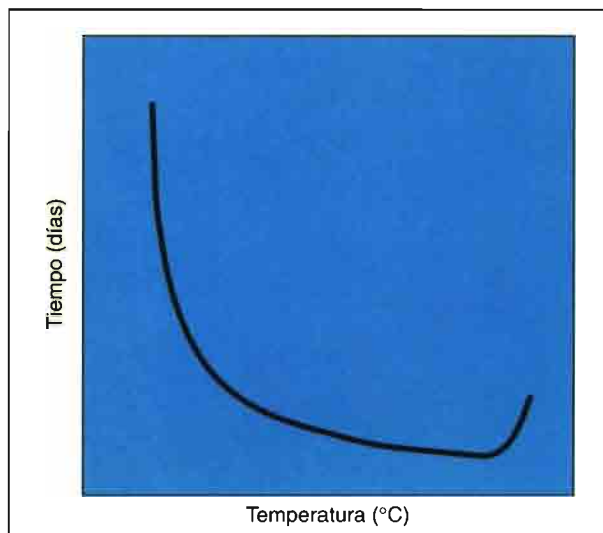
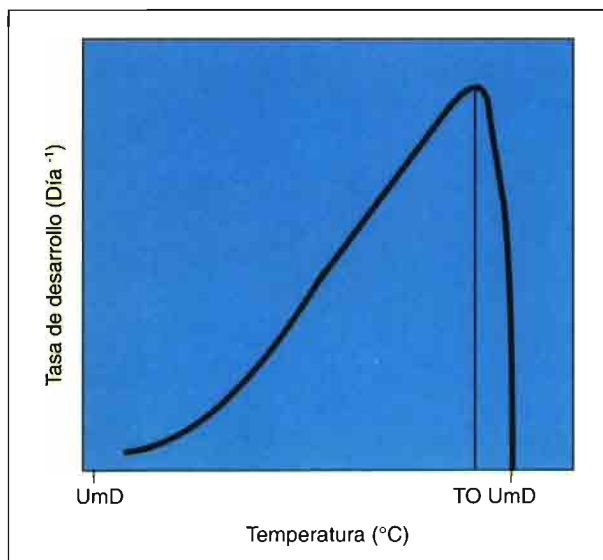


Figura 2:
Relación tasa de desarrollo/temperatura



El último término necesario para confeccionar el propio modelo de predicción, es el de integral térmica, siendo este el número de grados día que han de acumularse para que se cumpla un estadio de la plaga o enfermedad, por ejemplo, el calor que ha de acumular una plaga desde la eclosión de huevos hasta la muda o ninfa, y así hasta completar su ciclo de desarrollo completo.

La Universidad de California proporciona una amplia gama de información de diferentes plagas y enfermedades.

La creación del modelo sencillo se reduce por tanto, a conocer la integral térmica de la plaga/enfermedad en cuestión y contrastarla con la integral térmica obtenida de los datos climáticos reales de nuestra zona.

Cuantas más variables se le introduzcan al modelo tales como humedad, fotoperiodo, factores varietales y nutricionales, más preciso es el modelo.

Actualmente, se dispone de una red a nivel regional/nacional de estaciones meteorológicas de las que el productor puede elegir la más próxima a su finca y emplearla como referencia

De esta forma podemos conocer con una probabilidad bastante ajustada la aparición de una plaga/enfermedad.

Es imprescindible complementar esta información con la obtenida a través de un correcto monitoreo de plagas con placas cromotrópicas y trampas con feromonas.

La posibilidad de crear modelos propios puede substituirse por modelos predictivos comerciales específicos para cada cultivo y plaga/enfermedad bastante fiables, que incluso se venden conjuntamente con la estación meteorológica.

Centrándonos en la predicción de enfermedades, exponemos como ejemplo el modelo probado por Primaflor desde el año 1999. Es un modelo para *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga.

El programa determina la necesidad de tratamiento por riesgo de incidencia de la enfermedad en cuestión.

Es una guía, una recomendación para tratar cuando sea necesario y así tratar eficientemente, en el momento adecuado.

Para poder predecir la enfermedad es necesario introducirle ciertos datos como la localización del campo a evaluar, el tipo de suelo, la variedad utilizada, los tratamientos realizados y conocer la predicción meteorológica del período determinado (cinco días), el crecimiento semanal (zona desprotegida) y la incidencia de la enfermedad para modificar la sensibilidad del modelo.

La predicción de *Bremia* se muestra a través de un gráfico que da una serie de parámetros:

1. - Creación de esporas, como la capacidad de esporular. Se calcula con la predicción meteorológica.

2. - Número de esporas en el campo, se calcula teniendo en cuenta la creación de esporas, dirección del viento, campos cercanos de lechuga, etc.

Este dato puede ser comparado y/o complementado con un dato real a través de un captador de esporas. El objetivo del captador es determinar y cuantificar las esporas del ambiente como paso previo a la enfermedad.

3. - Posibilidad/riesgo de enfermedad (banda roja), atendiendo al número de esporas que puedan instalarse en la hoja e infectar, es decir, colonizar la zona de hoja desprotegida.

Una vez conocido el riesgo, se decide la necesidad o no de tratamiento, con el fin de adecuar el control fitosanitario, evitando tratamientos periódicos sin razonamiento ninguno.

El objetivo es reducir tratamientos y la elección correcta del agroquímico a utilizar.

En caso de predecir con antelación la enfermedad, se elegirá un tratamiento preventivo que siempre será más eficaz, menos agresivo y más económico que uno curativo.

■ **La predicción de la creación de esporas puede realizarse a través de una serie de variables ambientales conocidas, y complementada y comparada mediante datos reales obtenidos mediante un captador de esporas**

Como resumen de las ventajas del binomio estaciones meteorológicas - modelos predictivos, citamos las siguientes:

- Una estación meteorológica, permite conocer las variables climáticas reales, su predicción, así como, desarrollar modelos predictivos.

- La predicción de plagas y enfermedades mediante modelos de desarrollo fenológico es una realidad.

- Existen en el mercado modelos muy fiables.

- Se reducen los tratamientos y tendemos a la agricultura sostenible.

4.- Predicción y seguimiento de ciclos de cultivo

La integral térmica también puede ser utilizada para el cálculo y seguimiento de ciclos de cultivo.

Un cultivo necesita acumular una serie de grados días correspondientes a las temperaturas ideales para el crecimiento, y una vez transcurridos los días necesarios, el cultivo completa su desarrollo.

La integral térmica de un cultivo es muy variable según la variedad de que se trate.

Es en cereales donde más se ha desarrollado este cálculo, y como ejemplo comentar que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 1.850 °C y 2.375 °C.

Figura 3:
Modelos de cálculo de Grados Día

