

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias



Uso de Estaciones Meteorológicas en la Agricultura

*Guillermo Medina García
José Grageda Grageda
José Ariel Ruiz Corral
Alma Delia Báez González*

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Uso de Estaciones Meteorológicas en la Agricultura

Guillermo Medina García¹
José Grageda Grageda²
José Ariel Ruiz Corral³
Alma Delia Báez González⁴

¹ Investigador responsable de la Red de Estaciones en el estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. CIR Norte-Centro. INIFAP.

² Investigador responsable de la Red de Estaciones en el estado de Sonora. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIR Noroeste. INIFAP.

³ Investigador responsable del Área de Agrometeorología. CIR Pacífico Centro. INIFAP.

⁴ Investigador responsable de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimáticas y del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores. Campo Experimental Pabellón. CIR Norte Centro, INIFAP.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
04010 México, D.F.
Tel. (55) 3871-8700

Primera edición 2008
Impreso en México

CONTENIDO

	Página
Introducción	1
¿Qué es una estación meteorológica automatizada?	3
¿Qué es una red meteorológica?.....	5
Variables meteorológicas.....	8
Aplicaciones de la información.....	10
Beneficios	17
Visite nuestra página de Internet	18

INTRODUCCIÓN

Dado que el clima es uno de los componentes ambientales más determinantes en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos, la información del estado del tiempo es parte fundamental para la toma de decisiones en la agricultura moderna que requiere información meteorológica actualizada para orientar los procesos de producción.

La agricultura es una actividad estrechamente relacionada con el clima. La cantidad de agua de lluvia, la humedad almacenada en el suelo, la ocurrencia de heladas, o la presencia de granizo, constituyen algunos de los componentes del clima que año con año repercuten en la producción de cosechas.

La presencia de plagas y enfermedades, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la demanda de agua por las plantas y la duración de los ciclos vegetativos, dependen también en gran medida de las condiciones del clima.

Con el propósito de tener un conocimiento de las condiciones del clima en relación con el desarrollo y crecimiento de los cultivos y su manejo, se han implementado las redes estatales de estaciones agrometeorológicas automatizadas, con apoyo del Gobierno Federal a través del INIFAP y de los gobiernos de los estados por medio de las Fundaciones Produce.

Las redes de estaciones son una herramienta de apoyo a la toma de decisiones de las dependencias estatales y federales involucradas en el desarrollo agropecuario de los estados, así como para los agricultores y ganaderos. Estas redes brindan la oportunidad de tomar decisiones, con base en los datos de los elementos climatológicos y ofrecer recomendaciones técnicas orientadas a disminuir el impacto de las condiciones adversas del tiempo sobre los cultivos.

El objetivo de la presente publicación es mostrar a los productores y técnicos en agricultura, información sobre el uso potencial y la aplicación práctica de los datos meteorológicos en el manejo de los cultivos.

¿QUE ES UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMATIZADA?

Una estación meteorológica automatizada es una estructura o dispositivo dotado con sensores que responden a estímulos electrónicos, que tienen la capacidad de registrar y coleccionar información meteorológica en forma automática y en tiempo real, que permiten monitorear la variación de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar, humedad foliar, dirección y velocidad del viento, lluvia, humedad relativa, temperatura del suelo, presión atmosférica, entre otras.

Las estaciones meteorológicas que integran las redes de estaciones agroclimatológicas del INIFAP, están equipadas con sensores para medir las variables:

- ❖ Temperatura del aire
- ❖ Precipitación
- ❖ Humedad relativa
- ❖ Radiación solar
- ❖ Velocidad del viento
- ❖ Dirección del viento
- ❖ Humedad de la hoja

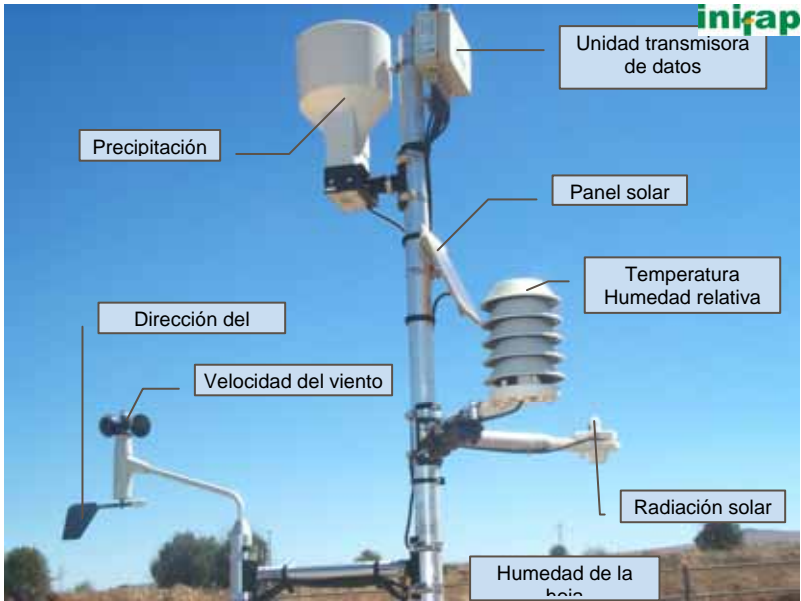


Figura 1. Estación meteorológica automatizada.

En la red de estaciones del INIFAP, la medición de las condiciones del tiempo atmosférico se realiza cada 15 minutos y los datos son transmitidos a la base central en el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos ubicado en el Campo Experimental Pabellón en el estado de Aguascalientes.

¿QUE ES UNA RED METEOROLÓGICA?

Una red meteorológica como la que administra el INIFAP, es un conjunto de estaciones meteorológicas automatizadas distribuidas estratégicamente en una región o zona, las cuales registran en forma continua las condiciones del tiempo atmosférico de una región y envían los datos a una base central para ser almacenados, procesados, interpretados y distribuidos de manera oportuna a los usuarios, incluso en tiempo real o cercano al real.

El incremento en número de la red de estaciones está dado conforme a las demandas tecnológicas, de los agricultores o gobiernos de los estados, las cuales requieren datos mas específicos y exactos.

En forma coordinada el INIFAP, SAGARPA, los gobiernos estatales y las Fundaciones Produce están apoyando decididamente la operación de las redes estatales en prácticamente todas las entidades del país, las cuales son: Aguascalientes, Baja California, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua,

Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo Leon, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas coordinadas por el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP.



Figura 2. Estados de la República Mexicana que actualmente cuentan con red de estaciones agrometeorológicas.

A febrero del 2008, la red integra 667 estaciones en todo el país, distribuidas en 28 redes estatales de estaciones automatizadas.

Los datos de todas las estaciones de la Red son enviados cada 15 minutos al Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos en donde son almacenados, procesados y presentados en diversos formatos para su difusión a través de Internet.

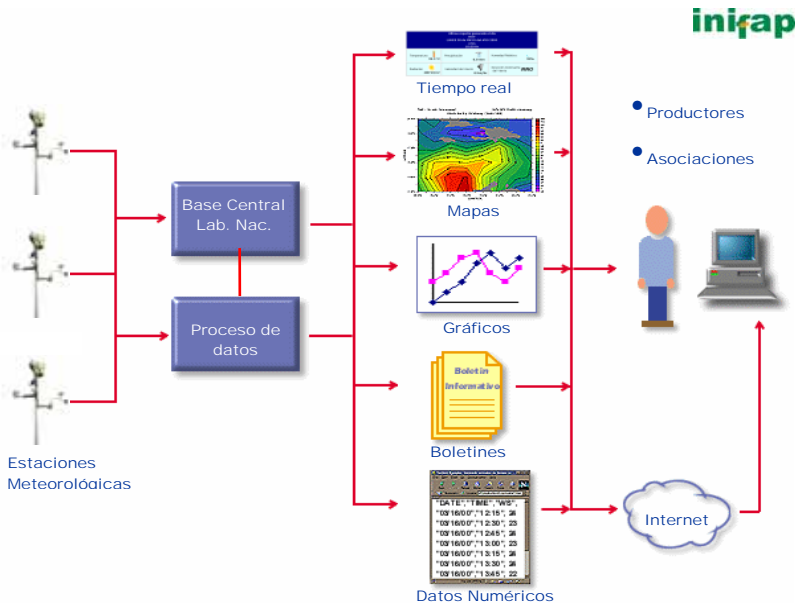


Figura 3. Proceso de los datos climáticos para su presentación en Internet.

VARIABLES METEOROLÓGICAS

Los sensores con los que cuentan las estaciones realizan mediciones de las siguientes variables:

Temperatura del aire. La temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo o del medio ambiente. El calor equivale a la energía calorífica que contiene. Se mide con el sensor denominado *termómetro* y se expresa en grados centígrados (°C).

Precipitación pluvial. La precipitación es la caída directa de gotas de agua o de cristales de hielo sobre la superficie terrestre. La cantidad de precipitación se mide en milímetros (mm) con el sensor llamado *pluviómetro*.

Humedad ambiental. Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta o de forma relativa denominándose humedad relativa o grado de humedad. Normalmente se emplea la segunda y se expresa como porcentaje (%) respecto a

un ambiente saturado. La humedad relativa se mide normalmente con un sensor llamado *psicrómetro*.

Radiación solar. Es el flujo de energía que se recibe del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias. Es medida en calorías por centímetro cuadrado por minuto o por día ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{día}$) o en Watts por metro cuadrado (W/m^2) con el sensor denominado *piranómetro*.

Velocidad del viento. El viento es definido como "el aire en movimiento" y se describe por dos características: la velocidad y la dirección. El instrumento que se usa para medir la velocidad del viento se llama *anemómetro*. Se mide en unidades m/s o km/hr.

Dirección del viento. Se llama dirección del viento al punto del horizonte de donde viene o sopla. Para distinguir la dirección se le aplica el nombre de los principales puntos cardinales o grados de azimut con respecto al Norte Magnético. El instrumento que se usa para medir la dirección es la *veleta*. Se expresa en grados de azimut o puntos cardinales N, S, E, W, NE, NW, SE, SW.

Humedad de las hojas. Esta variable que registran las estaciones se refiere a la humedad que se encuentra en la superficie de las hojas, ya sea por formación de rocío o por lluvia. Se mide en unidades del 0 al 10.

APLICACIONES DE LA INFORMACIÓN

Temperatura del aire. Esta variable climática es importante para calcular unidades térmicas de crecimiento de cultivos, comúnmente llamadas unidades calor o grados-día, mediante las cuales es posible medir la influencia de la temperatura en la velocidad de desarrollo de los cultivos e insectos, y con ello predecir la aparición de etapas fenológicas de cultivos y estadios biológicos en los insectos. Los registros de temperatura también se usan para calcular horas o unidades frío requeridas por los frutales caducifolios y algunos insectos durante la etapa de hibernación. En regiones de clima templado, la temperatura de 0 °C se usa como referencia para estimar períodos libres de heladas durante las etapas de crecimiento.

Humedad relativa. Esta variable es importante para pronosticar heladas junto con la temperatura. También es una variable climática clave para el pronóstico de enfermedades de cultivos, y se utiliza en combinación con otras variables para estimar la evapotranspiración.

Radiación solar. Es importante para estimar la acumulación de materia seca por un cultivo. También se usa para estimar la evapotranspiración potencial a través de fórmulas empíricas que involucran diversos factores de clima.



Velocidad y dirección del viento. Estos dos factores son componentes esenciales para determinar la evapotranspiración en cultivos. También son importantes por su efecto en la erosión del suelo y daños a los cultivos, así como en la programación de aplicaciones de pesticidas. por otro lado permiten conocer la trayectoria de organismos benéficos y nocivos a las plantas y distribución del polen de las plantas.

Precipitación pluvial. Se utiliza para estudiar el efecto en la producción de cultivos, predecir posibles problemas de enfermedades y daños físicos en los cultivos. También puede utilizarse para calcular balances hídricos e índices de sequía y fechas de siembra, entre otras.

Humedad de las hojas. El contenido de humedad de las hojas está directamente relacionado con la presencia de enfermedades, por lo que esta variable se utiliza para su pronóstico .

Con toda la información que captan las estaciones, es posible además calcular otros parámetros que son muy importantes para la agricultura, tal es el caso de:

- ❖ La probabilidad de ocurrencia de lluvias, que es de gran utilidad para el cálculo de balances de humedad en cultivos, labores de preparación de suelos, siembra, germinación, control de malezas, deshije, riegos suplementarios, aplicación de fertilizantes, cosechas, etc.
- ❖ Ocurrencia de temperaturas extremas en duración y localización, que ayudan a medir niveles de riesgo en heladas tempranas o tardías, o agobio calórico en las plantas.
- ❖ Estimación de tasas fotosintéticas y de evapotranspiración mediante la información de radiación solar y horas de luminosidad.
- ❖ Determinación del nivel de riesgo climático para la ocurrencia de enfermedades en el cultivo, utilizando de manera combinada los datos de humedad

relativa, humedad de la hoja, nubosidad (radiación solar) y temperatura.

- ❖ Índices de acame de plantas y daño a frutos y flores, mediante la valoración de los niveles de velocidad de viento registrados. Esta información de velocidad de viento puede ser útil también en el diseño y construcción de cortinas rompevientos.



En general la información del clima es parte fundamental para la toma de decisiones en la agricultura. En resumen, dentro de las aplicaciones que puede darse a esta información, se encuentran:

- Cálculo de necesidades de riego.
- Pronóstico de aparición y monitoreo del desarrollo de plagas y enfermedades.
- Monitoreo de acumulación de unidades calor y horas frío.
- Medición del número e intensidad de heladas.
- Diseño de protocolos de manejo climático de invernaderos.
- Pronósticos de cosechas.
- Estimación de fecha de cosecha.
- Cálculo de índices de humedad y sequía en cultivos de temporal.
- Determinación de índices de confort climático para ganado.
- Determinación de la fecha en que existe humedad adecuada en el suelo para el inicio de siembras.
- Análisis del período apropiado para reforestación en una región determinada.

- Evaluación de días apropiados para realizar la fertilización en campo.
- Determinación de días adecuados y no adecuados para realizar escardas o cualquier laboreo del suelo.
- Orientación de la planeación de podas en árboles frutales caducifolios.
- Información de apoyo para los programas relacionados con contingencias climatológicas, como del Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climáticas (FAPRACC) y el Fondo para atención a desastre naturales (FONDEN).

BENEFICIOS

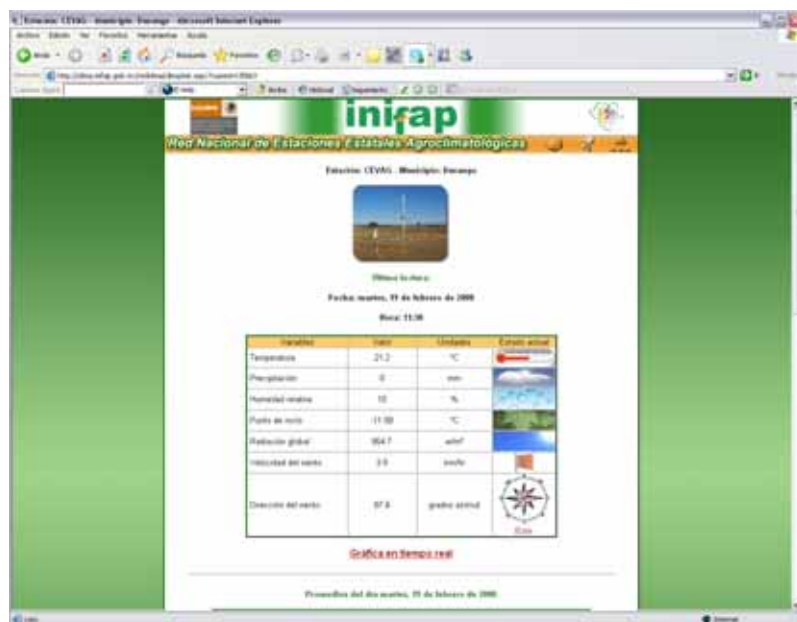
Dado que el productor que cultiva a cielo abierto nunca podrá tener control del clima, es conveniente esté bien informado de las condiciones climatológicas para poder hacer frente a cualquier eventualidad ambiental.

Las redes de estaciones climáticas de una región permiten contar con información meteorológica automatizada en tiempo real, que ayudaría al productor a tomar decisiones oportunas en el manejo de cultivos para librar de mejor manera los riesgos climáticos que representan las heladas, granizadas, olas de calor, vientos fuertes, sequías e inundaciones; y también para obtener los máximos beneficios de condiciones climáticas favorables para la obtención de altas cosechas.

VISITE NUESTRA PÁGINA EN INTERNET








El Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP pone a disposición de los productores y dependencias relacionadas con el Sector Agropecuario y del público en general el portal de Internet:

<http://www.clima.inifap.gob.mx>



Estación: CEVAG - Municipio: Escamez

Fecha: martes, 11 de febrero de 2009
Hora: 11:30

Variable	Valor	Unidad	Estado actual
Temperatura	21.2	°C	
Presión	0	mm	
Humedad relativa	10	%	
Punto de rocío	-11.99	°C	
Presión global	984.7	mmHg	
Velocidad del viento	3.8	km/h	
Dirección del viento	97.8	grados actual	

www.inifap.gob.mx

Procesado del día martes, 11 de febrero de 2009

En este portal los datos se pueden consultar en tiempo cercano al real, así como realizar consultas de los datos en forma diaria, en forma gráfica y en forma de mapas. Se presentan también índices agroclimáticos como horas frío, horas heladas, y evapotranspiración.

Uso de Estaciones Meteorológicas en la Agricultura

Comité Editorial Campo Experimental Zacatecas

Revisión técnica y edición:

Dr. Mario D. Amador Ramírez
M.C. Aurelio López Luna
M.C. Ceferino Ortiz Trejo

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Kilómetro 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo
Apartado postal No. 18
Calera de V.R., Zac., 98500

Tel: (478) 9-85-01-98 y 9-85-01-99
Fax: (478) 9-85-03-63

Correo electrónico:
direccion.zac@inifap.gob.mx
direccion@zacatecas.inifap.gob.mx

Página WEB:
<http://www.inifap.gob.mx>
<http://www.zacatecas.inifap.gob.mx>

Publicación realizada con recursos del proyecto:

Investigación y servicio de predicción de cosechas para caña de azúcar y otros cultivos e instalación y puesta en marcha de la red de estaciones agrometeorológicas en superficie de caña de azúcar

Esta publicación se terminó de imprimir en el mes de mayo de 2008 en los talleres gráficos de Litográfica Central S.A. de C.V. Calle Afrodita No. 309, Fracc. Las Hadas, C.P. 20140, Aguascalientes, Ags.

Tiraje: 500 ejemplares

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales Agrícolas y Pecuarias



PRONAC