

SISTEMA TELEMETRICO PARA MONITOREO DE ENFERMEDADES APLICADO A PHYTOPHTHORA INFESTANS

Germán H. MANCINI¹, Aldo R. CICERO² (ex aequo).

INTRODUCCION

Las enfermedades criptogámicas, han sido estudiadas en forma intensiva por los fitopatólogos y los agrometeorólogos, son innumerables las referencias de investigadores que han dilucidado la forma en que los elementos meteorológicos determinan la aparición de las infecciones, (BURKE et al 1970, LUCERO, 1997, COSTA et al 2002, entre muchos otros).

Phytophthora infestans, es un parásito que afecta a cultivos hortícolas de la familia de las solanáceas como papa, (*Solanum tuberosum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) pimiento, (*Capsicum anum*), muy cultivados en Mendoza, entre otros menos cultivados como berenjena, (*Solanum melongena*), con importante incidencia en la producción, sobre todo en los años que las condiciones meteorológicas la favorecen. (DEIS y CICERO, 2002).

Tradicionalmente los productores o los organismos oficiales, han instrumentado una estrategia preventiva, que ha dado su resultado. La incidencia actual del costo de los agroquímicos, como también las tendencias de consumo de productos con menor carga de contaminantes, hace necesario cambios de estrategias de control que permitan minimizar a lo estrictamente necesario los tratamientos fitosanitarios.

El uso de la información agrometeorológica de macro o mesoescala, debe evolucionar hacia la de microescala, a nivel de la propiedad, por cuanto las situaciones particulares de un establecimiento e incluso dentro de él, de una parcela, por el tipo de cultivo, su estado, las condiciones del suelo y de los aportes de agua con el riego, hacen que en una misma propiedad haya situaciones a veces muy diferentes.

En los últimos años, fue posible remplazar el instrumental clásico (de vidrio y mecánicos) por equipos automáticos, pero los productores han requerido también que puedan distribuirse distintos puntos de medición dentro del cultivo, y que pudieran centralizarse y automatizar su lectura para un monitoreo más eficiente.

Toman así importancia los equipos de medición para uso específico, y ha justificado el desarrollo local, previendo su uso para las necesidades de los cultivos intensivos propios de nuestra provincia (MANCINI et al 2002).

El sistema que se presenta se manejó con la premisa de lograrlo con equipos que además de poderse adaptar a las diferentes realidades de las propiedades agrícolas, fueran económicamente accesibles, y que permitieran un mayor desarrollo posterior.

MATERIAL Y MÉTODO

Sobre la base del modelo propuesto para la enfermedad por DEIS y CICERO (2002), y el desarrollo del instrumental citado (MANCINI et al 2002) para aplicarlo al pronóstico de la misma.

El sistema prevé la instalación a nivel de predio de puntos de medición compuestos por sensores de temperatura y humedad que pueden ser vinculados por cable a una unidad de concentración de información, y que en casos especiales puede vincularse en forma inalámbrica.

El modelo se estructura sobre la base de una serie de operaciones lógicas que planteando los niveles de los parámetros meteorológicos medidos por el instrumento y con umbrales prefijados, determina si se han dado situaciones predisponentes para el desarrollo de infecciones, y con una red de suficiente número de puntos de medición, se puede establecer la situación de cada una de las parcelas, y determinar las tareas de manejo para mejorar la situación, como también el orden de aplicación de los productos.

El equipo se realizó fundamentalmente atendiendo a necesidades planteadas directamente por productores agropecuarios, y con él, se diseñó el sistema propuesto, que permite monitorear en tiempo real y registrar con la periodicidad que el usuario necesita, el valor de las variables agrometeorológicas más relevantes para el monitoreo de enfermedades.

Esta constituido por:

-Hasta 8 sensores de temperatura y humedad de rango adecuado, microcontrolados.

-Concentrador (Unidad Central) que consulta periódicamente los sensores, almacena los datos obtenidos en memoria no volátil y puede transferirlos a una computadora personal.

-Cableado que interconecta los sensores con el concentrador, y entrega energía a los sensores.

-Software de aplicación en una computadora personal.

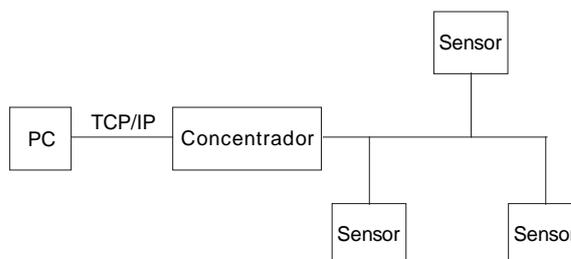


Figura 1: Diagrama de interconexión.

Sensores: Su función es leer los transductores de temperatura y humedad cuando el concentrador lo requiera, y transmitir dichos valores al mismo. Los sensores reciben su alimentación a través de un par de conductores del cable. Los sensores son interrogados, según el número de canal al cual debe responder, si este es correcto, dispara dos canales del conversor Analógico-Digital incorporado en el chip, para leer la tensión de salida de los transductores de

(¹) Universidad Tecnológica Nacional – Fac. Reg. Mendoza – Cnel. Rodríguez 273, (5500) Ciudad, Mendoza. hmancini@frm.utn.edu.ar

(²) Cátedra de Meteorología Agrícola – Fac. Cs. Agrarias – UNCuyo. Alnte. Brown 500, (5501) Chacras de Coria. Luján, Mendoza. Argentina. acicero@fca.uncu.edu.ar

temperatura y humedad. Los datos leídos se insertan en un marco de respuesta, se calcula el CRC (para controlar la integridad de los datos) y se lo transmite al concentrador antes de que expire la ventana de tiempo.

Los puntos de medición, se disponen a la intemperie, ubicados en los lugares relevantes del área cultivada bajo supervisión, según criterio técnico agronómico, y el usuario puede optar por su instalación en abrigos meteorológicos en condición standard, o instalaciones personalizadas con protecciones especiales.

La frecuencia y horarios de captura de datos es programable independientemente para cada sensor.

Concentrador: Dado que deben atenderse diversos eventos en forma concurrente y en tiempo real (teclado, respuestas de los sensores, comandos desde la consola) se optó por implementar un mecanismo de multitarea cooperativa. El concentrador funciona a la vez como servidor de datos, siendo la PC que lo interroga, cliente de dicho servidor.

Los datos recogidos pueden o no almacenarse en la memoria no volátil del concentrador, según la aplicación específica que se desee.

Se puede programar de manera sencilla, semejante a una videograbadora, pudiendo configurarse hasta 16 programas, donde en cada programa se indica el *número de canal* asociado al mismo (número de sensor del cual se obtendrán las mediciones), *hora de inicio*, *hora de finalización*, *intervalo* de toma de muestras, y *habilitación* del programa. Una vez habilitado uno o más programas, se tomarán y almacenarán diariamente los datos que cumplan con la condición establecida en todos los programas habilitados. La memoria interna no volátil es de alta capacidad, permitiendo el almacenamiento de 32000 registros aproximadamente.

Es también posible la operación autónoma sin computadora, dado que el concentrador cuenta con un teclado y display propios que permiten el acceso a las funciones principales del sistema.

Cableado: El cableado se puede realizar en forma de BUS (barra) en donde se conectan los sensores en paralelo con el mismo, o en estrella, con uno o más sensores en cada una de sus ramas. Para poder conectar múltiples sensores en paralelo en un mismo medio (cable UTP ó FTP), se desarrolló un protocolo de comunicaciones propietario entre el Concentrador y los sensores. Dicho protocolo además se encarga de la seguridad de los datos transmitidos por los sensores, eliminando los datos erróneos y pidiendo la retransmisión de los mismos.

Software: la conexión del concentrador a una computadora puede hacerse mediante un enlace RS-232 (puerto serie de la PC) o mediante una conexión TCP/IP sobre Ethernet de 10 Mbps. Esta última capacidad, permite la interconexión directa del sistema tanto a redes locales (LAN) como globales (Internet).

El protocolo de intercambio de datos entre el concentrador y la computadora (TCP/IP) es lo suficientemente genérico como para permitir el fácil desarrollo de diversas aplicaciones para diversos usos. Es posible operar el sistema con una combinación de herramientas comunes y accesibles en cualquier Sistema Operativo (Windows, Linux, Unix) como Telnet y una hoja de cálculo.

La utilización del protocolo TCP/IP ampliamente probado (protocolo base de Internet), permite acceder

al Concentrador desde cualquier punto del Mundo a través de una dirección IP previamente asignada al mismo, o un nombre de dominio, según TANENBAUM, (2000) y COMER, (2000).

Como forma de comparar la precisión de la información obtenida por este prototipo, se lo comparó con un equipo automático Davis Weather Monitor II, en condiciones de trabajo a campo.

RESULTADOS

Un registro simultáneo de mas de 1000 muestras (mediciones), comparado con el de una Estación Meteorológica automática no arrojó diferencias significativas.

CONCLUSIONES

Debido al monitoreo preciso y sectorizado, permite una economía al optimizar el uso de los plaguicidas y la maquinaria, y controlar la contaminación ambiental.

El almacenamiento de los datos, (temperatura, humedad, y de ser necesario otros parámetros), posibilita el ajuste de modelos matemáticos para pronóstico de ésta, y otras enfermedades.

Al poder accederse desde cualquier punto del Mundo, se puede realizar el monitoreo en tiempo real a distancia, centralizando el control del profesional especializado, sobre propiedades geográficamente muy dispersas.

El acceso multiusuario simultáneo, permite interrogar un mismo concentrador desde varios puntos a la vez.

Con el software de control apropiado, es posible automatizar los sistemas, tanto de alarma, como de manejo de riego, u otro, según convenga.

BIBLIOGRAFÍA

- BOURKE P. M. A. Use of weather information in the prediction of plant disease epiphytotic. Annual Review of Phytopathology, v. 8, 345-370, 1970.
- COMER, D. E., 2000. Redes globales de información con internet y TCP/IP, Tercera Edición. Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México., p.p. 631.
- DEIS L., Aldo CICERO, 2002, Modelo agrometeorológico para el pronóstico de *Phytophthora infestans*. IX Reunión Argentina de Agrometeorología, Vaquerías, Córdoba, set. 2002, Actas..., p.p. 47-48.
- COSTA L.C, J. J. WALDIR CASTO, F. X. RIVEIRO DO VALE, Modelaje aplicado a la Fitopatología, Revista Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.Cuyo N° 1, 2002. Tomo XXXIV. N° 1, p.p. 81-92.
- LUCERO H. Detección y reconocimiento de enfermedades de papa a campo. Edición especial para curso del mismo nombre, dictado 10-12/12/1997, Pags. 25.
- MACKENZIE D. R., Scheduling fungicide applications for potato late blight with BLITECAST. Plant Disease 65, 394-399, 1981.
- MANCINI¹, Germán H.; Fernando J. RODRÍGUEZ¹, Marcela A. PALMIERI¹, Aldo R. CICERO², Red telemétrica para monitoreo de heladas, IX Reunión Argentina de Agrometeorología, Vaquerías, Córdoba, set. 2002, Actas..., p.p. 13-14.
- TANENBAUM A. S., 2000. Redes de Computadoras, Tercera Edición. Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, p.p. 813.