

# DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA EL DIAGNOSTICO Y MONITOREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN FRUTAS Y HORTALIZAS

**Luís Ochoa Toledo, Nicolás Kemper Valverde**

*Grupo de Sistemas Inteligentes*

*Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET)*

*Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*

*Ciudad Universitaria, México DF, 04510*

[luis.ochoa@ccadet.unam.mx](mailto:luis.ochoa@ccadet.unam.mx)

## **RESUMEN**

Este artículo presenta el diseño y desarrollo de un Sistema Inteligente para la Predicción de Plagas y Enfermedades en frutas y hortalizas. El objetivo del sistema es que a través de un conjunto de modelos integrados en un Sistema Experto cuya Base de Conocimiento esta basada en variables y aplicando técnicas de razonamiento determinístico emite una predicción y alerta de los niveles de población de una plaga, así mismo realiza un diagnóstico de enfermedades en las condiciones reales de la parcela (clima, suelo, etc.) de acuerdo con los datos disponibles en tiempo real obtenidos de una estación Agro Climática. El sistema brinda una recomendación de tratamiento adecuado al problema detectado con indicación de productos, dosis, épocas y forma de aplicación, así como precauciones que deben tenerse en la manipulación de los productos fitosanitarios. Su objetivo principal es incrementar la productividad y competitividad de Frutas y Hortalizas, enfocándose en el cultivo de Jitomate para el caso de hortalizas y en el Mango para el caso de frutas. El área de influencia de aplicación es el valle de Michoacán donde se tiene una alta producción de estos productos agrícolas. El sistema inteligente es modular, lo que permite la integración de más herramientas de análisis, incorporar más campos en la base de datos para almacenar datos de otras, enfermedades y plagas a fin de que la utilización del sistema inteligente sea más eficiente. La utilización del sistema puede proporcionar beneficios importantes a los usuarios entre ellos: incrementar el rendimiento y la productividad de sus huertos, apoyar a usuarios inexpertos en el manejo de plagas y enfermedades, incrementar la calidad en la toma de decisiones y confiabilidad en los resultados. El sistema esta actualmente implementado en cultivos de Jitomate y Mango el Estado de Michoacán donde actualmente se encuentra en fase de validación en campo, con productores para el mejoramiento y verificación de que lo que diagnostique y recomiende sea acorde a lo real, para lo cual cada productor llevara una bitácora de su cultivo registrando lo que el sistema recomiende y lo que un técnico especializado le recomiende para así al final de un ciclo productivo hacer una comparación de los beneficios reales que aporte el sistema.

**Palabras Claves** - Sistema Inteligente, Base de conocimiento, Mapas de Dependencias, Predicción, Diagnostico, Plagas, Enfermedades

## **1. INTRODUCCION**

El desarrollo de los Sistemas Inteligentes (SI) y sus continuos avances han permitido su expansión y aplicación en diversas áreas del conocimiento y tecnología. En el campo de la agricultura se han desarrollado trabajos enfocados al diagnóstico de enfermedades en plantas [1],[2]. De igual manera, se han desarrollado una serie de modelos relacionados con el control de plagas desde inicios de los años ochentas. La

producción de frutas y hortalizas se ha convertido desde la década de los sesenta en una alternativa agrícola importante para una buena parte de las regiones rurales de México. Si bien es cierto el cultivo es más riesgoso que el de granos básicos (frijol, trigo, etc.) o cultivos forrajeros (alfalfa, sorgo, etc.), también es cierto que son mucho más rentables. Dentro del cultivo de hortalizas, el jitomate es la principal hortaliza cultivada en México. La producción de jitomate se inició masivamente en la década de los sesentas, basta decir que entre 1964 y 1999 la producción se incrementó en 446%. En 1995, comprendió el 31% del total de hortalizas producidas con una clara tendencia al crecimiento derivado de la entrada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). En la actualidad México se ubica en el puesto 10 en la clasificación mundial de países productores de jitomate ([www.fao.org.mx](http://www.fao.org.mx)).

Respecto a la producción de frutas, El Mango (*Manguifera Indica*) es considerado a nivel mundial como la manzana tropical y ocupa el quinto lugar dentro de los principales productos frutícolas. La superficie cultivada a nivel mundial es de aproximadamente 2'161 276 hectáreas con una producción de 22'270,000 toneladas, donde México ocupa el cuarto lugar después de la India, China y Tailandia. La superficie cosechada de mango en México es alrededor de 161 mil hectáreas. En la región Pacífico-Centro integrada por los estado de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, se cultivan 45 mil hectáreas de este frutal. La temperatura óptima para el desarrollo del mango se ubica entre los límites 4.4 - 10° C y 42 - 43° C, temperatura promedio entre 23.7 y 26° C. [3][4]. Dicho cultivo enfrenta varias limitantes entre las que destacan las enfermedades como escoba de bruja, antracnosis y cenicilla; las plagas, como son moscas de la fruta, trips y hormigas; el excesivo tamaño de los árboles que restringen las actividades fitosanitarias y dificultan la cosecha y la deficiente nutrición.

Como vemos la producción agrícola se ha convertido en un proceso dinámico complejo que requiere la acumulación e integración de conocimiento e información de diversas fuentes a través de modelos o sistemas de apoyo para alertar, monitorear y controlar las diferentes plagas y enfermedades que atacan a los cultivos. Actualmente en el campo agrícola no se utilizan modelos o sistemas de apoyo para alertar, monitorear y controlar las diferentes plagas y enfermedades que atacan a las frutas y hortalizas de la zona. Una práctica común es que los productores medianos o pequeños, cuya producción está orientada al mercado nacional, recurren a los vendedores de pesticidas para consultar productos que les permitan atacar los problemas que se les presentan en los cultivos, lo cual es un terrible problema dado que éstos carecen de los conocimientos y experticia propios de un experto. Otro problema es que los productores están expuestos a ser asesorados por técnicos cuyo nivel varía de uno a otro en gran medida y sus criterios de solución son muy heterogéneos. Al asumir tales conductas los

productores, no sólo ponen en riesgo la calidad de los productos agrícolas, sino también incurren en la generación de gastos excesivos y un uso irracional de los productos químicos o biológicos que se emplean para combatir plagas y enfermedades.

El SI propuesto en este trabajo tiene como objetivo principal, incrementar la productividad y competitividad de Frutas y Hortalizas, enfocándose en el cultivo de Jitomate para el caso de hortalizas y en el Mango para el caso de frutas, haciendo uso de técnicas informáticas como la inteligencia artificial permitiéndole al usuario gestionar de una manera optima el uso masivo de conocimiento en la toma de decisiones relacionadas con el manejo integral de plagas y enfermedades a nivel de productores, para ello:

- Se desarrolló un modelo informático experto basado en técnicas de inteligencia artificial empleando una base de conocimiento basada en variables que permite predecir el comportamiento de diversas enfermedades y plagas que atacan el ciclo productivo del Frutas y Hortalizas y a través de un sistema de diagnóstico realizar una gestión adecuada de monitoreo y control de las mismas.
- El SI considera la influencia y relaciones de parámetros ambientales, el tipo de cultivo, la etapa fenológica del cultivo, el área geográfica y la experiencia de expertos fitopatólogos y etnólogos y la opinión de los productores usuarios del SI.
- El SI estará conectado a una estación Agro climática dentro de las parcelas de los productores usuarios.

## 2. DISEÑO DEL SISTEMA

El Sistema Inteligente propuesto en este trabajo se compone de 3 módulos, cuyas funcionalidades permiten diagnosticar y controlar las plagas y enfermedades de los cultivos, así como un monitoreo permanente del cultivo y las condiciones climáticas para emitir alertas contra enfermedades. Para construir dichos módulos se identificó los elementos necesarios que juegan un papel importante y su interrelación para dar el producto deseado. Los módulos que se diseñaron para controlar plagas y enfermedades son:

**I. Módulo de Monitoreo y Control Preventivo de Enfermedades:** Se basa en ciertas variables, que son evaluadas periódicamente por el SI. De esta forma, el SI está en capacidad de alertar al productor acerca de condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades, así como el respectivo tratamiento que debe aplicar.

**II. Módulo de Diagnóstico y Control de Enfermedades:** Tomando en cuenta un conjunto de elementos (los síntomas que presenta el cultivo, condiciones climáticas, número de plantas enfermas, etc.) es posible determinar de forma certera la enfermedad que está atacando al cultivo, así como la recomendación adecuada según sea el caso. Gracias a este módulo, el SI está en capacidad de diagnosticar enfermedades y recomendar productos, sus dosis e indicaciones adecuadas con la situación del cultivo.

**III. Módulo de Diagnóstico y Control de Plagas:** De manera similar al módulo anterior, se evalúa una serie de elementos que permiten diagnosticar la plaga que está atacando al cultivo, así como la recomendación respectiva. De esta forma, el SI está en capacidad de diagnosticar plagas y recomendar productos, sus dosis e indicaciones adecuadas con la situación del cultivo.

Finalmente, otro elemento que vale la pena destacar es que el SI recibirá datos de variables climáticas provenientes de estaciones Agro climáticas, que se encuentran en los cultivos de los productores. Esto, porque el clima juega un rol importante como se verá más adelante. Cada módulo consta de un conjunto de reglas cuyas estructuras están almacenadas en la base de conocimiento. Las reglas son alimentadas con los hechos que ingresa el usuario y con información proveniente de la base de datos. Asimismo, una estación Agro climática estará midiendo periódicamente ciertas variables climáticas, que son de vital importancia para el correcto funcionamiento del SI. En la figura 1 se aprecia la arquitectura del SI propuesto.

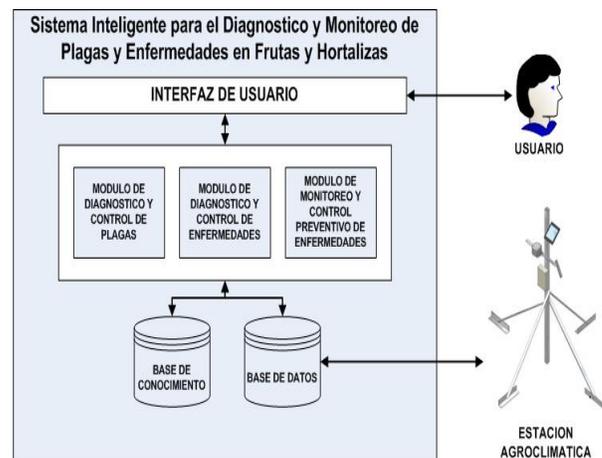


Figura 1. Arquitectura Funcional del Sistema Inteligente

Cada uno de los 3 módulos se diseñaron aplicando los Mapas de Dependencias, los cuales al igual que un Árbol de Decisión permite representar y categorizar una serie de condiciones que suceden de forma paralela para la resolución de un problema [5]. Estas condiciones a su vez forman las reglas de las cuales se compone la Base de Conocimiento y dado que el sistema emplea en su Base de Hechos variables que se requieren conocer al momento de realizar un monitoreo o diagnóstico como son las variables climáticas, a continuación describiremos mas ampliamente cada uno de los módulos.

### 2.1. Módulo de Monitoreo y Control de Enfermedades

El objetivo de este módulo es alertar al productor sobre la presencia de condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades en el cultivo y emitir las medidas de control según sea el caso. Para ello, se requiere que el SI esté monitoreando permanentemente los elementos importantes que determinan la presencia de una enfermedad. Para que el SI sea capaz de emitir alertas sobre la presencia de condiciones que favorecen el desarrollo de enfermedades es necesario considerar:

- Monitoreo constante de las condiciones climáticas.
- Rangos que favorecen el desarrollo de enfermedades.
- Etapa fenológica del cultivo.

Después de que el SI emite una alerta, el productor debe realizar una inspección al campo tras la cual deberá alimentar al SI con los resultados que encontró. Si el cultivo no presenta síntoma alguno el SI debe brindar una recomendación de carácter preventivo. Todos estos elementos se interrelacionan según el mapa de dependencia mostrado en la figura 2.

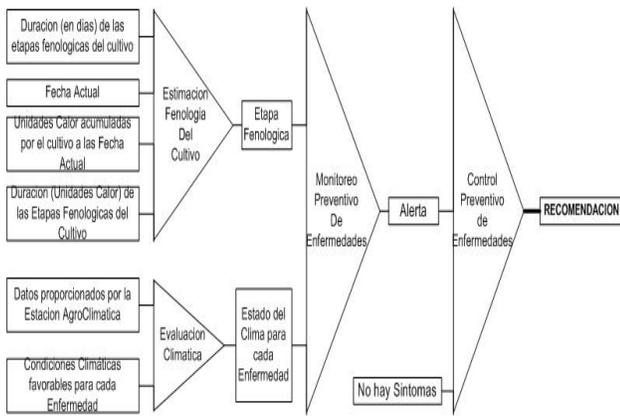


Figura 2. Módulo de Diagnóstico y Control de Enfermedades

## 2.2. Módulo de Diagnóstico y Control de Enfermedades

El objetivo de este módulo es analizar la situación del cultivo tras haberse registrado síntomas durante las inspecciones de campo, para luego emitir un diagnóstico junto con su respectiva recomendación.

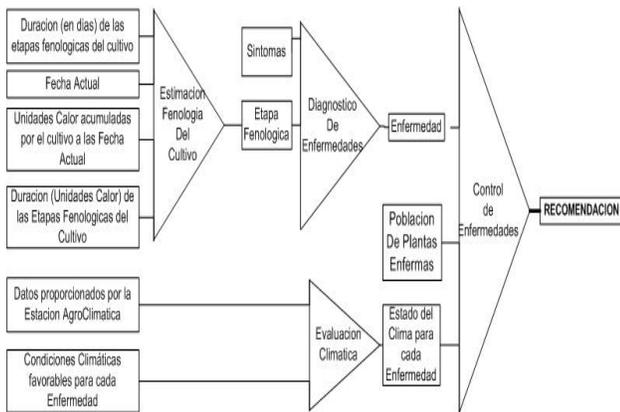


Figura 3. Modulo de Diagnostico y Control de Enfermedades.

Según se aprecia en la figura 3, el control de enfermedades dependerá de 3 puntos fundamentales:

- **La enfermedad que está atacando el cultivo**
- **La población de plantas que están enfermas**
- **Estado del clima para enfermedad**

## 2.3. Módulo de Diagnóstico y Control de Plagas

El objetivo de este módulo es contrarrestar los daños causados por plagas, vectores y no vectores, para lo cual se requiere evaluar los síntomas y otros elementos que ayudarán a determinar la mejor recomendación según sea el caso.

En la figura 4 se muestra todos los elementos (y sus relaciones de dependencia) que forman parte del modelo de diagnóstico y control de plagas vectores el cual depende de 3 puntos fundamentales:

- **La presencia de plaga**
- **La virosis interna que presenta el cultivo**
- **Virosis Externa**

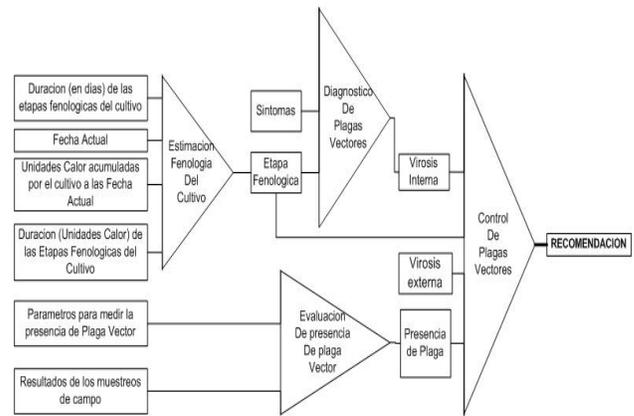


Figura 4. Modulo de Diagnostico y Control de Plagas Vectores.

El diagrama para poder realizar un diagnóstico de plagas no vectores se aprecia en la figura 5

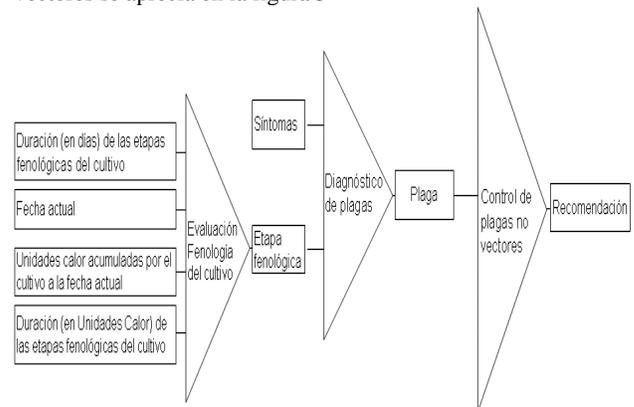


Figura 5. Modulo de Diagnostico y Control de Plagas No Vectores.

Como observamos el control de plagas no vectores, a diferencia de las que son vectores solo considera la plaga que está causando el daño. La plaga será determinada a partir de los síntomas que presente el cultivo y de la etapa fenológica en que se encuentre éste. Una vez que tenemos definidos los modelos para los 3 módulos que tiene el SI el siguiente apartado nos muestra como es que este SI aplica la técnica de control de conocimiento y a su vez se realiza la interrelación entre la Base de Datos y la Base de Conocimiento basada en variables.

## 2.4. Representación y Técnica de Control del Conocimiento

Para almacenar y representar el conocimiento se emplearon **Reglas**. Se eligió esta representación porque los enunciados del tipo SI...ENTONCES fueron la forma natural que los expertos emplearon durante las sesiones de trabajo. Por ejemplo:

**SI** Temperatura > X<sub>1</sub> **Y** Temperatura < X<sub>2</sub>  
**ENTONCES** Favorable\_Enf<sub>3</sub>

La estructura de la regla fue guardada en la base de conocimiento, mientras que los valores para las variables X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> son almacenados en la base de datos y Temperatura es un valor externo, proveniente de la estación Agro climática. Como técnica de control del razonamiento se empleó el **Encadenamiento hacia Adelante**, es decir a partir de hechos buscamos alcanzar una meta. En este caso, una meta no es más que una recomendación, cuyo contenido está almacenado en la base de datos. Una vez encontrada la recomendación, el SI busca en la base de datos su contenido para proporcionársela al productor.

### 2.4.1. Representación - Módulo de Monitoreo y Control de Enfermedades

La primer tarea importante que cumple el SI es la de monitorear en forma continua el cultivo a fin de poder alertar sobre condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades, así como ser una guía de que hacer en tales situaciones. Para alcanzar tal funcionalidad, se implementaron 4 conjuntos de reglas los cuales interactúan según el esquema presentado en la figura 6.

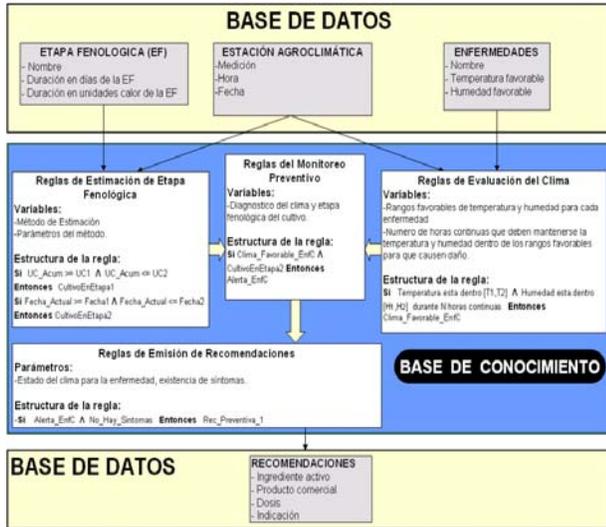


Figura 6. Modelo de interacción de BC - BD para el Módulo de Monitoreo y Control Preventivo de Enfermedades.

### 2.4.2. Representación - Módulo de Diagnostico y Control de Enfermedades

La segunda tarea que cumple el SI es la de servir de apoyo en el Diagnóstico y Control de Enfermedades. Para esto, el SI tiene 4 conjuntos de reglas que le permiten diagnosticar la Enfermedad, estimar la etapa fenológica, evaluar las condiciones climáticas y emitir la recomendación para contrarrestar el problema que presenta el cultivo. Estos conjuntos de Reglas interactúan entre si y con la Base de Datos según se aprecia en la figura 7.

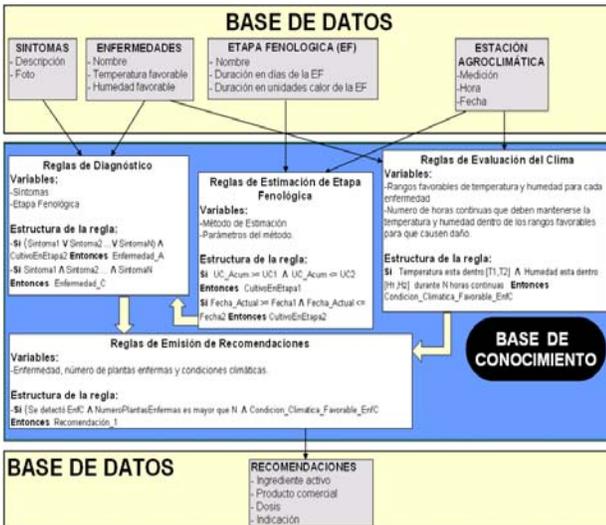


Figura 7 Modelo de interacción BC - BD para el Módulo de Diagnostico y Control de Enfermedades.

### 2.4.3. Representación - Módulo de Diagnostico y Control de Plagas

La tercer tarea que cumple el SI es la de diagnóstico y control de plagas vectores y no vectores. Para el caso de las plagas vectores, el SI tiene 4 conjuntos de reglas para diagnosticar la virosis del cultivo, estimar la etapa fenológica, evaluar la presencia de plaga y emitir la recomendación respectiva para combatir a la plaga se encuentra atacando al cultivo. (figura 8).

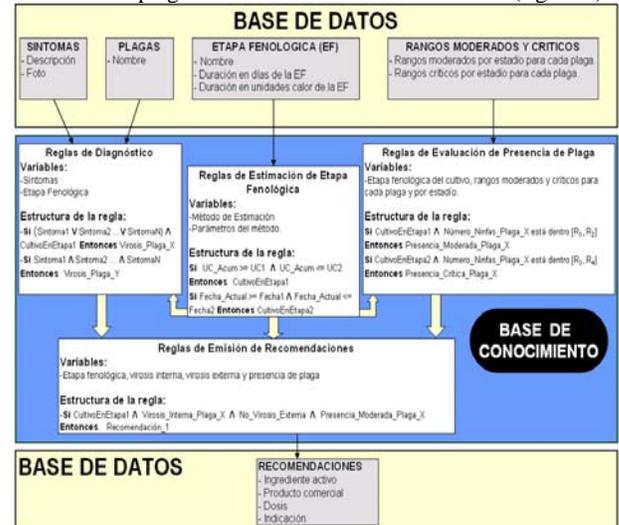


Figura 8 Modelo de interacción de BC - BD para el Módulo de Diagnostico y Control de Plagas (vectores).

En el caso de plagas no vectores, el SI emplea 3 conjuntos de reglas para diagnosticar y controlar el problema. En la figura 9 se muestra el modelo de interacción de Base de Conocimiento - Base de Datos respectivo.

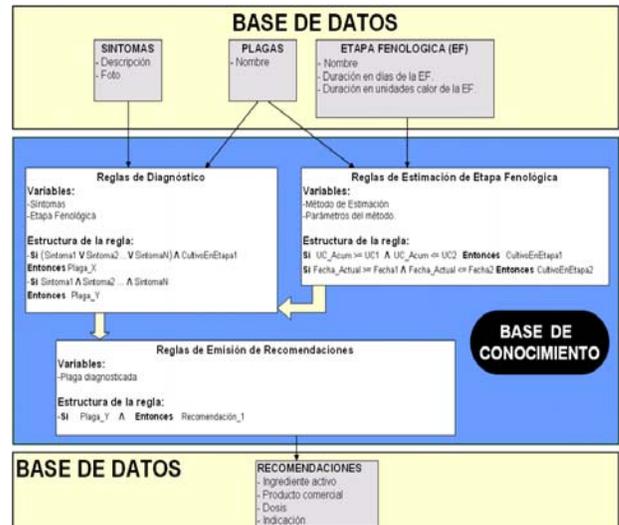


Figura 9 Modelo de interacción de BC - BD para el Módulo de Diagnostico y Control de Plagas (no vectores).

## 3. DESARROLLO DEL SISTEMA

### 3.1. Descripción General

Como primer paso es necesario conocer para cada cultivo que enfermedades y plagas el SI podrá detectar y monitorear para ello en reuniones con expertos se determinaron las siguientes

plagas y enfermedades. En la tabla 1 tenemos que para el caso Jitomate el sistema podrá diagnosticar y monitorear 8 Enfermedades y Diagnosticar 14 Plagas [6].

ENFERMEDADES	PLAGAS	
Cenicilla	Acaro blanco	Grillos
Damping-off	Afidos	Minador de la hoja
Mancha Bacteriana	Araña roja	Mosca Blanca
Mancha Gris	Chicharritas	Nematodos
Peca Bacteriana	Diabrotica	Paratrizoza
Moho Gris	Gusano de alambre	Trips
Tizón Tardío	Gallina ciega	Trozadores
Tizón Temprano		

Tabla 1. Relación de Plagas y Enfermedades para el Jitomate.

Para el caso de Fruta se considero el cultivo de Mango y el SI podrá diagnosticar y monitorear 11 Enfermedades y diagnosticar 6 Plagas [4] (tabla 2).

ENFERMEDADES	PLAGAS	
Deformación floral o escoba de bruja	Pudrición de tronco y ramas	Mosca de la fruta
Cenicilla	Mancha verde en las hojas	Trips
Antracnosis	Pudrición texana	Chicharritas
Muerte descendente	Declinación del Mango	Escamas
Fumagina o Negrilla	Cáncer de tronco y ramas	Hormigas
Mancha café		Barrenador de tronco y ramas

Tabla 2. Relación de Plagas y Enfermedades para el Mango.

El SI propuesto fue implementado en Visual C#. lo cual permitió diseñar e implementar una interfaz de usuario muy amigable, que fue un punto importante en la aceptación por parte de los expertos y de los futuros usuarios que fueron invitados en diversas reuniones realizadas durante el desarrollo del SI. Como características del SI podemos mencionar:

- Fue diseñado por completo, incluso la base de conocimiento, bajo la tecnología orientada a objetos permitiendo con ello que el SI pueda crecer en cuanto a los cultivos a considerar y las plagas y enfermedades.
- La Base de Conocimiento, así como la Base de Datos utilizan el motor de Microsoft .
- La Base de Conocimiento almacena las reglas que permiten al SI identificar la Enfermedad o Plaga que está atacando al cultivo, así como lanzar alarmas preventivas contra enfermedades. Asimismo, guarda las reglas que permiten al SI analizar la situación del cultivo y emitir la recomendación respectiva.
- La Base de Datos almacena los valores de las variables que forman parte de las reglas, así como todos los síntomas y fotografías de plagas y enfermedades. Asimismo, registra en la base de datos todo lo que va ocurriendo durante el ciclo del cultivo, esto es: los diagnósticos realizados, los síntomas presentados, los productos aplicados, las revisiones realizadas, comentarios del productor acerca de los productos que aplicó, etc. También, se implementó una aplicación externa para facilitar la actualización de imágenes contenidas en la base de datos.
- Cuenta con un módulo interno que le permite leer los datos provenientes de la estación Agro climática.

- Cuenta con un diseño robusto a prueba de fallas frente a las diversas situaciones que pudieran presentarse en el campo real, por ejemplo: Si la estación Agro climática deja de funcionar adecuadamente y no envía los datos requeridos por el SI, éste le brinda al usuario la posibilidad de ingresar los datos manualmente en caso que fuera necesario. El usuario puede optar por no ingresar los datos y esperar a que la estación Agro climática reestablezca el envío los datos. El SI es capaz de recuperar todos los datos que necesita, siempre y cuando estén disponibles.

La Base de Conocimiento está constituida de 9 conjuntos de reglas. En la tabla 3 se muestra la relación de reglas que se generaron en el SI.

Modulo	Sub-Modulo	No. Reglas
Módulo Monitoreo y Control Preventivo de Enfermedades	1. Estimación de la fenología del cultivo*	6
	2. Evaluación del clima*	8
	3. Monitoreo preventivo 3. Control preventivo (Emisión de recomendación)	8
Módulo de Diagnóstico y Control de Enfermedades	1. Estimación de la fenología del cultivo*	6
	2. Evaluación del clima*	8
	3. Diagnóstico de enfermedades	8
	4. Control (Emisión de recomendación)	14
Módulo de Diagnóstico y Control de Plagas	1. Estimación de la fenología del cultivo*	6
	2. Diagnóstico de plagas	21
	3. Evaluación de la presencia de plaga	50
	4. Control (Emisión de recomendación)	218

Tabla 3. Relación de Reglas del SI.

\* Los conjuntos de reglas para estimar la fenología y evaluar el clima son los mismos para todos los módulos, se muestran varias veces porque trabajan en varios módulos.

La interfaz del SI para el caso del Jitomate se aprecia en la figura 11, donde si observamos se puede apreciar la corrida del sistema a través de la emisión de una alerta dadas las condiciones climáticas sobre el cultivo denominado Febrero-1, el cual se encuentra en la etapa fenologica de desarrollo.

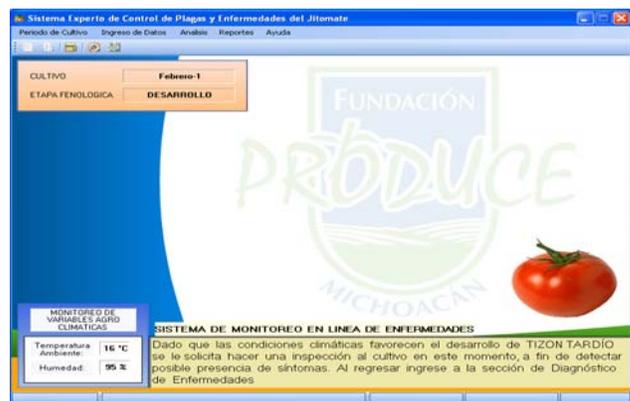


Figura 10. Interfaz del SI para Jitomate.

Para el caso de Mango la interfaz del SI se aprecia en la figura 11, donde si observamos se puede apreciar la corrida del sistema a través de la emisión de una alerta dadas las condiciones climáticas sobre el cultivo denominado CultivoFebMar, el cual se encuentra en la etapa fenologica de desarrollo.

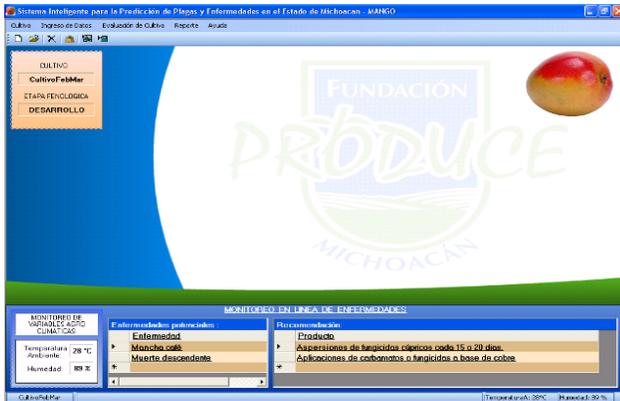


Figura 11. Interfaz del SI para Mango.

#### 4. RESULTADOS

El SI desarrollado es de aplicación útil en estos momentos en que el manejo integrado de plagas y enfermedades esta tomando mayor relevancia para incrementar la productividad en el campo y es un sistema basado en el conocimiento que emula el razonamiento de los expertos humanos para resolver problemas significativos en este campo de conocimiento especializado.

La principal ventaja que proporciona no es tomar decisiones mejor que un experto humano, sino apoyar y mejorar la calidad de las decisiones tomadas por el personal involucrado en el control de plagas y enfermedades.

Se ha desarrollado un sistema basado en reglas para determinar posibles diagnósticos de plagas y enfermedades en el Jitomate y Mango. Para ello, la Base de Conocimiento al interactuar con la Base de Datos nos permite tener un SI el cual va a operar de manera autónoma en base a la alimentación de las distintas variables.

El SI es modular, lo que permite la integración de más herramientas de análisis, incorporar más campos en la base de datos para almacenar datos de otros cultivos, enfermedades y plagas a fin de que la utilización sea más eficiente. La utilización del SI puede proporcionar beneficios importantes a los usuarios. Algunos beneficios se mencionan a continuación:

- Incrementar el rendimiento y la productividad de sus huertos.
- Apoya a usuarios inexpertos en el manejo de plagas y enfermedades
- Incrementar la calidad en la toma de decisiones.
- Confiabilidad en los resultados.

Como parte del trabajo futuro del SI, se tiene lo siguiente:

El SI propuesto esta actualmente implementado en cultivos de Jitomate y Mango en el Estado de Michoacán donde actualmente se encuentra en fase de validación en campo, con productores para el mejoramiento y verificación de que lo que el

SI diagnostique y recomiende sea acorde a lo real, para lo cual cada productor llevara una bitácora de su cultivo registrando lo que el sistema recomiende y lo que un técnico especializado le recomiende para así al final de un ciclo productivo hacer una comparación de los beneficios reales que aporte el sistema.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Prasad R. and Vinaya Babu A., "A Study on Various Expert Systems in Agriculture". Georgian Electronic Scientific Journal: Computer Science and Telecommunications No. 4 (11), 2006.
- [2] Boyd D. W. and Sun M. K., "Prototyping an expert system for diagnosis of potato diseases". Computers and Electronics in Agriculture, 10:259-267, 1994.
- [3] Chávez C. X, Vega, P. A., Tapia, V. L. M y Miranda, S. M. A "Mango, su manejo y producción en el trópico seco de México", 2001. Libro Técnico Num. 1. Campo Experimental Valle de Apatzingán. CIRPAC. INIFAP. Michoacán México.
- [4] Saúco Galán Víctor, "El cultivo del mango", 1999. Ediciones Mundi Prensa.
- [5] Rey Borrás Roberto, Representación del Conocimiento en análisis de decisiones, UPIICSA, Vol. 2, No.9, Abril 1996
- [6] Pérez Domínguez F. y Cervantes Ríos J., Guía para cultivar Jitomate en La Ciénega de Chapala y Bajío Michoacano. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2007