

FACTORES QUE INCIDEN EN LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS SOSTENIDOS.

Vidal Sáez Sáez*

RESUMEN

Los efectos que ejercen los diversos factores sobre los sistemas ecológicos sostenidos por el hombre (cultivos) son variados y complejos, como el uso de grandes insumos para obtener altos rendimientos en las cosechas, que en ocasiones el empleo excesivo de estos productos llega a perturbar a otros componentes del sistema (pérdida de la fertilidad natural del suelo, contaminación de fuentes de agua). Los factores que actúan sobre estos ecosistemas lo hacen de manera conjunta, como es el caso de la presencia de plagas/enfermedades que acoplan sus ciclos de desarrollo a los cultivos y atacan las plantaciones, si las condiciones ambientales les favorecen. El objetivo del artículo es describir la acción de los diversos factores que inciden desfavorablemente en los cultivos, enfatizando en la relación plagas y condiciones del medio (clima). La estrategia metodológica para cumplir con lo planteado ha sido la revisión de diversos estudios empíricos que sustentan relaciones entre estos tipos de sistemas sostenidos (cultivos) y la presencia de plagas/enfermedades, expresado por el nivel de ataque. El resultado encontrado es la identificación del estado en que se presentan los factores que afectan a los cultivos en sus rendimientos, entre ellos: suelos, elementos meteorológicos y la interacción con otras especies. Se ejemplifica con el caso de las langostas (*Schistocerca gregaria*) en áreas semidesérticas del Africa, y en segundo lugar, se hace referencia a la acción de la polilla blanca (*Ostrinia nubilalis* Hbn) y su presencia en cultivos del maíz (*Zea mays*). Se concluye, que los diferentes factores que accionan sobre estos sistemas sostenidos requieren de un manejo

* Lic. en Geografía, Especialista en Agrometeorología. Profesor Instructor. Escuela de Geografía. Apart. Post. 6007, Caracas 1010. E-mail: vidalsaez@mixmail.com

integrado para llevar a comprender la complejidad de relaciones que existen entre los componentes que la conforman.

Palabras clave: enfermedades en cultivos, agroecología, eficiencia ecológica.

ABSTRACT

The effects that exercise the diverse factors on the sustained ecological systems or managed by the man (crops) are varied and complex. They act in a combined way, like it is the presence of plagues/diseases that couple their development cycles to those of the crops and the same time attack severely on the plantations if the environmental conditions are optimal. The objective of the presentation is to describe the action of the diverse factors that it impact negatively in crops making particular emphasis under the combined relationship of plagues and conditions of the environment (climate). To complete this objective, it lines as methodological strategy was summary of diverse studies and investigations that sustain partial relationships at least between the sustained systems and presence of plague-diseases, attack level in function to the conditions of the environment (climate). As a result the main factors are presented that affect to the crops in their yields: soils, meteorological elements and the negative interaction with other species (diseases and plagues); once described emphasis is made in two examples: the attack of lobsters (*Schistocerca gregarious*) in semi-arid areas of the Africa; and in second place, to the crops of the corn (*Zea mays*) and the action of diverse diseases and plagues and in particular the white fly (*Ostrinia nubilalis* Hbn). It concludes, that the diverse factors that affect the crops require of an integral handling given to the complexity of existent relationships among the diverse actors that compose these systems.

Key words: diseases in crops, agroecology, ecological efficiency

I.- GENERALIDADES

La humanidad depende de los sistemas ecológicos naturales y manejados para alimentarse, abrigarse y vestirse. Aproximaciones ecológicas para comprender el cambio ambiental incluyen la acción de los humanos como agentes modificadores y como

grupos respondiendo al cambio. Diversas extensiones de áreas de la superficie de tierra están cubiertas por ecosistemas sostenidos, tales como cultivos, plantaciones de bosques, espacios de pastoreo extensivos e intensivos. Estos se caracterizan por tener bajas densidades de especies, infusión de grandes cantidades de energía y nutrimentos para mantenerles, y la extracción de energía adicional; tienen un bajo nivel genético y diversidad de especies en comparación con los sistemas naturales, con genotipos o especies adaptadas, el ciclo de los nutrimentos es relativamente abierto, la diversidad de nichos está reducida, la disminución de interacciones de niveles tróficos se presenta como característica de mecanismo de regulación de las poblaciones (Lubchenco, 1991). En los cultivos persiste un alto riesgo a la presencia de pestes o la aparición de enfermedades dada la interferencia intensiva por parte del hombre, estos pierden resiliencia y una constante entrada de recursos externos debe ser proveído para asegurar un equilibrio (Aponte, 1988; Moyal, 1989; Sthephen et al. 1990).

II.- FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS ECOLOGICOS SOSTENIDOS.

Para toda especie o variedad de cultivo de planta o animal existe un conjunto de condiciones del medio que favorecen su desarrollo óptimo y permiten obtener una especie sana; cuando ésta puede cumplir sus múltiples funciones fisiológicas (divisiones y diferenciación celular, desarrollo del tejido, fotosíntesis, reproducción), en su mejor potencial genético, las diversas funciones actúan recíprocamente y establecen entre ellas su estado de perfecto equilibrio (Hassell et al., 1988). Por otra parte, la enfermedad se puede definir como una desviación de una o varias de estas funciones, inducida por un factor externo, originando alteraciones en el crecimiento de la forma y estructura de ciertos

órganos o de toda la planta. La enfermedad es un proceso biológico, dinámico y progresivo, se considera como el resultado de la interacción de la especie con un factor desfavorable del medio. Comienza desde el contacto entre el factor nocivo y la planta, luego por los cambios fisiológicos invisibles a simple vista que conducen a la aparición de signos visibles: los síntomas.

1.- Causas de las Enfermedades o Daños en Cultivos.

a.- Los accidentes climatológicos (Clavijo et al.1991; González, 1988), y condiciones desfavorables del suelo llevan a los disturbios fisiológicos en los sistemas sostenidos. Edáficos: las deficiencias de humedad de agua llevan a un desarrollo insuficiente del sistema radicular y al marchitamiento de las partes aéreas de las plantas. La carencia o exceso de nutrimentos en el suelo se expresa en diversas formas: coloraciones en las hojas, disminución del crecimiento, sistemas radiculares o de hojas muy desarrollados en detrimento de los frutos o la floración (Hassell et al. 1988, Moyal, 1988). Climáticos: excesos de agua pueden conducir a un desmejoramiento de las pequeñas raíces y afecta la relación de los nutrimentos en el suelo (Gregory, 1988). Por ejemplo, el reventón de los tomates y otras frutas sería el resultado de un crecimiento muy rápido sobrevenido por una lluvia abundante y de una temperatura elevada, después de un periodo de sequía.

b.- Los agentes patógenos transmisibles de una planta enferma a una sana. Es la causa más frecuente de las enfermedades (Salima, 1988; Reddy, 1992) y para que una planta parasitada se desarrolle debe ser susceptible al ataque de un agente, que las condiciones climáticas y edáficas sean favorables a la infección y al desarrollo del agente patógeno (Maraité, 1990, Stephen et al., 1990). Los microparásitos (virus, bacterias, protozoos) pertenecen al grupo de

los componentes patógenos, son de tamaños muy pequeños, de cortos periodos generacionales. Se caracterizan por presentar tasas extremadamente altas de reproducción dentro del huésped, y una tendencia a reducir la inmunidad por reinfección en aquellos huéspedes que sobreviven a su estado inicial de ataque. Los macroparásitos tienden a tener más largo tiempo generacional, y la multiplicación dentro del huésped está ausente, la tasa de reproducción es baja. La inmunidad de respuesta generalmente depende del número de parásitos presentes en el huésped, las infecciones por macroparásitos, tienden a ser de naturaleza persistente, con una continua reinfección.

c.- Los parásitos animales, denominados devastadores constituyen otro grupo que inducen a daños y enfermedades directamente en los cultivos, al alimentarse a expensas de las plantas y en muchos son vectores de microorganismos patógenos.

d.- Determinadas especies vegetales pueden perjudicar el desarrollo de plantas cultivadas, parasitándolas, se habla entonces de fanerogamas parasitarias que entran en competencia por el agua, los elementos nutritivos o la luz . Son llamadas también malas hierbas.

III.- EFECTOS DE LOS FACTORES FÍSICOS SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PLAGAS Y/O ENFERMEDADES, Y EN LOS HOSPEDADORES EN LOS SISTEMAS ECOLOGICOS SOSTENIDOS.

Una epidemia es una progresión de una enfermedad o una plaga en el tiempo y en el espacio. Por otra parte, la epidemiología es la ciencia del estudio de las poblaciones de agentes patógenos en las poblaciones huéspedes y la enfermedad, los daños y las pérdidas de rendimientos que de ello resulta bajo la influencia del ambiente y de las interferencias humanas (Clavijo et al., 1991).

Las enfermedades epidémicas están caracterizadas por cambios rápidos en la prevalencia de la infección, pueden desaparecer de una población huésped particular por cortos o largos periodos. En tanto que, las endemias persisten por largos periodos denotando relativa poca fluctuación en la prevalencia (Anderson et al, 1979; Hassell et al., 1988). Los efectos de las infecciones de parásitos sobre la dinámica de poblaciones dependen de la ecología de las interacciones entre el huésped y el parásito.

Estos patrones del comportamiento de las enfermedades comprenden cuatro factores: 1. el huésped provee un hábitat para el parásito; 2. el grado en que el parásito induce a la mortalidad del huésped (o disminuye la capacidad reproductiva del huésped); 3. el período de tiempo que emplea el huésped para adquirir inmunidad; 4. y la necesidad de uno de los huéspedes de transmitir a otro. Subyacen sobre estos factores muchas complicaciones biológicas, específicamente las asociaciones individuales huésped-parásito, por lo que sus acciones están determinadas por la estructura de sus ciclos de vida. Para comprender este sistema, relación huésped - hospedador y particularmente la influencia de las condiciones ambientales se debe descomponer el mismo en dos diferentes fases:

- 1.- Acción de mecanismos físicos ambientales y organismos de origen parasitario en la alteración de los sistemas sostenidos.

La inoculación primaria, es la primera fase de la acción dañina de los patógenos en los cultivos, por lo general es inducida por esporulación. Los microorganismos pueden presentar diferentes modos de sobrevivir (clamidosporas, células protegidas, plantas huéspedes infectadas, residuos de cultivos) y la cantidad de inóculo primario es importante para el posterior desarrollo de la enfermedad, a menudo es iniciada por las condiciones meteorológicas particulares (Maraite, 1990). Liberación y

transporte de patógenos. Por salpicadura, son muy importantes en la dispersión de bacterias y esporas; por elevación (viento), sobre todo las esporas y conidias que son liberadas por la agitación de las hojas inducidas por el viento (Oidium, royas). Una vez puesta en suspensión el patógeno es arrastrado y la distancia depende fuertemente de la rapidez del viento, de su turbulencia y de la densidad de esporas y en ocasiones pueden ser llevados a centenas de kilómetros con respecto al lugar de origen y conducir a la aparición de la enfermedad.

Retención o depósito. El patógeno puede quedar en el aire durante largo tiempo, su caída y depósito por gravitación son generalmente lentas cuando no hay turbulencia. Las gruesas esporas pueden ser depositadas por impacto cuando el aire que la transporta golpea una hoja o una rama. Las gotas de lluvias pueden igualmente captar las esporas en el aire y llevarlas sobre las hojas de las plantas o al suelo. Infección o penetración de la planta. Este proceso es posible si la planta se encuentra en un estado fisiológico receptivo. La humedad es el factor importante que facilita la infección por hongos y bacterias en los cultivos. La duración de mantenimiento de la humedad es primordial en el proceso y su origen puede ser de la lluvia, el rocío, la neblina y las irrigaciones por aspersion.

2.- Acción de mecanismos físicos ambientales y las plagas en la alteración de los sistemas sostenidos.

La constitución de grandes poblaciones de insectos depende, en parte, de las condiciones climáticas. La supervivencia de las plagas, tal como la diapausa permite a ciertos insectos subsistir en periodos desfavorables (sequías, ausencia de alimentos); la dormancia es un estado provocado directa e inmediatamente por las condiciones desfavorables del medio, como por ejemplo la disminución de la temperatura del aire.

Diseminación: durante su desarrollo, la mayor parte de los insectos pueden presentar formas aladas que se diseminan por su propia fuerza o por el viento que les arrastra. La temperatura del aire cuando es elevada a veces determina en los insectos un estado de actividad intensa y la partida en migración (Frére, 1988). Desarrollo: la temperatura y la humedad relativa del aire determinan respuestas en los insectos. De la primera se puede estimar el tiempo para que una población se convierta en madura a través de la suma de las temperaturas óptimas necesarias (Wingarden, 1991) y bajo esta premisa se puede prevenir el número de generaciones actuales y determinar la influencia en la nutrición que harían los insectos en los cultivos. La copulación de ciertos insectos es parcialmente inhibida al 100% de la humedad relativa del aire (Maraite, 1992; WMO, 1988); algunas veces la fecundidad de la hembra se limita a un óptimo de la humedad relativa del aire. Los insectos son sensibles a la desecación en los estados larvarios y durante las mudas y en condiciones de alta humedad se observa el desarrollo de hongos entomófagos, limitando las poblaciones de insectos.

IV.- INTERACCION DENTRO DE LA COMUNIDAD QUE AFECTA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS SOSTENIDOS.

La regulación de las poblaciones en cultivos ha sido tema de amplia discusión en ecología. Gran cantidad de insectos y otros organismos presentan una relación de dependencia directa con las plantaciones. Por otra parte, Sinclair (1989) hace una síntesis de cómo diversos factores estructuran las poblaciones de animales, en el caso de los insectos, los cuales se encuentran parcialmente reguladas por competencia en los aprovisionamientos, particularmente en los estadios larvales, así como también en la producción de ciclos de población de insectos. En algunos casos de control o regulación de población de insectos se debe a causas 'sociales', tal como la emigración de

adultos (áfidos, saltamontes y langostas) debido a la saturación. A continuación, se describe la incidencia de langostas y de otros insectos de gran importancia sobre la producción agrícola de regiones sumisas a este flagelo; también se presenta, como ejemplo, la relación existente entre un insecto y su ataque sobre el maíz a partir de condiciones favorables del medio.

Las langostas son especies que han desarrollado la capacidad de formar grupos de ninfas (bandas de saltamontes) o adultos (mangas). En periodos de recesión, se reproduce en áreas restringidas con poca formación de individuos. Se ha demostrado que, las langostas del desierto en vuelo activo, comen el equivalente a su propio peso en vegetación y una invasión de estos insectos puede involucrar tasas de alimentación diaria de 5 a 10 ton. en donde el aprovisionamiento está dada por la vegetación natural, pero al atacar cultivos las pérdidas son muy grandes (Frére, 1989). Esta plaga se caracteriza por su capacidad de desplazamiento. A partir de la década de los años 60 los grandes ataques de plagas han sido brotes relativamente menores dado el seguimiento que se le ha hecho por controlarles. Entre las especies más importante están la langosta migratoria (*Locusta migratoria*), la langosta roja (*Nomadocris septemfasciata*) y la langosta australiana (*Chortoicetes terminitera*) todas ampliamente distribuidas sobre el continente africano. Las áreas de reproducción o de brote de la langosta, se encuentran en la región del delta del río de Nigeria, Malí y la cuenca del Río Chad; los requerimientos de reproducción y migración (cuadro 1), son muy particulares, las hembras al poner sus huevos buscan lugares abiertos y cálidos, con una superficie suave y arenosa.

La postura ocurre cuando existe una capa de arena de 5 a 15 cm. de profundidad (Popov, 1988). Este sugiere que una lluvia de 15-20 mm., de 1 a 2 días, antes de la postura proporciona condiciones óptimas. Los huevos absorben aproximadamente su propio peso en agua antes de eclosionar y su desarrollo está en

función de la temperatura del suelo. El periodo de incubación disminuye de 65 días a 10 días cuando la temperatura del aire aumenta de 12 a 34 °C y la tasa de desarrollo de los saltamontes también depende de la temperatura del aire y puede llegar a 50 días con una temperatura del aire de 24 °C y 25 días a 32 °C (Reddy, 1992). Las mangas de langostas vuelan generalmente de día en todas las direcciones, y la dispersión, a veces, es originada por el viento y el movimiento es controlado principalmente por éste.

Cuadro 1.
Desarrollo de la Langosta del Desierto en función de las Condiciones Ecológicas

Fases de Desarrollo	Días	Movimientos	Condición Ecológica
Huevos	0 – 20	Ninguno	$P_p \geq 25$ mm Temp. del aire $\geq 15^\circ\text{C}$
Larvas	20 – 50	En superficie. Movimientos muy localizados, luego más importantes, hasta un 1 km por día	Vegetación anual o efímera la cual da alimentación y abrigo. Temp. $\geq 15^\circ\text{C}$ y lluvias permiten el desarrollo de la vegetación
Inmaduros alados	30- 90	Vuelos aislados de noche o cortos durante el día. Los vuelos alcanzan hasta 3000 km por mes.	Daños por los vuelos aislados con altas densidades y lo realizan si la temperatura del aire $\geq 21^\circ\text{C}$.
Maduros Alados	30 – 60	Vuelos cortos, copulación y puesta	Indispensable la humedad del suelo.

Fuente: Frére M.(1988) Problèmes operationnels des services agrométéologiques. Arlon

Plagas que afectan al cultivo del maíz (Zea mays). Este cultivo se siembra entre los 40° de latitud norte- sur. Por tanto, la incidencia de plagas varía fuertemente entre una región y otra, debido a la gran cantidad de condiciones para su presencia.

Popov (1988), indica que existen numerosas plagas que provocan daños severos y se deben considerar en algunos casos otros factores que pueden tener un efecto sobre el daño provocado por las plagas de insectos. Esto incluye la posibilidad de alimentación o protección de un huésped alternativo, la combinación de especies y la posibilidad de transmisión de enfermedades (algunos son portadores de virus). Numerosas especies de insectos pueden atacar el maíz, pero sólo unas pocas logran al nivel de epidemia (OMM, 1988), entre ellas la denominada la polilla blanca (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), debido al daño que ejerce sobre los cultivos de maíz. Diversas investigaciones se han dedicado a relacionar el efecto de los factores ambientales sobre el desarrollo de los diferentes estadios del insecto y en los cultivos del maíz.

El ciclo anual de *O. nubilalis* comprende de una a seis generaciones, dependiendo de la ubicación geográfica; los factores ambientales considerados que inciden en el desarrollo de estos insectos son la temperatura del aire, la humedad relativa del aire, la precipitación, el viento y duración del fotoperíodo. La supervivencia de la especie también está condicionada en la interacción con su huésped y otros depredadores. La temperatura del aire interviene de manera significativa en los adultos, huevos, larvas y crisálidas. Según Werder, Kumar y Lamers (1988), el número de adultos observados durante la noche es proporcional a la temperatura máxima del día. Las condiciones de temperatura del aire determinan en la longevidad y fecundidad del adulto, y la postura de huevos está asociada con altos registros de humedad relativa.

Los límites para el desarrollo de los huevos se sitúa favorable entre 18 y 27 °C (gráfico 1). Para el rango de desarrollo normal de las larvas, la temperatura del aire debe estar entre 15 y 32 °C con un umbral en los 11 °C (gráfico 2). La larva pasa el invierno en diapausa en el último estado de desarrollo. Como consecuencia, en áreas templadas, la mortalidad por heladas,

afecta poco sobre la reducción de las poblaciones del insecto. La temperatura del aire anormalmente alta, mayor a 32 °C, por varios días continuos afecta a las larvas jóvenes. El rango normal de temperaturas para el desarrollo de crisálidas es de 15 a 29 °C y el umbral es de 12 °C (gráfico 3). Temperaturas muy altas acompañadas por condiciones secas son fatales para las crisálidas. De acuerdo con experimentos de laboratorio la tasa de mortalidad asciende al 20%, 25%, 84% y 100% en temperaturas de 12, 20-30, 32 y 35 °C, respectivamente.

Las hembras pierden capacidad de fertilidad si provienen de pupas sometidas a condiciones muy secas (< 40% H.R). El 96% de humedad relativa del aire fue sugerido por Vercambre (1982) como óptimo para la postura del huevo. Asociada a temperatura menor a 25°C y valores por debajo a 75% hace nula la eclosión de los huevos. La mayoría de las investigaciones han llegado al acuerdo que la tasa de mortalidad de los huevos, depende de la falta de humedad del aire. También este elemento influye en la tasa de supervivencia o mortalidad de las pupas de *O. nubilalis*.; así las pupas pueden desarrollarse con una humedad relativa entre 25% y 100% (la tasa de mortalidad en este caso es al menos 20%). Las pupas mantenidas a esta alta humedad relativa dan origen a hembras más fértiles que de promedio.

En la interacción entre la planta y el insecto la intervención de factores ambientales son básicos en la elaboración de modelos para comprender esta relación (Watkinson et al., 1989). El estado de crecimiento del maíz incide en la postura del huevo por el insecto. Se ha determinado que el insecto deposita sus huevos solamente en la planta del maíz cuando tiene un tamaño mayor de 35-45 cm. Un aprovisionamiento sin límites de agua, mantiene el desarrollo y vigor de las plantas y así aumenta su valor nutricional para las larvas,

facilitando su desarrollo e incluso afecta directamente la fertilidad de *O. nubilalis*. La alternación de días cálidos - noches frías puede causar grados de marchitamiento en las hojas y ser la causa de la caída de «placas de huevos» y muerte de los mismos.

Factores importantes en la estructuración de estas comunidades, son los depredadores naturales y parásitos enemigos de la *O. nubilalis*. La efectividad de estos parásitos depende, entre otros factores, de su población inicial, lo cual a su vez está determinado por los factores ambientales favorables a su presencia. Así, por ejemplo, se ha demostrado que la duración del desarrollo de la *Macrocentrus gradii* Goida nich, un parásito poliembrional de la larva de *O. Nubilalis*, se hace más corto cuando las temperaturas son altas, determinando este elemento ambiental en la presencia del parásito en el huésped. El número de parásitos (*M. Gradii G.*) que emergen es mayor entre 20-25 °C y favorece en forma significativa, la llegada de los parásitos al estado pupa. A temperaturas más bajas (15-20 °C), la relación parásito - huésped se altera debido a las anomalías en el desarrollo de la pupa.

Con estos ejemplos, se caracterizan una serie de elementos que demuestran la complejidad y fragilidad que representan los sistemas ecológicos sostenidos, lo cual lleva a reflexionar que su presencia y manejo en vastos espacios involucra considerar muchas otras actividades más que la siembra y el establecimiento de los cultivos, a fin de asegurar de ellos su máximo aprovechamiento y persistencia en el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Anderson R., May R.(1979). **Population biology of infectious diseases.**
Part I. Nature 280: 361-367.

Bender E., Case T., Gilpin M. **Perturbation experiments in community ecology.**
Ecology 65: 1-13.

- Begon M., Harper J. (1986). **Ecology**. Sinuaer, Sunderland. BlacWell Science Publications. Washington.
- Brown A.,(1992). **Human impact on plant gene pools and sampling for their conservation**. Oikos 63: 109 -118.
- Clavijo S.,(1991). **Protección vegetal I. Departamento de Zoología Agrícola**. Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay.
- Frére M.(1988). **Problèmes opérationnels des Services agrométéologiques**. Fondation Universitaire Luxembourgeoise. Arlon. Belgique.
- Gautun J., Sicard B.(1986). **Conditions climatiques et evolution des populations de rongeurs sahéliens nuisibles aux cultures**. Centre Sahélien de l'Icrisat-OMM. Naimey Niger. 147-166.
- Gregory P.(1968). **Interpreting plant disease dispersal gradients**. Annual Review Phytopatholy. 6: 89-212.
- Hassell M., May R.(1988). **Spatial heterogenity and dynamics of parasitoid systems**. Annual Zoology. 25: 55-61.
- Jaboulay R.,(1985). **Les probléms de protéction du cotton**. Centre Sahélien de l'Icrisat -OMM. Naimey Niger 167-174.
- Joyce R, Rainey R. (1986). **Aerial transport of pest and forecasting critical situations**. Centre Sahélien de l'Icrisat – OMM. Naimey. Niger. 57-69.
- Lambert L.(1991). **Soil water potential: effects on soybean looper feeding on soybean leaves**. Crop Science. 31: 1625-1628.
- Lubchenco J. (1991). **The sustainable biosphere initiative: An ecological research agenda**. Ecology 72: 371-412.
- Maraite H.(1990). **Protéction des cultures.Fondation Universitaire Luxembourgeoise**. Arlon. Belgique.
- Moyal P.(1989). **Essais de lutte chimique contre les foreurs du mais en zone des savanes de Co'te d'Ivoire**. L'Agronomie Tropicale 44: 333-341.
- Nass H., Pineda J.,(1988). **Enfermedades en el cultivo del maíz**. Fonaiap Divulga. abril-junio. 15-18.

- Nwanze K, Sivakumar M.,(1985). **Efects des facteurs physiques du sol et climatiques sur la diapause et le cycle saisonnier de la chenille de l'épi du mil (Raghuva albipunctella)**. Centre Sahélien de l'Icrisat. Niamey, Niger.
- Organization Météorologique Mondiale. (1988). **L'Agrométéorologie et la protection des cultures dans les zones semi-aridés**. Gene've. Suisse.
- (1989). **Agrométéorologie operationnel**. Edition provisoire. Genève. Suisse.
- Popov G., Frére M.(1988) **Pronóstico agrometeorológico del rendimiento de los cultivos**. FAO. Serie producción y protección vegetal 73. Roma
- Reddy K., (1992). **Temperature effects on pima cotton growth and development**. Agronomy Journal. 84: 237- 243.
- Ru B., Reyd G.(199 0). **Influence de l'exclusion des fourmis sur les populations de la cochenille du manioc Phenacoccus manihoti et de ses ennemis naturels au Congo**. L'Agronomie tropicale 45: 275-282.
- Salima M., Saxena R.(1991). **Temperature stress and varietal resistance in rice: effects on Whitebacked planthopper**. Crop Science. 31: 1620-1625.
- Sinclair A.(1989). **Population regulation in animals**. J.M. Cherret Edition. Blackwell. Oxford.
- Stephen R., Gleissman E. (1990). **Agroecology: researching a the ecological basis for sustaible agricultural**. Stephen & Gliessman editors. Ecological studies vol 78. California.
- Vercambre,B. (1982). **Role du facteur hydrique sur la dynamique de quelques insectes ravageurs du mil au Senegal**. L'Agronomie Tropicale 33, 62-79.
- Werder J., Kumar A., Lamers J.,(1986). **Relations entre facteurs climatiques et l'incidence de quelques parasites vegetux du mil (Pennisetum americanum)**. Annual report International Crops Research Institute for the semi-arid Tropics. Niamey, Niger.

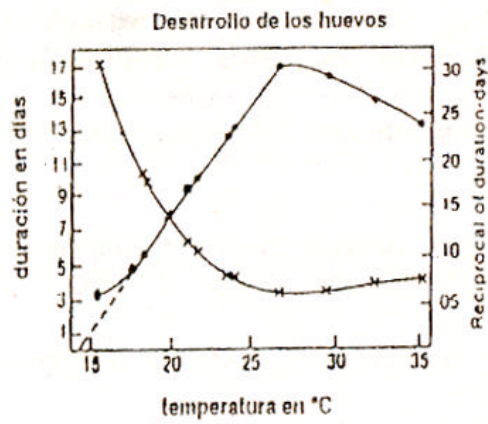


Gráfico 1

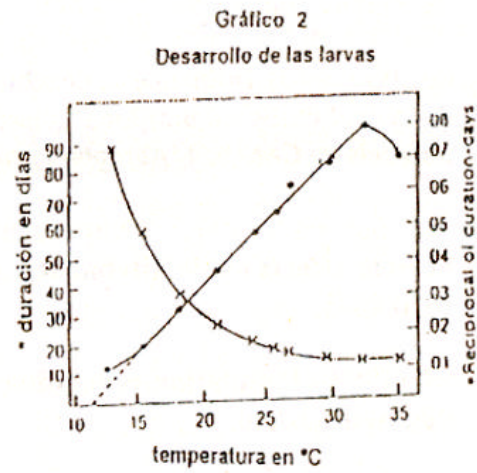
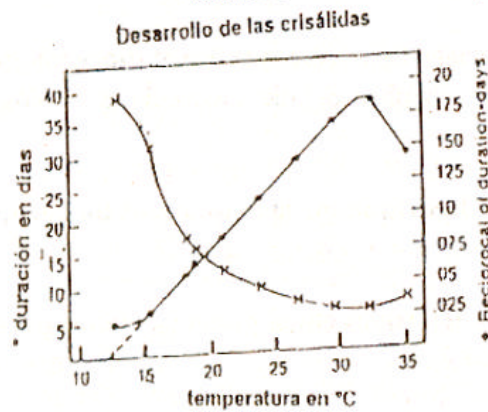


Gráfico 3



Fuente: WXX (1989). Agro-
météorologie opera-
tionnelle. Gèneve, Suisse.