

### Guía de estudio del tema: EPIDEMIOLOGIA

Autor(es): Vivienne Gepp

#### 1. Introducción

Hasta este momento en el Curso se ha estudiado cómo se desarrolla la enfermedad en la planta, y cómo es afectado por el ambiente y por algunas medidas de manejo de los cultivos. Pero en la práctica agronómica, lo que interesa es la sanidad de los cultivos más que la de cada planta en particular. Unas pocas plantas enfermas pueden no afectar en nada al rendimiento del cultivo y tratarlas implica costos que probablemente no sean cubiertos por un mayor rendimiento económico. El presente tema se refiere al desarrollo de las enfermedades en los cultivos, o sea que pasa cuando se enfrentan una población de plantas con una población de un patógeno en un ambiente determinado.

Interesa tener presente que el hombre busca a través de la genética y las condiciones de cultivo una población de plantas muy homogénea para facilitar el manejo, la cosecha y la comercialización, mientras que el patógeno no está sujeto a estos controles y tiende a presentar mayor variabilidad.

#### 2. Contenidos

Epidemiología: definición y objetivos. Cuantificación de enfermedades. Procesos epidémicos: desarrollo en el tiempo. Enfermedades monocíclicas y policíclicas. Modelos matemáticos. Diferentes estrategias de los patógenos. Desarrollo de las enfermedades en el espacio. Aplicaciones de la epidemiología. Pronóstico de enfermedades.

#### 3. Objetivos

- Comprender enfermedad en un cultivo o una región como una interacción entre una población de plantas y una población de un patógeno en un ambiente (estable o cambiante) durante un cierto tiempo.
- Conocer diferentes maneras de cuantificar enfermedad y seleccionar el método adecuado según los casos.
- Conocer las principales variables o parámetros que determinan la evolución de una epidemia en el tiempo y cómo influyen en función del tipo de enfermedad. Valorar el efecto de actuar sobre cada uno de ellos para manejar la enfermedad.
- Diferenciar los tipos de distribución en el espacio de las enfermedades y relacionarlos con las características del patógeno, la fuente de inóculo, las vías de dispersión y el transcurso del tiempo desde el comienzo de la epidemia.
- Saber dibujar una curva probable de evolución de una epidemia en función de las características de la enfermedad, del ambiente y de los períodos de susceptibilidad del huésped.

#### 4. Actividades de aprendizaje

Habrán dos clases teóricas en las que se presentarán los conceptos principales y se verán ejemplos prácticos. Se

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

Comentada y con orientación para facilitar la rápida localización de la información referente a diferentes aspectos del tema. En lo posible incluir páginas web que se puedan recomendar.

##### 5.1. Básica

GEPP, V. 1999. Apuntes sobre epidemiología. *Material disponible para fotocopiar en AEA, el más ajustado a lo que se da en el curso. Complementar con el siguiente material.*

GEPP, V. 2001. Pronóstico o alarma de enfermedades. *In: Cátedra de Fitopatología. Sistemas de pronóstico o alarma de enfermedades. Dpto. de Apoyo Pedagógico de la Facultad de Agronomía. Garzón 780. Montevideo, Uruguay. p.1-13. Código 529/250/2001.*

DICKINSON y LUCAS. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. Trad. Guzman Ortiz, M. Limusa, Mejico. *El tema está bien presentado.*

AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. 2ª ed. México, Uteha, Noriega. 838p. *Capítulo "Epifitología" Ediciones anteriores no tratan el tema.*

##### 5.2. Ampliatoria

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. eds. 1995. Manual de fitopatología, principios e conceitos. v.1 3a.ed Sao Paulo : Ceres, 919 p. (Ubicación en Biblioteca: 632 KIMmv.1)

## 6. GUÍA DE ESTUDIO

### 6.1. Epidemiología: definición y objetivos.

6.1.1. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para la ocurrencia de una epidemia?

### 6.2. Cuantificación de enfermedades.

6.2.1. ¿Qué parámetros pueden usarse para cuantificar una enfermedad presente en un cultivo? ¿Qué criterios tendría para elegir uno u otro?

6.2.2. Suponiendo que Ud. trabaja en un laboratorio de Fitopatología, ¿cómo haría para cuantificar el inóculo inicial en los siguientes casos?

- El virus PVY en tubérculos de papa. Normalmente no presenta síntomas en los tubérculos.
- Septoria tritici* en semilla de trigo, infecciones avanzadas muestran síntomas.
- Septoria tritici* en rastrojo de una chacra de 30 ha.

### 6.3. Procesos epidémicos: desarrollo en el tiempo. Enfermedades monocíclicas y policíclicas. Modelos matemáticos. Diferentes estrategias de los patógenos.

6.3.1. ¿De qué parámetros depende la cantidad de enfermedad al final del cultivo?

6.3.2. El siguiente es un caso teórico cuyo objetivo consiste en conceptualizar cómo se desarrolla una epidemia en un cultivo, previo al estudio de los modelos matemáticos. Se refiere a un cereal que se planta el 1° de junio y que es susceptible a una enfermedad causada por un hongo determinado durante todo su ciclo de 150 días. El 20 de junio aparece la primera infección. Esta esporula y las esporas son llevadas por el viento y producen 9 nuevas infecciones. Este proceso se repite cada 10 días hasta finalizar el ciclo del cultivo. El clima se mantiene favorable al desarrollo de la enfermedad y no hay aporte de inóculo desde fuera del cultivo.

- Grafique la cantidad de infecciones contra tiempo. Dibuje dos gráficas: una con la cantidad de enfermedad en el eje de las Y y la otra con el logaritmo en base 10 de la cantidad de enfermedad. ¿Qué forma tiene cada una de estas gráficas? ¿Cuál es la ventaja de usar el valor real de la cantidad de enfermedad y cuál el de usar el logaritmo de la cantidad de enfermedad?
- Suponga que se ha sembrado una hectárea, y los valores del índice de área foliar a los 30, 60, 90 y 120 días de la siembra son: 0.3; 3; 2.5 y 1.5 respectivamente. Si cada infección abarca 1 cm<sup>2</sup> de la superficie foliar, ¿cuál es la proporción de área foliar afectado en cada uno de los momentos indicados arriba?. Analice los resultados obtenidos. ¿Debería usar algún factor de corrección para ajustar los valores a la realidad?
- Si las pérdidas debidas a esta enfermedad están directamente relacionados con la cantidad de enfermedad a los 60 días de la siembra, y las primeras infecciones siempre aparecen en la misma fecha, ¿qué efecto tendrá adelantar la fecha de siembra al 1° de mayo? ¿Qué parámetro epidemiológico es afectado por esta medida?
- ¿Qué otros parámetros podrían modificarse para controlar la enfermedad?

6.3.3. El carbón volador del trigo se caracteriza por invernar en el embrión de las semillas en forma de micelio latente. Produce una infección sistémica en la planta originada de dicho embrión, causando la producción de espigas carbonosas. Si las condiciones ambientales son favorables en el momento de la antesis, dichas espigas constituyen la fuente de inóculo para la infección de otras espigas. En una chacra de trigo destinada a la producción de semillas se detecta un 3% de espigas carbonosas y ocurrieron condiciones favorables para producir un 30% de semillas infectadas. La mitad del lote fue tratada con un fungicida que tiene un 80% de efectividad y se sembró sin tratar.

- ¿qué incidencia de carbón tendrán ambos cultivos?
- Estime las pérdidas, considerando que una espiga pesa 1,2 g y que en 1 m<sup>2</sup> hay 280 espigas.
- ¿Qué modelo epidemiológico intentaría ajustar a la evolución probable de esta enfermedad? ¿Por qué?

6.3.4. A principios de primavera un productor de vid lo consulta acerca de un problema sanitario en su viñedo. En las hojas aparecen manchas, primero oliváceas, luego amarillas evolucionando a necróticas. En el envés de la hoja se observa el signo que consiste en zoosporangios limoniformes sobre zoosporangióforos. El tiempo que transcurre desde que se produce la infección hasta que aparece el signo es de 5 días y son susceptibles los órganos verdes durante todo el ciclo de crecimiento de la vid. El hongo permanece durante el invierno en las hojas caídas. En condiciones ambientales favorables (temperaturas medias y alta humedad con lluvias o rocíos) la tasa de infección puede tener valores de 0,3 infecciones por infección por día. Éste es un valor relativamente alto.

- Si quisiera estudiar la evolución de la epidemia a través del tiempo en el cultivo, ¿cómo lo haría?
- ¿Qué elementos de la descripción le llevan a pensar que se trata de una enfermedad mono o policíclica?

- c. ¿Qué modelo epidemiológico intentaría ajustar para estudiar esta enfermedad? Fundamente.
- d. Dibuje una curva de desarrollo de la enfermedad para un año homogéneamente lluvioso durante la estación de crecimiento de la vid.
- e. ¿Qué parámetros epidemiológicos se verían afectadas por las siguientes medidas?
  - Aplicación quincenal de fungicidas \_\_\_\_\_
  - Enterrado de hojas caídas en otoño \_\_\_\_\_
  - Dibuje, en la misma gráfica que el ítem anterior, la curva correspondiente a cada una de las situaciones anteriores.
- f. ¿Cuál de estas medidas le parece más efectiva para el control de esta enfermedad? Fundamente brevemente.

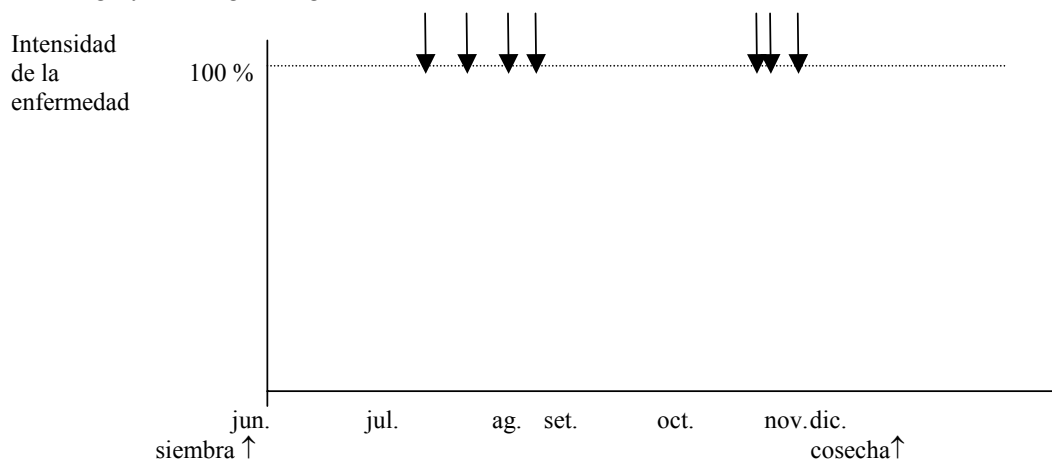
6.3.5. La siguiente tabla resume los resultados de un ensayo cuyo objetivo era comparar diferentes tratamientos con insecticidas para el control de barley yellow dwarf luteovirus (BYDV) en cebada. Este virus es circulativo en su vector, un pulgón. Los valores de la tabla son de la proporción de plantas de infectadas en diferentes momentos del ciclo del cultivo. Las parcelas se cosechan el 15 de diciembre.

Insecticidas	A	B	C	Ninguno
<b>Fechas</b>	<b>Proporción de plantas infectadas</b>			
20 de agosto	0	0	0	0,02
10 de setiembre	0	0	0	0,04
1 de octubre	0,03	0,05	0	0,08
20 de octubre	0,07	0,12	0,03	0,20
10 de noviembre	0,13	0,24	0,12	0,35
1 de diciembre	0,19	0,28	0,23	0,38

- a. Dibuje la curva correspondiente a la proporción de plantas infectadas a través del ciclo del cultivo para cada uno de los cuatro tratamientos experimentales.
- b. La proporción de plantas de infectadas es una manera de cuantificar la enfermedad que se denomina ..... y se usó en este caso porque .....
- c. Las curvas A y B se diferencian en el parámetro .....
- d. El mejor tratamiento fue ..... porque .....
- e. Observando las curvas se puede suponer que esta virosis se comportó como una enfermedad de tipo ....., y por lo tanto el modelo que se podría ajustar satisfactoriamente a estas curvas sería .....
- f. Dos medidas de tipo cultural que se podría aplicar para disminuir las pérdidas por esta virosis serían: hacer el cultivo en un lugar lejos de plantas afectadas y sembrar un cultivar de ciclo corto en la fecha normal. La primera medida afectaría al parámetro epidemiológico ..... y la segunda .....

6.3.6. La escaldadura es una enfermedad de la cebada caracterizada por manchas foliares elípticas, oliváceas o pardas con un borde más oscuro, afectando el rendimiento a través de la reducción del área fotosintética. Prospera con temperaturas medias entre 10 y 15 °C y lluvias abundantes.

- a. ¿Cómo haría para estimar la intensidad de la enfermedad en un cultivo?
- b. Dibuje la curva esperada de desarrollo de la enfermedad, en un año de temperaturas normales para el Uruguay, en la siguiente gráfica, donde las flechas indican los días con lluvias.

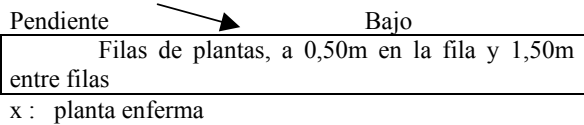
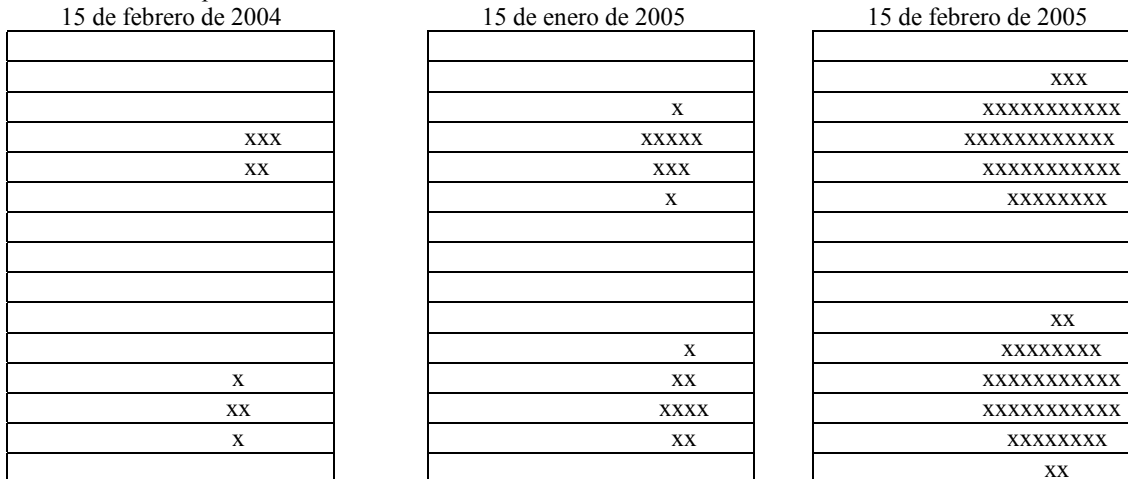


**6.4. Desarrollo de las enfermedades en el espacio.**

6.4.1. ¿Qué se entiende por gradiente de dispersión?

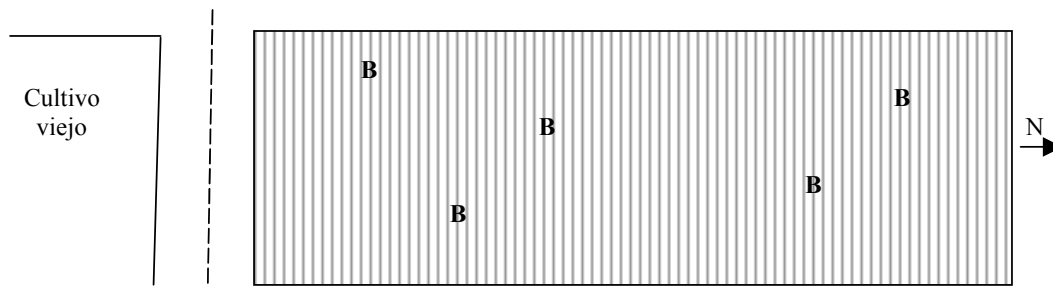
6.4.2. Si el gradiente de dispersión es agregada, ¿cómo se vería la distribución de las plantas en el cultivo?

6.4.3. El melón es un cultivo sensible a las heladas que se planta a campo desde octubre a diciembre. Los cultivos tempranos se cosechan de enero a febrero y los sembrados en diciembre, de marzo a abril. Generalmente se riega por aspersión. Puede ser afectado seriamente por un hongo que provoca podredumbres de frutos. Sobre la zona afectada se observan estructuras que rompen la epidermis, denominados acérvulos, con conidios que en masa se observan de color rosado. El hongo puede llegar hasta la semilla e infectarla. Las siguientes figuras representan la distribución espacial de la enfermedad en momentos diferentes, en una chacra donde se repite el cultivo de melón en dos años sucesivos.



¿Qué hipótesis puede Ud. formular sobre cómo se desarrollan uno o más etapas del ciclo de esta enfermedad con la información brindada? Fundamente brevemente.

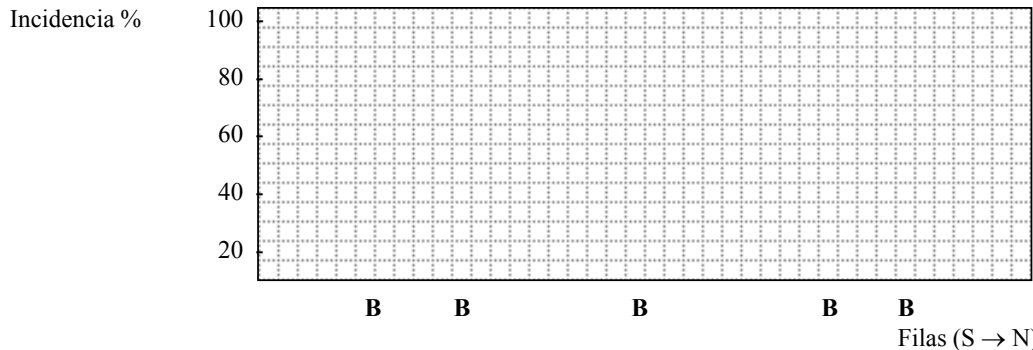
6.4.4. En un predio hortícola existe un cuadro rectangular de 20 x 80 m, que tiene brócoli transplantado hace 5 días. Las filas están dispuestas perpendicularmente al lado más largo, tal como se observa en el croquis. En el predio vecino, separado por un alambrado, hay un cultivo abandonado de brócoli plantado 6 meses antes y que está afectado por un virus transmitido por pulgones de manera persistente. No hay en las cercanías otros cultivos de crucíferas. Los vientos predominantes son los del sur (de izquierda a derecha en el croquis).



En una recorrida del cultivo nuevo se detectaron 5 plantas (marcadas con **B**) con síntomas foliares de una enfermedad provocada por una bacteria del género *Xanthomonas* que se disemina por semilla y por salpicado de agua.

Imagine que Ud. evalúa la incidencia de cada una de las enfermedades a los 2 meses de instalado el cultivo y encuentra un máximo por fila del cultivo de aproximadamente 40% de incidencia de cada una de ellas.

- a. Dibuje abajo el gradiente de enfermedad correspondiente a cada una de las enfermedades que Ud. esperaría encontrar en ese momento. Están marcadas las 5 filas con las plantas originales con bacteriosis.



- b. ¿Cómo era la distribución de las plantas afectadas por la bacteria al momento de la primera evaluación (5 días del trasplante)?  
 c. ¿Y cómo sería a los dos meses?

**6.5. Aplicaciones de la epidemiología. Pronóstico de enfermedades.**

6.5.1. ¿En qué se diferencian una alarma de un pronóstico? ¿Qué utilidad tiene cada uno de ellos?

6.5.2. Mencione las condiciones que debería cumplir la o las enfermedades a controlar para que sea redituable desarrollar un sistema de pronóstico.

6.5.3. Para llegar a un pronóstico aplicable a nivel de campo, se requiere: un modelo ajustado a como se desarrolla la epidemia en la zona y la cuantificación de determinadas variables que afectan su desarrollo. ¿Cuáles son las variables más usadas para este fin? Ejemplifique para diferentes tipos de enfermedades.

6.5.4. A mayor número de variables consideradas en el modelo, mayor es en general su ajuste a la realidad y mejor sería el sistema de pronóstico o de la alarma resultante. Entonces, ¿por qué muchos sistemas toman en consideración solo dos o tres variables?

6.5.5. Se acaba de detectar una enfermedad nueva para el país en un cultivo de arroz en un predio cercano a la frontera con Brasil. Se trata de un carbón, una enfermedad de tipo monocíclica endémica en Río Grande del Sur. Es específica del arroz y puede provocar importantes pérdidas. Sus esporas son fácilmente llevadas por corrientes de aire. Infecta solamente en el momento de la floración. No se dispone de medidas de control efectivas y económicas para evitar la infección.

Si el hongo se establece en la zona productora del este del país, ¿le parece lógico desarrollar un sistema de pronóstico o de alarma para la enfermedad? Fundamente, indicando las condiciones a favor y en contra de la implementación de un sistema de este tipo.