

SIMULACION DE FIEBRE AFTOSA EN AREA INDEMNE. ALGUNAS CONSIDERACIONES CONCEPTUALES

Celio Barreto *

Cuando una enfermedad es condicionada por múltiples factores, resulta obvio lo poco probable que sería predecir fielmente en el presente su eventual comportamiento en el futuro. No obstante lo anterior, el uso de herramientas matemáticas en la construcción racional de modelos simplificados, resulta ser una aceptable vía de aproximación.

El presente ensayo utiliza, entre otros, algunos elementos de investigación operativa para enfocar situaciones teóricas asociadas a introducción de Fiebre Aftosa en área indemne, pretendiendo activar discusiones que dimensionen en forma correspondiente acciones relevantes que deben considerarse a corto plazo.

Este trabajo se refiere a una condición probable de introducción de Fiebre Aftosa en América Central. Son incluidas las principales implicaciones técnico-políticas previas al inicio de procedimientos de erradicación (tasación, despoblación, etc.). Para el intervalo de tiempo que consume la ejecución del proceso anterior, se simula con ayuda de un modelo matemático simplificado, un desarrollo hipotético de la enfermedad.

PROCESO TECNICO-POLITICO

Se enfoca como un sistema, en el cual la entrada está representada por la aparición de los primeros casos y la salida por las acciones de erradicación.

*En la construcción del diagrama, son consideradas las actividades de la Operación Alfa (partes 1 y 2) así como otras previas al diagnóstico, como de orden técnico-administrativo. Se emplea el método PERT**; técnica de utilidad para evaluación y revisión de programas; el método se basa en una visión probabilística y es empleado en programación cuando las condiciones son de incertidumbre, es decir, cuando no hay condiciones de absoluta certeza.*

En este método el tiempo de ejecución de cada actividad está representado por un tiempo promedio (\bar{t}),

* M. V. Programa Regional de Prevención de Enfermedades Exóticas del OIRSA, Costa Rica.

** "Program Evaluation and Review Technique" (PERT).

calculado en función de la estimación de tres tiempos para cada actividad (tiempo pesimista, tiempo más probable y tiempo optimista).

La estimación de tales tiempos (con las consideraciones relativas) fue realizada por funcionarios relacionados al proceso.

El método permite reconocer la ruta crítica del proceso en cuestión, dicha ruta está formada por todas aquellas actividades que constituyen los llamados cuellos de botella. La aplicación del método se describe en las siguientes páginas.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

La aplicación del método PERT a la simulación del proceso técnico-político previo a las acciones de erradicación se describe en forma resumida:

- Se hace un listado de todas las actividades del programa y se identifican por una letra.
- Se procura una ordenación lógica de las mismas. Para cada actividad se determina(n) la(s) que le precede(n) y la(s) que le sucede(n). En el entendido que las actividades terminales son únicas (sólo una entrada y sólo una salida).
- Se estiman para cada actividad los tiempos: pesimista (a_{ij}), más probable (m_{ij}) y optimista (b_{ij}).
- Se calcula el tiempo promedio de cada actividad (\bar{t}) con la siguiente fórmula:

$$(\bar{t}) = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6}$$

- La suma de todos los tiempos promedios de las actividades, siguiendo el orden del diagrama, establece el tiempo total promedio de ejecución del proceso (\bar{T}), lo que se conoce como "marcha hacia adelante".

- La sustracción ordenada de tiempos a partir del tiempo total promedio de ejecución del proceso (\bar{T}) y hacia las cadenas de actividades que le preceden hasta llegar a la actividad inicial señalará la ruta crítica, lo que se conoce como "marcha hacia atrás".

- En la interpretación del tiempo de ejecución del programa y de cada actividad, deben ser considerados conceptos de varianza. La varianza y el desvío estándar de \bar{T} serán necesarios para estimar riesgos a distintos tiempos de ejecución del programa (proceso).

- La varianza de la distribución del tiempo total de ejecución (V) resulta de la sumatoria de las varianzas individuales de cada una de las actividades indicadas por la ruta crítica.

$$V = \sum V_{ij}$$

$$V_{ij} = \left[\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right]^2 = \left[\frac{\text{tiempo pesimista} - \text{tiempo optimista}}{6} \right]^2$$

V_{ij} representa la varianza del tiempo de ejecución de cada actividad crítica.

- La desviación estándar de la distribución del tiempo total es la raíz cuadrada de la varianza.

$$D.E = \sqrt{V}$$

$$D.E_{ij} = \frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} = \frac{\text{tiempo pesimista} - \text{tiempo optimista}}{6}$$

- Para el modelo teórico de simulación: la variación de su tiempo total de ejecución es la suma de las

varianzas individuales de cada una de las actividades críticas A, B, C, D, E, V1, X1, L1, I1*, N1*, E1, Y1.

$$\begin{aligned}
 V &= \sum V_{ij} \\
 &= 0.027 + 0.49 + 0.00027 + 0.00027 + \\
 &\quad 0.11 + 0.11 + 0.11 + 0.11 + 0.11 + 0.027 \\
 &\quad + 0.027 + 0.027 = 1.1485 \approx 1.15
 \end{aligned}$$

$$V = 1.15$$

$$D.E. = \sqrt{V} = \sqrt{1.15} \approx 1.074$$

En la tabla que aparece a continuación se presentan los cálculos de varianzas y desvío estándar para cada actividad.

El cálculo del desvío estándar está asociado a la estimación de certeza para concluir el proceso (actividades previas a erradicación). El desvío estándar es empleado para conversión de los valores de tiempo de conclusión a unidades estándar que se representan por la letra "Z".

Z, entonces, representará el tiempo T, en unidades estandarizadas y tendrá distribución normal en la curva estándar.

$$\frac{T - \bar{T}}{DE} = Z = \text{U.E. (unidades estándar)}$$

Así entonces, para calcular la certeza en términos de porcentaje de que el proceso se cumple en 26.9 días:

$$Z = \frac{T - \bar{T}}{DE} = \frac{26.9 - 26.9}{1.074} = 0$$

Utilizando la tabla de probabilidades acumulativas de la distribución normal se busca el 0 en la columna Z_i

y en la fila Z_j; el valor encontrado en la intersección de ambos es 0.500, que multiplicado por 100 (para expresión porcentual).

$$0.500 \times 100 = 50 = 50\% \text{ de certeza}$$

Para estimar el porcentaje de certeza de que el proceso concluya en 24 días:

$$\text{Aplicando } Z = \frac{T - \bar{T}}{DE} = \frac{24 - 26.9}{1.074} = -2.7$$

Para obtener el valor negativo de Z (-2.7), se procede como si fuese positivo (2.7), se busca la probabilidad acumulativa en la tabla, el 2.7 en la columna Z_i, y el 0 en la fila Z_j; el valor encontrado 0.9965 se resta de 1; y el resultado se multiplica por 100 (para expresión porcentual).

$$1 - 0.9965 \times 100 = 0.35\% \text{ de certeza.}$$

Es decir, la probabilidad de que el proceso concluya en 24 días (2.9 días antes del tiempo total de ejecución) es del 0.35%.

Para estimar el porcentaje de certeza de que el proceso concluya en 28 días:

$$\frac{T - \bar{T}}{DE} = \frac{28 - 26.9}{1.074} = 1.024$$

Buscando en la tabla de probabilidades acumulativas de la distribución normal, en la intersección de Z_i = 1 y Z_j = 0.02 = 84.6 x 100 (para expresión porcentual = 84,6%).

Es decir, la probabilidad de que el proceso concluya en 28 días (1.1 días después del tiempo total de ejecución) es del 84,6%.

* Por existir en la ruta actividades paralelas de igual varianza, se considera solamente una actividad.

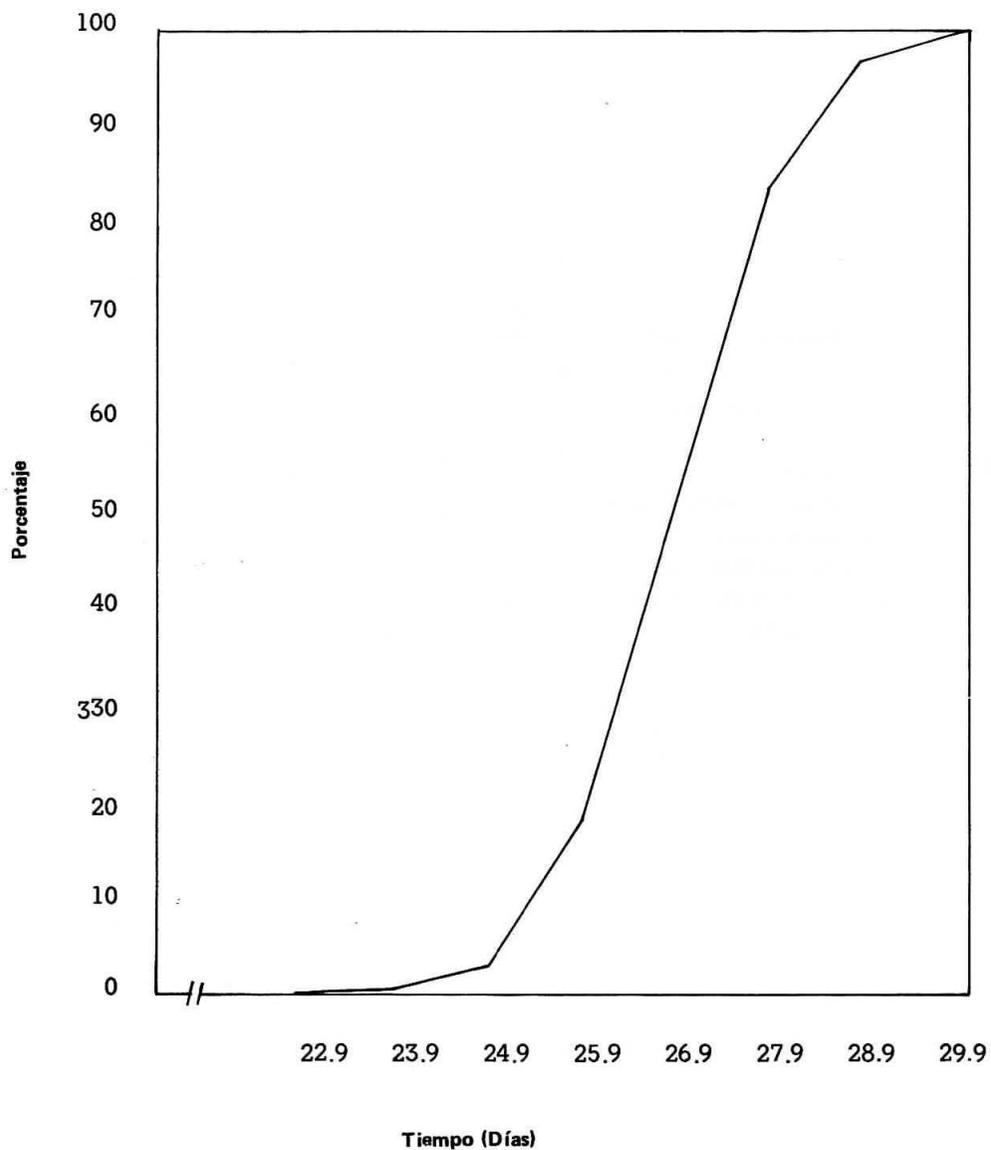
**CALCULO DE VARIANCIA Y DESVIACION ESTANDAR DEL TIEMPO DE EJECUCION DE CADA ACTIVIDAD
SIMULACION DE ACTIVIDADES PREVIAS A PROCEDIMIENTOS DE ERRADICACION DE
FIEBRE AFTOSA EN PAISES DE AMERICA CENTRAL**

| Actividad | Variancia | Desvío Estándar |
|-----------|-----------|-----------------|
| 1 - 2 | 0.027 | 0.16 |
| 2 - 3 | 0.49 | 0.7 |
| 3 - 4 | 0.00027 | 0.016 |
| 4 - 5 | 0.00027 | 0.016 |
| 5 - 6 | 0.11 | 0.33 |
| 6 - 7 | 0.00004 | 0.0066 |
| 5 - 9 | 0.11 | 0.33 |
| 9 - 10 | 0.0069 | 0.083 |
| 7 - 8 | 0.000044 | 0.0066 |
| 8 - 11 | 0.000011 | 0.0033 |
| 11 - 12 | 0.11 | 0.33 |
| 12 - 28 | 0.11 | 0.33 |
| 28 - 29 | 0.000069 | 0.0083 |
| 28 - 35 | 0.000069 | 0.0083 |
| 28 - 30 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 41 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 36 | 0.000044 | 0.0066 |
| 36 - 37 | 0.000044 | 0.0066 |
| 36 - 38 | 0.000044 | 0.0066 |
| 36 - 39 | 0.000044 | 0.0066 |
| 36 - 40 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 31 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 44 | 0.000044 | 0.0066 |
| 44 - 45 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 43 | 0.000044 | 0.0066 |

| Actividad | Variancia | Desvío Estándar |
|-----------|-----------|-----------------|
| 28 - 42 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 32 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 46 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 33 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 47 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 34 | 0.00017 | 0.013 |
| 28 - 48 | 0.000069 | 0.0083 |
| 28 - 49 | 0.000044 | 0.0066 |
| 28 - 50 | 0.027 | 0.16 |
| 51 - 52 | 0.027 | 0.16 |
| 6 - 21 | 0.054 | 0.23 |
| 6 - 20 | 0.11 | 0.33 |
| 6 - 19 | 0.11 | 0.33 |
| 16 - 18 | 0.11 | 0.33 |
| 16 - 17 | 0.11 | 0.33 |
| 15 - 16 | 0.11 | 0.33 |
| 14 - 15 | 0.11 | 0.33 |
| 6 - 14 | 0.11 | 0.33 |
| 22 - 51 | 0.027 | 0.16 |
| 23 - 51 | 0.027 | 0.16 |
| 24 - 51 | 0.027 | 0.16 |
| 25 - 51 | 0.027 | 0.16 |
| 26 - 51 | 0.027 | 0.16 |
| 27 - 51 | 0.027 | 0.16 |
| 52 - 53 | 0.027 | 0.16 |

A continuación se presenta la distribución del porcentaje de certeza de conclusión del proceso técnico-político a diferentes tiempos.

DISTRIBUCION DEL PORCENTAJE DE CERTEZA DE CONCLUSION DE ACTIVIDADES PREVIAS A PROCEDIMIENTOS DE ERRADICACION



| T (Días) | $Z = (T-T)/DE$ | % de Certeza |
|----------|----------------|--------------|
| 23.9 | -2.79 | 0.26 |
| 24.9 | -1.86 | 3.14 |
| 25.9 | -0.93 | 17.62 |
| 26.9 | 0 | 50 |
| 27.9 | 0.93 | 82.3 |
| 28.9 | 1.86 | 96.8 |
| 29.9 | 2.79 | 99.7 |

| Actividad | Descripción de Actividad | Act. anterior | Act. posterior | Tiempo optimista (a _{ij}) | Tiempo más probable (m _{ij}) | Tiempo pesimista (b _{ij}) | Tiempo promedio (t̄) | |
|-----------|--------------------------|---|----------------|---|--|-------------------------------------|----------------------|-------|
| 1 - 2 | A | Aparición primeros casos | - | B | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 2 - 3 | B | Denuncia | A | C | 4.2 | 6.3 | 8.4 | 6.3 |
| 3 - 4 | C | Investigación | B | D | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.15 |
| 4 - 5 | D | Envío muestras a PANAFTOSA | C | E | 1.10 | 1.15 | 1.20 | 1.15 |
| 5 - 6 | E | Resultado positivo F.A. | D | F | 4.3 | 5.3 | 6.3 | 5.3 |
| 6 - 7 | F | D.S.A. informa Viceministro | E | G | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 5 - 9 | A2 | Recepción resultado F.A. (OIRSA) | D | B2 | 4.4 | 5.4 | 6.4 | 5.4 |
| 9 - 10 | B2 | Asesoría OIRSA | A2 | N1-O1-Q1-R1 S1-T1 | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 0.5 |
| 7 - 8 | G | Viceministro informa Ministro | F | H | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 8 - 11 | H | Ministro informa Presidente | G | I | 0.15 | 0.16 | 0.17 | 0.16 |
| 11 - 12 | I | Presidente declara emergencia | H | J | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 12 - 28 | J | Presidente Instr. Gabinete y Autor. | I | K, M, T, A1, C1, L, N, O, U, V, X, Z, B1, D1, C3, D3 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 28 - 29 | K | Gobernador instruye GAR | J | E1 | 0.10 | 0.125 | 0.15 | 0.125 |
| 28 - 35 | L | Gobern. instruye Aut. Municipal | J | E1 | 0.10 | 0.125 | 0.15 | 0.125 |
| 28 - 30 | M | Min. Gob. instruye GAR | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 41 | N | Min. Gob. Instr. Dir. de Correo/Tel. | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 36 | O | Min Gob. Instr. al Direc. Telecom. | J | P, Q, R, S | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 36 - 37 | P | Dir. Telecom. Instr. Direc. Telex | O | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 36 - 38 | Q | Dir. Telecom. Instr. Serv. Radio Cos- te | O | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |

| Actividad | | Descripción de Actividad | Act. anterior | Act. posterior | Tiempo optimista (a _{ij}) | Tiempo más probable (m _{ij}) | Tiempo pesimista (b _{ij}) | Tiempo promedio (\bar{t}) |
|-----------|----|--|--|-------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| 36 - 39 | R | Dir. Telecom. a Jefe Telex | O | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 36 - 40 | S | Direc. Telecom. a Jefe Serv. Espec. | O | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 31 | T | Min. OO.PP. Instr. a Dir. Transp. Autom. | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 48 | X | Min. OO.PP. Instr. a Direc. Av. Civil | J | C2 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 44 - 45 | C2 | Dir. Av. Civil a Jefe Aeródromos | X | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 43 | V | Min. OO.PP. al Dir. de Vialidad | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 42 | U | Min. Gob. al Dir. Nac. de Seguridad | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 32 | Y | Min. Hacienda al Dir. de Aduana | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 46 | Z | Min. Hac. al Dir. de Obras Portuarias | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 33 | A1 | Min. Ed. Pub. al Dir. Ed. Primaria | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 47 | B1 | Min. Ed. Pub. al Dir. Ed. Agropec. | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 34 | C1 | Min. MAG al Dir. Ing. Agrícola | J | E1 | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.08 |
| 28 - 48 | D1 | Min. MAG al Dir. Sanidad Animal | J | E1 | 0.15 | 0.16 | 0.17 | 0.16 |
| 28 - 49 | C3 | Min. S. Púb. Instr. a Dir. San. Ambient. | J | E1 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.04 |
| 28 - 50 | D3 | Min. MAG Instr. a otras Inst. Sect. Pec. | J | E1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 51 - 52 | E1 | Coordinación Comité Emergencia GEPE | P1, Q1, R1, S1, N, I, O1, K, L, M, N, O, Q, R, S, T, U, V, Y, Z, A1, B1, C1, D1, C3, D3, C2, P1, Q1, R1, | Y1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 6 - 21 | F1 | Concentración Médicos Veterinarios | E | N1, O1, Q1, R1, S1, P1. | 1.6 | 1.93 | 3 | 2.05 |
| 6 - 20 | G1 | Concentración vehículos y gasolina | E | N1, O1, Q1, R1, S1, P1. | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 6 - 19 | H1 | Concentración equipos disponibles | E | N1, O1, Q1, R1, S1, P1. | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 16 - 18 | I1 | Adquisición equipo y desinfectantes | L1 | N1, O1, Q1, R1, S1, P1. | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 16 - 17 | J1 | Contratación de personal | L1 | N1, O1, Q1, R1, S1, P1. | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 15 - 16 | L1 | Disponibilidad de fondos | X1 | I1, J1 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 22 - 51 | N1 | Formación Unidad Com. y Adiestr. | F1, G1, H1, I1, J1. | E1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 23 - 51 | O1 | Formación Unidad Administrativa | F1, G1, H1, I1, J1 | E1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |

| Actividad | | Descripción de Actividad | Act. anterior | Act. posterior | Tiempo optimista (a _{ij}) | Tiempo más probable (m _{ij}) | Tiempo pesimista (b _{ij}) | Tiempo promedio (\bar{t}) |
|-----------|----|-----------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| 24 - 51 | P1 | Formación Unidad Epidemiología | K1, J1, H1, G1, F1. | E1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 25 - 51 | Q1 | Formación Unidad Operac. de campo | I1, J1, M1, F1, G1, H1. | E1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 26 - 51 | R1 | Estructuración Asesoría Legal | 1 | J1, I1, H1, G1, F1. | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 27 - 51 | S1 | Estructura Asesoría Militar | J1, I1, H1, G1, F1. | E1 | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |
| 6 - 14 | V1 | Primeras acciones sanitarias | E | X1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 14 - 15 | X1 | Análisis información disponible | E, V1 | L1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 52 - 53 | Y1 | Inicio de actividades | E1 | | 0.5 | 1 | 1.5 | 1 |

MODELO MATEMATICO

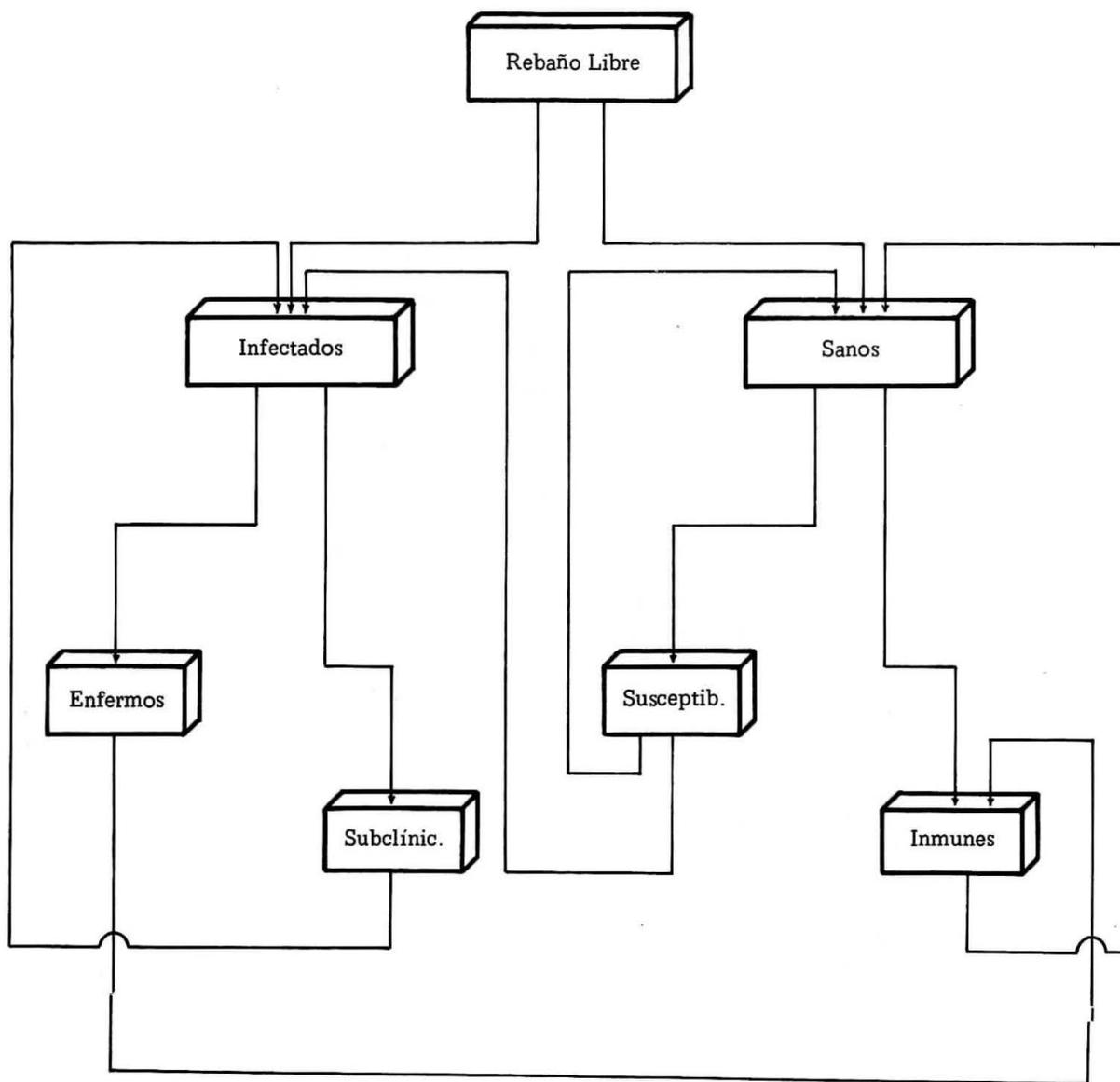
Para el intervalo de tiempo total promedio que consume la ejecución del proceso técnico-político, se simula con ayuda de un modelo matemático simplificado, el desarrollo hipotético de la enfermedad en un rebaño de 1500 animales.

Conceptualmente, el modelo describe los siguientes pasos: Rebaño libre en país indemne expuesto al virus origina dos grupos: un grupo de animales susceptibles que continúan siendo sanos y otro grupo de animales infectados. Del grupo infectado, una proporción va a

enfermar y otra pasará a estado subclínico en el que permanecen. Los que enferman después de tres semanas pasarán a ser inmunes y éstos a su vez ingresarán al grupo de los sanos, el cual entonces estará formado por susceptibles y por inmunes. El modelo que corre por períodos de tres días (equivalente al período de incubación estimado). El grupo de sanos generará infectados en cada período en función de una tasa estable de contagio para el saldo susceptible.

En las páginas siguientes se presenta la formulación y los resultados del modelo.

MODELO CONCEPTUAL



SUPUESTOS DEL MODELO

- No hay mortalidad
- Tasa de contagio 0.05 (probabilidad de infectarse)
- Probabilidad de enfermar 0.9
- Probabilidad de permanecer subclínico 0.1
- Inmunes no tienen distribución homogénea en el rebaño
- Inmunidad inicial 0
- Inmunidad posinfección 21 días

- Duración inmunidad 120 días
- No hay animales menores de 3 meses
- Exposición al virus en cada período t_i

Su = Susceptibles

M = Inmunes

I = Infectados

E = Enfermos

Sc = Subclínicos

R = Rebaño

TI = Total infectados

IE = Infectados enfermos

Tc = Tasa de contagio

pE = Probabilidad de enfermar

1-pE = Probabilidad de permanecer subclínico

ISc = Infectados subclínicos

t_i = Período de tres días (p_i)

FORMULACION

$$R_{t_i} = Su_{t_i} + M_{t_i} + E_{t_i} + Sc_{t_i}$$

$$S_{t_i} = Su_{t_i} + M_{t_i}$$

$$I_{t_i} = E_{t_i} + Sc_{t_i}$$

$$I_{t_i} = Su_{t_i} \times Tc$$

$$ISc_{t_i} = Su_{t_i} \times Tc \times 1-pE$$

$$IE_{t_i} = Su_{t_i} \times Tc \times pE$$

$$TI = \sum I_{t_i-n}$$

$$S = \text{Sanos}$$

RESULTADOS DEL MODELO

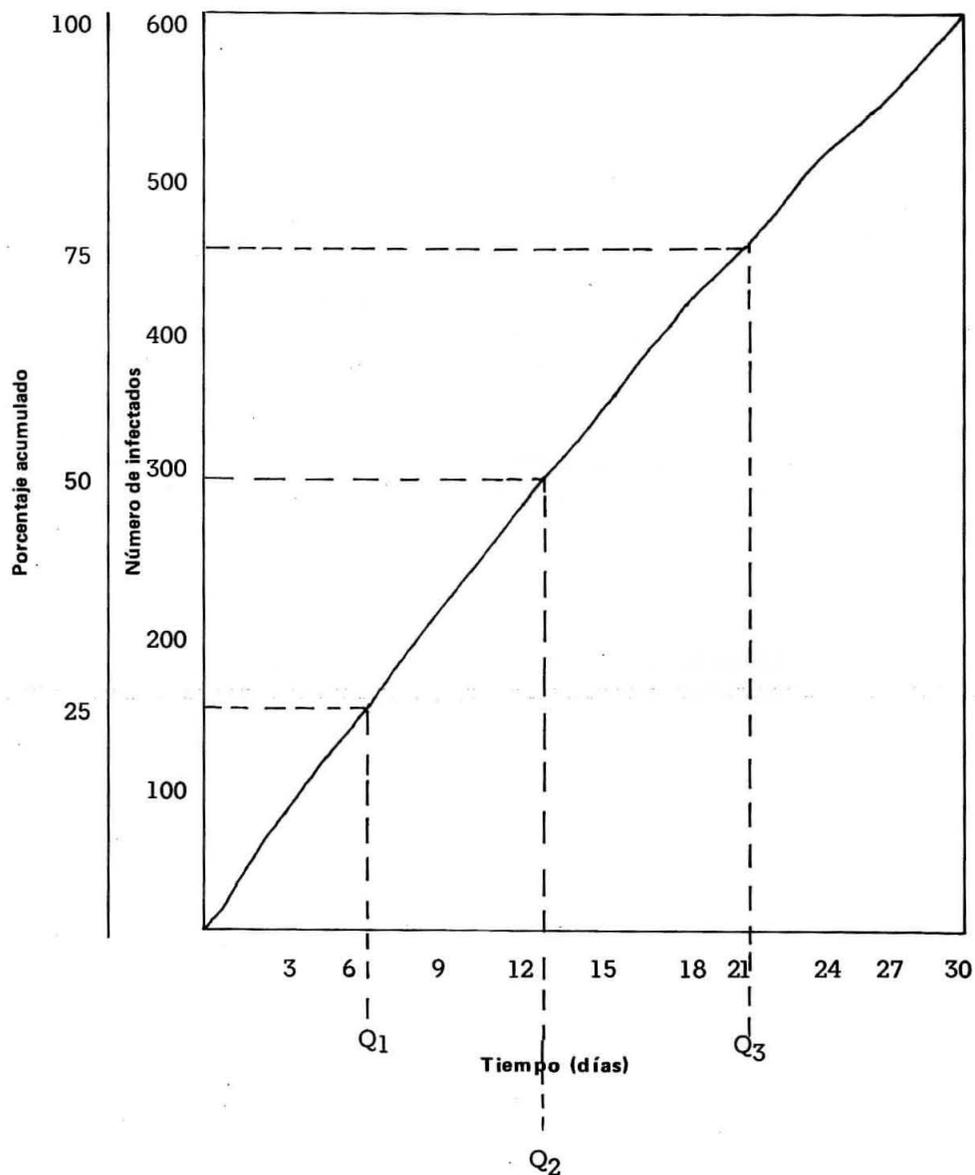
| | t_i | $t_i + 1$ | $t_i + 2$ | $t_i + 3$ | $t_i + 4$ | $t_i + 5$ | $t_i + 6$ | $t_i + 7$ | $t_i + 8$ | $t_i + 9$ |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Su | 1425 | 1354 | 1286 | 1222 | 1161 | 1103 | 1048 | 996 | 946 | 899 |
| M | - | - | | | | | 68 | 132 | 193 | 251 |
| S | 1425 | 1354 | 1286 | 1222 | 1161 | 1103 | 1116 | 1128 | 1139 | 1150 |
| E | 68 | 132 | 193 | 251 | 306 | 328 | 340 | 321 | 296 | 287 |
| Sc | 7 | 14 | 21 | 27 | 33 | 39 | 44 | 49 | 54 | 58 |
| I | 75 | 146 | 214 | 278 | 339 | 397 | 384 | 370 | 350 | 345 |
| R | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1498 | 1490 | 1495 |

| | t_i | $t_i + 1$ | $t_i + 2$ | $t_i + 3$ | $t_i + 4$ | $t_i + 5$ | $t_i + 6$ | $t_i + 7$ | $t_i + 8$ | $t_i + 9$ | Total |
|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| E | 68 | 64 | 61 | 58 | 55 | 52 | 50 | 47 | 45 | 43 | 543 |
| Sc | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 58 |
| Tot. | 75 | 71 | 68 | 64 | 61 | 58 | 55 | 52 | 50 | 47 | 601 |

TI = Total de enfermos + Total de subclínicos.

$$TI = 543 + 58 = 601$$

**DISTRIBUCION DE PORCENTAJES ACUMULADOS
DE ANIMALES INFECTADOS EN UN PERIODO DE
30 DIAS**



DISCUSION

El Método PERT es una de las técnicas más avanzadas en administración sanitaria. Su aplicación en eva-

luación y revisión de procedimientos previos a erradicación señala la existencia de las siguientes actividades críticas.

- *Observación de primeros animales enfermos*
- *Denuncia*
- *Investigación*
- *Envío de muestras*
- *Recepción de resultado*
- *Primeras acciones sanitarias*
- *Análisis de información*
- *Disponibilidad de fondos*
- *Contratación de personal*
- *Adquisición de equipo*
- *Formación de unidades Operación ALFA*
- *Coordinación Comité Emergencia - GEPE*
- *Inicio de actividades.*

Estos problemas y sus respectivas estrategias de solución, son analizados por el Departamento de Sanidad Animal del OIRSA en documento separado.

El desarrollo de un hipotético brote de la enfermedad a través de un modelo matemático, que es corrido

paralelamente en el tiempo probable que consume el proceso técnico-político describe derivaciones conceptuales de importancia:

- *Al momento de inicio de actividades de erradicación, aproximadamente el 40^o/o del rebaño involucrado* habrá sido infectado.*
- *Aproximadamente 14 días después de los primeros casos (que coincide con la recepción del diagnóstico), habrá ocurrido el 50^o/o de los animales que se infectarían en el intervalo de tiempo que consume el proceso (26,9 días). El incremento de riesgos de exposición a otros rebaños en este período es manifiesto y muy probablemente influirá en el éxito de la erradicación.*

El análisis simultáneo del proceso-modelo permite reconocer situaciones no deseables y consecuentemente reformular estrategias.

Elaborado y reproducido por el Departamento de Sanidad Animal del OIRSA.

* Rebaño de 1.500 animales (ver resultados del modelo).