

ANALISIS DEL COSTO Y DE LA EFECTIVIDAD DE DOS PROCEDIMIENTOS DE VACUNACION ANTIAFTOSA

Vicente M. Astudillo¹; P. Augé de Mello¹

RESUMEN

En los programas de lucha contra la fiebre aftosa que realizan los países de la América del Sur se establece la obligatoriedad de vacunar a los bovinos mayores de 4 meses. Esta obligatoriedad se cumple, hasta el presente, con vacunas de hidróxido de aluminio-saponina. Como alternativa se ha propuesto la aplicación de vacunas de excipiente oleoso con las que se consigue una protección mayor y más prolongada, lo que permite un esquema de dos vacunaciones por año (una cada 6 meses) a los bovinos menores de 2 años y una sola vez por año a los que pasaron de esa edad.

En este trabajo se analizan los factores que intervienen en el proceso de vacunación a fin de determinar si el costo de la segunda alternativa justifica su adopción.

El costo total anual de vacunación antiaftosa es el producto de: número de etapas de vacunación al año, costo por bovino vacunado en una etapa y cantidad de bovinos a vacunar.

Para el cálculo del costo por bovino vacunado en una etapa se ha considerado el precio de una dosis de vacuna en el mercado, el costo operacional (de origen público y privado) asociado a la aplicación de la vacuna y la dotación bovina a ser vacunada.

Si se considera que el costo unitario de vacunación por etapa es igual para las dos alternativas, indudablemente que la vacunación con vacuna oleosa es la más viable ya que, a igualdad de costo, las vacunas oleosas ofrecen una mayor efectividad inmunitaria.

Dado que las vacunas oleosas no se encuentran aún en comercio, y por consiguiente se ignora su costo, se han considerado diferentes posibilidades

y se han determinado los valores que delimitan el intervalo de soluciones económicamente viables.

INTRODUCCION

Uno de los problemas que se ha planteado en los programas de control de la fiebre aftosa en los países de América del Sur es el alto costo de la vacunación masiva de la población bovina (1). La vacuna antiaftosa actualmente utilizada tiene como adyuvante el hidróxido de aluminio y la saponina, y su efecto de protección frente a la exposición al virus de esta enfermedad no se prolonga más allá de los 4 meses, razón por la cual los programas han establecido 3 vacunaciones obligatorias por año para todo el ganado de más de 4 meses de edad.

Existe una marcada inquietud por mejorar la eficiencia de los programas, en el sentido de disminuir sus costos.

Entre los cambios que se vislumbran a corto plazo en América del Sur dos de ellos pueden tener gran importancia. Uno de carácter metodológico, se refiere a la selección de estrategias de combate a la enfermedad de acuerdo con las características epidemiológicas de cada región (7). Esta orientación debe traer como consecuencia la consolidación de las áreas indemnes y su ampliación a expensas de avances logrados en aquellas áreas de ocurrencia ocasional en donde es bajo el riesgo de exposición de los animales al virus. La vacunación masiva como método de combate será aplicada inicialmente en estas regiones, para luego gradualmente disminuir su frecuencia e intensificar la vigilancia epidemiológica y el control de ingreso de animales desde áreas endémicas.

El otro cambio que puede ser significativo es de tipo tecnológico, e implica la utilización de una vacuna de excelente calidad, para ser aplicada en las regiones endémicas, otorgando al ganado un mayor y más prolongado nivel de

¹Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, OPS/OMS, Caixa Postal, 20000 Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

protección, buscando reducir el esquema actual de tres vacunaciones por año.

En relación con este último aspecto, el Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (CPFA) desde hace algunos años viene desarrollando una serie de investigaciones sobre una vacuna con coadyuvante oleoso, tendiente a alcanzar el objetivo mencionado (2, 3). El problema que surge es si el costo del procedimiento justifica su adopción.

Para estudiar este problema se hace un análisis del costo y de la efectividad, como una ayuda para la toma de decisiones de una manera objetiva frente a la existencia de alternativas para la solución del problema planteado.

ALTERNATIVAS EN ESTUDIO

Las alternativas que en este trabajo se consideran son dos esquemas de vacunación contra la fiebre aftosa, aplicados a un rebaño bovino (población bovina vacunable).

Alternativa 1

Aplicación de vacuna con adyuvante de hidróxido de aluminio-saponina (VH) cada 4 meses a la población bovina mayor de cuatro meses de edad.

Alternativa 2

Aplicación de vacuna con adyuvante oleoso (VO) con diferente frecuencia anual para dos grupos etarios de la población (2, 3):

a) cada seis meses para los bovinos jóvenes (hasta 24 meses de edad). Se estima que esta franja etaria corresponde a $\alpha = 0,33$ de la población bovina;

b) una vez por año para los bovinos adultos (mayores de 24 meses de edad). Se estima que este grupo incluye a $\beta = (1 - \alpha) = 0,67$ de la población bovina.

La calificación de jóvenes y adultos, que se adopta en este trabajo, es una forma particular de codificar las dos franjas etarias y no se atiende rigurosamente a padrones fisiológicos ni zootécnicos. También se ha supuesto que las pariciones ocurren regularmente durante todo el año.

EFFECTIVIDAD

La efectividad de un procedimiento de vacuna-

ción se mide a través del grado de protección que confiere a la población bovina frente a la exposición al virus de la fiebre aftosa.

De acuerdo con los resultados de las evaluaciones de los programas de control de la fiebre aftosa de varios países de América del Sur, en una población vacunada sistemáticamente, las tasas de ataque por lo general no sobrepasan un 20% (4). Por otra parte, en pruebas de laboratorio de control de calidad de vacunas trivalentes con adyuvante de hidróxido de aluminio-saponina, hechas en el CPFA, se ha observado a los 30 días postvacunación, que el 81% (171/211) $\pm 5\%$ ² de los bovinos vacunados están protegidos al ser expuestos al virus de la fiebre aftosa (5). Por estas razones se ha considerado que el actual procedimiento de vacunación tendría una efectividad del 80%, cuando las vacunas utilizadas hubiesen resultado aprobadas en las pruebas de control de calidad.

La vacuna oleosa, cuando es sometida a pruebas de control de calidad, en las mismas condiciones en que son controladas las vacunas con hidróxido de aluminio-saponina, presenta una efectividad mayor, 94% (103/109) $\pm 4\%$ ², (6).

En estudios de campo hechos en bovinos jóvenes, vacunados con vacuna oleosa cada 6 meses, el nivel de efectividad fue de 80% $\pm 7\%$ ², en cambio, en los vacunados con vacuna hidróxido de aluminio-saponina la efectividad fue de 40% $\pm 7\%$ ². La evaluación de la efectividad en ambos casos se hizo según el procedimiento propuesto por Gomes y Astudillo (5).

Esta información ha servido de apoyo para confeccionar la alternativa 2 de vacunación antiaftosa, considerando la vacunación cada 6 meses de los bovinos de hasta 24 meses de edad con vacuna oleosa (2, 3). A partir de ese momento los bovinos pueden ser vacunados con esta vacuna una vez por año, ya que los niveles de efectividad alcanzados con este procedimiento son de 96% $\pm 1\%$ ² (3).

Por esta razón la efectividad de la alternativa 2 resulta de la ponderación de las efectividades alcanzadas con vacuna oleosa en bovinos jóvenes y adultos por las respectivas proporciones (α y β) en términos de la población bovina vacunable:

²Para un intervalo de confianza de 95%.

En los bovinos jóvenes = (0,33) (0,80) = 0,2640
 y en los adultos = (0,67) (0,96) = 0,6432
 0,9072

De ahí que la efectividad global correspondiente a la alternativa 2 sea de 91%.

MODELO DE COSTOS

Un problema que afecta en gran medida el cálculo de los costos de los dos procedimientos alternativos presentados es la no existencia aún en el mercado de una vacuna oleosa contra la fiebre aftosa. La única referencia que se tiene es la del laboratorio experimental del CPFA, que no puede ser considerada porque sus condiciones son diferentes a las de un laboratorio comercial.

De acuerdo con la información del Servicio Nacional de Salud Animal (SENACSA) del Paraguay, correspondiente a la tercera etapa de vacunación de 1976, el costo unitario de un bovino vacunado con vacuna hidróxido de aluminio-saponina (CUVH) alcanzaba a EUA\$0,29 (8). Aplicando la metodología y los coeficientes presentados por Astudillo *et al.* (1), de ese valor, EUA\$0,16 corresponden al costo de una dosis en el mercado (CMVH), y los EUA\$0,13 restantes corresponden a los distintos insumos fijos, variables, directos o indirectos que se consideran en el costo de operación (CIV).

El costo total anual de cada alternativa de vacunación (CTV) antiaftosa de un rebaño, se define como el producto entre: a) el número de etapas de vacunación anual (NV); b) el costo unitario de vacunación (CUV) y c) la población bovina vacunable (BV).

Por tanto,

$$CTV = (NV) (CUV) (BV) \quad (i)$$

En el caso de la alternativa 1 se obtiene:

$$CTVH = (3) (CUVH) (BV) \quad (ii)$$

En el caso de la alternativa 2 se obtiene:

$$\begin{aligned} CTVO &= (CUVO) \{ (2) (\alpha) (BV) + 1 (\beta) (BV) \} \\ &= (CUVO) \{ (2) (\alpha) (BV) + \\ &\quad [(1) (BV) - (\alpha) (BV)] \} \\ &= (CUVO) (BV) (1 + \alpha) \quad (iii) \end{aligned}$$

El CTVH varía en función del tamaño de la población bovina (BV). El CTVO varía de acuerdo con cambios en la dotación bovina a vacunar

(BV) y también en la proporción de animales jóvenes (α). En este último caso si $\alpha \rightarrow 0$ el CTVO disminuye, y si $\alpha \rightarrow 1$ el CTVO aumenta.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En este capítulo se trata de desarrollar el estudio de las relaciones entre los componentes de ambas alternativas. De esta manera será posible conocer las condiciones en que el nuevo procedimiento es técnica y económicamente viable y así tornar objetiva la toma de decisiones.

1. Análisis sin considerar diferencias de efectividad entre las vacunas

El costo unitario de vacunación (CUV) se refiere a la unidad bovino para cada etapa de vacunación antiaftosa dentro del año.

Si $CUVH = CUVO$ entonces $CTVH > CTVO$, simplemente por el menor número de vacunaciones realizadas. Sin embargo, no se conoce la veracidad de la sentencia $CUVH = CUVO$, particularmente porque no se tiene información sobre el costo de la vacuna antiaftosa de excipiente oleoso en mercado (CMVO). Se debe tener en cuenta que:

$$CUVO = CMVO + CIV \quad (iv)$$

$$\text{como también } CUVH = CMVH + CIV \quad (v)$$

donde CMV = costo de la vacuna en mercado,

CIV = costo operacional para la aplicación

A partir de las estadísticas oficiales del SENACSA del Paraguay (8), se sabe que para la tercera etapa de vacunación de 1976 en dicho país, el CUVH alcanzaba a EUA\$0,29, en cambio acerca del CUVO no se cuenta con ninguna información. Para estudiar las relaciones entre CUVO y CUVH es necesario plantear una hipótesis de referencia, que en este caso es dada por la siguiente igualdad:

$$CTVH = CTVO \quad (vi)$$

que permite asumir la identidad de los costos totales anuales de los procedimientos.

Haciendo substitutiones en ambos miembros de esta igualdad, de acuerdo con las ecuaciones (ii) y (iii), se obtiene

$$(3) (CUVH) (BV) = (CUVO) (BV) (1 + \alpha)$$

$$\frac{CUVO}{CUVH} = \frac{3}{(1 + \alpha)} \quad (vii)$$

Como la proporción de animales jóvenes (α) de una población bovina que debe ser vacunada puede fluctuar en el intervalo

$$0 \leq \alpha \leq 1 \quad (\text{viii})$$

dado que $\alpha + (1 - \alpha) = \alpha + \beta = 1$

entonces, la relación entre los costos unitarios de vacunación de ambos procedimientos (CUVO/CUVH) puede variar en el intervalo

$$1,5 \leq \frac{\text{CUVO}}{\text{CUVH}} \leq 3,0 \quad (\text{ix})$$

De ahí que se puede afirmar que el costo unitario de vacunación con la nueva alternativa, si $\text{CTVH} = \text{CTVO}$, es mayor que el costo unitario de vacunación con el procedimiento actualmente en uso entre 1,5 y 3,0 veces. Consecuentemente, si $\text{CUVH} = \text{CUVO}$, el costo total anual de vacunación con la alternativa que incluye la vacuna hidróxido-saponinada es 1,5 a 3,0 veces el costo total anual de vacunación con el procedimiento que preconiza la vacuna oleosa.

Haciendo substitutiones en la ecuación (ix) considerando las relaciones establecidas en las ecuaciones (iv) y (v), se tiene

$$1,5 \leq \frac{\text{CMVO} + \text{CIV}}{\text{CMVH} + \text{CIV}} \leq 3,0$$

lo que permite aislar CMVO, el costo que tendría la vacuna oleosa en el mercado para ser adquirida por los ganaderos. Para realizar esta operación se asume que los costos de operación, expresados en forma unitaria (CIV), no varían de un procedimiento a otro. Por lo tanto

$$\begin{aligned} [1,5(\text{CMVH} + \text{CIV}) - \text{CIV}] &\leq \\ \left[\frac{\text{CMVO} + \text{CIV}}{\text{CMVH} + \text{CIV}} (\text{CMVH} + \text{CIV}) - \text{CIV} \right] &\leq \\ [3,0(\text{CMVH} + \text{CIV}) - \text{CIV}] &\quad (\text{x}) \end{aligned}$$

Tomando los datos de vacunación antiaftosa de Paraguay en 1976 (8), si los costos de operación asumieran el valor estimado EUA\$0,13, se obtendría

$$\begin{aligned} [(1,5)(\text{CMVH}) + \text{EUA\$0,07}] &\leq \text{CMVO} \leq \\ [(3,0)(\text{CMVH}) + \text{EUA\$0,26}] &\quad (\text{x}) \end{aligned}$$

dentro del cual debería fluctuar el costo unitario de la vacuna oleosa en el mercado (o sea, el precio de una dosis). Al tomar el costo unitario de la vacuna hidróxido-saponinada en Paraguay en 1976, estimada en EUA\$0,16 (8), la ecuación (x) define el siguiente intervalo para el costo unitario en el mercado de la vacuna oleosa

$$\text{EUA\$0,31} \leq \text{CMVO} \leq \text{EUA\$0,74} \quad (\text{xi})$$

Otra vía para alcanzar este resultado es considerar el costo unitario de vacunación para la alternativa que incluye vacuna hidróxido-saponinada (CUVH). De acuerdo con (8), el valor alcanzado era EUA\$0,29 por bovino vacunado en una etapa y teniendo en cuenta las relaciones establecidas en las ecuaciones (iv), (v) y (ix), el costo unitario de vacunación por el nuevo procedimiento podría llegar al valor límite superior de EUA\$0,87. Si a este valor CUVO se le descuenta $\text{CIV} = \text{EUA\$0,13}$ entonces CMVO podría llegar a EUA\$0,74 para una situación límite.

Si establecemos una relación entre los valores estimados para CMVO, bajo las hipótesis indicadas, resulta que el costo en el mercado de una dosis de vacuna oleosa, con respecto al costo de la misma unidad de la vacuna actualmente utilizada, podría fluctuar en el intervalo

$$1,9 \text{ veces} \leq \frac{\text{CMVO}}{\text{CMVH}} \leq 4,6 \text{ veces} \quad (\text{xii})$$

Dentro de las hipótesis bajo las cuales se han elaborado estos resultados debe renovarse la atención para con aquella que establece la identidad $\text{CTVH} = \text{CTVO}$. Como se puede observar a partir de estos resultados el nuevo procedimiento de vacunación antiaftosa, juzgado en este caso independientemente de un nivel determinado de efectividad de la vacuna, es económicamente viable desde que implica un menor número de aplicaciones en el ganado. A partir de esta situación se deriva que la dosis de vacuna oleosa en el mercado podría tener un costo entre 1,9 y 4,6 veces el valor correspondiente a una unidad de vacuna con hidróxido de aluminio y saponina.

Estos resultados y conclusiones deben ser analizados tomando en cuenta las condiciones que han sido consideradas en forma explícita o implícita, como ser la no referencia a niveles específicos de efectividad de las vacunas, ni tampoco a diferencias de efectividad entre ambos procedimientos. Sin embargo, está implícito que son vacunas de buena calidad y consecuentemente que tales vacunas serían aprobadas en cualquier prueba de control de efectividad.

Queda claro, en las relaciones presentadas, que aplicando el nuevo procedimiento los costos

totales anuales de vacunación serán más altos en áreas donde la proporción de animales jóvenes (α) sea alta como ocurre en regiones de cría y recría.

2. Análisis teniendo en cuenta una mayor efectividad de la vacuna oleosa

Es del mayor interés que en el estudio de la viabilidad del procedimiento que incluye vacuna oleosa, se considere la mayor persistencia de niveles de protección poblacional, lo que significa una menor frecuencia de vacunaciones al año a que es sometido el ganado. También debe ser considerada en forma explícita la mayor efectividad protectora de la población bovina en un momento dado, comparada con la alternativa tradicional. La relación entre el costo de vacunación y el nivel de efectividad inmunitaria de los procedimientos aquí analizados se hace a través del parámetro costo unitario de protección anual (CUP), indicador que refleja lo que cuesta mantener un bovino protegido frente a la fiebre aftosa, durante un año.

En la alternativa 1 se toma la efectividad cuando se aplica vacuna con hidróxido de aluminio-saponina, que es aproximadamente igual a 0,80 de acuerdo con Gomes y Astudillo (5). Teniendo en cuenta esta información es posible calcular el costo unitario de protección respectivo (CUPH), para lo cual se presenta la ecuación siguiente:

$$\text{CUPH} = \text{CTVH}/(0,8) \text{ (BV)} \quad (\text{xiii})$$

Haciendo substituciones en (xiii) a partir de la ecuación (ii):

$$\text{CUPH} = \frac{(3) (\text{CUVH}) (\text{BV})}{(0,8) (\text{BV})} = 3,75 \text{ CUVH} \quad (\text{xiv})$$

Para la alternativa 2 que aplica vacuna oleosa, la efectividad inmunitaria es igual a 0,91 de acuerdo con la ponderación hecha en la primera parte de este trabajo. El costo unitario de protección para este procedimiento (CUPO) es definido así:

$$\text{CUPO} = \text{CTVO}/0,91 \text{ BV} \quad (\text{xv})$$

Haciendo la correspondiente substitución en (xv) a partir de la ecuación (iii):

$$\text{CUPO} = \frac{(1 + \alpha) (\text{CUVO}) (\text{BV})}{(0,91) (\text{BV})} =$$

$$\frac{(1 + \alpha)}{0,91} \text{ CUVO} \quad (\text{xvi})$$

dada la información de la ecuación (viii) entonces:

$$(1,1)(\text{CUVO}) \leq \text{CUPO} \leq (2,2) \text{ CUVO} \quad (\text{xvii})$$

Resolviendo la ecuación (xiv) a partir de la información dada por SENACSA (8) de que $\text{CUVH} = \text{EUA}\$0,29$, se tiene

$$\text{CUPH} = \text{EUA}\$1,09 \quad (\text{xviii})$$

Un problema a resolver es definir el intervalo de variación de CUPO, definiendo CUVO, lo que directamente no es posible por desconocimiento de CMVO, ya que hasta el momento no existen en el mercado sudamericano vacunas antiaftosas con adyuvante oleoso. Ya que esto no es posible, se puede considerar la hipótesis $\text{CUVO} = \text{CUVH}$ y de esta manera estudiar la conducta de CUPO en relación a CUPH cuyo valor ya ha sido definido en (xviii).

Bajo la hipótesis $\text{CUVO} = \text{CUVH}$ y siguiendo la ecuación (xvii):

$$\frac{(1,1) (\text{CUVO})}{(3,75)(\text{CUVH})} \leq \frac{\text{CUPO}}{\text{CUPH}} \leq \frac{(2,2) (\text{CUVO})}{(3,75)(\text{CUVH})}$$

$$0,29 \leq \frac{\text{CUPO}}{\text{CUPH}} \leq 0,59$$

$$(0,29) (\text{CUPH}) \leq \text{CUPO} \leq (0,59) (\text{CUPH}) \quad (\text{xix})$$

Este resultado permite afirmar que si el costo unitario de vacunación por etapa fuese igual para ambos procedimientos, el costo unitario anual de protección para la alternativa que preconiza la vacuna oleosa (CUPO) es entre 41% y 71% más bajo que el CUPH.

Haciendo la substitución necesaria en la ecuación (xix) se tiene

$$\text{EUA}\$0,32 \leq \text{CUPO} \leq \text{EUA}\$0,64 \quad (\text{xx})$$

que representa el intervalo de valores dentro del cual podría fluctuar el costo unitario anual de protección en bovinos para la alternativa 2, desde que los supuestos establecidos sean llevados en consideración.

De igual forma como fue abordado el problema en el título "a", se debe analizar la situación que ocurre cuando se asume que $\text{CUPO} = \text{CUPH}$. Bajo tal hipótesis

$$(3,75) (\text{CUVH}) = \frac{(1 + \alpha)}{0,91} \text{ CUVO} \quad (\text{xxi})$$

por substituciones en la igualdad a partir de las ecuaciones (xiv) y (xvi).

Haciendo operaciones se tiene

$$\frac{CUVO}{CUVH} = \frac{3,41}{(1 + \alpha)} \quad (\text{xxii})$$

dado que $0 \leq \alpha \leq 1$, entonces la razón CUVO/CUVH puede fluctuar en el siguiente intervalo

$$1,71 \leq \frac{CUVO}{CUVH} \leq 3,41 \quad (\text{xxiii})$$

y haciendo operaciones similares a las hechas en el título anterior es posible aislar CMVO y definir su intervalo de variación

$$[(1,71)(CMVH) + (0,71)(CIV)] \leq CMVO \leq [(3,41)(CMVH) + (2,41)(CIV)] \quad (\text{xxiv})$$

que expresa, en forma general, el intervalo en el cual debería fluctuar el costo unitario de la vacuna oleosa en el mercado (CMVO), ahora teniendo en cuenta el hecho de que la efectividad de ambos procedimientos no es la misma, siendo mayor la correspondiente a la alternativa que utiliza la vacuna oleosa.

Tomando los datos de Paraguay (8) y haciendo substitutiones en la ecuación (xxiv), se tiene:

$$\text{EUA\$}0,37 \leq CMVO \leq \text{EUA\$}0,86 \quad (\text{xxv})$$

Se puede apreciar que el valor de los límites del intervalo donde podría caer el costo de una dosis de vacuna oleosa en el mercado, por efecto de considerar la mayor efectividad de esta vacuna, ha aumentado en aproximadamente 18% con respecto al que resultaba cuando no era considerada una diferencia de efectividad inmunitaria entre ambos procedimientos (ecuación xi).

Por otra parte, si se relaciona este intervalo de costos unitarios de la vacuna oleosa en mercado con la situación conocida del costo de una dosis de vacuna hidróxido-saponinada en el mercado (8), ocurre lo siguiente:

$$2,3 \text{ veces} \leq \frac{CMVO}{CMVH} \leq 5,4 \text{ veces} \quad (\text{xxvi})$$

donde esta afirmación solo es verificable si se cumple el supuesto CUPH = CUPO, considerando una mayor efectividad para la vacuna oleosa (0,91 contra 0,80) y si se utilizan los costos estimados para la vacunación antiaftosa en 1976 en Paraguay (8).

CONCLUSIONES

El costo total anual de vacunación antiaftosa

para la alternativa 1, con vacuna de hidróxido de aluminio-saponina depende de la cantidad de animales a vacunar y del costo que tiene vacunar un bovino en una etapa. El mismo tipo de costo para la alternativa 2, que incluye vacuna oleosa, es función del número de bovinos a ser vacunados, del costo de vacunar un bovino en una etapa y de la proporción de animales jóvenes existentes en la población. El costo unitario de vacunación en una etapa depende del costo de una dosis de vacuna en el mercado y del costo operacional de aplicación.

Este último costo, expresado en forma unitaria, es idéntico para ambos procedimientos. Al no existir aún en el mercado vacuna antiaftosa con adyuvante oleoso, para estudiar las relaciones de costos es necesario tomar como referencia la vacunación con la alternativa 1. Asumiendo que CUVH = CUVO, se subentiende que CTVH > CTVO, por lo que el nuevo procedimiento resulta económicamente viable ya que aunque toda la población a vacunar fuese joven (α), el costo total por año de vacunación sería un tercio menor que el que se alcanzaría con el procedimiento actualmente vigente. Por otro lado, si se asume que CTVH = CTVO, no considerando diferencias de efectividad entre ambos procedimientos, entonces el esquema de vacunación con vacuna oleosa es económicamente viable dentro de un intervalo que tiene como límite $CMVO = 4,6 CMVH$. A estos resultados es posible llegar aplicando la metodología de costos propuesta por Astudillo *et al.* (1) y utilizando las informaciones sobre costos de vacunación de Paraguay en 1976 (8).

La efectividad inmunitaria de la alternativa con vacuna oleosa es de 0,91 contra 0,80 del procedimiento con vacuna hidróxido-saponinada. Considerando esta diferencia de efectividad el estudio de los costos se debe referir al costo anual de protección de un bovino frente a la fiebre aftosa (CUP). Si se asume que CUVO = CUVH entonces el CUPO llega a ser siempre más bajo que CUPH. Por otra parte si se supone que los costos anuales de protección de un bovino por ambas alternativas son iguales (CUPO = CUPH), entonces el nuevo esquema de vacunación antiaftosa es económicamente viable en el intervalo de CUV que tiene como límite $CUVO = 3,41 CUVH$. Si el estudio es referido al costo unitario de una dosis

de vacuna oleosa en el mercado de consumo, la viabilidad existe hasta el punto en que CMVO = 5,4 CMVH, aplicando los datos de Paraguay (8) y la metodología propuesta en un trabajo anterior (1).

REFERENCIAS

1. ASTUDILLO, V.M.; GAUTO, M.T. de; WANDERLEY, M.; CABALLERO, B. Costo de la vacunación antiaftosa en Paraguay. (The cost of foot-and-mouth disease vaccination in Paraguay). *Bltm Centro Panamericano Fiebre Aftosa* 23-24: 17-24, 1976.
2. AUGÉ DE MELLO, P.; ASTUDILLO, V.M.; GOMES, I.; CAMPOS GARCIA, J.T. Aplicación en el campo de vacuna antiaftosa oleosa e inactivada: vacunación y revacunación de bovinos jóvenes. (Field application of inactivated oil adjuvanted foot-and-mouth disease virus vaccine: vaccination and revaccination of young cattle). *Bltm Centro Panamericano Fiebre Aftosa* 19-20: 31-38, 39-47, 1975.
3. AUGÉ DE MELLO, P.; ASTUDILLO, V.M.; GOMES, I.; CAMPOS GARCIA, J.T. Respuesta inmunitaria de bovinos adultos vacunados contra la fiebre aftosa con vacuna oleosa. (Immune response of adult cattle vaccinated with oil adjuvanted foot-and-mouth disease vaccines). *Bltm Centro Panamericano Fiebre Aftosa* 26: 23-25, 27-29, 1977.
4. COORDENAÇÃO DO COMBATE À FEBRE AFTOSA. MINISTÉRIO AGRICULTURA. BRASIL. II Avaliação do Plano Nacional de Combate à Febre Aftosa-PNCFA, 1971-76. Edif. Embaixador, SCS, Brasília, DF.
5. GOMES, I.; ASTUDILLO, V.M. Foot-and-mouth disease: evaluation of mouse protection test results in relation to cattle immunity. *Bltm Centro Panamericano Fiebre Aftosa* 17-18: 9-16, 1975.
6. PAN-AMERICAN FOOT-AND-MOUTH DISEASE CENTER. PAHO/WHO. Unpublished data on protection against IDL challenge conferred by oil vaccines.
7. ROSENBERG, F.; ASTUDILLO, V.M.; GOIĆ, R. Regional strategies for the foot-and-mouth disease: an ecological outlook. In Proceedings of the Second International Symposium, Canberra, Australia, 7-11 May 1979.
8. SERVICIO NACIONAL DE SALUD ANIMAL (SENACSA). PARAGUAY. Información estadística relacionada con el programa de fiebre aftosa. 3er. cuatrimestre, 1976. Casilla 1110, Asunción.