

Control de las infestaciones de la garrapata *Boophilus microplus* en la ganadería Cubana y en regiones de latinoamérica con la aplicación del inmunógeno Gavac® dentro de un programa de lucha integral

Marisela Suárez Pedroso¹, Luis Méndez Mellor², Mario Valdez², Rossiane de Moura Souza³, Agostinho Jorge dos Reis Camargo³, Norma Constanza Vargas⁴, Elías Ascanio Evanoff⁵.

Resumen

Globalmente las garrapatas son un problema tanto por las enfermedades que transmiten como por las pérdidas económicas que ellas generan y por el impacto ambiental producido por los químicos empleados y los residuos dejados por ellos. Se estima que el 80% del ganado en el mundo está infestado con garrapata causando altísimas pérdidas económicas; debido a ello se ha difundido el uso de garrapaticidas de origen químico como el método más común para su control, gracias a su efectividad sobre la garrapata que está en el animal, más no sobre las larvas que no se hallan en él, obligando a realizar tratamientos continuos, acentuando la residualidad y selección de poblaciones de garrapatas resistentes hasta hacer ineficaz su uso. Este documento describe una salida inmunológica al problema basado en el uso de vacunas que contienen el antígeno Bm86 de la garrapata *Boophilus microplus*. Esta vacuna induce una respuesta inmune en el bovino afectando la repleción de las teleoginas y su potencial biótico; el paso de generaciones sucesivas sobre el animal inmunizado, logra una reducción progresiva de las poblaciones de garrapatas en los potreros. El propósito final de este tipo de programas es el control, más no la erradicación de las garrapatas para mantener la estabilidad enzoótica sobre los hemoparásitos. Se presentan resultados alcanzados en cuatro países, Cuba, Brasil, Colombia y Venezuela; donde se demostró una importante disminución de infestaciones por *B. microplus* en los rebaños inmunizados, aumento del intervalo entre baños garrapaticidas, disminución de la resistencia a acaricidas, disminución significativa de la morbimortalidad por hemoparásitos y disminución importante de los costos de producción, entre otros beneficios.

¹ Centro Ingeniería Genética y Biotecnología, Cuba,

² Centro Nacional de Parasitología, Cuba,

³ PESAGRO Río, Brasil,

⁴ Universidad del Tolima, Colombia,

⁵ Universidad Central de Venezuela



Introducción

La garrapata *Boophilus microplus* constituye uno de los parásitos que más pérdidas ocasiona en las explotaciones bovinas. Es vector de patógenos como *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* presentes en la sangre de los bovinos y se convierte en un grave problema para la ganadería, tanto por los efectos directos como por los efectos indirectos que ocasionan.

De forma global, se estima que el 80 % del ganado bovino del mundo está infestado con garrapatas, y esto provoca pérdidas de 2 000 a 3 000 millones de USD. De hecho, hay regiones del mundo donde la industria ganadera no ha podido establecerse debido al problema de las garrapatas y las enfermedades asociadas. (FAO Animal Production and Health Paper N 36)

El método más empleado para su control es el tratamiento con garrapaticidas químicos, que tienen acción eficaz y rápida sobre las garrapatas que se encuentran sobre el animal, pero su actividad sobre las larvas que están en los pastos es nula, lo que obliga a realizar tratamientos continuos y acentúan los efectos colaterales, como es residualidad y selección de poblaciones de garrapatas resistentes hasta hacer ineficaz su uso (Parra *et al.*, 1999). En la necesidad de encontrar nuevas opciones y alternativas de lucha, que eliminen el carácter tóxico de las formas tradicionales y permitan un uso racional de los acaricidas químicos para lograr menos daños directos y colaterales a la producción y el medio ambiente, (Parra *et al.*, 1999 Rodríguez *et al.* 2002) se han desarrollado nuevas estrategias incluidas en un Programa de lucha Integrada contra las garrapatas. El control inmunológico se ha convertido en una alternativa promisoriosa, pues se logra inducir una respuesta tal en los animales inmunizados que permite mantener bajo control a estos parásitos. Esta vía tiene como perspectiva una protección de mayor duración y esta exenta de problemas de índole ambiental. Varios antígenos de *B. microplus* han sido aislados como candidatos vacunales, el más conocido Bm86 (Willadsen *et al.* 1988; Rand *et al.*, 1989) fue aislado y expresado a altos niveles en la levadura *P. pastoris* (Rodríguez *et al.*, 1994)., fue purificado mediante un procedimiento simple y se obtuvo con un alto rendimiento y pureza, en forma glicosilada y particulada, (Canales *et al.*, 1997) formulándose una preparación con elevadas propiedades inmunogénicas y protectivas (García-García *et al.*, 1998), que cumple con una serie de estrictas especificaciones de calidad para su uso en bovinos y que es conocido comercialmente como Gavac®. Figura 1. Resumiendo todos los estudios realizados con el antígeno Bm86, el mecanismo de acción se basa en tres etapas fundamentales que permiten lograr su efectividad:

- Unión de las inmunoglobulinas a las células digestivas o células blanco
- El efecto del complemento al menos, para amplificar la unión de los anticuerpos
- La inhibición de la endocitosis o función biológica de la molécula blanco como consecuencia de la unión de los anticuerpos. No actúa de la misma manera que los garrapaticidas, los cuales fundamentalmente eliminan el estadio del parásito que está sobre el animal en el momento del tratamiento. Este producto induce una respuesta inmune en el bovino que afecta la repleción de las teleoginas y su potencial biótico.

Cuando sucesivas generaciones de las garrapatas pasan sobre animales inmunizados, este efecto es acumulativo y por lo tanto se logra una reducción progresiva de las poblaciones del ectoparásito en los potreros, lo cual redundan en:



- Grandes ahorros por concepto de acaricidas y mano de obra
- Reducción de los problemas asociados al manejo de químicos (contaminación, generación de resistencia, etc)
- Reducción de la morbilidad por hemoparásitos. Este último efecto positivo está basado en que el Programa no tiende a la erradicación, sino al control, y mantener cierto número de garrapatas sobre los animales que favorece el establecimiento de estabilidad enzoótica para los hemoparásitos (Rivera, 1996).

En Cuba, Gavac® comienza su introducción paulatinamente a partir de 1995 insertándose en el Plan Nacional de Control Integral contra la garrapata (PCI). La inmunización estratégica en conjunto con la aplicación de tratamientos químicos según la infestación de los animales, permiten en condiciones de producción reducir el consumo de acaricidas y las enfermedades asociadas con *B. microplus*. Inicialmente el programa redujo un 60 % de los tratamientos químicos y actualmente en un 95%. Además se corrobora de forma extensiva, que Gavac®, dentro de un programa de lucha integral produce una disminución de más de 10 veces del índice de enfermedades y muertes por hemoparasitosis. En el análisis del consumo de productos acaricidas había una media anual entre 152 - 76 toneladas, lo cual se ha reducido en 11,9 - 6,1 toneladas anuales en los últimos años, lo que significa un ahorro de más de 30 millones de dólares por este concepto. Cuba cuenta por primera vez, con un programa integral extensivo para el control de *B. microplus* que incluye el inmunógeno Gavac®. Todos estos datos son obtenidos del Centro de Estadística Nacional del Ministerio de la Agricultura (CEN, MINAGRI).

Este Programa que incluye el inmunógeno Gavac® fue aplicado en Brasil en el Estado de Río de Janeiro, en condiciones controladas en una primera fase en 2 estaciones experimentales y fue extendido en condiciones de Producción haciendo un seguimiento durante 4 años. En Colombia se seleccionaron 2 Haciendas del Tolima, que estuvieron sometidas al Programa por 9 años y recientemente en Venezuela en 3 haciendas en los Estados de Guárico, Cojedes y Falcón para estudiar regiones geográficas diferentes. Los resultados obtenidos son similares en cuanto a la disminución de las infestaciones de la garrapata *Boophilus microplus* en los rebaños inmunizados con Gavac®. Aumentó el intervalo entre baños garrapaticidas que son más espaciados en la medida que transcurre el tiempo de aplicación del Programa. Las fincas dentro del PCI de Colombia antes del Programa tenían una alta incidencia de enfermos y muertos por hemoparásitos y se disminuyó de forma significativa. Unido a todas las ventajas en la producción ganadera, con la disminución del empleo de productos químicos al aplicar esta estrategia en el control de la garrapata, se ha incidido por más seguridad en la producción de la industria y en la preservación del medio ambiente.



Figura 1. Producto Gavac®, en una de sus presentaciones comerciales más comunes, el bulbo de 50 dosis, que contiene la proteína recombinante Bm86 formulada en un adyuvante oleoso para el desarrollo de altos títulos de anticuerpos en los bovinos inmunizados.

El Programa de Control Integrado de garrapatas que incluye la aplicación del producto Gavac®

Impacto de su generalización en Cuba durante más de 10 años

El Programa de Control integral contra la garrapata ha sido aplicado en la ganadería cubana a nivel Nacional; Programa que comenzó a introducirse desde inicios de la década del 1990. El uso del inmunógeno Gavac® se ha ido introduciendo de manera gradual en el sector estatal de la ganadería unido al PCI diseñado, a partir del año 1995. La masa total de animales vacunados llegó en el 2006 a una cifra superior a los 500 000 animales de la masa élite mas susceptible a las garrapatas, distribuidos por todo el país. (CEN, MINAGRI)

Este sistema tiene dos componentes principales:

- El tratamiento acaricida usado de forma racional, solo en dependencia de la intensidad de infestación.
- La inmunización con Gavac® de toda la masa ganadera mayor de 1 mes de nacido en las haciendas donde se aplique.

Previo a la inmunización con Gavac® se realizaba un promedio de 20 baños anuales y en la actualidad el PCI con el inmunógeno Gavac® redujo a dos anuales en los lugares con mayor frecuencia y se reportan vaquerías donde se cuentan con tiempos de 3 años sin aplicar baños acaricidas. (Figura 2).

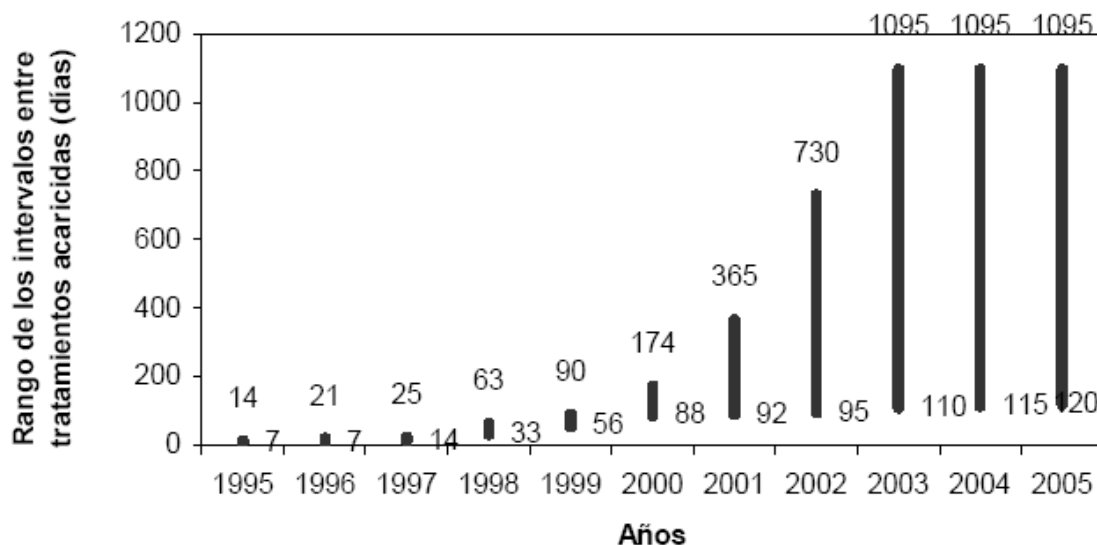


Figura 2. Evolución del intervalo entre baños de las empresas con el PCI y Gavac®. Cada barra representa el rango, desde el valor mínimo hasta el máximo en días (Cuba). (Datos CEN, MINAGRI)

Al comparar la frecuencia de los baños acaricidas en las regiones con el PCI sin el inmunógeno Gavac® y las que lo incluyen, se observa una marcada diferencia en los intervalos entre baños para ambos grupos, que son muy superiores para las vaquerías inmunizadas y estos intervalos se hacen progresivamente mayores con el tiempo de aplicación de Gavac®. Esto se presenta en la figura 3.

En las áreas inmunizadas con Gavac® por varios años se ha observado una fuerte reducción de la morbilidad por babesiosis y anaplasmosis, permitiendo llegar a la hipótesis que la aplicación de este programa contribuye al establecimiento de un estado de estabilidad enzoótica para estos hemoparásitos.

Antes de la inmunización existía una incidencia de más de 200 000 bovinos enfermos por hemoparásitos a nivel nacional y después de la introducción de Gavac® dicha incidencia se ha disminuido en un 97% (Figura 4).

Resumen del impacto en la ganadería Cubana del Sistema de Control Integrado que emplea inmunización con Gavac®

- Muy significativa reducción en el intervalo entre baños acaricidas: antes, 7-21 días; actual, 120 – 1095 días.
- Muy significativa reducción en el uso de acaricidas: de 76-152 ton/ año, a 6 – 12 ton / año.

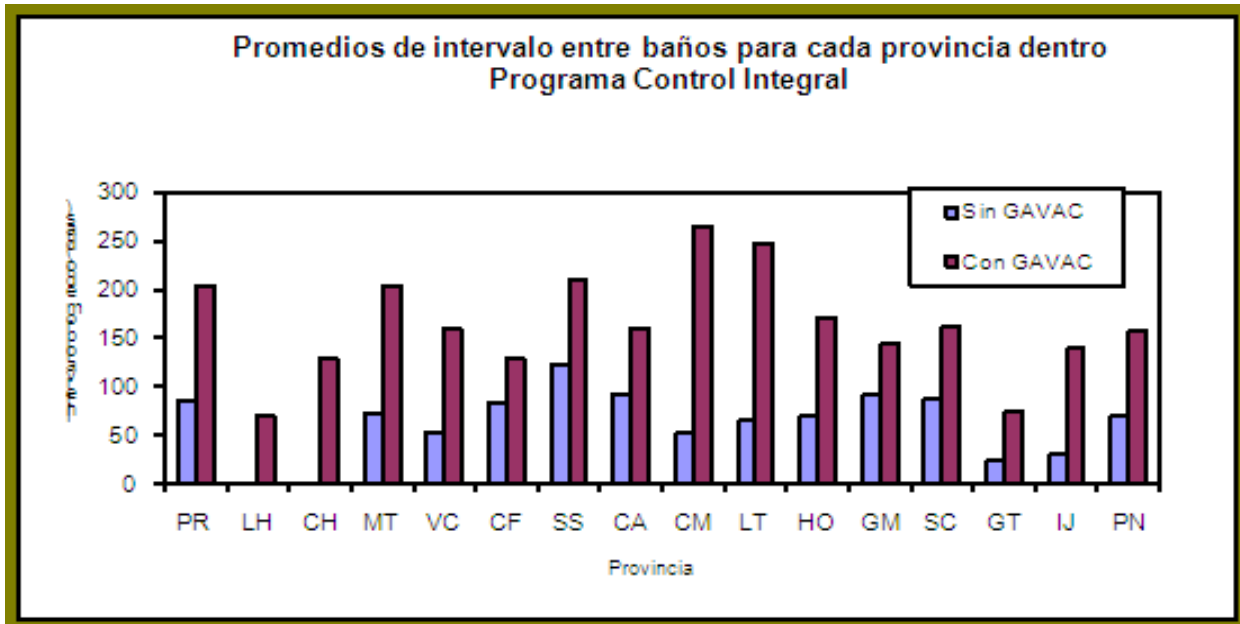


Figura 3. Evolución del intervalo entre baños de las empresas ganaderas con el Programa de Control Integrado con y sin el inmunógeno Gavac® (Cuba). Datos CEN, MINAGRI

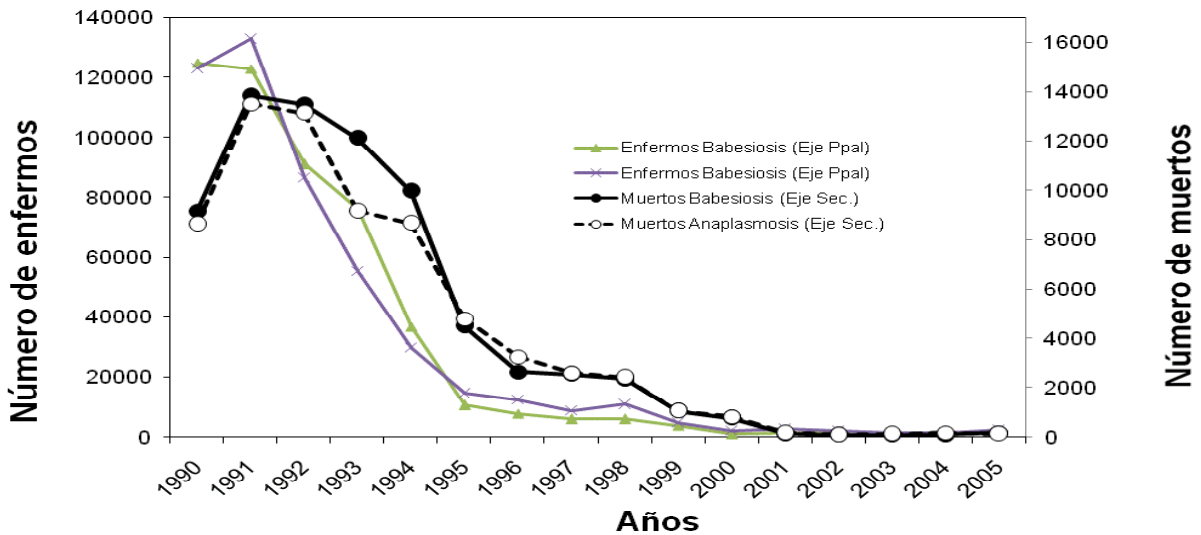


Figura 4. Reducción de la morbilidad y la letalidad ocasionada por los hemoparásitos *Babesia* y *Anaplasma* en los rebaños bajo el PCI, expresada como reducción del número de animales enfermos y muertos en cada año por estas enfermedades (Cuba). Datos CEN, MINAGRI



- Disminución en la aparición de la resistencia a los acaricidas. Aumentando el tiempo de vida útil de los productos comerciales.
- Reducción del gasto por concepto compra de acaricidas: de 5 millones USD, a 0.8 millones USD anuales.
- Una disminución de la incidencia de enfermos y muertos por hemoparásitos en un 97 %. La cifra de un 3% Nacional ha dejado de ser un problema en la ganadería del país.
- Se ha alcanzado una estabilidad enzoótica a los hemoparásitos.

Primera Fase del PCI en Brasil, Estado de Río de Janeiro

Se realizó la evaluación del inmunógeno Gavac® dentro del PCI en las Estaciones experimentales de Itaguaí y de Itaocara del Estado de Río de Janeiro, la evaluación fue realizada en dos fases, una primera etapa (Fase 1) para la evaluación del PCI en rebaños controlados, y una segunda (Fase 2) para evaluar el programa en su extensión a un número mayor de rebaños en condiciones de producción. Este estudio fue realizado entre los años 2001 al 2004.

Se observó con frecuencia daño de las garrapatas que se encontraban sobre los animales inmunizados. Este daño estuvo caracterizado por cambios en la coloración de las teleoginas (a rojiza o amarillenta), reducción en su talla, y apariencia seca. Figura 5.

En el análisis de la influencia de la inmunización sobre el potencial reproductivo se pudo constatar una fuerte afectación (reducción) en la disminución del Peso de las Teleoginas y su aove a medida que avanzaban los ciclos de inmunización, Figura 6.

Durante la primera fase, la hacienda inmunizada (Itaocara) disminuyó el número de baños a 9, mientras en la hacienda control se realizaron en el mismo período 22 baños. Esta reducción notable en el número de baños en este período representó un 62% menos en el consumo de acaricidas.

En la Estación experimental de Itaguaí, la reducción más notable en el número de baños se observó en el grupo de vacas en lactación del área Estábulo, grupo más susceptible y afectado por las infestaciones de garrapatas. Otra reducción importante se obtuvo en el grupo Pavilhão 50. En este grupo se realizaban 20 baños por año antes de la implantación del Programa. En el período octubre del 2001 a mayo del 2003 solo se necesitaron cuatro baños para controlar las infestaciones de garrapatas. El intervalo fue aumentando con la aplicación del Programa hasta acumular 243 días sin aplicar baño acaricidas. Figura 7.



Figura 5. Garrapatas colectadas de animales inmunizados con Gavac® Estación Experimental de Itaguaí (Rio de Janeiro, Brasil).

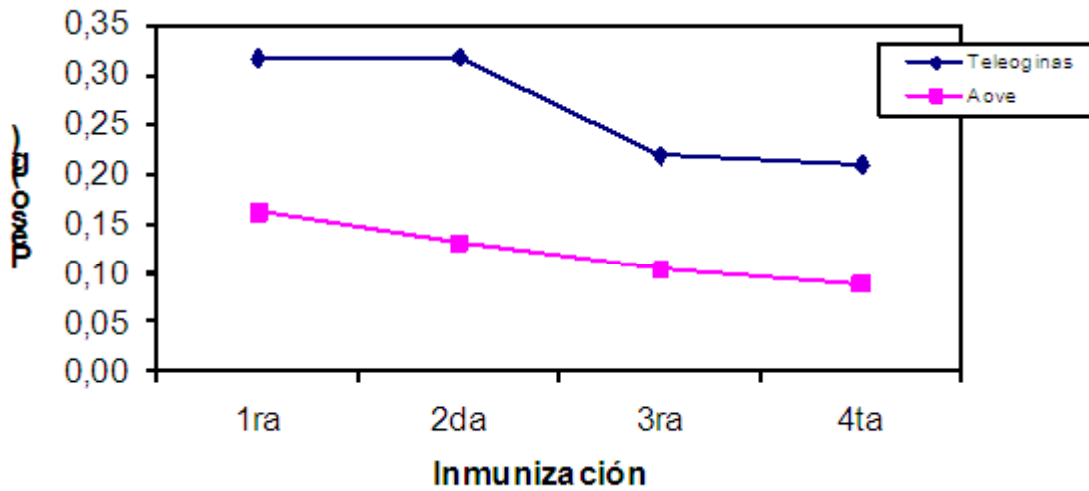


Figura 6. Reducción del potencial reproductivo de teleoginas colectadas durante las 4 primeras inmunizaciones. Estación Experimental de Itaguaí (Rio de Janeiro, Brasil).

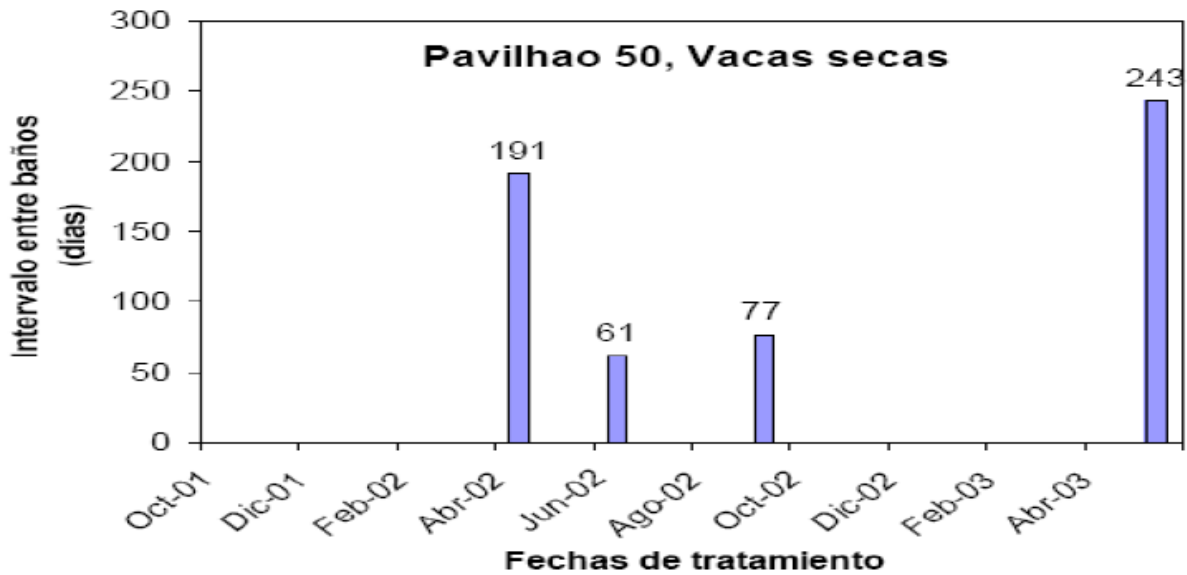


Figura 7. Comportamiento de los intervalos entre baños acaricidas en el grupo “vacas secas” del área Pavilhao 50, durante la primera fase de implementación del Programa. Los valores de cada columna muestran el intervalo entre cada baño y el anterior (Rio de Janeiro, Brasil).

Resultados de la aplicación del PCI en la segunda fase (Rio de Janeiro, Brasil)

Las nuevas haciendas incorporadas al programa registraron valores positivos de serología en todos los animales y de la misma manera que durante la primera fase del proyecto, se pudo observar un alto grado de seguridad del producto Gavac®, dada la ausencia de reacciones secundarias por la inmunización. Las haciendas inmunizadas provenientes de la primera fase del proyecto y que prosiguieron este esquema durante la aplicación de la segunda fase, mostraron un alargamiento de los intervalos entre tratamientos, altamente significativo y progresivo. Por ejemplo, en la Estación Experimental de Itaocara estos intervalos llegaron a 325 días y 578 días, para vacas en lactación y vacas secas respectivamente, hasta el tercer año de tratamiento, al cuarto año de tratamiento se logro alcanzar 520 días y 831 días de intervalo entre baños garrapaticidas para las vacas en ordeño y secas respectivamente. Figura 8. El intervalo menor para las vacas en lactación es lógico si se tiene en cuenta que este grupo es el más susceptible a las infestaciones por garrapatas. Un examen detallado realizado a estos animales mostró muy bajos niveles de infestaciones con estadios adultos de las garrapatas. Estos resultados fueron publicados en la Revista Business Rural. No. 17, 2005.

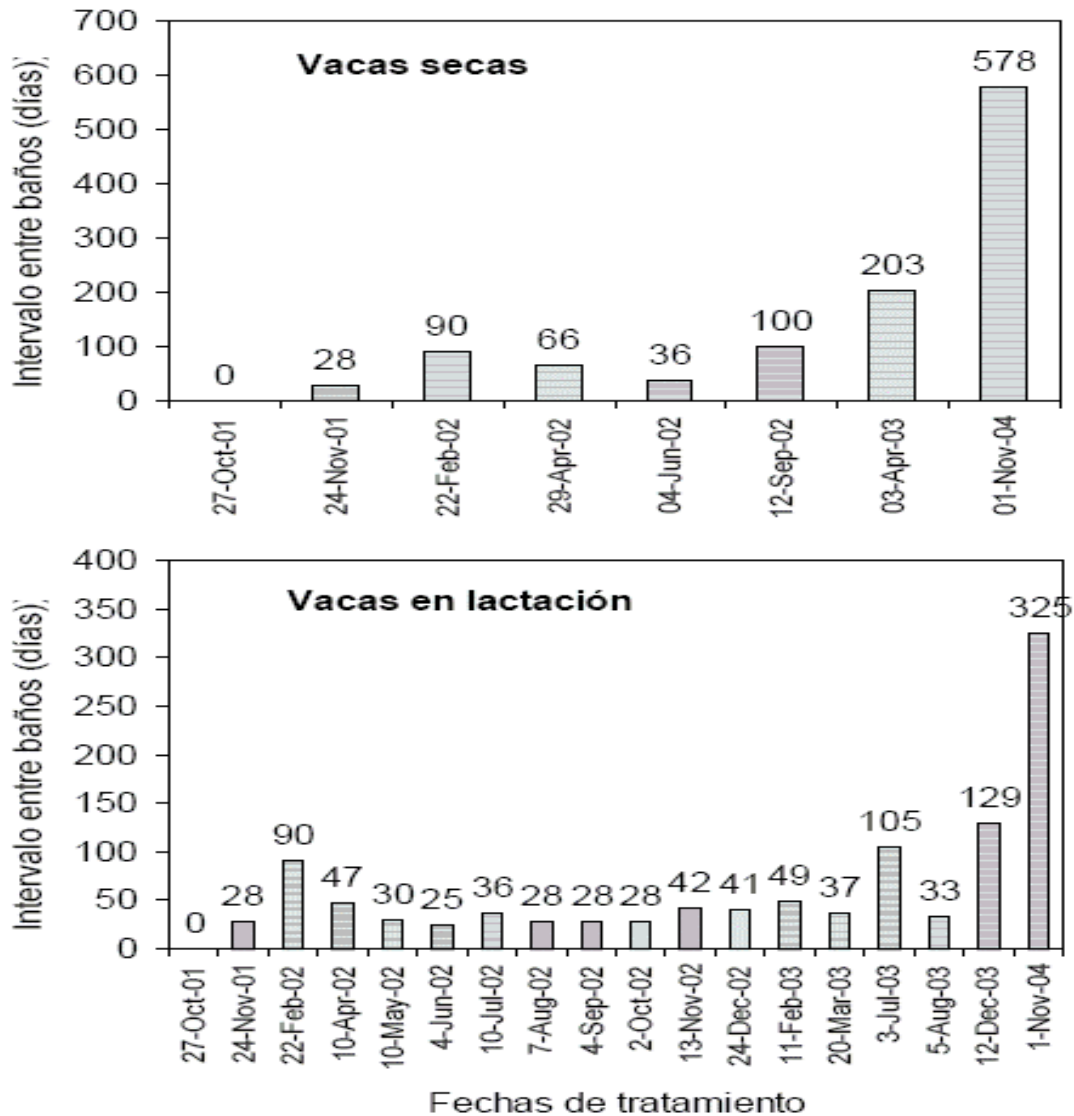


Figura 8. Comportamiento de los intervalos entre baños acaricidas en la hacienda con vacunación de la Estación Experimental de Itaocara hasta la fecha. El eje de las “X” muestra las fechas de cada tratamiento. Los valores de cada columna muestran el intervalo entre cada baño y el anterior (Rio de Janeiro, Brasil).

Resumen de los resultados con el PCI que emplea inmunización con Gavac® en el Estado de Río de Janeiro

- La aplicación del Programa de Control Integrado de garrapatas basado en la aplicación más racional de los acaricidas químicos y la inmunización con el inmunógeno Gavac® logra reducir los niveles de infestación por garrapatas en las diversas condiciones de campo del Estado de Río de Janeiro.



- La aplicación de este Programa permite la reducción del uso de acaricidas químicos en la producción ganadera, lo cual tiene repercusiones positivas en los costos del control de este parásito.
- La aplicación de la inmunización con Gavac® no mostró ningún efecto deletéreo en los bovinos.

Aunque no se midió en este estudio, es de esperar también efectos positivos sobre el medio ambiente, la salud de los trabajadores, los niveles de contaminación en productos lácteos, la calidad de los cueros, y los costos asociados a las enfermedades hemoparasitarias

Resultados de la aplicación del PCI en Colombia, Municipio Ibagué (Departamento del Tolima)

A partir del año 1995 la hacienda Santa Cruz del municipio Ibagué, Tolima fue seleccionada para aplicar el PCI y el inmunógeno Gavac®, pues existía alta incidencia de garrapatas y muertes por hemoparásitos. Durante 9 años la misma fue monitoreada y se midió Potencial Biótico de las teleoginas, el número de baños acaricidas, la incidencia de enfermos y muertos por Hemoparásitos. Se logró reducir las infestaciones de garrapatas y por consiguiente los baños acaricidas, como promedio antes del Programa se realizaban en número de 12 al año, y se redujo hasta aplicar como promedio 2 baños al año. Figura 9. También muy significativa la reducción progresiva del número de animales enfermos y muertos por hemoparásitos. Figura 10. Desde el año 2001 y hasta 2004 se mantuvo en cero los muertos por estas enfermedades.

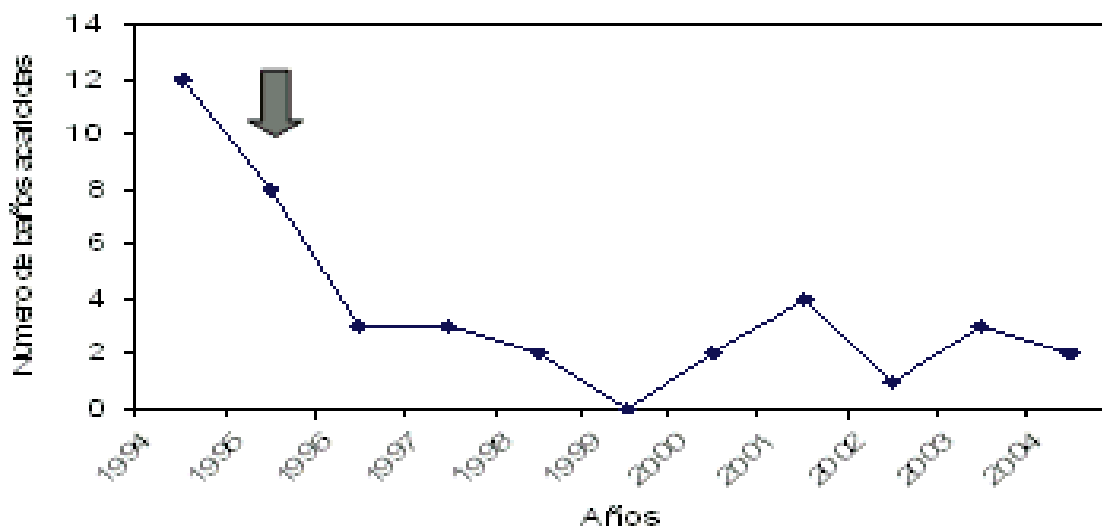


Figura 9. Números de baños acaricidas por años en la Hacienda Santa Cruz (Tolima, Colombia).

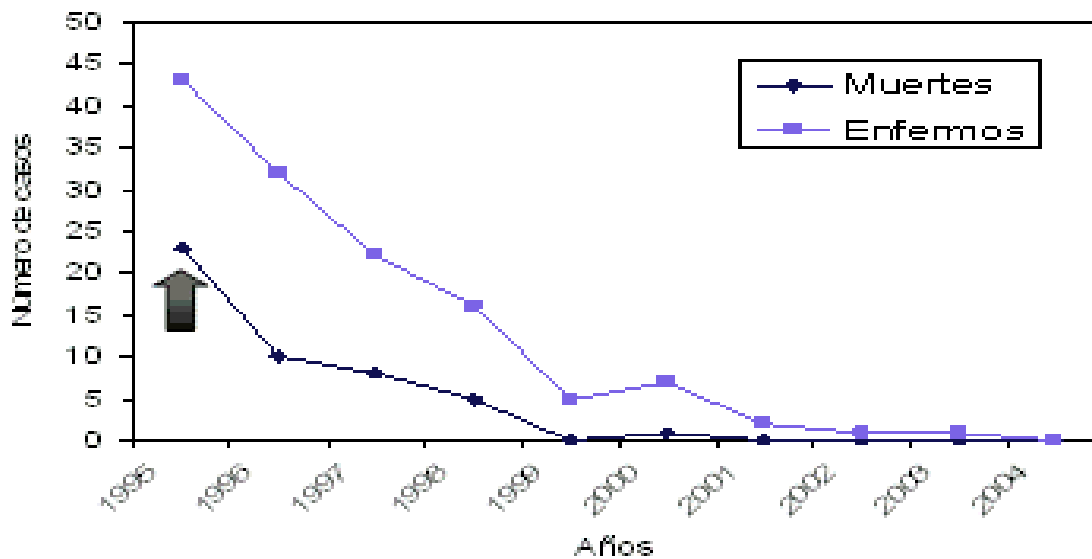


Figura 10. Incidencia de enfermos y muertos por Hemoparásitos en la Hacienda Santa Cruz (Tolima, Colombia)

La hacienda Tecaúlí del municipio de Ibagué, Tolima se seleccionó para aplicar el PCI pero sin incluir el inmunógeno Gavac®. En la figura 11 se puede observar que el número de baños acaricidas antes de aplicar el PCI oscilaba en 20 baños anuales, al indicar los baños por el índice de infestación se pudo disminuir el número de baños a 12 anuales de forma estable. Al decidir la introducción del inmunógeno en el PCI ya implementado (año 2000), los baños acaricidas disminuyeron progresivamente hasta 3 baños en el último año de seguimiento de esta hacienda (año 2004). La alta incidencia de muertes por hemoparásitos también disminuyó progresivamente después de la Aplicación de Gavac®. Esta disminución en los casos de mortalidad se presenta en la figura 12.

Resumen de los resultados con el PCI que emplea inmunización con Gavac® en las haciendas Sta Cruz y Tecaúlí (Tolima, Colombia).

- Reducción de las infestaciones de *Boophilus microplus*.
- Disminución del uso de acaricidas químicos en más de 5 veces comparado con el uso antes de aplicar el Programa.
- Reducción significativa de la incidencia de enfermos y muertos por hemoparásitos. Disminución de los costos por concepto de acaricidas químicos, mano de obra y tratamientos de hemoparásitos.

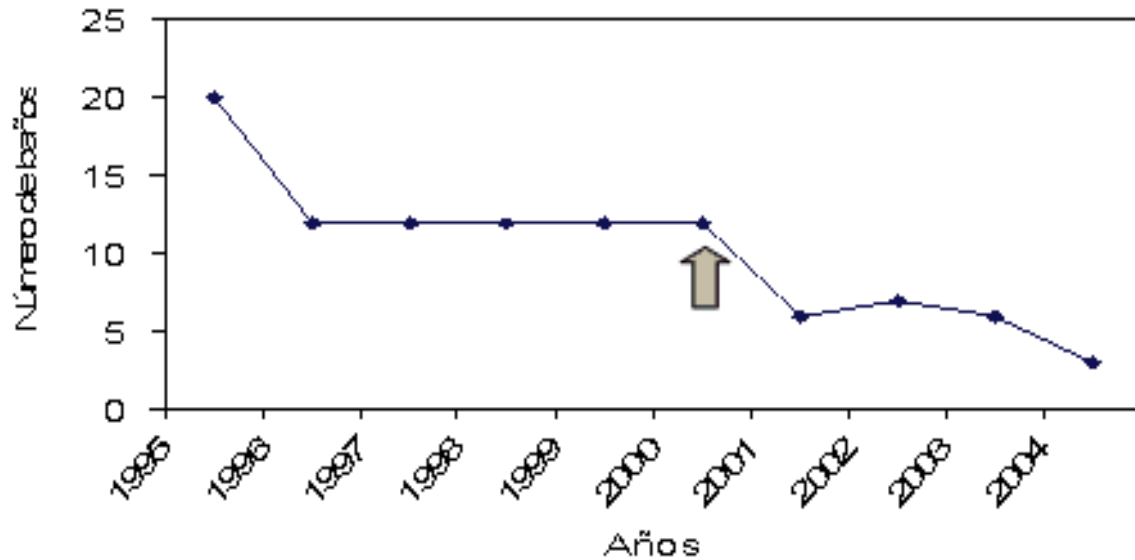


Figura 11. Números de baños acaricidas por años en la Hacienda Teucalí (Tolima, Colombia)

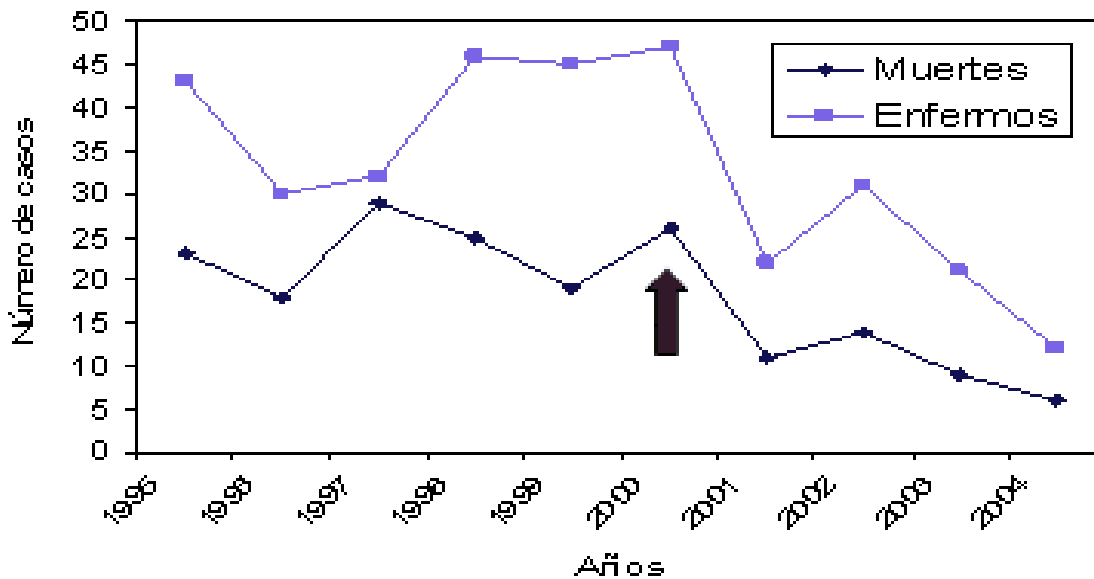


Figura 12. Incidencia de enfermos y muertos por Hemoparásitos en la Hacienda Teucalí (Tolima, Colombia)

Los casos de mortalidad continúan en cero, no así los casos clínicos donde la prevalencia ha aumentado en la población joven, la cual solo ha recibido tres dosis de vacuna y en otros casos no la ha recibido, por ello los animales enfermos son terneras entre los siete y los diez meses de edad con una genética Holstein por Gyr que predispone a la acción de los hemoparásitos.



Sin embargo cabe mencionar que los niveles de hemoparásitos en animales adultos no se han presentado, casos clínicos ni muertes y serológicamente en los animales se les ha diagnosticado niveles menores de 0.5% lo cual es un impacto económico positivo para la empresa lechera

Resultados de la aplicación del PCI en Venezuela, Estados de Cojedes, Falcón y Guárico

En el año 2006 se seleccionaron tres estados representativos de la ganadería venezolana (Cojedes, Falcón y Guarico) donde se evaluaron una finca por estado, que cumplieran con los requisitos para aplicar el PCI unido a inmunización con Gavac®.

Fueron monitoreadas durante un año, (2006-2007) las 3 fincas seleccionadas, se realizó conteos de garrapatas periódicos y se aplicaron los tratamientos acaricidas según se establece en el Programa por el Índice de infestación, se realizó la colecta de las teleoginas adultas mensualmente para medir su Potencial Reproductivo y se cuantificaron los niveles de anticuerpos anti Bm86. Actualmente, ya en el segundo año de aplicación del Programa, se mantiene la colecta de la información sobre la incidencia de hemoparásitos y seguimiento de los parámetros establecidos en el estudio.

- El comportamiento de los valores de anticuerpos determinados en la masa bovina inmunizada coincide con el cronograma de inmunización.
- Todos los animales desarrollaron una respuesta potente después de ser inmunizados.

Los títulos en la semana 24 disminuyeron a niveles iguales o menores de 640 (Falcón y Guárico). Este resultado era esperado y corresponde a los estudios anteriores con el inmunógeno y la necesidad de inmunizar cada 6 meses como se establece en el esquema recomendado de aplicación de Gavac®.

Al medir el Peso de las garrapatas adultas, el Peso del Aove y la Eclosión de las teleoginas colectadas de los animales inmunizados durante el año de estudio (Figura 13), se observó que disminuyó en todos los casos de forma significativa (mas de un 50%) tanto el peso de la garrapata como la cantidad de huevos; siempre comparando con los valores para estas variables antes del uso de Gavac® y la Aplicación del PCI. Para la Finca en el Estado Cojedes no se encontraron garrapatas adultas en los últimos 4 meses del experimento. En el caso de la eclosión, este parámetro disminuyó al final del año de aplicación del Programa pero los valores no son significativos, sin embargo su viabilidad podría estar afectada.

Según se establece en el Programa, los baños se realizan cuando el índice de infestación es mayor a 10 garrapatas adultas por animal. La frecuencia de los baños acaricidas se redujo en todos los casos. Como promedio eran aplicados baños cada 21 días que corresponden a 15-17 baños al año. El ganado completo de las 3 fincas fue tratado 2 veces en Falcón y Guárico y una vez para el Estado Cojedes después de aplicado el programa (Figura 14). Para las vacas en ordeño la reducción fue también significativa, se aplicaron 6 baños en Falcón y 8 baños en Guárico, se alcanzó un intervalo entre baños garrapaticidas de 45-60 días para esta categoría, la más susceptible a infestaciones.



Peso Aove de las 3 Fincas en estudio

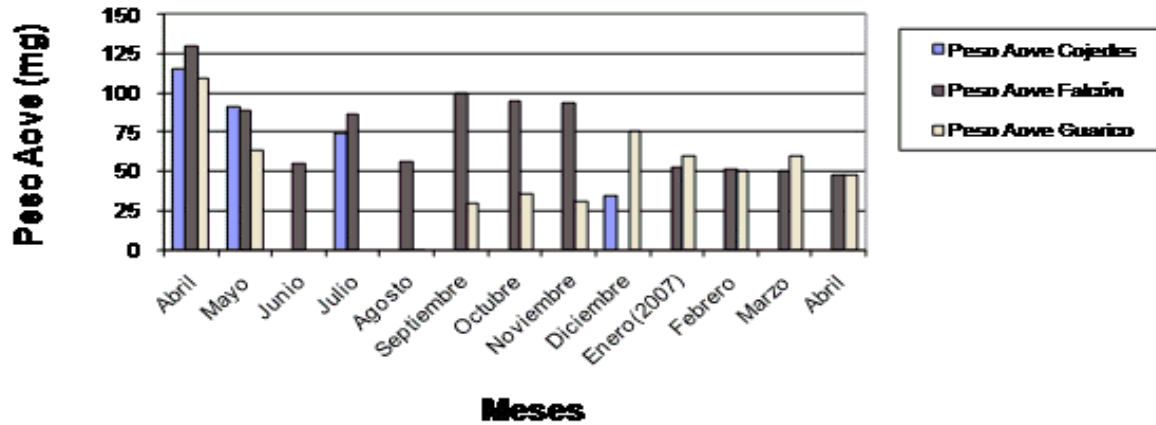


Figura 13. Peso del Aove de las garrapatas colectadas de los animales inmunizados con Gavac® durante el primer año de tratamiento (Venezuela)

Este ha sido y es un resultado muy promisorio teniendo en cuenta que es el primer año de tratamiento y el daño y el control de la garrapata se va acumulando en el tiempo.

Baños acaricidas antes y después de aplicar PCI y Gavac

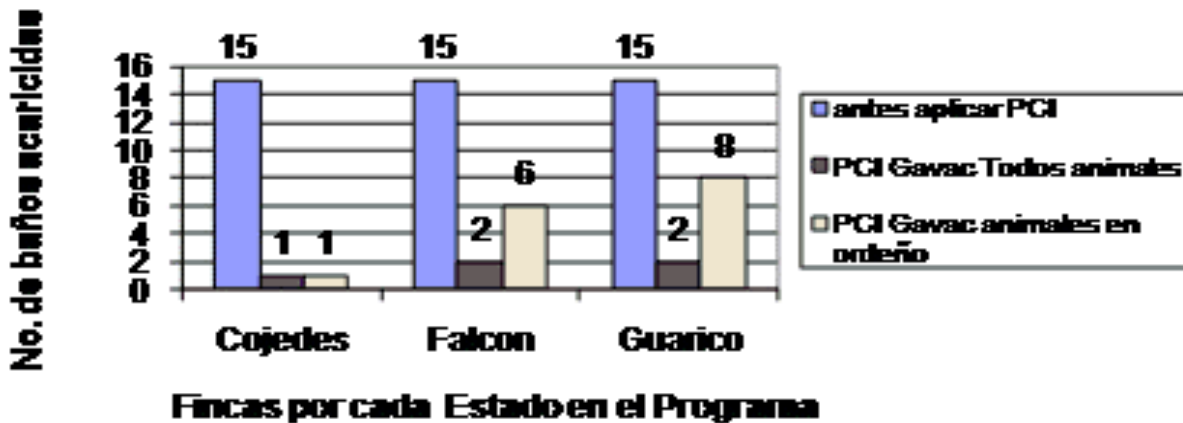


Figura 14. Números de baños acaricidas promedios antes de aplicar el PCI y durante el primer año del PCI y Gavac® en todos los animales y en las vacas en ordeño en las fincas en estudio.



Resumen de los resultados presentados

- El desarrollo del producto Gavac®, constituye un ejemplo de cómo la aplicación de las biotecnologías modernas pueden tener un impacto real en la economía, específicamente en la producción ganadera, al permitir grandes ahorros por concepto de adquisición de acaricidas, medicamentos para el control de los hemoparásitos, mano de obra, entre otros parámetros.
- Otro aspecto importante a destacar es el efecto que tiene la aplicación de éste Programa de Control Integrado unido a Gavac® sobre el medio ambiente y sobre la salud de los trabajadores del sector. Es bien conocido que muchos de los químicos más empleados para el control de las garrapatas presentan un gran potencial contaminante del ambiente, los productos pecuarios y afectación de la salud de los trabajadores. La reducción que se logra en el uso de estos productos químicos es un aporte del PCI y Gavac®, como producto favorecedor al medio ambiente.

Conclusiones

- En Cuba el sistema ha tenido un gran impacto a Nivel Nacional, tanto en el Control Veterinario como económico y ambiental.
- En otros países como Brasil, Colombia y Venezuela se han obtenido resultados similares en las haciendas en estudio cuando se ha aplicado el uso del inmunógeno dentro de un correcto Programa de Control Integral.



Bibliografía

- Canales M, Enríquez A, Ramos E, Cabrera D, Dandíe H, Soto A, Falcón V, Rodríguez M and J. de la Fuente. (1997). Large-scale production in *Pichia pastoris* of the recombinant vaccine Gavac™ against cattle tick. *Vaccine* 15: 414-422
- FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER 36. Ticks and tick-borne diseases. Selected articles from the WORLD ANIMAL REVIEW.
- García-García, J.C., Montero, C., Rodríguez, M., Soto, A., Redondo, M., Valdes, M., Mendez, L. and de la Fuente, J. (1998). Effect of particulation on the immunogenic and protective properties of the recombinant Bm86 antigen expressed in *Pichia pastoris*. *Vaccine Mammalian Cell Genetics Division, Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Havana, Cuba*. 16: 374-380
- Parra, M.H, Peláez, S.L., Segura, C.F., Arcos, J.C., Londoño, A., Díaz, E. y Vanegas, M.A. (1999). *Manejo integrado de garrapatas en bovinos*. Serie modular para la [capacitación](#) en tecnologías agropecuarias, 2:72-77.
- Rand KN, Moore T, Sriskantha A, Spring K, Tellam R, Willadsen P and Cobon GS. (1989). Cloning and expression of a protective antigen from the cattle tick *Boophilus microplus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 86: 9657-9661.
- Rivera, M. (1996). Hemoparasitosis Bovinas. ANAU CO EDICIONES, C.A. Caracas, [Venezuela](#). p. 131-46.
- Rodríguez M, Rubiera R, Penichet M, Montesinos R, Cremata J, V.Falcón, G.Sánchez, Bringas R, Cordovés C, Valdés M, Leonart R, Herrera L and de la Fuente (1994). High level expression of the *B.microplus* Bm86 antigen in the yeast *Pichia pastoris* forming highly immunogenic particles for cattle. *Journal of Biotechnology* 33: 135-146
- Rodríguez M, Montero C, Redondo M, Méndez L, Valdés M, Leonart R, Pérez H, Seoane G, Vargas M, Borroto C, Serrano E, Boué O, Lodos J, Machado H. (2002). “Extensión e impacto de la vacuna Gavac en el programa de lucha contra *Boophilus microplus* en Cuba”. Premio Anual de Innovación Tecnológica, Agencia de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Resolución No. 09/2002.
- Willadsen P, McKenna RV. and Riding GA. (1988). Isolation from the cattle ticks *Boophilus microplus*, of antigenic material capable of eliciting a protective immunological response in the bovine host. *International Journal for Parasitology*. 18:183 – 189
- Willadsen P. and Kemp DH. (1988). Vaccination with “concealed” antigens for tick control. *Parasitology Today*; 4: 196–198.

Edición: Efraín Benavides & Ligia Rodríguez
Redectopar
Septiembre de 2007