

La resistencia genética: una herramienta de prevención contra ataques parasitarios

NOTA ESPECIAL

Ana Carolina Espasandin*, Patricia Tholon**

INTRODUCCIÓN

A pesar de la existencia de numerosos métodos de prevención y control, en nuestros sistemas de producción se registran anualmente grandes pérdidas económicas, como consecuencia de las enfermedades parasitarias en animales domésticos. Perjuicios directos como muerte o pobres desempeños son de fácil visualización, mientras que daños indirectos como los provocados en la calidad de los cueros por la acción de garrapatas, contribuyen alterando los resultados económicos en las empresas agropecuarias.

La introducción de tolerancia a diferentes afecciones puede ser realizada tanto por vías genéticas como ambientales; los animales pueden ser vacunados o seleccionados por sus habilidades en minimizar los efectos de los patógenos en su desempeño y/o sobrevivencia.

La resistencia genética a las enfermedades, generalmente es debida a muchos genes (poligénica), y está relacionada a diversos factores, sufriendo grandes influencias ambientales, variando entre y dentro de especies.

Los constantes procesos de selección natural y asistida, han llevado a diferentes evoluciones en las razas bovinas para la producción de carne. La selección de animales más eficientes en los procesos de crecimiento, condujo al ganado de origen europeo a la pérdida de genes de rusticidad o adaptación a los ambientes más agrestes, tornándolos más susceptibles a diversas enfermedades. Por el contrario, los procesos de selección más recientes sobre el ganado cebuino han resultado en animales más adaptados a condiciones extremas.

Debido a esta variación genética, la práctica de la selección de animales resistentes puede ofrecer una valiosa herramienta para disminuir las pérdidas económicas y físicas provenientes de infestaciones parasitarias en animales domésticos. Para efectuarla, es necesario comprender sus formas de expresi-

sión, así como sus mecanismos asociados y correlacionados.

MECANISMOS DE RESISTENCIA

El desarrollo de enfermedades infecciosas es un proceso complejo. Mientras los microorganismos tratan de superar barreras dentro de los huéspedes, los animales han desarrollado una serie de mecanismos de defensa que interfieren con el normal desarrollo de los patógenos. Estos mecanismos de defensa proveen resistencia tanto a la infección como a la enfermedad.

Se entiende por resistencia a infestaciones, a la habilidad de los animales en limitar el número de parásitos capaces de alcanzar la madurez en la superficie de la piel, característica ésta, peculiar de cada individuo.

Resistencia a la entrada de organismos

La primera línea de defensa ante una infección está formada por barreras físicas que limitan el acceso de los microorganismos a los tejidos. Los organismos del ambiente entran en contacto con el huésped, en primera instancia a través de la piel, así como con sus mucosas o membranas. La piel, a pesar de ser colonizada por innumerables microorganismos, forma una barrera relativamente impermeable a la entrada de patógenos; la regeneración permanente del epitelio, así como el pH de la piel, son mecanismos que limitan la cantidad de microorganismos capaces de penetrarla.

Dentro del tracto digestivo, el pH de los líquidos gástricos en el estómago, se torna un ambiente desfavorable para el desarrollo de muchos patógenos. La presencia de ciertas bacterias en el intestino es esencial para la salud del huésped. Acumulaciones anormales en el epitelio intestinal, son removidas por el permanente movimiento de su contenido. De igual forma, en el aparato urinario, la fluencia constante de orina evita la acumulación de patógenos en la vejiga o en los riñones.

En el sistema respiratorio, existen varios mecanismos muy desarrollados para la limpieza de partículas inhaladas, incluidos los microorganismos. El mucus secretado por

las células de los bronquios conduce a las partículas exógenas hasta la faringe a través de los cilios de las células epiteliales, en donde son eliminadas. Estos mecanismos son eficientes en la eliminación de grandes partículas. Sin embargo, partículas menores (<2 mm) pueden escapar de los alvéolos y alcanzar los pulmones, en donde aún pueden ser eliminadas a través de otros mecanismos como la fagocitosis de los macrófagos alveolares.

No obstante, los parásitos son muchas veces capaces de derribar, de diversas maneras, estas barreras físicas impuestas por los huéspedes. Algunas de ellas son el uso de vectores (por ejemplo insectos) para superar la barrera de la piel, siendo así inyectados directamente en los tejidos, como en el caso de enfermedades conocidas, como malaria, dengue y mal de Chagas. Estos mecanismos obligan a los agentes patógenos a pasar parte de su ciclo de vida dentro del organismo vector, el cual, la mayoría de las veces funciona simplemente como un transportador.

Algunas bacterias utilizan receptores específicos para alcanzar las células de los huéspedes, causando enfermedades a través de la producción de toxinas que actúan localmente en las células del epitelio intestinal.

Expresión de la resistencia

La forma en que la resistencia se expresa puede variar desde un simple rechazo al parásito hasta el comprometimiento de la vida del mismo. Las reacciones de hipersensibilidad provocadas por larvas son manifestadas a través de procesos edematosos alrededor de las zonas de fijación de las larvas o adultos.

Estudios que relatan la existencia de resistencia innata y adquirida, señalan varios mecanismos relacionados con la disminución del número de parásitos externos, como:

- a) fallas en el desarrollo de los parásitos o de una especie de ellos en particular
- b) tendencia a infestaciones leves, mientras en otros animales existen altas infestaciones
- c) fallas en la maduración de las hembras parasitarias

* Ing. Agr. Dpto. Producción Animal y Pasturas, EEMAC.

** Zootecnista. Estudiante de Maestría UNEP/Jaboticabal (SP, Brasil).

d) producciones y/o eclosiones anormales (inferiores) de huevos en hembras maduras

e) aumento del tiempo necesario para completar el ciclo de vida en las hembras

f) disminución en el peso medio de las hembras maduras.

Entre las posibles explicaciones de estos fenómenos, algunos trabajos verifican que los animales más resistentes manifiestan mayores irritaciones por la presencia de larvas, produciendo intensos exudados serosos en los locales de fijación. Estos exudados cubren las larvas y una vez secos, forman una costra serosa que las mata.

Por otro lado, la irritabilidad causada en los animales por los parásitos conduce a la práctica de autolimpieza, componente sumamente importante en el proceso de resistencia a parásitos externos. Mediante lamido, rozaduras o rascaduras en superficies ásperas, los animales consiguen librarse de las larvas, demorando su proceso de fijación y dejándolas más expuestas, siendo más factible su eliminación.

En referencia a los nemátodos gastrointestinales y pulmonares, los efectos de la respuesta inmunitaria pueden ser agrupados en tres aspectos:

1) el desarrollo de inmunidad luego de una infección primaria está necesariamente asociado a una capacidad para expulsar los nemátodos adultos;

2) el huésped puede intentar limitar la reinfección impidiendo la migración y el establecimiento de las larvas, o a veces inhibiendo el proceso de desarrollo larval;

3) adultos con desarrollos subnormales y fecundidades reducidas; este mecanismo no se destaca por grandes reducciones en la patogenicidad de los microorganismos, pero sí por la gran disminución en la contaminación de las pasturas con huevos y larvas, reduciendo por tanto, la chance de contaminaciones subsecuentes.

En condiciones de pastoreo, bovinos y ovinos sufren este tipo de procesos. Los terneros sometidos a exposiciones sucesivas de parásitos internos (pulmonares) o externos, van adquiriendo gradualmente inmunidad, observándose en edades adultas altas tasas de expulsión de parásitos, estableciéndose apenas pequeñas infecciones de cortas duraciones.

Sin embargo, para parasitosis gastrointestinales en rumiantes, el proceso de desarrollo inmunitario es más lento, debido a la falta de respuestas inmunológicas neonatales. Los mecanismos de adquisición de esta resistencia son aún desconocidos, a pesar del alto número de experiencias realizadas. No obstante, se admite que este tipo

de infecciones produce un estado de hipersensibilidad intestinal, asociado a un aumento en la permeabilidad capilar y epitelial, así como hiperproducción de mucus. Algunos trabajos concluyen que estas alteraciones afectan solamente el bienestar de los vermes, disminuyendo la tensión de oxígeno en su medio ambiente, facilitando así su desprendimiento de las mucosas intestinales.

Otros trabajos postulan que existiría una producción aumentada de anticuerpos "antivermes" IgG del plasma, liberados en la luz intestinal. Actualmente se están realizando varios trabajos estudiando los anticuerpos de tipo IgA específicos de la mucosa intestinal, así como sobre linfocitos T sensibilizados.

FACTORES QUE AFECTAN LA EXPRESIÓN DE LA RESISTENCIA

Existen varios factores de origen genético y ambiental que influyen en la resistencia o susceptibilidad de los animales ante infestaciones parasitarias. Muchos experimentos han generado resultados contradictorios con relación al papel jugado por la genética, el ambiente y la interacción entre ambos en la manifestación de resistencia o susceptibilidad ante ataques parasitarios.

a) Época y estado nutricional

La expresión de la resistencia o susceptibilidad a los parásitos parece estar influenciada por la época del año.

Períodos secos favorecen mayores susceptibilidades en los individuos, a pesar de que se encuentran menores cantidades de parásitos en el suelo. Algunos autores señalan que esto estaría relacionado a una deficiencia nutricional que induciría a caídas en la resistencia.

b) Edad

La ocurrencia de efectos significativos de la edad de los animales sobre la resistencia a parásitos externos fue observada por muchos investigadores, verificando que vacas más jóvenes (3-4 años) son más resistentes que las de edades más avanzadas (5-6 años). Algunos autores atribuyen este hecho al desgaste de los animales con el avance de la edad producido entre otros factores por la producción, reproducción, el estrés y la acumulación de radicales libres, los cuales interfieren con el sistema inmunitario. Por otro lado, también ha sido comprobada la existencia de mayores niveles de resistencia a parásitos externos en terneros lactantes, cuando son comparados con sus madres. Se sostiene que existiría algún factor (hasta el momento desconoci-

do) presente en la leche, calostro o sangre de las vacas, el cual sería responsable por esta resistencia.

c) Sexo

El efecto del sexo del huésped sobre el grado de infestación parasitaria, ha sido objeto de estudio de varios trabajos, y, de un modo general se afirma que las hembras son más resistentes que los machos, tanto en infestaciones naturales como en artificiales. Esta diferencia, en general es atribuida a la influencia de las hormonas sexuales. Por otro lado, algunos trabajos han encontrado diferencias entre sexos solamente durante el verano, no siendo significativas durante el invierno. Esto ha llevado a concluir que las diferencias de resistencia entre sexos estaría interactuando con la época del año.

d) Estado fisiológico

Estados fisiológicos como gestación y lactación provocan caídas en la resistencia a parásitos. Estos estados inmuno supresores, deben ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar la resistencia genética de los animales ante ataques parasitarios.

a) Coloración del pelo

En algunas especies animales, como bovinos, la coloración del pelo constituye un factor de gran importancia para la fijación de algunos parásitos externos.

De un modo general, en bovinos productores de carne, han sido encontradas mayores poblaciones parasitarias en los animales con mantos más oscuros. Según los autores, las mayores infestaciones parasitarias en estos animales pueden ser atribuidas a menores resistencias provocadas por el mayor estrés calórico que sus mantos les provocan.

Sin embargo, trabajos realizados con animales de razas lecheras cruzas Holando x Gir (cebuino) encontraron correlaciones negativas entre el número de garrapatas y la proporción del color negro en el pelaje. Los autores encontraron que los animales con 5/8 de sangre Holando, contenían el doble de ácidos grasos poliinsaturados de 18 Carbonos en el pelaje, con relación a los que tenían una proporción mayor (3/4) de sangre de la raza Holando. Estos ácidos grasos poseen importantes propiedades bactericidas y fungicidas, jugando un rol importante en la defensa contra parásitos, y estarían presentes en mayores cantidades en las áreas de pelaje negro.

Por otra parte, en condiciones de bajos niveles de infestación, han sido encontrados efectos evidentes de la coloración del pelo a los ataques de moscas de los cuernos.

En los últimos años, numerosos trabajos han sido realizados con el objetivo de estudiar la existencia de variaciones entre y dentro de razas con relación a la resistencia o susceptibilidad de las especies domésticas ante los ataques parasitarios.

De un modo general, puede establecerse que la intensidad parasitaria aumenta con la proporción de sangre europea en los rebaños criados en climas tropicales. En el ganado cebuino y sus cruza, los altos niveles observados de resistencia general a parásitos, probablemente sean debidos a su convivencia con éstos por miles de años, resultando en la eliminación de los individuos más susceptibles mediante los procesos de selección natural.

Cardoso (2000), observó una heredabilidad de 0.47 para resistencia a garrapatas en razas cebuinas para producción de carne. Resultados similares fueron encontrados para bovinos productores de leche

(Holando x Cebu), con heredabilidades de 0.49 para esta característica. Son de destacar las correlaciones negativas y favorables encontradas entre la carga parasitaria externa con la producción de proteína y duración de lactación, sugiriendo la posibilidad de una selección combinada para resistencia y producción.

Mackinnon *et al.* (1990), observaron correlaciones negativas entre el número de garrapatas y características de fertilidad en toros, y Frish (1997), relató mayores tasas de parición en vacas de rebaños seleccionados para la resistencia a estos parásitos.

Varios trabajos realizados para determinar la relación entre el número de parásitos externos y características de crecimiento, indicaron la presencia de correlaciones negativas (-0.32) para peso a los 18 meses y carga parasitaria.

La existencia de variaciones genéticas dentro de razas (heredabilidades moderadas

a altas), significa que, mediante selección es posible lograr una mejora en la resistencia de los animales a parásitos.

La selección para resistencia a parásitos produce cambios a corto plazo; mediante la eliminación de los animales sensibles se produce una disminución inmediata en la población de patógenos.

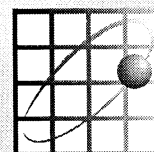
En razas de baja resistencia, la selección se torna más difícil (o menos intensa), debido a la baja frecuencia de animales altamente resistentes, así como a las bajas heredabilidades y repetibilidades observadas. No obstante, cuando las variabilidades observadas dentro de los rebaños son de menores magnitudes, se sugieren los cruzamientos con razas resistentes, como la alternativa más eficiente para la introducción de tolerancia a ataques parasitarios.■

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A. B. F., 1996. Aspectos genéticos y ambientais de la resistencia a *Boophilus microplus* de bovinos de la raza Gir, de la Estação Experimental de la EPAMIG, Uberaba, MG, Brasil. Dissertação de Mestrado. UNESP, Jaboticabal, SP.
- CARDOSO, V., 2000. Evaluación de diferentes métodos de determinación de la resistencia genética al carrapato *B. microplus*, em bovinos de corte. Dissertação de Mestrado. UNESP, Jaboticabal, SP.
- FRISCH, A., 1997. In: V Congreso Internacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria. Paraguay, Noviembre de 1997. p. 27-45.
- GAJORA, J.S., 1998. Progress and prospects in resistance to disease. In: World Congress Genetic Applied Livestock Production, 6, Armidale, Australia, 1998. [CD - rom].
- MACKINNON, M.J., MEYER, K., HETZEL, D.J.S., 1991. Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. *Livestock Production Science*, v. 27, p. 105-122.
- MONTENEGRO, M.R., FRANCO, M., 1999. Patología: processos gerais. Ed. Atheneu, SP, Brasil.
- SLAUSON, D.O., COOPER, B.J., 1990. Nature and Causes of Disease: Interactions of Host, Parasite, and Environment. *Mechanisms of Diseases*. ed. Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA.
- PENNA, V.M., 1990. *Boophilus microplus*: A resistencia genética del huésped como forma de control. *Cadernos Técnicos de la Escola Veterinária de la UFMG*. Belo Horizonte, MG.

Señores Técnicos:

Colaborando con la *profesionalización* de la ganadería y agricultura de nuestro país, **Laboratorio AGRO - INDUSTRIAL** les ofrece todo tipo de análisis, con *resultados confiables* y en el *menor tiempo*.



**LABORATORIO
AGRO-INDUSTRIAL**
EXACTITUD - TECNOLOGIA - CALIDAD

Avda. España 1566 - Telefax (598 72) 35420 - Cel.: 099 72 1550 - E-mail: lai@adinet.com.uy
Paysandú - URUGUAY