

LA TRYPANOTOLERANCIA EN GANADERÍA BOVINA EN LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA: ÉNFASIS EN BOVINOS CRIOLLOS

TRYPANOTOLERANCE IN BOVINE LIVESTOCK AT BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA: EMPHASIS CREOLE CATTLE

Florio - Luis, Jazmín^{1*}; Tamasaukas, Rita² y Agudo, Leonel³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Barinas. Escuela Socialista de Agricultura Tropical (ESAT). *jazflorio2011@gmail.com

²Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos (UNERG)

³LABIPRESAN (Laboratorio de Biotecnología, Investigación y Prestación de Servicios en Sanidad Animal), San Juan de Los Morros, estado Guárico.

Palabras clave:

Trypanosoma vivax
Criollo
Limonero
Recursos
zoogenéticos
Mejoramiento
genético

Keywords:

Trypanosoma vivax
Criollo
Limonero
Zoogenetics
resources
Animal breeding

Abstract

Bovine trypanosomosis due to *Trypanosoma vivax*, is one of the major health problems in dual purpose cattle in the Bolivarian Republic of Venezuela with variable prevalence values (25 to 50%). The trypanotolerance is associated with the ability to control and reduce parasitemia and prevent anemia. Cattle had been detected trypanosusceptibles and trypanotolerants based on phenotypic markers (clinical, parasitological, hematological, serological and immunological), in a Criollo Limonero herd at Ciudad Bolivia, Barinas state, crossbred Creole in Calabozo, Guarico state and crossbred *Bos taurus* x *Bos indicus* at other states in Venezuela, demonstrating tolerance: 100% of Criollo Limonero (n = 7), 80% of Creole crossbred (n = 15), 84,62% of Holstein crossbred (n = 13), 72,73% of Brown Swiss crossbred (n = 11), 100% of Siboney crossbred (n = 6); 79,17% of indefinied crossbred (n = 24) and 65% of Zebu crossbred (n = 20) and being the first time in Venezuela and in America, reported cattle with this condition. Trypanotolerance is useful to establish strategies for genetic improvement and preservation of the dual-purpose breeds in Venezuela, and derive breeding and selection programs emphasizing sustainable in the Venezuelan Llanos.

Resumen

La tripanosomosis bovina debida a *Trypanosoma vivax*, es uno de los principales problemas sanitarios en ganadería doble propósito en la República Bolivariana de Venezuela con valores de prevalencia variables (25 a 50%). La trypanotolerancia está asociada con la capacidad de controlar y de reducir la parasitemia y evitar anemia. Se identificaron animales trypanotolerantes y trypanosusceptibles en base a marcadores fenotípicos (clínicos, parasitológicos, hematológico, serológico e inmunológico), en bovinos Criollo Limonero puros y mestizos así como mestizos *Bos taurus* x *Bos indicus* en varios estados de Venezuela, demostrando la condición de tolerancia: 100% en Criollo Limonero (n = 7), 80% en mestizos Criollos (n = 15); 84,62% en mestizos Holstein (n = 13); 72,73% mestizos Pardo Suizo (n = 11); 100% en mestizos Siboney (n = 6); 79,17% en mestizos indefinidos (n = 24) y 65,22% en mestizos Cebuínos (n = 23), siendo la primera vez que en Venezuela y en el Continente Americano, se reportan bovinos con esta condición. La Trypanotolerancia es de gran utilidad para establecer estrategias de mejoramiento genético y de preservación de las razas doble propósito en Venezuela, y así derivar programas de reproducción y selección.

Introducción

La trypanosomosis bovina es una enfermedad producida por un hemoparásito, *Trypanosoma* (Duttonella) *vivax* Ziemann (1905) el cual se ha extendido a nivel mundial siendo introducida a América del Sur, por bovinos infectados, traídos a la Guyana Francesa provenientes de Senegal (Murray *et al.*, 1983; de Oliveira *et al.*, 2010), presentando en los Llanos Venezolanos una prevalencia de 60% (Tamasaukas *et al.*, 2000; 2002, 2010).

Uno de los principales problemas que genera esta enfermedad es una anemia la cual según sus niveles puede generar descensos considerables en niveles de producción y reproducción inclusive llegar hasta la muerte. El resultado dependerá del manejo alimenticio y sanitario que tengan los animales así como las características genéticas propias según la raza de los animales (Murray *et al.*, 1983).

Entre los principales vectores transmisores mecánicos de la trypanosomosis en el Neotrópico americano, se han involucrado especies de Tabánidos (*Tabanus* spp.) (Galvis *et al.*, 2003), Stomóxidos (ejemplo, *Stomoxys calcitrans*) (Otte y Abuabara, 1991; Parra-Henao *et al.*, 2008) y se ha reportado la posibilidad que lo sea la garrapata (*Boophilus microplus*) (Rodríguez *et al.*, 2003).

La trypanotolerancia es una condición genética que presenta alta heredabilidad y de carácter dominante (Grisat *et al.*, 2002; Brunner *et al.*, 2003); por medio de la cual los bovinos con trypanosomosis conviven con el parásito sin verse comprometidos por los efectos adversos, de mantener los valores del hematocrito y controlar la tasa de crecimiento de la consecuente infección (d'Ieteren *et al.*, 1998; van der Waaij *et al.*, 2003; Hill *et al.*, 2005). La trypanosusceptibilidad es la incapacidad de estos animales susceptibles, expuestos al reto de trypanosomosis, de controlar las repercusiones negativas del parásito en el hospedador.

En África se han reportado bovinos trypanotolerantes de razas *Bos taurus* (Gachohi *et al.*, 2009; Stein, 2011). Se ha evidenciado que los bovinos de razas *Bos indicus* son trypanosusceptibles; no obstante, con un comportamiento variable de la trypanotolerancia (Agyemang *et al.*, 1997).

Agudo *et al.* (2009) identificaron dentro de la ganadería doble propósito evaluada en Venezuela, que entre los bovinos Trypanotolerantes se presentaban bovinos de la raza Criollo Limonero puros y mestizo, lo que refuerza las cualidades que presentan estas razas bovinas: adaptación al trópico, fertilidad, longevidad, docilidad, resistencia ó tolerancia a algunas enfermedades; elemento clave para nuevos usos ó potenciar su utilización en programas de cruzamiento (Tewolde, 1997; Bracho *et al.*, 2002; Florio, 2008).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue: evaluar la trypanotolerancia según el grupo racial y según la especie bovina.

Material y métodos

Zonas y Fincas de Muestreo: Se muestrearon 19 fincas ubicadas en cuatro estados llaneros (Guárico, Barinas, Apure y Sur de Aragua), durante las épocas de entrada de lluvias y lluviosa, bajo un modelo aleatorio estratificado.

Animales Experimentales: La muestra experimental fue de 755 bovinos doble propósito, incluyendo hembras de dos o más partos, machos adultos y animales de otras edades, distribuidos al azar, de los cuales se lograron al final sólo obtener 105 animales con la caracterización completa para identificar si eran trypanotolerantes (TT) o trypanosusceptibles (TS).

Caracterización Racial: se realizó en base a evaluación fenotípica y los pedigris cuando estos estaban presentes. El grupo racial se estableció en función de la raza predominante, identificando mestizos Holstein (MH), mestizos Siboney (MSib), mestizos Pardo Suizo (MPS), mestizos Simmental (MSim), mestizos Cebuños (MC) y mestizos indefinidos (MI). En los MI no se logró establecer una raza predominante, debido al uso de diversas razas en los rebaños de origen y cada animal evaluado presentar un mosaico de caracteres fenotípicos; no obstante, es importante la presencia de razas *Bos taurus* en este mosaico. Tan sólo un 6,7% correspondía a animales de raza pura Criollo Limonero y el resto correspondían a diversos cruces entre *Bos taurus* x *Bos indicus*.

Metodología: La identificación de tipo bovino y su caracterización como TT y TS a *T. vivax* se realizó en base a marcadores fenotípicos: clínicos, parasitológicos, hematológico, serológico e inmunológico; así como su asociación al tamaño promedio de los animales, determinado por variables morfométricas.

1/ Clínicos: aspecto de las mucosas, tiempo de perfusión (el cual se define como el tiempo de llenado capilar transcurrido luego de la presión ejercida por el dedo en la mucosa gingival y condición corporal, datos aportados por la ficha clínica validada. 2 /Parasitológicos: prevalencia de infecciones activas por *T. vivax* en frotis coloreados con Giemsa al 10% de sangre completa y de capa blanca. 3/Valores hemáticos: determinación del hematocrito. 4/ Serológico: determinación de la seroprevalencia por Elisa indirecta, Ac-ELISA).5/ Inmunológico: determinación de la presencia o no de complejos inmunes aplicando la técnica de fijación de Complemento, corroborada por electroforesis y densiometría. 6/ Peso corporal: con romana y/o cinta pesadora. 7/ Condición corporal: 1 – 5 según cantidad de costillas visibles, siendo 1 todas las costillas visibles y 5 ninguna.

Análisis Estadísticos: Se realizaron las pruebas estadísticas descriptivas y Chi Cuadrado para las comparaciones entre grupo racial y entre especies (Steel y Torrie, 1980; Tamasaukas, 1995).

Resultados y discusión

La evaluación de los marcadores fenotípicos, permitió caracterizar a 105 bovinos (84 TT y 21 TS), tal como se indica en la tabla I.

Tabla I. Resultados de marcadores fenotípicos para Bovinos TT y TS (*Results of phenotypical markers in TT and TS bovines*)

Marcador Fenotípico	TT	TS
Clínicos	Coloración normal de las mucosas / tiempo de perfusión normal (entre 1 a 2 seg), condición corporal normal.	Mucosas pálidas, tiempo de perfusión por debajo de lo normal (mayor a 4 seg), condición corporal por debajo del valor promedio normal.
Hematológicos	Hematocrito normal, mayor a 30%.	Hematocrito igual o menor de 30%.
Parasitológicos	Negativo a <i>T. vivax</i> frotis por de sangre completa y de capa blanca	Positivos por frotis de sangre completa y de capa blanca
Serológico	Positivo a Ac-ELISA.	Positivos a Ac-ELISA.
Inmunológico	Negativo a complejos inmunes por la técnica de fijación del Complemento.	Positivos a complejos inmunes por fijación de Complemento.

TT Trypanotolerantes / TS Trypanosusceptible

Los criterios fenotípicos que se reflejan en la tabla I resultaron eficientes como marcadores fenotípicos para lograr la identificación y clasificación de animales TT y TS (Agudo *et al.*, 2009), siendo el primer trabajo en bovinos realizado adaptando los criterios y metodología desarrolladas en el modelo en ratón realizado en África citado por Bissadou, (2002).

Se evidenció diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los animales TT y TS dentro de grupo racial a excepción de los MPS y los MC; por lo que se puede afirmar que existe una relación entre la raza o grupo racial y la condición de trypanotolerancia (tabla II).

Tabla II. Bovinos trypanotolerantes (TT) y trypanosusceptibles (TS) por grupo racial (*Trypanotolerants and Trypanosusceptibles bovines for each racial group*)

Grupo Racial	TT	TS	TOTALES	%TT
Criollo Limonero (CL) ⁽¹⁾	7	0	7	100,00
Mestizos Criollos (MCr) ^(*) (1)	12	3	15	80,00
Mestizo Holstein (MH) ⁽¹⁾	11	2	13	84,62
Mestizo Siboney (MSib) ⁽¹⁾	6	0	6	100,00
Mestizo Indefinido (MI) ⁽¹⁾	19	5	24	79,17
Mestizo Pardo Suizo (MPS) ⁽²⁾	8	3	11	72,73
Mestizo Simmental (MSim) ⁽¹⁾	6	0	6	100,00
Mestizos Cebuínos (MC) ⁽²⁾	15	8	23	65,22
Total de Bovinos caracterizados			105	

*Se incluyen bovinos mestizos de la raza Carora. / (1) Se evidencia diferencia significativa ($P < 0,05$) / (2) N.S

El efecto de la especie *Bos taurus* o *Bos indicus* sobre la condición de trypanotolerancia y trypanosusceptibilidad, tal como se muestra en la tabla III, en la cual se aprecian los mismos 105 animales distribuidos según la especie predominante.

Se determinó diferencia significativa ($P < 0,01$) en la proporción de TT en comparación con TS dentro de una misma especie a excepción de los bovinos con predominio de *Bos indicus*. Los bovinos *Bos taurus* o mestizos con predominio *Bos taurus* muestran una condición de trypanotolerancia, coincidiendo con lo reportado por estudios africanos utilizando otras razas pertenecientes a la especie *Bos taurus* (Gachohi *et al.*, 2009; Stein, 2011). Este comportamiento hace suponer que hay una condición genética común entre las diversas razas *Bos taurus* involucradas.

Tabla III. Bovinos trypanotolerantes y trypanosusceptibles agrupados por especie (*Trypanotolerants and Trypanosusceptibles bovines grouped by specie*)

Especie Bovina	Tipo de Animal	TT	TS	TOTALES	%TT
<i>Bos taurus</i> ⁽¹⁾	Raza Pura	7	0	7	100,00
Predominio de <i>Bos taurus</i> ⁽¹⁾		43	8	51	84,31
<i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i> sin detalle de cual predomina ⁽¹⁾	Mestizos	19	5	24	79,17
Predominio de <i>Bos indicus</i> ⁽²⁾		15	8	23	65,22
Total de bovinos caracterizados				105	

(1) Se evidencia diferencia significativa ($P < 0.01$) / (2) N.S

Los bovinos provenientes de cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* presentaron comportamiento variable a la condición de trypanotolerancia, coincidiendo con lo reportado por Stein (2011) y este pudiese estar relacionado de alguna manera con la proporción de *Bos taurus* que pueda tener o las razas involucradas en el cruce respectivo; así como la interacción genotipo ambiente (Stein, 2011).

Conclusiones

Los bovinos provenientes de cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* presentan comportamiento variable a la condición de trypanotolerancia y este pudiese estar relacionado de alguna manera con la proporción de *Bos taurus* que puedan tener o las razas involucradas en el cruce respectivo. Es el primer reporte en América y en Venezuela de bovinos TT y TS en general y en bovinos de la raza Criollo Limonero puros y mestizos.

Se requiere realizar estudios similares ampliando la población de razas criollas y otras razas, incluyendo aspectos de biología molecular para identificar los genes asociados a esta característica. Es necesario realizar evaluaciones entre individuos y su progenie a fin de evaluar la heredabilidad de la trypanotolerancia en las razas presentes en Venezuela, incorporando estudios de la interacción genotipo ambiente.

Agradecimientos

A las instituciones y equipos de trabajo de: LABIPRESAN - UNERG, el INIA, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y el Banco de Sangre de la Universidad del Zulia (LUZ). Subproyecto de Biotecnología BID FONACIT # 2005000008; Proyecto PEM FONACIT-UNERG-IDESSA/LABIPRESAN-Nº2001001620 y el Proyecto INIA NT-APU-05-001-06. A los profesores Dr. Sergio Rivera (LUZ) e Ing. MSc. Omar Colmenares (UNERG) por sus contribuciones y a todas aquellas personas que nos apoyaron.

Bibliografía

- Agyemang, K., Dwinger, R., Little, D. y Rowlands, G. (1997). Village N'Dama cattle production in West Africa: six years of research in the Gambia. Nairobi. International Livestock Research Institute y Banjul, International Trypanotolerance Centre.
- Agudo, L., Tamasaukas, R.; Silva, A., Sánchez, J., Ron, J. Fernández, M., Florio, J., Vintimilla, M., Colmenares, O. y Rivera, S. (2009). Identificación y caracterización fenotípica de tipo bovino doble propósito trypanotolerante. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Vol. 10. N° 10. Oct. 2009.
- Bissadou, K. (2002). Contribution à l'étude de la diversité génétique de populations bovines au Bénin. Mémoire présenté pour obtenir le diplôme d'ingénieur agronome zootechnicien. École Supérieure d'Agronomie. Université de Lomé. CIRDES. Burkina Faso, Africa: 110pp.
- Bracho, I., Contreras, G., Pirela, M. y Zambrano, S. (2002). La raza Criollo Limonero: Una realidad para la ganadería doble propósito. En: Avances en la Ganadería Doble Propósito. En: Desarrollo Sostenible de la Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, E Soto Belloso, L. Ramírez (eds.). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro DATA, S.A. Maracaibo-Venezuela. Capítulo I: 11 – 25.
- Brunner, R., Sanftleben, H., Goldammer, T., Khun, C., Weikard, R., Weikard, R., Kata, S. Womack, J., and Schwein, M. (2003). The telomeric region of BTA 18 containing a potential QTL region for health in cattle exhibits high similarity to the HSA19q region in humans small stars, filled. Genomics, 81(3): 270 – 278

- de Oliveira, J.B., Hernández-Gamboa, J., Jiménez Alfaro, C., Zeledón, R., Blandón, M. y Urbina, A. (2010). Infección natural por *Trypanosoma vivax* en bovinos en Costa Rica. En: Boletín de Parasitología. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Universidad Nacional de Costa Rica. 11(1):3.
- d'Ieteren, G., Authie, E., Wissocq, N. y Murray, M. (1998). Trypanotolerance, and option for sustainable livestock production in areas at risk from trypanosomiasis. Rev. Sci. Tech. 17 (1): 154 – 175.
- Florio, J. (2008). Uso de los bovinos criollos en cruzamientos con otras razas bovinas en América Latina, con énfasis en Ganadería Doble Propósito. En: Desarrollo Sostenible de la Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, E Soto Belloso (eds.). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro DATA, S.A. Maracaibo-Venezuela. Capítulo X: 116 – 126.
- Gachohi, J., Bett, B. y Murilla, G. (2009). Factors influencing the prevalence of trypanosomosis in Orma Boran (trypanotolerant) and Teso zebu (trypanosusceptible) cattle crosses in Teso District, western Kenya. Livestock Research for Rural Development 21 (12) 2009
- Grisat, B., Coppieters, W., Farnir, F., Karim, L., Ford, C. Berzi, P. Cambisano, N., Mni, M. Reid, S., Simon, P. Spelman, R., Georges, M. y Snell, R. (2002). Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: identification of a missense mutation in the bovine DGAT1 gene with major effect on milk yield and composition. Genome Res 12 (2): 222-231.
- Hill, E., O'Gorman, G., Agaba, M., Gibson, J., Hanotte, O., Kemp, S., Naessens, J., Coussens, P. y MacHugh, D. (2005). Understanding bovine trypanosomiasis and trypanotolerance: the promise of functional genomics. Veterinary Immunology and Immunopathology. 105: 247 - 258.
- Murray, M., Trail, J., Turner, D. y Wissocq, Y. (1983). Productivity and Trypanotolerance. <http://www.ilri.org/InfoServ/Webpub/Fulldocs/LivProd/cahapter33.htm>
- Otte, M.J. y Abuabara, J.Y. (1991). Transmission of South American *Trypanosoma vivax* by the neotropical horsefly *Tabanus nebulosus*. Acta Tropical 49: 73-76.
- Parra-Henao, G., Alarcón-Pineda, E.P. y López-Valencia, G. (2008). Ecology and parasitological analysis of horse flies (Diptera: Tabanidae) in Antioquia, Colombia. Caudasia. 30(1): 179-188.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Quiñones-Avila, F., Ramírez-Cruz, G.T. y Ruiz-Piña, H. (2003). Presencia del género *Trypanosoma* en la garrapata *Boophilus microplus* en el trópico mexicano. Rev Biomed: 14:29-33.
- Steel, R. y Torrie, J. (1980). Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Com. New York, USA.
- Stein, J. (2011). Trypanotolerance and phenotypic characteristics of four Ethiopian cattle breeds. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden. 63 p.
- Tamasaukas, R., Purroy, R., Rodríguez, H., Roa, N. y Labrador, C. (2002). Seroprevalencia de trypanosomosis y brucelosis bovina en fincas integradas a la producción de maíz de la zona alta de los municipios Roscio y Ortiz, estado Guarico, Venezuela. Rev. Cient. 12 (2): 630 – 634.
- Tamasaukas, R., Aguirre, A., Ron, J., Roa, N. y Cobo, M. (2000). Tetralogía hemoparasitaria en algunas fincas bovinas del municipio Santa Rita, estado Guárico, Venezuela. Rev. Facultad de Ciencias Veterinarias. UCV 41(4): 101 – 108.
- Tamasaukas, Rita., Agudo, L., Silva, A. Florio, J., Vintimilla, M. y Rivera, S. (2010). Hemoparasitosis en ganadería doble propósito venezolana, diagnóstico y control: Una revisión. Agron. Mesoam. 21 (2): 367-381.
- Tewelde, A. (1997). Los Criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. En: Simposio sobre Utilización de Razas y Tipos Bovinos creados en Latinoamérica y el Caribe. pp: 12 – 18.
- Van der Waaij, E., Hanotte, O., Van Arendonk, J., Kemp, S., Kennedy, D., Gibson, J. y Teale, A. (2003). Population parameters for traits defining trypanotolerance in an F2 cross of N'Dama and Boran Cattle. Livestock Production Science. 84 (3): 219 – 230.