

UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO REGIONAL EN CIENCIAS VETERINARIAS TROPICALES
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE



**CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA Y SU
ASOCIACIÓN CON LA PREVALENCIA DE ENFERMEDADES VENÉREAS
PRIMARIAS EN MACHOS REPRODUCTORES DE LA ZONA HUETAR NORTE
Y PACÍFICO NORTE DE COSTA RICA**

Sustentante:

Leonel Navarro Rojas

Heredia, mayo 2019

Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador del **Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales** con énfasis en Producción Animal Sostenible para optar al grado de Magíster Scientiae.

**CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA Y SU
ASOCIACIÓN CON LA PREVALENCIA DE ENFERMEDADES VENÉREAS
PRIMARIAS EN MACHOS REPRODUCTORES DE LA ZONA HUETAR NORTE
Y PACÍFICO NORTE DE COSTA RICA**

Sustentante:

Leonel Navarro Rojas

**Tesis presentada para optar al grado de Magíster Scientiae en Producción
Animal Sostenible. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de
Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.**

Miembros del Tribunal Examinador

Representante del Consejo Central de Posgrado

Directora Programa de Posgrado

Dra. Sandra Estrada König

Tutor

Dr. Jorge Chacón Calderón

Asesor

Dr. Bernardo Vargas Leitón

Asesor

Dr. Juan José Romero Zúñiga

Asesora

Dra. Andrea Urbina Villalobos

Sustentante

Dr. Leonel Navarro Rojas

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la bendición de poder llegar hasta este momento y darme las fuerzas para realizar esta investigación.

A la Dra. Andrea Urbina Villalobos y al señor Sergio Alfaro y demás colaboradores del laboratorio de Zoonosis de la UNA, por el gran trabajo a nivel de laboratorio para el diagnóstico de las enfermedades venéreas estudiadas.

Al Dr. Carlos Campero, del Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Balcarce-Argentina, por su apoyo en la logística y asesoría en las técnicas de laboratorio utilizadas en este estudio.

Al Dr. Bernardo Vargas Leitón, por todas sus enseñanzas durante los cursos de la Maestría y su aporte en la realización de esta investigación.

Al Dr. Leonel Granados Gómez por su gran ayuda durante la toma de muestras a nivel de campo.

A los señores Guido Chacón, Eddie Gómez y Marco Corrales de la Cooperativa Dos Pinos, por su colaboración durante las visitas a las fincas.

Al Posgrado en Ciencias Veterinarias Tropicales de la UNA, por la formación académica obtenida y por otorgarme la beca parcial para la realización de mis estudios de posgrado.

Un agradecimiento muy especial al Programa de Investigación en Andrología Animal Aplicada del Laboratorio de Andrología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, por su gran colaboración para la realización de este trabajo.

Por último, pero no por orden de importancia, al Dr. Jorge Chacón Calderón, quién no solo ha sido mi tutor en este trabajo, sino que se ha convertido desde hace mucho tiempo en mi mentor, compañero y amigo. Gracias Doctor.

DEDICATORIA

Definitivamente este trabajo se lo dedico a mi familia.

A mi esposa Grethel por ser desde hace muchos años mi mejor amiga y ayudarme día a día a salir adelante como persona y como profesional. *Te amo muchísimo Teti.*

A mi hijo Leonel David, siempre lo he dicho y pensado, desde que naciste me has enseñado cómo debo ser como padre. *Te quiero mucho Vi*

A mi hija Valeria, definitivamente con tu alegría irradias mi corazón y de esa manera me has enseñado a disfrutar lo que hago. *Te quiero mucho Pini*

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN GENERAL	1
GENERAL ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN GENERAL	3
Justificación	3
Situación de la producción bovina en Costa Rica	5
Caracterización de los sistemas de producción bovina	6
Importancia de las enfermedades venéreas primarias sobre la fertilidad de los sementales bovinos	7
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
OBJETIVOS.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
CAPITULO 1	13
Caracterización de sistemas de producción bovina de la zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica de acuerdo a indicadores de manejo productivo y reproductivo.	13
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
MATERIALES Y MÉTODOS	18
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO 2.....	42
Prevalencia de <i>Tritrichomonas foetus</i> y <i>Campylobacter fetus</i> subespecie <i>venerealis</i> en toros reproductores de la zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.	42
RESUMEN	43
ABSTRACT.....	44
INTRODUCCIÓN	45
MATERIALES Y MÉTODOS	50

RESULTADOS.....	55
DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	63
CONCLUSIONES GENERALES.....	68
RECOMENDACIONES GENERALES	69
ANEXO 1	71
ANEXO 2	73
REFERENCIAS	74

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO 1		Pág.
Tabla 1.	Variables incluidas en la encuesta y sus categorías.	19
Tabla 2.	Características generales de las fincas según el tipo de explotación.	21
Tabla 3.	Reporte de problemas reproductivos en hembras en los hatos estudiados.	25
CAPÍTULO 2		
Tabla 1.	Variables independientes relacionadas con el reproductor y el hato por incluir en el modelo de regresión logística multivariado	54

LISTA DE FIGURAS

	CAPÍTULO 1	Pág.
Figura 1.	Distribución de zonas geográficas en Costa Rica	18
Figura 2.	Porcentaje de productores que utilizan suplementos nutricionales, de acuerdo al tipo de explotación productiva.	22
Figura 3.	Frecuencia de realización de la evaluación andrológica de acuerdo al tipo de explotación productiva.	24
Figura 4.	Frecuencia de utilización de la asistencia veterinaria según el tipo de productor estudiado.	24
Figura 5.	Disposición de las variables analizadas (panel izquierdo) y de conglomerados de fincas (panel derecho) en el plano conformado por los factores principales 1 (eje x) vs. 2 (eje y, inferior) y 3 (eje y, superior)	28

LISTA DE ABREVIATURAS

BSE: Examen andrológico

CC: Condición corporal

CORFOGA: Corporación de Fomento Ganadero

EVP: Enfermedades Venéreas Primarias

GnRH: Hormona liberadora de las gonadotropinas

Ha: Hectáreas

IA: Inseminación Artificial

IFD: Inmunofluorescencia Directa

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

MN: Monta Natural

PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa

TE: Transferencia de Embriones

UA: Unidad Animal

DESCRIPTORES

Ganado bovino, salud de hato, manejo reproductivo, manejo productivo, reemplazos, enfermedades venéreas primarias.

RESUMEN GENERAL

La caracterización de los sistemas de producción bovina y su posible asociación con la prevalencia de enfermedades venéreas primarias (EVP), se llevó a cabo en 157 fincas de la zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica (55,4% lecherías, 24,2% doble propósito y 20,4% ganado de carne). El uso de algún sistema de registro productivo fue reportado con más frecuencia en lecherías (95,4%), comparado con los otros sistemas (86,8% y 81,3% respectivamente) ($P=0,04$). Las fincas de ganado de carne registraron un mayor uso de la romana (65,6%), en comparación con los otros sistemas (5,8% en lechería y 26,3% en doble propósito) ($P<0,0001$). La monta natural fue el sistema más comúnmente utilizado independientemente del tipo de explotación, siendo la monta continua el método más usado (74,4%). El padreo sencillo fue el más frecuente (61,8%), en comparación con el múltiple (36,4%). La evaluación andrológica (BSE) se practicó con una baja frecuencia por parte de las fincas (promedio 15,9%). Sin embargo, los criadores de ganado de carne reportaron una mayor utilización de este procedimiento, en comparación con las lecherías y fincas de doble propósito (46,9% vs. 4,7% y 16,2% respectivamente) ($P<0,0001$). Además, solo el 49,7% de los productores declaró haber solicitado el BSE como un requisito previo a la compra de un toro. Las lecherías utilizaron la asistencia veterinaria con más frecuencia (83,9% como mínimo cada 2 meses), en comparación con las fincas de doble propósito y cría de ganado de carne (47,4% y 50% respectivamente) ($P<0,0001$). En el segundo capítulo, se estudió la prevalencia de las enfermedades venéreas primarias en muestras de esmegma prepucial de 504 toros reproductores presentes en las fincas examinadas. Para el diagnóstico, se utilizó el cultivo InPouch TF[®] más la PCR en el caso del *Tritrichomonas fetus*, y la inmunofluorescencia directa para el diagnóstico de *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*. En ambos casos, la prevalencia fue del 0%, por lo que no se encontró asociación con ninguna variable estudiada. Se concluye que, a pesar de la existencia en las fincas de una serie de factores de riesgo para la transmisión de EVP, no se pudo confirmar la presencia de estos agentes en los toros analizados.

GENERAL ABSTRACT

The characterization of the bovine production systems, as well as its potential association with the bull's prevalence of primary venereal diseases was carried out in 157 farms from the North Huetar and North Pacific area of Costa Rica (55.4% dairy, 24.2% double purpose and 20.4% beef farms). In the first chapter, it was found that the use of any type of productive record system was reported more frequently by dairy (95.4%), compared with other systems (86.8% and 81.3% respectively) ($P=0.04$). Beef cattle farms registered a greater use of weighing scale (65.6%), compared with the other systems (5.8% in dairy and 26.3% in double purpose) ($P<0.0001$). Natural mating was the most common breeding system used regardless the type of herd studied, being the continuous mating the common scheme (74.4%). In regard to the type of siring, the single one was the most frequently reported (61.8%) vs 36.4% in multiple. The bull breeding soundness evaluation (BSE) was practiced very seldom as part of the herd management (average 15.9%). However, beef cattle breeders reported to carry out this procedure more frequently, compared to dairy and dual purpose (46.9% vs. 4.7% and 16.2% respectively) ($P<0.0001$). Furthermore, only 49.7% of producers reported to request a BSE as a requisite for purchasing a bull. Dairy farms used the veterinary assistance more frequently (83.9% every 2 months), compared to double purpose and beef cattle ranches (47.4% and 50% respectively) ($P<0.0001$). In the second chapter, the prevalence of primary venereal diseases was determined in preputial esmegma samples from 504 sires breeding at the farms scrutinized. The InPouch TF[®] culture plus PCR in the case of *Tritrichomonas fetus*, and direct Inmuno fluorescence for the diagnosis of *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* were used to diagnose these diseases. In both cases, the prevalence found was 0%. Consequently, no association was found with any variable studied. Therefore, it is concluded that, despite the existence in the farms of a series of risk factors for the transmission of venereal diseases, the presence of these agents in the bulls analyzed could not be confirmed.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Justificación

Debido al acelerado ritmo en el crecimiento de la población humana a nivel mundial, se considera que para el año 2050 existirán aproximadamente 9,1 billones de personas, lo cual representa un incremento del 34% con base en la población actual. Esta situación, implica que se necesitará incrementar la producción de alimentos en un 70% (FAO 2009a).

La creciente demanda de productos pecuarios en diversos países en desarrollo ha estado motivada por el crecimiento económico, el aumento de los ingresos per cápita y la urbanización (FAO, 2009a). Los países en desarrollo han respondido a esta demanda incrementando rápidamente la producción de leche, carne y huevos, en zonas como Asia oriental, América Latina y el Caribe (FAO, 2009b).

Actualmente, el ganado bovino representa el 40% del valor mundial de la producción agrícola, y es la base de los medios de subsistencia y de seguridad alimentaria de casi mil millones de personas. Además, en el ámbito mundial el ganado aporta el 15% de la energía alimentaria total y el 25% de la proteína en la dieta (FAO, 2009b). No obstante, la mayor parte del incremento de la producción de carne ha procedido de las especies mono gástricas. Por ejemplo, el subsector de la carne de aves de corral ha mostrado un rápido crecimiento, seguido por la carne de cerdo (FAO, 2009b).

Una de las principales limitantes en el incremento de la producción de carne bovina en países como Costa Rica, es que todavía persiste una cultura de producción extensiva, en la cual sobresale una lenta aceptación del productor a realizar cambios que mejoren su nivel de producción, todo lo cual conlleva a un bajo aprovechamiento de los recursos potenciales de cada explotación.

Existen una serie de factores con un gran impacto sobre los índices productivos de las explotaciones bovinas. Algunos de estos, son tan básicos como la utilización de registros y el pesaje de los animales, entre otros, los cuales permiten cuantificar y analizar los índices productivos y reproductivos de las explotaciones para basar la toma de decisiones.

El aprovechamiento de todas las herramientas y recursos presentes en las fincas, aunado a un enfoque multidisciplinario que permita el trabajo en conjunto con otros profesionales, y en especial con la educación del productor, se podría considerar como el pilar fundamental para convertir los sistemas de producción bovina, en sistemas sostenibles desde el punto de vista económico y ambiental. No obstante lo anterior, es indispensable conocer las condiciones de manejo general, productivo y reproductivo de los sistemas pecuarios con el fin de caracterizar los mismos, y de esta forma facilitar que los productores conozcan cuales aspectos deben mejorar con el fin de optimizar su productividad.

Además de los factores ya mencionados que pueden afectar la eficiencia de los sistemas de producción pecuaria, se presentan también aspectos de índole sanitario, entre ellos enfermedades infecciosas de transmisión sexual, las cuales tienen un fuerte impacto negativo sobre los índices de fertilidad y por ende productividad de los hatos. Dentro de estas enfermedades se encuentran las enfermedades venéreas primarias (EVP) causadas por agentes como *Tritrichomonas foetus* y *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*.

Sin embargo, los estudios relacionados con la prevalencia y epidemiología de las EVP son limitados en nuestra región. El último reporte sobre este tema fue publicado por Pérez *et al.* (1992), quienes determinaron una prevalencia de tricomoniasis por hato y toro de 6,7% y 15,9%, y de 3,9% y 6,2% en las zonas de Tilarán y San Carlos respectivamente. Para el caso de la campilobacteriosis bovina, no se conocen estudios publicados sobre la prevalencia de este agente en Costa Rica. Dicha carencia de estudios, ha provocado además una amplia falta de conocimiento sobre los factores asociados a la epidemiología de las EVP en Costa Rica, tanto a nivel de productores como de veterinarios.

Por el contrario, la prevalencia de estos agentes ha sido ampliamente reportada en otras latitudes. Kyasnicka *et al.* (1989), BonDurant (1990), y Rae *et al.* (2004) determinaron prevalencias para *T. foetus* desde 15,8% hasta 44,1% en hatos en USA. En Brasil, recientemente se reportó una prevalencia de 19,3% por hato y 3,7% por toro (Filho *et al.*, 2018). En el caso de *C. fetus* subespecie *venerealis*, la prevalencia reportada varía en un rango desde 8% hasta 72% en hatos brasileños

(Lage y Leite, 2000; Pellegrin *et al.*, 2002), 22% en Argentina (Mshelia *et al.*, 2010), y 37% en Uruguay (Repiso *et al.*, 2005).

El lograr cuantificar los factores de riesgo de estas enfermedades asociados a las características de los toros reproductores y a los aspectos de manejo productivo y reproductivo de las sistemas de producción, permite determinar el rol epidemiológico de cada factor y el papel que juega en la ocurrencia y diseminación de los agentes causales, de forma tal que se pueden desarrollar programas de prevención y control, para identificar hatos en alto riesgo (Mardones *et al.*, 2008).

Situación de la producción bovina en Costa Rica

La producción bovina en Costa Rica presentó un descenso poblacional a finales del siglo pasado, siendo que en 1988 existían 1.683.726 unidades animales (UA), mientras que para el año 2000 descendió a 1.043.238 UA (CORFOGA, 2000). Sin embargo, en los últimos años se ha presentado un incremento en la población bovina, ya que para el 2015, se alcanzó una cifra de 1.278.817 UA, distribuida principalmente en las provincias de Alajuela (33,5%), Guanacaste (22,0%) y Puntarenas (9,5%) (INEC, 2015).

Otro de los factores que ha sufrido cambios durante los últimos años es la finalidad productiva de las fincas. Para el año 2000, el 59% de las hembras bovinas en edad reproductiva (mayores a 2 años), eran destinadas a fincas de producción de carne, un 24% se encontraban en sistemas de doble propósito, y el restante 17% pertenecían a lecherías especializadas (CORFOGA, 2000). Para el año 2015, la proporción de hembras mayores a 2 años aumentó en los sistemas de lechería especializada y doble propósito (38,0% y 35,2% respectivamente), pero se redujo en los sistemas de cría de ganado de carne (26,8%) (INEC, 2015). Estos datos demuestran, entre otros factores, una notable reducción de la proporción de vientres en los hatos de ganado de carne, lo cual podría ser consecuencia de la baja eficiencia y tecnificación de este sistema de producción, comparado con sistemas más intensivos como lo es la producción de leche.

Caracterización de los sistemas de producción bovina

El sector pecuario en general se caracteriza por las grandes variaciones de la escala e intensidad de la producción, así como por la naturaleza y el grado de los vínculos con una economía agrícola y rural muy amplia. También varían las especies, la ubicación, las condiciones agroecológicas, las tecnologías utilizadas y el nivel de desarrollo económico. Por lo tanto, no existe un sistema de clasificación que considere toda la diversidad de los sistemas de producción animal (FAO, 2009b).

En el caso de los sistemas de producción bovina, una de las formas de caracterizarlos es mediante su producto final. Los sistemas denominados como lechería especializada son aquellos en los que se acostumbra el ordeño sin ternero usualmente dos veces al día y con la finalidad exclusiva de producir leche. En el sistema de doble propósito, se ordeña generalmente una vez al día con la presencia del ternero, el cual se mantiene en la finca hasta su destete, luego del cual es vendido o bien pasado a sistemas de engorde para producción de carne. Finalmente, los sistemas de cría de ganado de carne, se definen como toda aquella actividad dedicada exclusivamente a la producción de carne bovina mediante la reproducción de las hembras del hato, ya sea por monta natural o inseminación artificial (CORFOGA, 2000).

Como se observa, las características de cada explotación generalmente van acorde a la finalidad productiva, ya sea producción de leche, doble propósito o carne, y estas a su vez llegan a dividirse en sistemas intensivos, semi-intensivos y extensivos, existiendo una serie de particularidades ligadas al manejo general y reproductivo, nutrición y sanidad entre otras, que permiten caracterizar los sistemas de producción animal.

Actualmente, se considera que, en los estudios de caracterización de las explotaciones ganaderas, los indicadores productivos y reproductivos permiten conocer la situación de cada sistema de producción y a la vez determinar el impacto que pueden tener sobre su eficiencia económica (WingChing-Jones, 2017). Por lo tanto, el estudio y tipificación de la información obtenida es de gran utilidad con el fin de proponer estrategias que permitan mejorar los aspectos de mayor incidencia

sobre el desarrollo productivo de las empresas ganaderas, lo que permite realizar una planificación y distribución más eficiente de los recursos destinados a mejorar el funcionamiento de los sistemas de producción ganadera (Valerio *et al.*, 2004).

Importancia de las enfermedades venéreas primarias sobre la fertilidad de los sementales bovinos

Existen una serie de agentes infecciosos capaces de alterar los índices reproductivos de los hatos bovinos, los cuales pueden transmitirse por contacto sexual, aunque también por otras vías como la oral y respiratoria, siendo denominadas como enfermedades venéreas primarias (EVP), aquellas que se transmiten exclusivamente por vía venérea (Peter, 1997).

Dos de las principales EVP en el ganado bovino, son la tricomoniasis y la campilobacteriosis, causadas por el protozooario *Tritrichomonas foetus* y por la bacteria *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis* respectivamente. Ambos agentes, tienen la capacidad de alojarse en el epitelio de la cavidad prepucial de los toros infectados sin provocarles alteraciones clínicas en los órganos reproductivos. Esta característica provoca que puedan estar presentes en el hato causando grandes pérdidas económicas sin ser diagnosticadas. Algunos de los factores que influyen en este aspecto son la necesidad de determinar la presencia de estos agentes por medio de pruebas altamente sensibles y específicas, tanto por las características del ciclo de vida de los patógenos, como por la dificultad de su cultivo, transporte y reproducción *in vitro*. Por otra parte, otro factor que incrementa las pérdidas económicas, es que se ha demostrado que el uso de medicamentos en los animales infectados no es capaz de eliminar estas infecciones, por lo que la única recomendación eficaz en los machos es su descarte (BonDurant, 1997).

En las hembras, se presentan síntomas como vaginitis, cervicitis, endometritis y placentitis, caracterizándose en ambos casos por la muerte embrionaria temprana. Este síntoma causa ciclos estrales irregulares, metritis post servicio, y en general una reducción significativa de la tasa de partos, siendo el aborto raramente reportado. No obstante, y a diferencia del macho, en la hembra el descanso sexual puede permitir la eliminación de la infección (BonDurant, 1997; Peter, 1997; Grahn *et al.*, 2005).

En el caso de las EVP, existe una serie de factores de manejo asociados con la presencia de estos agentes en los hatos. Mardones *et al.* (2008) describen dentro de los factores de riesgo asociados con la enfermedad los hatos muy numerosos, una alta proporción de toros mayores a 4 años y el uso de padreo múltiple. No obstante, se pueden incluir otros factores como el prestar o alquilar reproductores y comprar vacas de descarte como reemplazos (Campero, 2002). Además, la prevalencia de EVP suele ser mayor en explotaciones extensivas, basadas en monta natural (Gay *et al.*, 1996; Mshelia *et al.*, 2010).

Según Pérez *et al.* (1992), la infección con *Tritrichomonas foetus* puede contribuir de manera importante en el fallo reproductivo de los hatos de ganado de carne y doble propósito de Costa Rica. Por lo tanto, el impacto económico potencial que este agente podría ejercer sobre la ganadería costarricense debe ser evaluado. En investigaciones realizadas en los Estados Unidos, se han reportado pérdidas de aproximadamente \$650 millones anuales asociados a los costos en el tratamiento, descarte y reemplazo de animales y principalmente a la reducción en el índice de partos (Speer y White, 1991; Peter, 1997). Rae (1989), estimó mediante modelos de simulación una reducción anual entre el 14 y 50% en los nacimientos de terneros en hatos con una prevalencia de *T. foetus* del 20 al 50%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BonDurant, R. 1997. Bull Infertility. Davis, CA, University of California. 345-361p.
- BonDurant, R., Anderson, M., Blanchard, P., Danaye-Elmi, C., Palmer, C., Sischo, W., Suther, D., Utterbach, W., Weighler, W. 1990. Prevalence of trichomoniasis among California beef herds. J. Am. Vet. Med. Assoc. 196: 1590-1593.
- Campero, C. 2002. Pérdidas ocasionadas por las enfermedades venéreas de los bovinos Rev. Idia, Bs. As., 21(2):127-131. Patología Veterinaria INTA E.E.A Balcarce. Consultado 11 noviembre 2013 (en línea). Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/01-perdidas_por_venereas.pdf
- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2000. Censo Nacional Ganadero. Corporación Ganadera y Dirección Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica.
- FAO. (Food and Agriculture Organization, United Nations) 2009a. How to feed the world in 2050. Consultado 11 abril 2018 (en línea). Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- FAO. (Food and Agriculture Organization, United Nations) 2009b. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Consultado 11 abril 2018 (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>.
- Filho, R., Malta, K., Borges, J., Oliveira, P., Filho, G., Nascimento, G., Mota, R., Júnior, J. 2018. Prevalence and risk factors associated with Tritrichomonas foetus infection in cattle in the state of Paraíba, Brazil. Acta parasitológica. Jun 26; 63 (2): 346-353.
- Gay, J., Ebel, E., Kearley, W. 1996. Commingled grazing as a risk factor for trichomonosis in beef herds. J. Am. Vet. Med. Assoc. 209: 643-646.
- Grahn, R., BonDurant, R., Van Hooseara, K., Walkerb, R., Lyonsa L. 2005. An improved molecular assay for Tritrichomonas foetus. Veterinary Parasitology 127: 33-41.
- INEC. (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. San José, Costa Rica.
- Kvasnicka, W., Taylor, R. Huang, J., Hanks, D., Tronstad, A., Bosomworth, A., Hall, M. 1989. Investigations of the incidence of bovine trichomoniasis in Nevada and of

the efficacy of immunizing cattle with vaccines containing *Tritrichomonas foetus*. *Theriogenology* 31: 963-971.

Lage, A. and Leite, R. 2000. Campilobacteriose genital bovina (Vibriose). *Pecuária de Corte*. 100: 50-54.

Mardones, F., Perez, A., Martínez, A., Carpenter, T. 2008. Risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina, *Vet. Parasitol.* 153: 231-237 Consultado 11 noviembre 2013 (en línea).

Disponible en:

http://www.laboratorioazul.com.ar/Pdf/Mardones_Perez_Martinez_Risk%20factors%20associated%20with%20Tritrichomonas%20Argentina.pdf

Mshelia, G., Amin, J., Woldehiwet, Z., Murray, R., Egwu, G. 2010. Epidemiology of bovine venereal campylobacteriosis: Geographic distribution and recent advances in molecular diagnostic techniques. *Reprod. Domest. Anim.* 45: 221-230.

Pellegrin, A., Lage, A., Sereno, J., Ravaglia, E., Costa, M., Leite, R. 2002. Bovine Genital Campylobacteriosis in Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 55:169-173.

Pérez, E., Conrad, P., Hird, D., Ortuño, A., Chacón, J., BonDurant, R., Noordhuizen, J. 1992. Prevalence and risk factors for *Tritrichomonas foetus* infection in cattle in northeastern Costa Rica. *Preventive Veterinary Medicine.* 14: 155-165.

Rae D. 1989. Impact of trichomoniasis on the cow-calf producer's profitability. *J Am Vet Med Assoc.*194:771.

Rae, D., Crews, J., Ellis, C., Greiner, G., Donovan, A. 2004. Epidemiology of *Tritrichomonas foetus* in beef bull populations in Florida. *Theriogenology* 61: 605-618.

Repiso, M., Gil, A., Bañales, P., D`Anatro, N., Fernández, L., Gaurino, H., Herrera, B., Nuñez, A., Olivera, M., Osawa, T., Silva, M. 2005. Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas que afectan el comportamiento reproductivo en la ganadería de carne y caracterización de los establecimientos de cría de Uruguay. *Veterinaria.* 40: 1-28.

- Speer, C. and White, M. 1991. Bovine trichomoniasis: Better diagnostics and control could save beef industry \$650 million annually. *Large Anim. Vet.* 46: 18-20.
- Valerio, D., García, A., Acero de la Cruz, R., Castaldo, A., Perea, J., Martos, J. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Dpto Producción animal y gestión. Universidad de Córdoba. Documentos de trabajo producción animal y gestión. ISSN: 1698-4226 DT 1, Vol. 1. Consultado 11 enero 2018 (en línea). Disponible en:
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistemas2.pdf
- WingChing-Jones, J. 2017. Índices productivos y reproductivos de fincas de cría de ganado bovino de carne en la zona Sur de Costa Rica. Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. Consultado 11 enero 2018 (en línea). Disponible en:
www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n2/1659-4266-cinn-9-02-00247.pdf
- Peter, D. 1997. Bovine Venereal Diseases. P. 355-363. Youngquist, R. Current therapy in large animal theriogenology. Saunders Company, Philadelphia.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las características de manejo productivo y reproductivo de los sistemas de producción bovina de la Zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica y su relación con la prevalencia de las Enfermedades Venéreas Primarias en los machos reproductores.

Objetivos Específicos

- Identificar las variables productivas y reproductivas que caracterizan y tipifican las explotaciones de producción bovina de la Zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.
- Determinar la prevalencia de tricomoniasis y campilobacteriosis genital de los machos reproductores en sistemas de producción bovina de la Zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.
- Determinar los posibles factores de riesgo asociados a la presencia de las EVP en sementales bovinos.

CAPITULO 1

Caracterización de sistemas de producción bovina de la zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica de acuerdo a indicadores de manejo productivo y reproductivo.

RESUMEN

La caracterización de los sistemas de producción bovina permite orientar las decisiones para mejorar su eficiencia productiva. Se realizaron encuestas en 157 fincas de la zona Huetar Norte (49,7%) y Pacífico Norte de Costa Rica (50,3%), correspondientes a lecherías (55,4%), doble propósito (24,2%) y cría de ganado de carne (20,4%). El área y número promedio de animales en las fincas fue de $159,83 \pm 229,95$ ha y $172,77 \pm 164,14$ respectivamente. Las lecherías tuvieron una mayor carga animal (2,5 cabezas / ha) en comparación con los otros sistemas (1,4 y 1,1 respectivamente) ($P < 0,0001$). El registro de datos se reportó con una mayor frecuencia en lecherías (95,4%) ($P = 0,04$), comparado con doble propósito y ganado de carne (86,8% y 81,3% respectivamente). El uso de romana se reportó con mayor frecuencia ($P < 0,0001$) en fincas de ganado de carne (65,6%), en comparación con otros sistemas (5,8% lecherías y 26,3% doble propósito). La monta natural como único sistema de reproducción se reportó en un 54,0% en lechería, 73,7% en doble propósito y 62,5% en ganado de carne. El 74,4% de las fincas utilizó la monta continua, mientras que el padreo simple fue más frecuente que el múltiple (61,8% vs. 36,4%). La práctica de compartir toros reproductores entre fincas fue reportada por el 8,3% de los productores. La evaluación andrológica (BSE), se reportó como rutinaria (anual) en el 15,9% de los rebaños, siendo más practicada en ganado de carne (46,9%, $P < 0,0001$). Patologías reproductivas como ciclos irregulares, abortos, vacas repetidoras y metritis post servicio, se reportaron con menos frecuencia ($P < 0,0001$) en ganado de carne comparado con lecherías y doble propósito (37,4%, 70,4% y 62,4% respectivamente). La asistencia veterinaria fue reportada por 83,9%, 47,4% y 50% en lecherías, doble propósito y carne respectivamente ($P < 0,0001$). La compra de reemplazos en subastas de ganado comercial fue más común en hembras (11,5%) que en machos (3,2%). El 65% de los productores prefirieron la compra de toros vírgenes, aunque solo el 49,7% solicitó el BSE previo a la compra. Se concluye que variables generales como el área y la carga animal, así como la salud reproductiva y el método por el cual se adquieren los reemplazos y el préstamo de reproductores, permiten la caracterización y tipificación de los sistemas de producción bovina estudiados.

ABSTRACT

The characterization of bovine production allows to know their status in order to guide decisions to improve their productive efficiency. Surveys were carried out in 157 farms distributed in the North Huetar (49.7%) and Pacific North of Costa Rica (50.3%), of which 55.4%, 24.2% and 20.4% corresponded to dairy, double purpose and beef cattle. Variables scrutinized included administrative, nutritional and reproductive. The average area of the farms was 159.83 ± 229.95 ha, with an average 172.77 ± 164.14 animals. The dairy farms had a higher animal load (2.5 heads / ha) compared to other systems (1.4 and 1.1 respectively) ($P < 0.0001$). Recording of farm data by any system was reported more frequently in dairy farms (95.4%), compared to dual purpose (86.8%) and beef cattle herds (81.3%) ($P = 0.04$). The use of weighing scale was reported more frequently ($P < 0.0001$) in beef cattle farms (65.6%), compared to other systems (5.8% dairy and 26.3% double purpose). Natural mating as the single breeding system was reported by 54.0% in dairy, 73.7% in dual purpose and 62.5% in beef cattle farms. Continuous mating was reported by 74.4% of farms, while single siring was more frequent than multiple (61.8% vs. 36.4%). The practice of sharing breeding bulls between farms was reported by 8.3% of producers. The andrological evaluation (BSE) accounted as a routine only in 15.9% of the herds, being more practiced in beef cattle (46.9% yearly; $P < 0.0001$). Reproductive pathologies such as irregular cycles, abortions, repeat breeders and metritis post service were reported less frequently in beef cattle ($P < 0.0001$) compared to dairy and dual purpose (37.4%, 70.4% and 62.4%, respectively). The use of veterinary assistance was reported more frequently in dairy (83.9%) ($P < 0.0001$), compared to dual purpose and beef farms (47.4% and 50%, respectively). Finally, the purchasing of replacement breeders in commercial cattle auctions was more common in females (11.5%) than in males (3.2%). Although 65% of producers preferred the purchasing of virgin bulls, just 49.7% of them requested the BSE prior to purchase. It is concluded that general variables such as the area and number of animal heads, as well as the reproductive health and how the replacements are acquired, plus the loan of reproducers, potentially allow the characterization and typification of the cattle production systems.

INTRODUCCIÓN

Al realizar un análisis de sistemas productivos, es importante destacar que la caracterización no es más que la descripción de las características principales y las múltiples interrelaciones de las organizaciones, mientras que la tipificación se refiere al establecimiento y construcción de grupos posibles basados en las características observadas en la realidad (Bolaños, 1999).

Los sistemas de producción animal presentan una amplia variabilidad debido a factores como la especie, la ubicación, topografía, condiciones agro ecológicas, tecnología utilizada, desarrollo socioeconómico, tamaño de la explotación e intensidad de producción, entre otros factores. Por esta razón, se considera que ningún método de clasificación puede abarcar toda la diversidad de estos sistemas (FAO, 2009). Además, este alto grado de heterogeneidad, dificulta la toma de decisiones de carácter transversal (Valerio *et al.*, 2004).

En los estudios de caracterización y tipificación de los sistemas productivos, se han utilizado diversos métodos de análisis estadísticos. Por ejemplo, Mainar *et al.* (1993) utiliza técnicas de análisis de varianza; Martos *et al.* (1995) y Castaldo *et al.* (2003) proponen en ganadería extensiva la utilización de técnicas de ANOVA, mientras que Sraïri y Lyoubi (2003), Macedo *et al.* (2003) y Siegmund-Schultze *et al.* (2001), utilizan técnicas de análisis multivariado como el análisis de componentes principales, correspondencia múltiple y análisis de clústeres, los cuales incluyen técnicas y métodos que permiten estudiar conjuntos de variables en una población de individuos.

No obstante, una de las formas más comunes de caracterizar los sistemas de producción bovina está relacionada con su finalidad productiva. Este método, los divide en lechería especializada (producto final leche), doble propósito (producción de leche y carne) y cría de ganado de carne (producen únicamente carne) (CORFOGA, 2000). Dentro de cada grupo y acorde a circunstancias de manejo, las explotaciones llegan a sub dividirse en sistemas intensivos, semi-intensivos y extensivos.

Sin embargo, existen una serie de variables más complejas que permiten analizar los sistemas productivos, y que a su vez reflejan la eficiencia de las

explotaciones. En los estudios de caracterización de las explotaciones ganaderas, los indicadores productivos y reproductivos permiten conocer la situación de cada sistema y determinar el impacto que pueden tener sobre su eficiencia (WingChing-Jones, 2017). Se considera que el uso de estos indicadores es la principal herramienta para la comparación inter e intra sistemas (semoviente contra semoviente o finca contra finca) (WingChing-Jones, 2017).

Por otra parte, la metodología de investigación relacionada con los sistemas de producción, tiene como base el conocimiento de los factores exógenos y endógenos que intervienen en los mismos, como una necesidad obligada para el desarrollo de alternativas de gestión (Castaldo *et al.*, 2003). Por lo tanto, el objetivo primordial de un estudio de caracterización y tipificación, radica en que la información obtenida sea determinante para proponer estrategias que permitan mejorar los aspectos de mayor incidencia en el desarrollo productivo. Consecuentemente, estos estudios deben permitir planificar y distribuir de manera más eficiente los recursos y así mejorar el funcionamiento de los sistemas productivos haciéndoles más sostenibles tanto económica como ambientalmente (Valerio *et al.*, 2004).

En investigaciones previas, se ha demostrado que menos de la mitad de los productores adoptan prácticas de manejo beneficiosas relacionadas al manejo de los toros reproductores, manejo de enfermedades infecciosas, nutrición y registros individuales de los animales (Sanderson y Gay, 1996). Esto sugiere que un considerable número de productores están perdiendo la oportunidad de optimizar su producción y por ende el retorno económico.

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar las diferencias existentes entre los diversos tipos de explotación bovina, en relación a características generales tales como el área destinada a producción y número de animales, así como sobre aspectos de manejo general, incluyendo de tipo administrativo, nutricional, salud reproductiva y selección de reemplazos. Además, se pretendió verificar cuáles variables tienen mayor relevancia para agrupar las explotaciones de producción de leche y carne bovina de la Zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El presente estudio se elaboró en fincas ubicadas en las zonas Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica ($10^{\circ}15' - 11^{\circ}00'$ Lat. Norte, $84^{\circ}00' - 85^{\circ}00'$ Long. Oeste y $9^{\circ}30' - 11^{\circ}15'$ Lat. Norte, $85^{\circ}00' - 86^{\circ}10'$ Long. Oeste; respectivamente). Ambas regiones en conjunto contienen la mayor población de bovinos del país (333.566 cabezas en la zona Huetar Norte y 281.500 cabezas en el Pacífico Norte) (INEC, 2015).



Figura 1: Distribución de zonas geográficas en Costa Rica

Selección y cálculo de la muestra

La muestra seleccionada contempló variables de logística como la anuencia del productor a participar del estudio, el contacto por medio de asociaciones como la Cooperativa Dos Pinos y Cámaras de ganaderos, así como la divulgación del estudio mediante charlas a productores. El muestreo incluyó la visita a 157 hatos de tipo lechería especializada, doble propósito y cría de ganado de carne, los cuales fueron seleccionados considerando como único criterio de inclusión al estudio, el hecho de que existiera en los mismos la presencia de al menos un toro reproductor

que hubiese estado en contacto sexual por lo menos una vez con un grupo de hembras.

Recopilación de datos

La información fue recopilada directamente por medio de visitas personales a cada finca, mediante la aplicación de una encuesta (anexo 1) al propietario o encargado de la explotación. La encuesta, incluyó una serie de preguntas con el fin de identificar un conjunto de variables independientes, las cuales a su vez fueron agrupadas en seis categorías: Manejo general, manejo productivo, manejo nutricional, manejo reproductivo, salud reproductiva y selección de reproductores. Además, los criterios para la elaboración de la encuesta permitieron verificar algunas prácticas de manejo, así como también determinar la frecuencia con la que se llevaban a cabo estas prácticas (tabla 1).

Tabla 1. Variables incluidas en la encuesta y sus categorías.

<u>Variable</u>	<u>Categorías</u>
<u>Variables de manejo general</u>	
Zona	Huetar Norte / Pacífico Norte
Nivel de escolaridad del propietario	Ninguno / primaria / secundaria / universitaria
Tipo de explotación	Lechería especializada / doble propósito / cría ganado de carne
Número de cabezas	Continua
Área de la finca	Continua
<u>Variables de manejo productivo</u>	
Tipo de registro	Ninguno / computarizado
Poseen romana	Sí/ No
<u>Variables de manejo nutricional</u>	
Tipo de pastura	Natural / mejorado*
Suplementación mineral	Sí / No
Suplementación energética	Sí / No**
Suplementación proteica	Sí / No***
<u>Variables de manejo reproductivo</u>	
Biotechnologías reproductivas	Solo MN / IA+MN / TE+MN / Todas
Tipo de monta	Continua / estacional / controlada ^(a)
Tipo de padreo	Sencillo / múltiple / rotan toros / NA ^(b)

Préstamos de toros	Sí / No
Frecuencia de BSE	Nunca / cada 6 meses / anual / esporádicamente
Asistencia veterinaria	Nunca / solo emergencias / anual / cada 6 meses / cada 2-3 meses / mensual
<u>Variables de salud reproductiva</u>	
Vacuna contra virus reproductivos	Sí / No
Presencia de abortos	No / esporádicos / frecuente / muy frecuente ^(c)
Presencia de ciclos irregulares	No / esporádicos / frecuente / muy frecuente ^(c)
Presencia de vacas repetidoras	No / esporádicos / frecuente / muy frecuente ^(c)
Presencia de flujos sucios post monta	No / esporádicos / frecuente / muy frecuente ^(c)
<u>Variables selección de reproductores</u>	
Compra toros en subasta comercial	Sí / No
Compra toros que han estado previamente en MN	Sí / No
Compra hembras en subasta comercial	Sí / No
Compra reproductores con BSE	Sí / No

(*) Pasto mejorado: Especies forrajeras, en su mayoría gramíneas y leguminosas, no nativas, con buena adaptación a las condiciones agro ecológicas de la finca y con una adecuada producción de biomasa forrajera y calidad nutricional) (Pezo, 2018).

(**) Suplementos energéticos: Melaza, grasa sobre pasante, harina de coquito, subproductos cítricos y piña y silo de maíz.

(***) Suplementos proteicos: urea y pollinasa.

(^a) Tipo de monta: Monta continua (permanencia del toro con el hato todo el año), monta estacional (el toro con el hato solamente en un periodo determinado del año), y monta controlada (la vaca se expone al toro únicamente al momento del celo).

(^b) Tipo de padreo: Sencillo (un solo toro por grupo de vacas), múltiple (utilización de más de un toro por grupo de vacas), rotación de toros (sustitución del macho por otro reproductor durante el mismo periodo de monta) y NA (no aplica para toros manejados en monta controlada).

(^c) Esporádico: evento que alguna vez ha sido reportado. Frecuente: evento de ocurrencia mensual. Muy frecuente: evento de ocurrencia semanal o numéricamente concentrado en una época del año.

Análisis de datos

Se realizó como primer paso el cálculo de estimados de estadística descriptiva para medidas de tendencia central y de dispersión de las variables cuantitativas y cualitativas respectivamente. Además, se llevó a cabo un análisis multivariado de factores jerárquicos con agrupación por conglomerados, para determinar cuáles variables caracterizan mayormente a las explotaciones productivas estudiadas. Para el análisis de todos los estadísticos propuestos en este estudio se utilizó el programa SAS (SAS, 2009).

RESULTADOS

Variables de manejo general

Del total de fincas encuestadas, 49,7% (n=78) y 50,3% (n=79) se ubicaron en la Zona Huetar Norte y Pacífico Norte respectivamente. El área promedio de las fincas analizadas fue de 159,8±229,9 ha (rango de 3,5 a 1500), con un promedio de animales por finca de 172,8±164,1 (7-1050). Según su sistema de producción, las explotaciones se dividieron en lecherías especializadas (55,4%, n=87), doble propósito (24,2%, n=38) y cría de ganado de carne (20,4%, n=32). Las lecherías especializadas fueron de menor tamaño y presentaron una mayor carga animal en comparación con los otros dos sistemas (P<0,0001) (tabla 2).

Tabla 2. Características generales de las fincas según el tipo de explotación.

Tipo de explotación	Tamaño de finca (ha)	Total de cabezas	(Animales/ha)
Lechería especializada	74,7±90,3 ^(a) (3,5-500)	122,2±90,9 ^(a) (7-400)	2,5±1,7 ^(a) (0,6-8,2)
Doble propósito	221,5±319,3 ^(b) (5-1500)	211,1±241,5 ^(b) (10-1500)	1,4±0,7 ^(b) (0,2-4)
Cría de ganado de carne	317,9±266,5 ^(b) (6-1300)	264,7±159,2 ^(b) (10-611)	1,1±0,8 ^(b) (0,2-4,2)

Medias en una misma columna con distintas letras difieren significativamente (P<0,0001)

Con respecto al nivel de escolaridad del propietario, se determinó que el 19,8% (n=31) no tenía ningún nivel de escolaridad, 35,0% (n=55) había finalizado la educación primaria, 15,9% (n=25) completó secundaria, mientras 29,3% (n=46) cursó educación universitaria.

Variables de manejo productivo

De los productores encuestados el 90,5% (n=142/157) reportaron registrar los datos de la finca mediante sistemas computarizados. No obstante, el manejo de registros varió significativamente según el tipo de explotación pecuaria encuestada (P<0,05), siendo más frecuente su utilización en productores de lechería especializada (95,4%), comparado con sistemas de doble propósito y cría de ganado de carne (86,8% y 81,3% respectivamente).

En relación a la existencia y uso de romana para pesaje de los animales, el 77,1% de los productores encuestados, manifestaron no poseer romana en sus fincas. Al estratificar dicha respuesta acorde al sistema de producción, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$), siendo su uso menos frecuente en productores de lechería especializada y doble propósito (5,8% y 26,3% respectivamente), comparado con criadores de ganado de carne (65,6%).

Variables de manejo nutricional

El 72,6% de las fincas poseían pasturas mejoradas, no encontrando diferencias significativas en la utilización de estas entre los tres sistemas de producción bovina estudiados ($P > 0,05$). No obstante, en relación a la suplementación con minerales, energía y fuentes de proteína en la dieta, se encontró que dichos insumos eran utilizados en las fincas en un 96,8%, 65% y 59,9% respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la suplementación de minerales de acuerdo al tipo de explotación pecuaria analizada, ni tampoco en el uso de suplementos energéticos y proteicos entre lecherías y doble propósito ($P > 0,05$). Por el contrario, la utilización de suplementos con fuentes energéticas y proteicas fue menor ($P < 0,05$) en los sistemas de producción de ganado de carne comparado con los otros sistemas (figura 1).

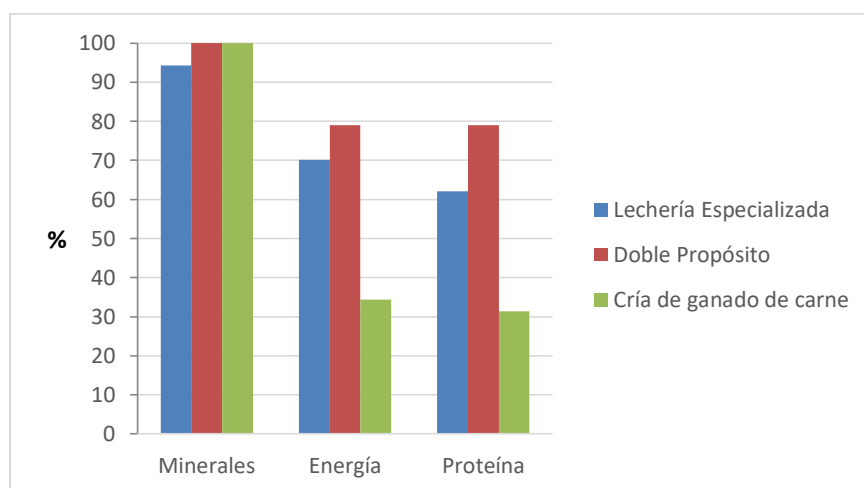


Figura 2. Porcentaje de productores que utilizan suplementos nutricionales de acuerdo al tipo de explotación productiva.

Variables de manejo reproductivo

Sin distinción del tipo de explotación pecuaria encuestada, la utilización de monta natural (MN) como única forma de reproducción del hato, fue el método más reportado (60,5%) ($P < 0,001$). La utilización de otras técnicas tales como inseminación artificial y transferencia de embriones, o bien la combinación de estas dos últimas biotecnologías fue 35,0%, 3,2% y 1,3% respectivamente. En relación al sistema de producción, la MN como único sistema de servicio fue reportada por un 54,0% en lecherías especializadas, 73,7% en doble propósito y 62,5% en cría de ganado de carne.

Además, de los 504 sementales distribuidos en los 157 hatos analizados, un 74,4% ($n=375$) se manejaban en monta continua, siendo este el sistema más utilizado en todas las explotaciones estudiadas ($P < 0,0001$) (68,9% en lechería especializada, 80,7% en doble propósito y 73,8% en ganado de carne), mientras que 13,7% ($n=69$) eran mantenidos en monta estacional y 11,9% ($n=60$) en monta controlada.

En relación al tipo de padreo, el sencillo (61,8%) predominó sobre el múltiple (36,4%), así como sobre otras prácticas como la rotación de toros (1,8%) ($P < 0,0001$). Acorde con el sistema de producción, el padreo sencillo se reportó con una frecuencia de utilización de 70,9%, 51,5%, y 63,6%, en lechería especializada, doble propósito y cría de ganado de carne respectivamente.

En relación a la evaluación andrológica de los toros, un 61,8% de los productores manifestó no haber realizado nunca esta práctica, mientras que un 7,0% indicó llevarla a cabo cada 6 meses, 8,9% una vez al año y 22,3% reportó que la había practicado esporádicamente en algún momento.

Cabe destacar, que estos valores fueron significativamente influenciados por el tipo de sistema de producción estudiado ($P < 0,0001$) (figura 2), siendo que la mayoría de los productores de lechería especializada y doble propósito no realizan la evaluación andrológica de sus toros, mientras que los productores de ganado de cría la realizan con mayor frecuencia. No obstante, este porcentaje no alcanza siquiera el 50% de los mismos (46,9%).

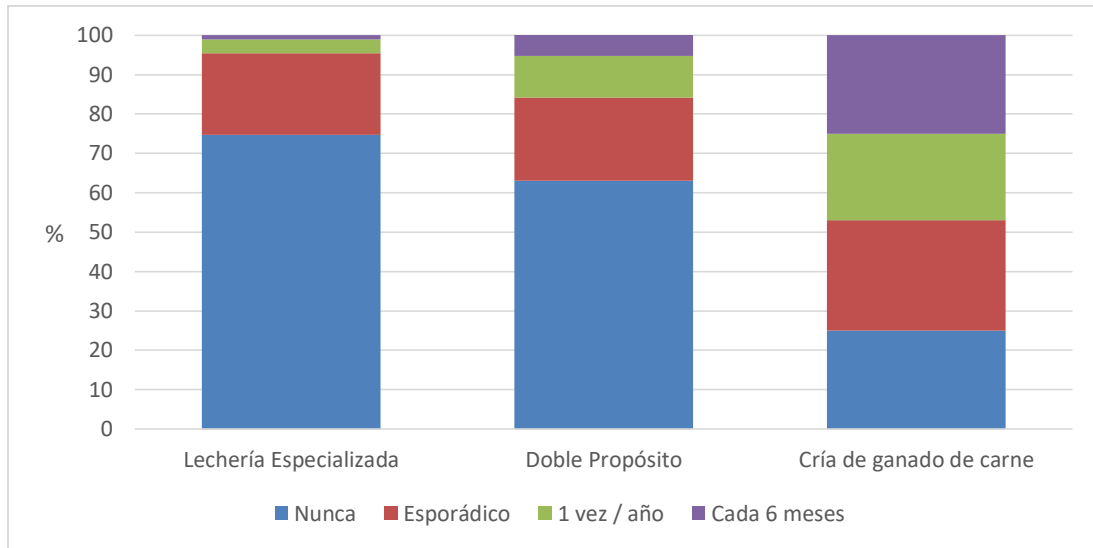


Figura 3. Frecuencia de realización de la evaluación andrológica de acuerdo al tipo de explotación productiva.

La figura 3 muestra la frecuencia de utilización de asistencia veterinaria acorde al tipo de explotación, destacándose que los productores dedicados a lechería especializada la utilizan con mayor frecuencia comparada con las otras explotaciones ($P < 0,0001$), ya sea mensual o cada 2-3 meses. Por el contrario, aproximadamente la mitad de los productores de doble propósito y cría de ganado de carne no utilizan la asistencia de un profesional, o bien solo la solicitan una vez al año o durante emergencias.

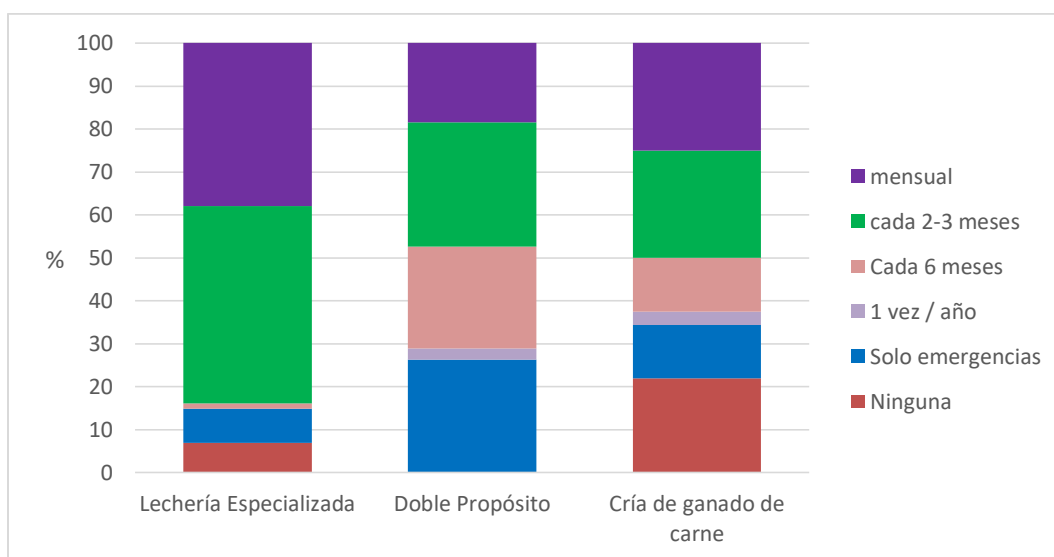


Figura 4. Frecuencia de utilización de la asistencia veterinaria según el tipo de productor estudiado.

Con respecto al préstamo de sementales entre las fincas, un 8,3% de los productores reportó llevar a cabo esta práctica, sin distinción del tipo de explotación bovina ($P>0,05$).

Variables de salud reproductiva en hembras

Un 73,3% de los productores encuestados ($n=115/157$) indicó llevar a cabo la vacunación anual de sus hembras contra enfermedades como Diarrea Viral Bovina y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina. Dicho procedimiento fue reportado en proporciones similares en los distintos tipos de explotaciones encuestadas ($P>0,05$).

Al analizar el reporte de las manifestaciones clínicas relacionadas a problemas reproductivos, tales como abortos, ciclos irregulares, vacas repetidoras y flujos sucios post monta, la mayoría de productores indicaron nunca haberlos observado o bien haberlos sufrido solo de manera esporádica (tabla 3).

Tabla 3. Reporte de problemas reproductivos en hembras de los hatos estudiados

Manifestación clínica	Nunca	Esporádico	Frecuente	Muy frecuente
Abortos	25,5%	63,7%	5,7%	5,1%
Ciclos irregulares	33,8%	50,9%	11,5%	3,8%
Vacas repetidoras	32,5%	43,9%	18,5%	5,1%
Flujos sucios	61,2%	31,2%	5,7%	1,9%

Cabe destacar, que el reporte de estas patologías reproductivas, se da con menor frecuencia ($P<0,0001$) en las fincas de cría de ganado de carne comparado con lecherías y doble propósito (37,4%, versus 70,4% y 62,4% respectivamente).

Variables de selección de reproductores

En el caso de la compra de hembras para vientres de reemplazo, un 88,5% de los productores indicó adquirir las mismas directamente en fincas de criadores de ganado, contrario a un 11,5% que reportó hacerlo en subastas de ganado de engorde. Sin embargo, existe una mayor tendencia (23,7%) en los productores de doble propósito de utilizar este tipo de subastas para la escogencia de sus hembras ($P<0,05$).

En relación a la compra de los reproductores, la gran mayoría de las fincas (96,8%) reportaron adquirirlos directamente de criadores de sementales. Por otra parte, un 35% de los productores indicó no importarle si el toro había estado en monta previamente en la finca de origen. Esta tendencia no presentó diferencias estadísticamente significativas acorde al tipo de explotación encuestada ($P>0,05$). Con respecto a la exigencia del examen andrológico como un condicionante para la compra de un reproductor, el 49,7% de los productores indicaron solicitar este requisito. Esta costumbre fue afectada significativamente por el tipo de explotación, siendo más utilizada en fincas de ganado de carne (68,8%) comparada con lecherías (43,7%) y fincas de doble propósito (47,4%) ($P<0,05$). No se encontró diferencia significativa entre estos dos últimos sistemas en relación a esta medida.

Análisis multivariado de factores

Con base en el análisis multivariado, se identificaron tres factores subyacentes con auto valores >1 , los cuales explican respectivamente el 29,0, 23,9 y 15,6 % de la varianza original. El valor obtenido para el estadístico de adecuación muestral Kaiser (KMS) fue 0,59, lo cual indica que existen asociaciones importantes entre las variables analizadas.

El factor 1 presentó una estrecha correlación positiva con las variables de número de cabezas ($r=0,82$), área de las fincas ($r=0,74$), presencia de romana ($r=0,69$) y tipo de explotación ($r=0,58$) (figura 4). Mientras que el factor 2 se relacionó de manera positiva con la incidencia de problemas reproductivos, tales como ciclos irregulares ($r=0,69$), presencia de vacas repetidoras ($r=0,61$), flujos sucios ($r=0,54$) y abortos ($r=0,43$), además de la frecuencia con la que los productores frecuentan la asistencia veterinaria ($r=0,34$) (figura 4).

El factor 3 presentó asociación positiva con la compra tanto de machos ($r=0,59$) como de hembras ($r=0,49$) en subastas de ganado comercial, con la compra de toros que hayan estado en monta previamente ($r=0,42$) y con el préstamo de sus reproductores ($r=0,42$) (figura 4). Este factor también presentó una fuerte relación negativa con las variables de manejo nutricional, tales como suplementación de minerales ($r=-0,29$), energía ($r=-0,34$) y proteína ($r=-0,25$) y con

la utilización de vacunas contra agentes causantes de problemas reproductivos ($r=-0,42$).

El análisis de conglomerados sobre los 3 factores principales seleccionados permitió identificar 4 agrupaciones heterogéneas de fincas con 9 (grupo 1), 104 (grupo 2), 23 (grupo 3) y 21 (grupo 4) fincas (figura 4). Este patrón de agrupación explica un 54% de la varianza total original. De esta manera se deduce que las fincas ubicadas en los grupos 1 y 4 son fincas de mayor tamaño y con mayor número de animales, comparadas con las fincas de los grupos 2 y 3. Además, las fincas de los grupos 1 y 2 son fincas que presentan mayor cantidad de reporte de problemas relacionados a manifestaciones reproductivas, a diferencia de las fincas de los grupos 3 y 4. Finalmente las fincas del grupo 3 difieren de los otros tres grupos por ser fincas en las cuales los propietarios tienen la tendencia de comprar reproductores machos y hembras en subastas de ganado comercial, sin importar si han estado en monta previo a la compra, así como llevar a cabo la práctica de prestar sus machos reproductores. Además, este análisis permite determinar que el grupo 4 está conformado en su mayoría por fincas de cría de ganado de carne (86%), el cluster 2 principalmente por lecherías especializadas y doble propósito (74% y 22% respectivamente) y el cluster 3 está compuesto por los tres tipos de explotaciones.

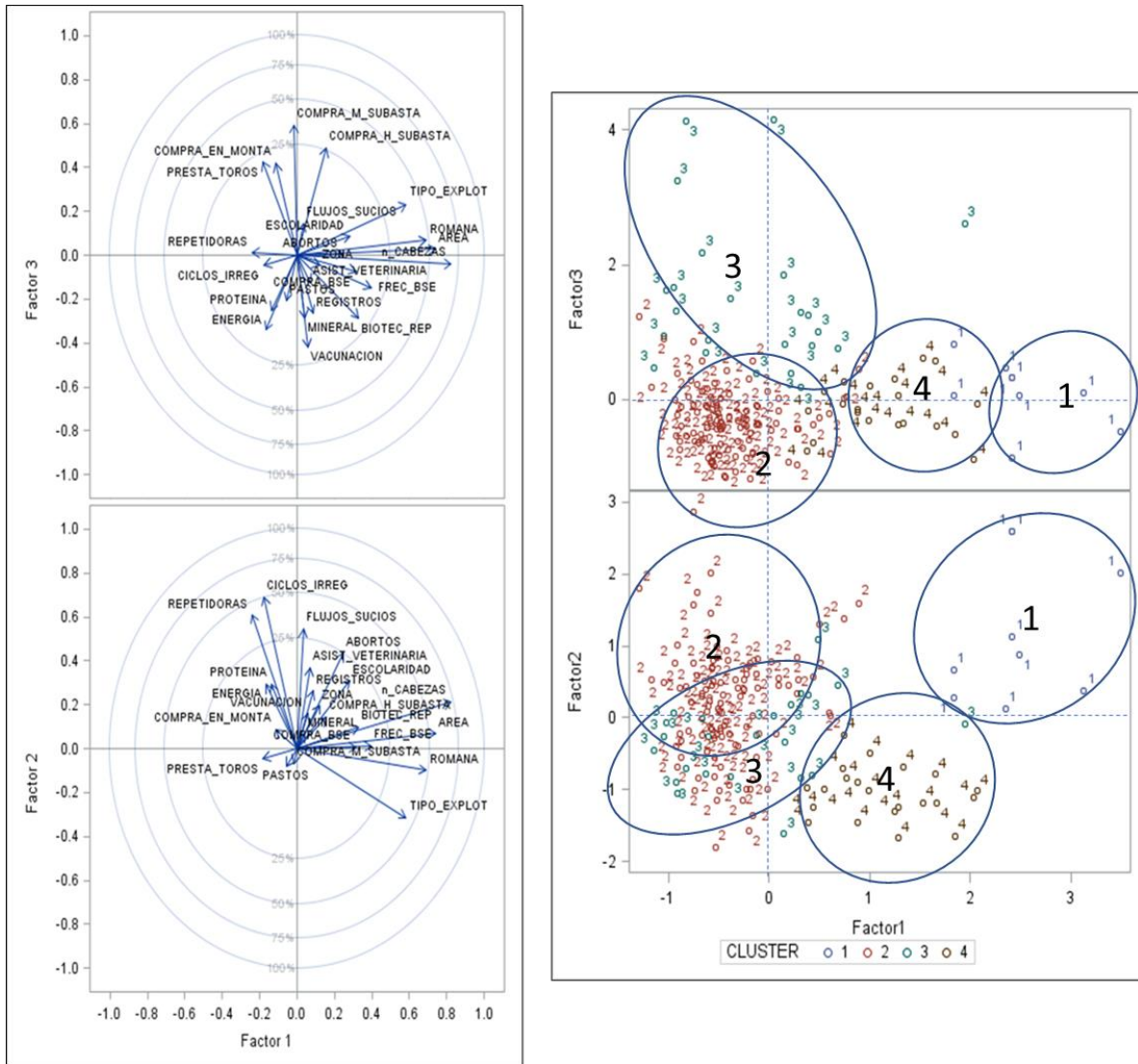


Figura 5. Disposición de las variables analizadas (panel izquierdo) y de conglomerados de fincas (panel derecho) en el plano conformado por los factores principales 1 (eje x) vs. 2 (eje y, inferior) y 3 (eje y, superior)

DISCUSIÓN

A pesar de que la muestra fue seleccionada teniendo en cuenta variables de logística y buscando representatividad para los tres sistemas estudiados, existió una mayoría de sistemas dedicados a la producción de leche de manera especializada. Cabe mencionar que la razón principal de este hecho, fue que se dio una mayor afluencia de productores de leche por participar en esta investigación, y además, una mayor facilidad para acceder a ellos por medio de los promotores técnicos de la Cooperativa Dos Pinos.

Los resultados obtenidos de las fincas encuestadas determinaron una diferencia altamente significativa en cuanto al tamaño y la carga animal. Las fincas de lechería especializada fueron más pequeñas en área de terreno, pero tienen mayor número de animales por hectárea comparadas con las explotaciones de doble propósito y cría de ganado de carne. Esto demuestra una producción y manejo intensivo en las explotaciones lecheras.

Dentro de los factores de manejo productivo, el llevar registros de los datos tanto productivos como reproductivos se convierte en una herramienta de gran utilidad para el análisis de los sistemas. La mayor tendencia por parte de los productores de lechería especializada en usar esta herramienta, podría deberse a que por años se han venido implementando programas de salud de hato en estos sistemas, ya sea por decisión propia de los propietarios o por solicitud de las mismas cooperativas comercializadoras de productos lácteos. La misma situación podría explicar el elevado porcentaje de explotaciones de doble propósito (86,8%) que incorporan esta herramienta en sus prácticas de manejo. Claramente, estos programas de salud de hato incorporan sistemas de registro, con el fin de medir y analizar tanto índices reproductivos como productivos. No obstante lo anterior, llama la atención lo que podría considerarse una alta frecuencia de uso de registros en sistemas como la cría de ganado de carne. Este hecho, puede deberse ya sea a un cambio en la mentalidad de los propietarios, o bien, a un mayor acceso a estas herramientas por medio del apoyo y capacitación a través de las cámaras de productores u otras entidades públicas y privadas que brindan estos servicios.

Sin embargo, estos datos no pueden ser considerados como un reflejo fidedigno de la realidad nacional, ya que en la respuesta obtenida en la encuesta no se analizó la calidad, objetividad ni validación tanto de los datos como del mismo programa de registros utilizado. Por lo tanto, existe la posibilidad de que en estos sistemas si bien se da la existencia de registros, el hecho de ser no validados o contener información desactualizada o no analizada con la frecuencia debida, no contribuye en definitiva al mejoramiento de los sistemas de producción bovina.

Es importante destacar que la toma de decisiones con el fin de mejorar la eficiencia de los sistemas de producción, debe estar respaldada por los índices que presente en ese momento cada explotación. Por lo tanto, la incorporación de un sistema de registro que permita medir y por ende administrar la productividad, es sin lugar a dudas una herramienta indispensable en cualquier programa de salud de hato. La introducción de sistemas de cómputo en las explotaciones ganaderas, genera un acceso más certero a los datos y a su vez permite el procesamiento de los mismos. Por lo tanto, el manejar un sistema computarizado genera una gran oportunidad de coleccionar, resumir y analizar los índices productivos y reproductivos de cada explotación (Hardin, 1993; Randle, 1993).

En cuanto a la utilización de la romana en los sistemas de producción pecuaria, el bajo porcentaje de uso de esta herramienta, tanto por parte de los productores de lechería especializada como de doble propósito, refleja la poca importancia que se le da al monitoreo de las curvas de crecimiento de los animales en las diversas etapas de su vida. Incluso en explotaciones en las que el uso de esta herramienta fue reportado con mayor regularidad, como lo es la cría de ganado de carne, su utilización se limita a la pesa de animales previo a su venta con fines comerciales, pero no como método de control del desarrollo corporal de estos semovientes.

El uso de la romana para verificar la ganancia de peso de los animales en desarrollo, es un instrumento indispensable dentro de los programas de salud de hato de cualquier sistema de producción bovina, especialmente en la evaluación del desarrollo corporal de las hembras y machos de reemplazo.

Se ha demostrado que la maduración del eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal se completa varios meses antes de la edad a la cual las novillas presentan su primer ciclo estral (Gasser *et al.*, 2006 a, b). Estudios efectuados con novillas de reemplazo *Bos taurus*, demuestran que la maduración de este sistema depende del manejo nutricional, el cual incluye una ganancia de peso corporal adecuada en edades tempranas previas al periodo puberal (Gasser *et al.*, 2006c). Este hecho, demuestra la importancia de establecer controles de peso en las hembras de reemplazo con el fin de monitorear su desarrollo desde el nacimiento hasta la incorporación al grupo de vientres activos.

La enorme importancia que posee el control de las curvas de crecimiento en las hembras de reemplazo, se fundamenta en el hecho de que las novillas que son desarrolladas para alcanzar su primer parto a edades tempranas, se convierten en hembras reproductivamente más eficientes, y con un mayor potencial de producción y reproducción durante toda su vida (Lesmeister *et al.*, 1973; Marshall *et al.*, 1990; Goehring, 1991; Patterson *et al.*, 1992). Sin duda, la selección por este factor contribuye significativamente a incrementar la rentabilidad de cualquier sistema de producción pecuaria.

Por el contrario, el retardo en alcanzar la pubertad, se convierte en una de las principales razones por las cuales las novillas incrementan significativamente su edad a primer parto, o bien deben ser descartadas como reproductoras luego de permanecer en el hato durante años de forma improductiva debido a un subdesarrollo gonadal (Yelich *et al.*, 1996). Por esta razón, independientemente del sistema de producción pecuaria en el cual se encuentran las novillas, el obtener un peso ideal acorde a su etapa de crecimiento, se convierte en la forma adecuada de alcanzar uno de los objetivos de un programa de salud de hato, el cual es acortar la edad a primer parto de los reemplazos.

En relación al manejo nutricional de las explotaciones estudiadas, si bien la mayoría de los productores reportaron la utilización de pasturas mejoradas y el uso de minerales en sus fincas, la utilización de suplementos energéticos y proteicos fue mayor en las lecherías especializadas y doble propósito, a diferencia de los productores dedicados a la cría de ganado de carne. En estos últimos, el manejo

nutricional se basa principalmente en pasturas, minerales y agua. Sin embargo, la baja suplementación energética y proteica puede ser uno de los factores que impacta negativamente los índices reproductivos de los animales adultos y las curvas de crecimiento en animales jóvenes, especialmente en épocas de escasez de comida como suele suceder durante el verano en el Pacífico Norte y la época lluviosa en la Zona Huetar Norte. Además, es importante mencionar que en el presente trabajo no se determinó la frecuencia de utilización de suplementos minerales, ni tampoco el tipo de núcleos para mezcla suministrada, lo cual sin duda afecta la bio disponibilidad del suplemento.

En una investigación realizada en seis fincas en la misma zona de estudio del presente trabajo, se logró determinar que las vacas con una condición corporal ≥ 3 , se encontraban en el 98% de los casos ciclando o preñadas ($n=1160$), mientras que las hembras con una inferior condición presentaron anestro (75,6%; $n=226$) (Granados, 2017). Por ende, la utilización de fuentes orgánicas de minerales, aunado a una adecuada suplementación estratégica con fuentes energéticas y proteicas en épocas de escases de pasturas, contribuye significativamente a alcanzar los objetivos reproductivos y productivos en los sistemas de producción animal.

En relación a las variables de manejo reproductivo, a pesar de la incorporación de técnicas de biotecnología reproductiva asistida, como la IA y la TE, la monta natural continúa siendo el método tradicional más utilizado por los productores para aparear su hato, indistintamente del sistema de producción bovina que practiquen. Este hallazgo confirma los datos reportados previamente por Chacón (2000) para fincas ganaderas en Costa Rica, y refuerza la importancia que poseen aquellos factores que influyen directamente sobre el éxito reproductivo en sistemas de monta natural, tales como la salud reproductiva del semental.

Sin embargo, y a pesar de la relevancia del macho en este tipo de sistemas, los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran la reducida importancia que sigue recibiendo el estatus andrológico del toro por parte de los productores en zonas tropicales. El hecho de que menos del 5% de los productores de lechería especializada reportaran como rutina evaluar sus toros, demuestra que los

propietarios e incluso los veterinarios asesores de estos sistemas de producción, subestiman la importancia del macho, aun cuando se ha demostrado un significativo efecto sobre el índice de concepción calculado en vacas ciclando, entre los toros clasificados como satisfactorios e insatisfactorios al examen andrológico (82,5% y 28,4% respectivamente) (Navarro *et al.*, 2008; Navarro y Chacón, 2016). Además, estudios llevados a cabo en Costa Rica, demostraron el efecto que posee el estatus andrológico satisfactorio del toro sobre el número de ciclos por concepción, comparado con toros sospechosos e insatisfactorios (1,6, 2,5 y 2,8, respectivamente) (Navarro y Chacón, 2016). Un panorama similar se observó en el caso de las fincas de doble propósito, en donde esta práctica es llevada a cabo por apenas un 15% de los productores. Por otro lado, los criadores de ganado de carne implementan la evaluación andrológica con mayor regularidad, aunque sigue existiendo un 53,1% de estos que nunca lo llevan a cabo, o lo realizan de manera esporádica. La pobre relevancia que se le brinda al estatus andrológico de los toros, es uno de los factores que, sin duda, podrían estar afectando significativamente los índices de preñez en los sistemas de producción bovina de nuestro país, tal como lo menciona Chacón (2000) al analizar los resultados de evaluaciones andrológicas realizadas en todo el país. De igual forma, en esta encuesta tampoco se analizó la complejidad o el estándar del BSE practicado, el cual en muchos casos carece de objetividad al limitarse simplemente a un examen de motilidad espermática, situación que impacta negativamente la objetividad del diagnóstico (Chacón, 2000; Chacón, 2009).

Este aspecto se repite también durante la adquisición de los sementales, siendo los propietarios de lecherías y doble propósito los que en menor proporción solicitan el examen andrológico al momento de la compra de sus reproductores. En el caso de los criadores de ganado de carne, persiste una tercera parte de estos que no solicita la evaluación al momento de la compra. Estos resultados, coinciden con lo aportado por Chacón (2000, 2009, 2014), al señalar que los principales aspectos utilizados por los productores para seleccionar un semental son características relacionadas al tipo, tales como aspecto, raza, musculatura o linaje

(pedigree), los cuales no necesariamente están relacionados al potencial reproductivo del toro.

En relación al préstamo de toros entre productores, se observó una disminución notable en esta práctica comparada con datos reportados a inicios de los años 90 (Pérez *et al.*, 1992), en donde se demostró que este manejo era utilizado por un 25,4% de los productores en las zonas Huetar Norte y Tilarán de Costa Rica, lo cual contrasta con el 8,3% obtenido en el presente trabajo.

En cuanto al tipo de monta utilizada, el elevado porcentaje (74%) de productores que reportó practicar la monta continua, contrasta con el 50% que utilizó este método acorde con Chacón (2000). No obstante, no se debe dejar de lado que la mayoría de productores visitados en este trabajo, se dedicaban a la producción de leche (55,4%) y doble propósito (24,2%). Por ende, este dato podría estar influenciado por el hecho de que, en este tipo de explotación, la monta debe ser durante todo el año para mantener su producción constante.

Es importante recalcar que el tipo de monta seleccionado en las explotaciones bovinas, varía de acuerdo a factores como la demanda de producción (ya sea leche o kilos de ternero) y la decisión propia del propietario. No obstante, se debe tener en cuenta que, al programar la monta de manera estacional, se logra un mejor manejo de variables como el clima, fuentes de alimento y programación de partos, lo cual puede llegar a tener un impacto positivo sobre los índices de fertilidad y producción de los hatos.

El porcentaje de productores que reportaron utilizar padreo múltiple en el presente estudio (32%), es inferior al publicado por Pérez *et al.* (1992) en la Zona Huetar Norte y Tilarán (66%) y al reportado por Chacón (2000) (49,5%) a nivel nacional. Cabe mencionar que el padreo múltiple es una práctica de manejo reproductivo que afecta el potencial productivo de los hatos debido a que favorece el establecimiento de dominancia, especialmente entre reproductores de razas, edades y peso corporal no homogéneos (Chenoweth, 1981; Rodríguez *et al.*, 1993). Además, los toros dominantes son usualmente los de mayor edad, lo cual los hace más propensos a sufrir patologías testiculares (Carroll *et al.*, 1963; Rao y Bane, 1985), y enfermedades venéreas (Pérez *et al.*, 1992). Sin embargo, debe

igualmente considerarse que este dato puede estar influenciado por la mayoría de explotaciones de leche, las cuales mantienen grupos de vacas más pequeños con un solo toro.

En relación a las variables de salud reproductiva de la hembra bovina, la baja frecuencia con la que fueron reportadas manifestaciones clínicas asociadas a patologías reproductivas como abortos, ciclos irregulares, vacas repetidoras y flujos sucios post monta, debe ser considerada con cuidado, dado que este dato se basa en información brindada verbalmente por los propietarios o encargados de las explotaciones, y se constató que en la mayoría de casos, no existe un registro anotado y fidedigno de la frecuencia con que se presentan estas patologías. Estos hechos reflejan la poca atención que se brinda al registro de patologías reproductivas en las explotaciones, lo cual dificulta el diagnóstico de los agentes causales y por ende el control epidemiológico de las mismas.

Cabe destacar que la baja frecuencia del reporte de patologías reproductivas, es aún más notable en las explotaciones dedicadas a la cría de ganado de carne, lo cual también se ve reflejado en el análisis de conglomerados, en donde el grupo 2, conformado por fincas de lechería especializada y doble propósito, refleja un mayor reporte de estos problemas reproductivos. Esta situación puede deberse a un manejo más intensivo especialmente en el caso de las lecherías especializadas, o una mayor manipulación y por ende observación de los animales en los sistemas de producción de leche. Además, es importante tener en cuenta que, a pesar de no existir diferencia en cuanto al manejo de registros entre los diversos sistemas, la calidad, objetividad, validación de los datos y el tipo de programa de registros utilizado, no fueron determinadas en este trabajo.

Al analizar la frecuencia con la que los productores utilizan la asistencia veterinaria, queda claro que la esporádica utilización de esta herramienta por parte de las explotaciones de doble propósito y cría de ganado de carne, perjudica negativamente la prevención, diagnóstico y control de problemas productivos en estos sistemas, afectando la salud del hato y por ende la sostenibilidad del sistema productivo. A esta condición, debe agregarse que aún los sistemas que utilizan asistencia veterinaria con mayor frecuencia tal es el caso de las lecherías, la misma

se limita a llevar a cabo visitas de palpación rectal para el diagnóstico reproductivo en las hembras, sin incorporar otros protocolos que contemplen factores como el análisis de registros, seguimiento de curvas de crecimiento y control andrológico (Chacón, 2009). Cabe agregar, que la mayor frecuencia de utilización de asistencia veterinaria en explotaciones de lechería especializada, contrasta con la reducida utilización del pesaje de reemplazos en este tipo de explotación. Este hecho, sin duda puede interpretarse como un enfoque inadecuado de aspectos básicos de salud de hato tales como el seguimiento de curvas de crecimiento en los animales y análisis de registros.

En relación a la selección de reemplazos, la mayor tendencia mostrada por parte de los productores de doble propósito de comprar hembras de reemplazo en subastas de ganado comercial (23,7%), es preocupante debido a que dicha práctica puede tener consecuencias negativas para el sistema productivo, si se considera que las hembras que son vendidas en estas subastas, son animales de descarte de otras fincas, debido entre otras razones a problemas de índole reproductivo, retardo en el crecimiento e incluso bajos índices productivos, entre otros factores. Además, esta situación incrementa el riesgo sanitario al poder introducir agentes infecciosos, particularmente de transmisión sexual, ya que se desconoce su historial reproductivo (Sanderson y Gay, 1996; Chacón, 2009).

El análisis multivariado de factores jerárquicos determinó que existen tres factores importantes, los cuales explican el 68,5% de la varianza observada entre los diferentes sistemas de producción estudiados. En primer orden, variables generales como el tamaño de la finca y el número de cabezas, demostraron tener una gran importancia para caracterizar y tipificar las explotaciones. Además, las variables de salud reproductiva, así como las relacionadas con la forma en que los sistemas adquieren sus reemplazos y la costumbre de prestar o no sus reproductores, tomaron un rol relevante lo cual indica que estas variables deben ser incorporadas en cualquier análisis de sistemas de producción con el fin de alcanzar la caracterización y tipificación de las explotaciones bovinas.

CONCLUSIONES

Las variables relacionadas con aspectos generales de las explotaciones pecuarias estudiadas, como lo son el área de la finca y la carga animal por hectárea, son los factores de primer orden jerárquico para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción bovina de las zonas Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.

Los aspectos relacionados con la salud reproductiva, la forma en que se adquieren los reemplazos y la costumbre de prestar o no sus reproductores, fueron los factores de segundo orden jerárquico para caracterizar y tipificar los sistemas de producción bovina analizados.

La determinación de indicadores de manejo productivo y reproductivo para caracterizar las explotaciones pecuarias, permite no solo conocer el estado de cada sistema, sino que se convierte en una importante herramienta para desarrollar los programas de salud de hato enfocados en mejorar su sostenibilidad.

La escasa utilización de herramientas como lo son el uso de romana, la asistencia veterinaria, y la evaluación andrológica dentro de los programas de salud de hato, son factores que afectan negativamente la productividad de las explotaciones bovinas. Este hallazgo concuerda con reportes previos en el país y confirma que no ha existido un cambio significativo en estas prácticas, lo cual obliga a modificar el enfoque de los programas de salud de hato tanto a nivel de profesionales como productores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. *XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión*. Costa Rica. Consultado 15 enero 2018 (en línea). Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-I_031.pdf
- Carroll, E., Ball, L., Scott, J. 1963. Breeding soundness in bulls. A summary of 10940 examinations. *JAVMA*. 142: 1105-1111.
- Castaldo, A., Acero de la Cruz, R., García Martínez, A., Martos, J., Pamio, J., Mendoza García, F. 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Río Cuarto. Argentina.
- Chacón, J. 2000. Breeding soundness evaluation of zebu bulls. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Chacón, J. 2009. Manejo reproductivo y diagnóstico andrológico del toro en ganaderías extensivas del trópico centroamericano. XXI Reunión Bianual ALPA. Vol. XVII: 14-29.
- Chacón, J. 2014. Applied andrology in cattle (*Bos indicus*). 352 – 379. In Chenoweth, P. and Lorton, S. *Animal Andrology Theories and Applications*. Ed. CABI, London.
- Chenoweth, P. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and ram. A review. *Theriogenology*. 16: 155-177.
- CORFOGA. (Corporación Ganadera). 2000. Censo Nacional Ganadero. Corporación Ganadera y Dirección Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica.
- FAO. (Food and Agriculture Organization, United Nations) 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Consultado 11 abril 2018 (en línea). Disponible en: FAO. <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>.
- Gasser, C., Burke, C., Mussard, M., Behlke, E., Grum, D., Kinder, J., Day, M. 2006b. Induction of precocious puberty in heifers II: Advanced ovarian follicular development. *J. Anim. Sci.* 84: 2042-2049.

- Gasser, C., Grum, D., Mussard, M., Fluharty, F., Kinder, J., Day, M. 2006a. Induction of precocious puberty in heifers I: Enhanced secretion of luteinizing hormone. *J. Anim. Sci.* 84: 2035-2041.
- Gasser, C., Behlke, E., Grum, D., Day, M. 2006c. Effect of timing of feeding a high concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. *J. Anim. Sci.* 84: 3118-3122.
- Goehring, T. 1991. Hitting the target with heifer development. *In Investing in the Future, Replacement Heifer Management.* Indianapolis, Eli Lilly and Co, p 50.
- Granados, L. 2017. Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Huetar Norte y Chorotega de Costa Rica. *Práctica dirigida.* Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Hardin, D. 1993. Fertility and infertility assessment by review of records. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* Vol 9, #2 July: 389-403.
- INEC. (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. San José, Costa Rica.
- Lesmeister, J., Burfening, P., Blackwell, R. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J. Anim. Sci.* 36: 1-6.
- Macedo, R., Galina, M., Zorrilla, J., Palma, J., Pérez Guerrero, J. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. *Archivos de Zootecnia.* Vol 52. Nº 200: 463-474.
- Mainar, R., Cuesta, P., Méndez, I., Asensio, M., Domínguez, L., Vázquez-Boland, J. 1993. Caracterización de la explotación ovina y caprina de la C.A.M. mediante encuestas y análisis multivariante: Bases para una planificación en ganadería y sanidad animal. *SEOC XIX.*
- Marshall, D., Mingiang, W., Freking, B. 1990. Relative calving date of first-calf heifers as related to production efficiency and subsequent reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 68: 1812-1817
- Martos, J., García, A., Rodríguez, J., Acero de la Cruz, R. 1995. Clasificación técnico económica de las explotaciones lácteas de la Campiña Baja Cordobesa. *Archivos de Zootecnia.* Vol 44. Nº 165: 39-48.

- Navarro, L. y Chacón, J. 2016. Cycles per conception achieved by extensively managed beef bulls with different andrological status under natural mating in tropical Costa Rica. Abstract Book 18th International Congress on Animal Reproduction. S104. Junio 26-30th, Tours Francia.
- Navarro, L., Alpízar, E., Chacón, J. 2008. Conception rate in extensively managed beef cattle herds bred by bulls with different andrological status in the south area of tropical Costa Rica. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 43, Supplement 3: 166.
- Patterson, D., Perry, R., Kiracofe, G., Bellows, R., Staigmiller, R., Corah, L. 1992. Management considerations in heifer development and puberty. *J. Anim. Sci.* 70: 4018-4035.
- Pérez, E., Conrad, P., Hird, D., Ortuño, A., Chacón, J., BonDurant, R., Noordhuizen, J. 1992. Prevalence and risk factors for *Tritrichomonas foetus* infection in cattle in northeastern Costa Rica. *Preventive Veterinary Medicine*. 14: 155-165.
- Pezo, D. 2018. Los pastos mejorados: su rol, usos y contribuciones a los sistemas ganaderos frente al cambio climático. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica.
- Randle, R. 1993. Production medicine considerations for enhance reproductive performance in beef herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol 9, #2 July: 405-415.
- Rao, A. and Bane, A. 1985. Pathological conditions of the genital organs of normal fertile bulls. *Indian Vet. J.* 62: 242-246.
- Rodríguez, C., Galina, C., Gutierrez, R., Navarro, R., Piccinalli, R. 1993: Evaluación de la actividad sexual de los toros Cebú bajo condiciones de empadre múltiple con hembras sincronizadas con PGF2 α . *Ciencias Veterinarias*. 15: 41-49.
- Sanderson, M. and Gay, J. 1996. Veterinary involvement in management practices of beef cow-calf producers. *JAVMA*, 208: 488-491.
- SAS INST. INC. 2009. SAS/STAT® User's guide: Statistics; Version 9.2. Cary; NC, USA.
- Siegmund-Schultze, M., Rischkowsky, B. 2001. relating household characteristics to urban sheep keeping in West Africa. *Agrycultural Systems* N° 67: 139-152.

- Sraïri, M. and Lyoubi, R. 2003. Typology of dairy farming systems in Rabat Suburban region, Morocco. *Archivos de zootecnia* N° 52: 47-58.
- Valerio, D., García, A., Acero de la Cruz, R., Castaldo, A., Perea, J., Martos, J. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Dpto Producción animal y gestión. Universidad de Córdoba. Documentos de trabajo producción animal y gestión. ISSN: 1698-4226 DT 1, Vol. 1. Consultado 11 enero 2018 (en línea). Disponible en:
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistema2.pdf
- WingChing-Jones, J. 2017. Índices productivos y reproductivos de fincas de cría de ganado bovino de carne en la zona Sur de Costa Rica. Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. Consultado 15 enero 2018 (en línea). Disponible en:
<http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n2/1659-4266-cinn-9-02-00247.pdf>
- Yelich, J., Wetteman, R., Marston, T., Spicer, L. 1996. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. *Domest. Anim. Endocrinol.* 13:325-338.

CAPÍTULO 2

Prevalencia de *Tritrichomonas foetus* y *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis* en toros reproductores de la zona Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.

RESUMEN

Las enfermedades reproductivas infecciosas son una causa importante de pérdidas durante la gestación en el bovino, siendo la campilobacteriosis y la tricomoniasis dos de sus principales agentes. Ambos patógenos se alojan en el epitelio de la cavidad prepucial de los toros infectándolos perennemente, sin provocar síntomas clínicos de enfermedad. En las vacas infectadas, causan pérdida temprana del embrión, piometra post servicio, ciclos irregulares, reducción en el índice de partos y, con menos frecuencia, abortos. Sin embargo, a diferencia del toro, las vacas tienen la capacidad de eliminar la infección. La prevalencia de ambos agentes se ha demostrado en casi todo el mundo donde la monta natural es parte del manejo reproductivo de los hatos. Este estudio tuvo como objetivo estimar la prevalencia de EVP en 157 fincas dedicadas a la producción lechera (55,4%), doble propósito (24,2%) y ganado de carne (20,4%) de las regiones de Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica. Para el diagnóstico de tricomoniasis, se cultivaron muestras de esmegma prepucial de 504 toros en InPouch TF®, incubadas a 38 °C y observadas bajo microscopía de contraste de fase (400x) a intervalos de 24 horas por 7 días consecutivos. Posteriormente, los cultivos se sometieron a determinación del ADN del patógeno mediante la Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR). En el caso de la campilobacteriosis, se utilizó inmunofluorescencia directa en muestras de raspados prepuciales recolectados de la misma población de toros. La prevalencia de ambas enfermedades fue del 0% después de examinar las muestras. Por lo tanto, no se encontró asociación entre la presencia de las enfermedades venéreas primarias y las prácticas de manejo en las fincas estudiadas. Sin embargo, el diagnóstico y control de estos agentes no se debe descuidar, con el fin de minimizar el riesgo de propagación de estas enfermedades dado su impacto negativo en la eficiencia productiva de los hatos bovinos.

ABSTRACT

Infectious reproductive diseases are a main source of bovine embryo or fetus losses. Those that are transmitted exclusively by venereal contact are called "primary venereal diseases", being the campylobacteriosis and trichomoniasis two of their major examples. Both etiological agents, the bacteria *Campylobacter fetus* sub species *venerealis*, and the protozoan *Tritrichomonas fetus* respectively, lie in the preputial cavity epithelium of perennially infected bulls, without clinical symptoms of disease. In infected cows, both agents cause early loss of pregnancy, pyometra post-service, irregular cycles, reduction of the birth rate and less frequently abortions. However, unlike the bull, cows have the ability to clear up the infection. The prevalence of both agents has been demonstrated almost worldwide where natural mating is part of the reproductive management of cattle herds. This study aimed to estimate the prevalence of EVP in 157 bovine herds dedicated to dairy (55.4%), dual purpose (24.2%) and beef cattle (20.4%) production from the Huetar and North Pacific regions of Costa Rica. For the diagnosis of trichomoniasis, preputial esmegma samples from 504 breeding bulls were cultured in InPouch TF[®], incubated at 38 C° and observed under phase contrast microscopy (400x) at 24 hrs. intervals for a maximum of 7 consecutive days. Thereafter, cultures were submitted for determination of pathogen's DNA by means of Polymerase Chain Reaction (PCR). Concerning campylobacteriosis, direct immunofluorescence was applied on preputial scrapings samples collected from the same bull population. Prevalence for both diseases was 0% after sample scanning. Therefore, no association was found between the presence of primary venereal diseases and the management practices in the farms studied. However, the diagnosis and control rules to minimize the risk of spreading these diseases should not be neglected, due to the negative impact on profitability of bovine herds.

INTRODUCCIÓN

Patogénesis de las enfermedades venéreas primarias

Las enfermedades venéreas primarias (EVP) son aquellas que se transmiten exclusivamente por vía venérea (Peter, 1997), destacándose en este grupo la Campylobacteriosis genital y la Tricomoniasis bovina. Al igual que otras patologías reproductivas infecciosas en esta especie, suelen producir pérdida embrionaria y fetal. Agentes como la *Brucella* sp., Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Diarrea Viral Bovina (BVD), *Mycoplasma* sp., *Ureaplasma* sp. y *Leptospira* sp. entre otros, están considerados como parte de esta lista de agentes, aunque su mecanismo de transmisión no es exclusivamente por contacto sexual.

Tanto el agente causal de la tricomoniasis bovina, el protozoo flagelado *Tritrichomonas foetus*, como el de la campilobacteriosis, la bacteria *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*, se alojan en el epitelio de la cavidad prepucial de los toros infectados sin provocar síntomas clínicos de enfermedad (BonDurant, 1997). Conforme aumenta la edad de los reproductores, la profundidad de las criptas o pliegues de la mucosa prepucial se incrementa, lo cual provee un ambiente ideal para la replicación de estos agentes (Givens y Marley, 2008). Además, estos patógenos pueden invadir las glándulas accesorias y la parte proximal del prepucio, por lo que pueden aislarse del semen de animales positivos (Peter, 1997).

Es importante tener en cuenta que una vez que la infección se establece en el epitelio prepucial, el toro queda infectado de por vida. Se ha demostrado que, en la tricomoniasis, el uso de medicamentos tópicos tradicionales no es capaz de eliminar la infección, por lo cual los toros positivos deben ser descartados (BonDurant, 1997). De igual forma, en la campilobacteriosis, se considera que los toros juegan un papel importante en la diseminación y mantenimiento de esta enfermedad en los hatos manejados con monta natural, debido a que los mismos son asintomáticos y están permanentemente infectados (Dekeyser, 1984; Lage y Leite, 2000; Fóscolo *et al.*, 2005).

En el caso del *Campylobacter fetus*, se han asociado la subespecie *fetus* y la *venerealis* como causantes de la enfermedad. La primera, es transmitida por vía

oral e induce aborto principalmente en ovejas y esporádicamente en vacas (Penner, 1988; Oyarzabal *et al.*, 1997; Campero *et al.*, 2003a). La segunda, es un patógeno exclusivamente de transmisión venérea que interfiere con la placentación, induciendo muerte embrionaria temprana y ocasionalmente abortos entre el cuarto y sétimo mes de gestación (Hum *et al.*, 1994; Campero *et al.*, 2005; Anderson, 2007; Mshelia *et al.*, 2010).

En las vacas, la infección por EVP además de causar de manera característica pérdida de la preñez temprana, ciclos estrales irregulares, endometritis, placentitis, abortos y reducción del índice de partos, puede presentar otros síntomas menos frecuentes como vaginitis, cervicitis y piometras post servicio (BonDurant, 1997; Peter, 1997; Grahn *et al.*, 2005). Sin embargo, las hembras tienen la capacidad de eliminar el agente luego de la infección, siempre y cuando se mantengan en descanso sexual al menos durante 3 ciclos reproductivos (BonDurant, 1997; Peter, 1997).

Prevalencia de las enfermedades venéreas primarias

En épocas previas a la extensa utilización de la inseminación artificial, la presencia de las EVP se consideraba una causa de suma importancia en la reducción de la eficiencia reproductiva de los hatos bovinos en el mundo (Peter, 1997). BonDurant (1990), ha reportado una prevalencia de 15,8% para *T. foetus* a nivel de hato en fincas del estado de California-USA. Además, Kyasnicka *et al.* (1989), reportó entre un 26,7 y 44,1% de los ranchos infectados en Nevada-USA. Índices de infección similares fueron publicados en Australia por Dennett y colaboradores (Grahn *et al.*, 2005), mientras en Costa Rica, la prevalencia reportada en hatos varió entre 6,7% y 15,9% y por toro entre 3,9% y 6,2%, en las zonas de Tilarán y San Carlos respectivamente (Pérez *et al.*, 1992). Por otra parte, en Florida-USA se reportó una prevalencia del 30,4% por hato y un 6% por toro (Rae *et al.*, 2004). Asimismo, en Brasil se ha reportado una prevalencia de 19,3% y 3,7% por hato y toro respectivamente (Filho *et al.*, 2018), mientras en Uruguay, la tricomoniasis bovina ha presentado en los últimos años una prevalencia cercana a

ceros, aunque se duda de la sensibilidad del método diagnóstico utilizado (Repiso *et al.*, 2005).

La prevalencia de *C. fetus* subespecie *venerealis* ha sido reportada en un rango del 8% al 72% en hatos brasileños (Lage y Leite, 2000; Lage *et al.*, 2001; Pellegrin *et al.*, 2002). En Argentina, la prevalencia de este agente ha alcanzado índices de hasta 22% en muestras recopiladas entre 1966 y 1981 y analizadas, mediante inmunofluorescencia directa (Mshelia *et al.*, 2010). En Uruguay, la enfermedad ha sido diagnosticada en 37% de los hatos de carne y hasta en 28% de los toros examinados (Repiso *et al.*, 2005).

Diagnóstico de las enfermedades venéreas primarias

El diagnóstico de las EVP a nivel de campo se ha llevado a cabo mediante métodos de observación directa en microscopía convencional, de sedimentos provenientes de centrifugados de lavados prepuciales y vaginales. Estas técnicas presentan una baja sensibilidad y especificidad, lo cual conduce a diagnósticos poco confiables dado el alto porcentaje de falsos negativos y positivos (Grahm *et al.*, 2005). Se ha logrado demostrar que una baja población parasitaria, un periodo prologando entre la toma de la muestra y su procesamiento en el laboratorio, la exposición de la misma a condiciones desfavorables de luz y temperatura, entre otros, pueden resultar en falsos negativos. Además, la presencia en la muestra de tricomonas intestinales y otros flagelados y ciliados, puede afectar el diagnóstico del *T. foetus*, ya que es imposible diferenciar el patógeno de estos agentes a través de microscopía o cultivo selectivo (Jensen y Hammond, 1964; Campero *et al.*, 2003b; Corbeil *et al.*, 2008; Kennedy *et al.*, 2008). Se considera que estos tricomonas no patógenos como el *Pentatrichomonas hominis* y *Tetratrichomonas* spp., han sido identificados en los métodos de cultivos utilizados y podrían representar falsos positivos en los programas de control de las EVP (Campero *et al.*, 2003b).

El diagnóstico tanto de la tricomoniasis como de la campilobacteriosis bovina es complejo y debe contemplar varios aspectos. Para el caso del protozoo, se requiere contar con un medio que permita el mantenimiento, transporte y multiplicación, ya que este agente es muy sensible y difícil de extraer en grandes

cantidades de la cavidad prepucial, razón por la cual los métodos de observación directa presentan altas deficiencias como medio de diagnóstico (Grahm *et al.*, 2005).

Según Skirrow *et al.* (1985), el InPouch TF[®], posee una sensibilidad de 81,6% y una especificidad de 100% como método de diagnóstico para *T. foetus*. Dicho medio de cultivo permite el mantenimiento, crecimiento y transporte del protozooario, lo cual facilita su observación en microscopía de contraste de fases, siendo el método más común para el diagnóstico de esta enfermedad en países como Estados Unidos de Norte América (Peter, 1997). Cabe destacar que si bien el InPouch TF[®] es una herramienta útil y de alta especificidad para el diagnóstico del agente, factores como la inhibición metabólica de la mitosis provocada por contaminación de la muestra, puede afectar el resultado disminuyendo la sensibilidad de la prueba (Grahm *et al.*, 2005).

Las técnicas diagnósticas basadas en la determinación del ADN del agente, tales como la PCR, han incrementado la sensibilidad y especificidad del diagnóstico de *T. foetus*. Lo anterior se debe a que la PCR reduce la obtención de falsos negativos y positivos que se pueden presentar mediante la observación directa, así como falsos positivos que podrían obtenerse con el InPouch TF[®] (Grahm *et al.*, 2005).

Según algunos autores, la técnica de inmunofluorescencia directa a partir de muestras de raspado prepucial para el diagnóstico de la campilobacteriosis genital bovina, posee una sensibilidad y especificidad de 93% y 88,9% respectivamente (Lander, 1990; Figueiredo *et al.*, 2002; Mshelia *et al.*, 2010). No obstante, esta técnica no permite diferenciar entre las diversas subespecies del agente (Pellegrin *et al.*, 2002; Stynen *et al.*, 2003). Otras técnicas como el ELISA, tampoco pueden diferenciar entre los tipos de *C. fetus* subespecies, no obstante, tiene una mayor sensibilidad y especificidad comparado con la inmunofluorescencia directa para la identificación del agente (Abril *et al.*, 2007).

Técnicas como la secuenciación del genoma, pueden ser utilizadas para una caracterización confiable de las cepas de *C. fetus* (Van der Graaf-Van Bloois *et al.*, 2014), no obstante, son métodos costosos, por lo cual no son ampliamente utilizados como medio de diagnóstico. En relación a la PCR, esta prueba fue capaz

de llevar a cabo la identificación de ambas subespecies de *C. fetus*, alcanzando una especificidad y sensibilidad de 100%, aunque hasta ahora no ha sido utilizada con frecuencia a nivel mundial (Abril *et al.*, 2007).

Factores de riesgo asociados a la infección con enfermedades venéreas primarias

Existen factores asociados con una alta prevalencia de tricomoniasis bovina en los hatos. Entre estos factores, se incluyen hatos compuestos por un elevado número de animales, la permanencia en la finca de toros mayores a 4 años, el uso de padreo múltiple, y una elevada proporción de hembras por toro (Pérez *et al.*, 1992; Mardones *et al.*, 2008). Estos factores, también son importantes para la infección por campilobacteriosis genital bovina, así como el prestar reproductores entre fincas y comprar vacas de descarte o vacías como reemplazos del hato (Campero, 2002).

También se ha reportado que existe un factor de riesgo para la infección con agentes causantes de enfermedades venéreas primarias asociado al genotipo de los toros. Por ejemplo, sementales Simmental, Charolais y Angus han presentado una mayor prevalencia de estos agentes comparado con machos *Bos indicus* y cruces *Bos indicus* x *Bos taurus* (Rae *et al.*, 1999; Villarroel *et al.*, 2004; Rae y Crews, 2006). Además, se ha demostrado que los toros *Bos taurus* tienen una mayor probabilidad de contagio, lo cual se ha sugerido puede deberse al elevado número de montas por unidad de tiempo al compararlos con los *Bos indicus* (Pérez *et al.*, 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Población en estudio

Este estudio se llevó a cabo en fincas de las zonas Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica (10°15' - 11°00' Lat. Norte, 84°00' - 85°00' Long. Oeste y 9°30' - 11°15' Lat. Norte, 85°00' - 86°10' Long. Oeste; respectivamente). Ambas regiones contienen la mayor población de bovinos del país (333.566 cabezas en la zona Huetar Norte y 281.500 en el Pacífico Norte) (INEC, 2015). Además, se escogió la zona Huetar Norte para desarrollar el estudio debido a que, según el último reporte publicado en el país por Pérez *et al.*, (1992), esta presentó una prevalencia de *Tritrichomonas foetus* por hato y toro de 15,9% y 6,2% respectivamente.

Selección y cálculo de la muestra

La muestra seleccionada contempló variables de logística como la anuencia de los productores a participar del estudio, el contacto por medio de asociaciones como la Cooperativa Dos Pinos y Cámaras de ganaderos. Para el cálculo de la muestra se determinó utilizar un margen de error de 0,02, con un intervalo de confianza del 95% y una prevalencia esperada por toro del 5%.

El muestreo incluyó la visita de 157 hatos, tanto de lechería especializada, como de doble propósito y cría de ganado de carne, en los cuales se muestrearon 504 toros reproductores distribuidos representativamente en cada sistema, pudiendo ser de cualquier edad y raza, siempre y cuando al momento del muestreo hubiesen estado en contacto sexual al menos una vez con un grupo de hembras.

Recolección de las muestras

Para la recolección de las muestras de esmegma y raspado de la mucosa prepucial, cada semental fue sujetado en la manga del corral evitando su movimiento anterior y posterior. Seguidamente, el miembro posterior del mismo lado por donde se tomó la muestra, fue inmovilizado con una manea, de manera que se garantizara la correcta toma de la muestra y seguridad física del operador y el animal. Posteriormente, se realizó un corte de los pelos alrededor del orificio

prepucial y una limpieza con gaza estéril hasta aproximadamente 5 cm de profundidad en la cavidad.

La toma de la muestra para el diagnóstico de *Tritrichomonas foetus*, se realizó iniciando con un vigoroso masaje manual externo a lo largo de la vaina prepucial, brindando énfasis a la zona caudal cercana al cuello escrotal. Seguidamente, se introdujo una pipeta de plástico rígido desechable, similar a las utilizadas para lavado uterino, llegando hasta el fornix de la cavidad prepucial, en donde se realizó una succión por vacío en el extremo contrario o exterior con una jeringa estéril de 30 ml procurando aspirar la muestra de esmegma, la cual fue de inmediato cultivada en el medio InPouch TF[®], acorde a la descripción de Pérez *et al.* (1992) y especificaciones del fabricante. Cada muestra fue rotulada con la identificación del animal, la finca y fecha de la colecta.

Inmediatamente después de realizar el aspirado para la toma del esmegma, se llevó a cabo un raspado de la mucosa prepucial para el muestreo del *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*. Este procedimiento, se realizó mediante el uso de un aspiro-raspador de tipo varilla plástica (Laboratorio Azul[®], Balcarce-Argentina), el cual fue introducido profundamente en la cavidad prepucial, raspando vigorosamente su mucosa con al menos 10 movimientos repetidos de entrada y salida. Posteriormente, el raspador fue retirado de la cavidad para sumergir completamente su espiral en un tubo cónico con solución de formalina al 0,1% bufferada con PBS (Cheryl *et al.*, 2017). Cada tubo se identificó con los datos del animal, la finca y la fecha de colecta. Posteriormente, fueron transportados a temperatura ambiente hasta el laboratorio de Zoonosis de la UNA, en donde se llevó cabo la inmunofluorescencia directa (IFD).

Para cada toro muestreado, se colectaron sus datos tanto generales (raza, edad), como de manejo reproductivo (tipo de monta, padreo y si estaba en monta al momento de la toma de la muestra) (anexo 2). Los datos generales y de manejo de las fincas fueron los mismos descritos con anterioridad (anexo 1).

Procesamiento de las muestras

Inmediatamente posterior a la colecta y cultivo de la muestra de esmegma para *Tritrichomonas foetus*, cada InPouch TF[®] fue transportado a temperatura ambiente al laboratorio de Andrología de la UNA e incubado a 37°C durante 7 días. El examen de cada cultivo, inició 24 horas después de su colecta y se repitió a intervalos de 24 horas por 7 días, mediante observación en microscopía de contraste de fases (400x, Zeiss[®], Alemania, modelo 872E), revisando con cuidado a lo largo del borde superior del sedimento en el medio de cultivo, con el fin de buscar la presencia del flagelado *T. foetus*. Posterior al periodo de observación, los InPouch TF[®] fueron enviados al laboratorio de Zoonosis de la UNA para la realización de la PCR según el protocolo estandarizado en el Laboratorio Azul (Balcarce-Argentina).

El medio cultivado fue aspirado del InPouch TF[®] y centrifugado a 1500 g (Beckman JE6B, Alemania) por 10 minutos. Posteriormente, el pellet fue sometido a determinación del ADN del protozoario *T. foetus* asumiendo la presencia de al menos un parásito en el medio de cultivo (Felleisen *et al.*, 1998). Para la extracción, se utilizó el kit comercial Dneasy[®] Blood & Tissue (Laboratorios Qiagen, Maryland-USA) siguiendo las instrucciones del fabricante. Para la prueba molecular, se utilizaron “primers” específicos para la secuencia del gen 5.8 S-ribosomal los cuales flanquean espaciadores internos transcritos (Felleisen, 1997; Felleisen *et al.*, 1998). Se utilizaron dos primers comerciales, el par de primers TFR-1-TFR-2 que amplifican un segmento de 374 pb común en la mayoría de especies de tricomonidos, y el par de primers TFR-3-TFR-4 utilizado para amplificar un segmento de 342 pb el cual es específico de *T. foetus* (Mukhufhi *et al.*, 2003). La PCR se realizó en 25 µl de la mezcla de reacción, 5 µl de AmpliTaq DNA polymerase y 5 µl de muestra de ADN. Posteriormente se llevó a cabo el ciclaje térmico en un termociclador 2720 (Thermal Cycler Applied Biosystems). La desnaturalización inicial se realizó a 90°C por 5 minutos seguido de 40 ciclos de desnaturalización a 94°C por 30 segundos, luego se realizó la anillación a 67°C por 30 segundos, extensión por 30 segundos a 72°C y extensión final a 72°C por 7 segundos. Los productos de amplificación se evidenciaron en gel de agarosa al 2%.

Como control negativo se usó una cepa de *Tetratrichomonas* spp., parásito intestinal de bovinos morfológicamente muy similar al patógeno en estudio, pero con un flagelo más y diferencias por ende en su ADN. Como control positivo, se usó una cepa de *Tritrichomonas foetus* aislada y suministrada por el Dr. Carlos Campero (Instituto Nacional de Transferencia y Tecnología Agropecuaria, INTA, Balcarce-Argentina).

El diagnóstico del *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*, se llevó a cabo por medio de inmunofluorescencia directa (IFD). Se utilizó para ello el protocolo del INTA de Balcarce-Argentina, el cual consiste en centrifugar la solución de formalina al 0,1% bufferada con PBS durante 5 minutos (23 g). Posteriormente, el sobrenadante se transfirió a un tubo eppendorf para una segunda centrifugación (14086 g), tomando de los sedimentos alícuotas de 20 µl que se colocaron en láminas portaobjetos. Al mismo tiempo, se pusieron en láminas separadas los controles positivos de *C. fetus* subespecie *venerealis* y un control negativo de *Campylobacter bubulus*, ambos suministrados por el Dr. Carlos Campero (INTA, Balcarce-Argentina). Luego de fijar las muestras, se les añadió el conjugado comercial IgG anti *Campylobacter fetus* (Laboratorio Azul, Balcarce-Argentina). Después de 30 minutos de incubación a 37°C, las láminas con los frotis fueron lavadas y secadas para su observación en microscopio de fluorescencia (Olympus, BX51, Japón). El control positivo evidenció la bacteria *Campylobacter fetus* en forma de "S" teñida de color verde limón, mientras que el control negativo evidenció la bacteria *Campylobacter bubulus* teñida de rojo.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó el programa SAS (SAS, 2009). La prevalencia tanto de tricomoniasis como de campilobacteriosis bovina en los toros muestreados se realizó mediante estadística descriptiva de la variable dicotómica (positivo o negativo), por reproductor y por hato. Además, la estadística descriptiva incluyó las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cualitativas y cuantitativas (edad, especie, tipo de monta, padreo, si estaba o no en monta al momento de la toma de la muestra y las variables de manejo del hato).

Tabla 1. Variables independientes relacionadas con el reproductor y el hato por incluir en el modelo de regresión logística multivariado.

<u>Variable</u>	<u>Categorías</u>
Edad	Continua
Especie	<i>B. indicus</i> / <i>B. taurus</i> / Cruce
Tipo de monta	Continua / estacional / controlada
¿Está en monta?	Sí / No
Padreo	Sencillo / múltiple / rotación / Controlado
Tipo de explotación	Lechería / doble propósito / cría ganado de carne
Técnicas de biotecnología reproductiva	Solo MN / IA+MN / TE+MN / Todas
Préstamo de toros reproductores	Sí / No
Compra reproductores que han estado en monta	Sí / No
Compras reproductoras en subasta de ganado comercial	Sí / No
Compra reproductores en subasta de ganado comercial	Sí / No

RESULTADOS

De los 157 hatos sometidos al muestreo en el presente estudio, 79 se ubicaron en la región del Pacífico Norte (50,2%), y 78 en fincas de la Zona Huetar Norte (49,8%) de Costa Rica. Según el sistema de producción, los hatos se distribuyeron en lecherías (n=87; 55,4%), doble propósito (n=38; 24,2%) y criadores de ganado de carne (n=32; 20,4%).

Se muestrearon un total de 504 toros, distribuidos en lecherías (29,3%; n=148), doble propósito (29,8%; n=150) y ganado de carne (40,9%; n=206). El promedio de cabezas por hato fue $172,8 \pm 164,1$ y la media de vacas por toro fue $53,1 \pm 46,0$. La edad promedio de los toros fue $50,6 \pm 21,8$ meses (rango 18-144), siendo un 52,4% mayores a 4 años. Asimismo, la proporción de los reproductores por genotipo fue *Bos taurus* 42,9% (n=216), *Bos indicus* 32,9% (n=166) y cruce *B. indicus* x *B. taurus* 24,2% (n=122).

En relación al manejo reproductivo, el 74,4% de las explotaciones indicó practicar la monta continua (n=375), mientras que la estacional y controlada fue reportada en un 13,7% (n=69) y 11,9% (n=60) respectivamente. Respecto al tipo de padreo, el sencillo (61,8%; n=275), predominó sobre el múltiple (36,4%; n=162) y sobre otras prácticas como la rotación de toros (1,8%; n=8). Al momento del muestreo, 209 toros estaban en descanso sexual (41,5%), mientras que 295 estaban en monta (58,5%).

La monta natural como único sistema de servicio prevaleció indistintamente del sistema de producción utilizado (54,0% en lecherías especializadas, 73,7% en doble propósito y 62,5% en cría de ganado de carne). Además, la utilización de otras técnicas de reproducción asistida, tales como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, o bien la combinación de estas, fue reportada en 35,0%, 3,2% y 1,3% respectivamente.

Con respecto a otras prácticas de manejo reproductivo, el 8,3% (n=13/157) de los productores reportó realizar el préstamo de toros entre fincas. Por otra parte, la compra de reproductores con experiencia sexual previa fue reportada por un 35,0% de las explotaciones. Además, un 3,2% (n=5/157) indicó comprar sementales

en subastas de ganado comercial, mientras que, la compra de vientres de reemplazo en estas subastas, fue reportada por un 11,5% de las fincas.

En relación al diagnóstico de tricomoniasis y campilobacteriosis bovina en los 504 toros examinados en este trabajo, la prevalencia encontrada fue de 0%, por lo cual, no se demostró asociación entre la presencia de estas enfermedades con los factores potenciales de riesgo estudiados.

DISCUSIÓN

La prevalencia 0% de tricomoniasis bovina encontrada en las fincas estudiadas del presente trabajo, difiere de la reportada por Pérez y colaboradores (1992), en las zonas de Tilarán y San Carlos, en las cuales se encontraron porcentajes por hatos de 6,7 y 15,9 y de 3,9 y 6,2 por toro, respectivamente. Asimismo, contrasta con los niveles de infección reportados para esta enfermedad en países como Australia, USA, Uruguay, Argentina y Brasil (Kyasnicka *et al.*, 1989; BonDurant, 1990; Rae *et al.*, 2004; Grahn *et al.*, 2005; Repiso *et al.*, 2005; Mardones *et al.*, 2008; Filho *et al.*, 2018).

Entre los factores de riesgo potencialmente relacionados con la infección por *Tritrichomonas foetus*, el genotipo *Bos taurus* (OR=6,94), y la edad en toros ≥ 4 años (OR=17,15), han sido asociados con la prevalencia de esta enfermedad, según consta en el único estudio publicado hasta la fecha en Costa Rica (Pérez *et al.*, 1992). También, se han reportado en otras latitudes otros factores de riesgo que incluyen el préstamo temporal de toros entre fincas, el padreo múltiple, el comprar sementales que han estado en monta previamente, y el adquirir los reemplazos machos y hembras en subastas de ganado comercial (BonDurant, 1990; Campero, 2002; Mardones *et al.*, 2008).

La presencia de estos factores de riesgo reportados en la literatura fue corroborada en los animales muestreados en la presente investigación, no obstante, y al ser cero la prevalencia de *T. foetus*, ninguno de ellos tuvo relevancia sobre el resultado del diagnóstico. La diferencia entre el porcentaje de casos positivos a *Tritrichomonas foetus* observado en este estudio, y el reportado por Pérez y colaboradores, puede ser explicada basándonos en varios aspectos. El primero de ellos podría deberse a un mayor control de manejo reproductivo en los hatos ganaderos actualmente, comparado con el existente en los años 90. Por ejemplo, tanto el préstamo de toros entre fincas como la utilización de padreo múltiple, disminuyeron respectivamente de un 25,4% y 66% en el estudio del 92, a un 8,3% y 32% en esta investigación.

Además, una alta proporción de productores reportó el uso de registros productivos y reproductivos (90,5%), así como también un elevado porcentaje de

los mismos indicó evitar la compra de sus reemplazos machos o hembras en subastas de ganado comercial, o bien la adquisición de animales con historial de haber estado en monta previamente. Asimismo, alrededor de la mitad de los productores en sistemas de doble propósito y cría de ganado de carne, así como más de un 80% de los lecheros, utilizaron de rutina la asistencia de profesionales en medicina veterinaria. Sin duda, el aumento en la frecuencia de programas de asistencia veterinaria los cuales enfatizan el diagnóstico reproductivo en las hembras, promovidos por entes privados, cooperativas de productores, universidades y otras organizaciones gubernamentales, puede haber contribuido con la reducción en la prevalencia de esta enfermedad en el presente trabajo.

Otro aspecto que podría explicar el resultado del presente estudio, es el bajo número promedio de animales por hato en las explotaciones muestreadas en las zonas Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica, comparado con el reportado en otros países, en los cuales el elevado promedio de cabezas por finca fue un factor significativo de riesgo para la presencia de esta enfermedad. Por ejemplo, Mardones *et al.* (2008), reportó en Argentina promedios de hasta 1000 o más animales en hatos positivos a *Tritrichomonas foetus*. Una situación similar ha sido señalada en hatos brasileños por Filho *et al.* (2018).

La sensibilidad del InPouch TF[®] como medio de cultivo para diagnosticar la presencia del protozoario *Tritrichomonas foetus* ha sido reportada en un 81,6% por Skirrow *et al.* (1985). Lo anterior, significa que puede existir aproximadamente un 18% de animales diagnosticados como positivos, los cuales en realidad son falsos positivos debido a la presencia de otros tricomonidos no patógenos como el *Pentatrichomonas hominis* y el *Tetratrichomonas buttreyi*, habitantes principalmente del sistema digestivo del bovino y cerdo, los cuales llegan a contaminar el pene y prepucio al entrar estos en contacto con materia fecal (Campero *et al.*, 2003b; Cobo *et al.*, 2011). En el trabajo realizado por Pérez y colaboradores, el diagnóstico del *T. foetus* se basó exclusivamente en la observación bajo microscopia de contraste de fases del protozoario en el medio InPouch TF[®], ya que para ese momento técnicas de detección de ADN tales como la reacción en cadena de la polimerasa no estaban desarrolladas para este agente. A pesar de que este hecho podría haber

causado la obtención en ese estudio de cierto porcentaje de falsos positivos, la presencia de factores de riesgo en las fincas muestreadas en el 92 asociados a la infección por *Tritrichomonas foetus*, sugiere que la diferencia observada con el presente trabajo, podría ser debida, como se indicó anteriormente, a la incorporación en las últimas décadas de programas de salud reproductiva en nuestro país, lo cual indudablemente ha contribuido a mejorar el manejo reproductivo de las fincas y por ende a disminuir la presencia del agente en los hatos de las zonas incluidas en el presente estudio. Además, se debe tener en cuenta que la prevalencia obtenida por Pérez en el 92 en la zona Huetar Norte, se obtuvo principalmente en hatos de ganado de carne, mientras que en la presente investigación se muestrearon los tres sistemas (lechería especializada, doble propósito y cría de ganado de carne), con una mayor proporción de hatos de lechería especializada, en donde existe un mayor control sobre los parámetros reproductivos.

La utilización de la técnica de PCR en la presente investigación para la determinación de ADN del *Tritrichomonas foetus*, corroboró en un 100% los resultados de la observación microscópica obtenida con el InPouch TF[®], confirmando la prevalencia de 0% en las muestras procesadas, ya que en ninguna de las 504 muestras se pudo determinar la secuenciación de ADN de algún tricomonido. Cabe destacar, que si bien aspectos relacionados al muestreo, como lo son la contaminación bacteriana al momento de la colecta pueden favorecer la producción de gas en el medio InPouch TF[®], causando desnaturalización del ADN del patógeno e interfiriendo por ende en su determinación generando falsos negativos incluso en la técnica de PCR (Grahm *et al.*, 2005), solo se registraron 5 casos del total de 504 toros muestreados (0,9%), lo cual denota una correcta metodología para la toma, transporte y mantenimiento de las muestras en el presente estudio. Este aspecto, minimiza también la posibilidad de que la prevalencia obtenida en el presente trabajo haya sido debida a factores asociados a un inadecuado manejo en la toma de la muestra y su procesamiento.

Por otra parte, la sensibilidad del medio InPouch TF[®] para la detección del *Tritrichomonas foetus* se incrementa considerablemente si el toro se encuentra en

descanso sexual al momento de tomar la muestra de esmegma prepucial. Acorde con Pérez y colaboradores (1992), toros muestreados fuera de la estación de monta tuvieron 11,88 veces más riesgo de ser diagnosticados como positivos a *T. foetus* comparado con machos que se encontraban en monta. No obstante, en el presente trabajo un 41,5% de los toros estaba en descanso sexual al momento de llevar a cabo la toma de la muestra.

En relación a la campilobacteriosis genital bovina, no existen reportes previos de su prevalencia en Costa Rica, aunque la distribución de esta enfermedad se ha citado ampliamente en países en donde la monta natural sigue siendo la forma de reproducción más utilizada (Hum *et al.*, 1994; Mshelia *et al.*, 2010). Al igual que en el caso de la tricomoniasis, los factores de riesgo asociados a la infección con el *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*, se relacionan con aspectos de manejo reproductivo que facilitan la transmisión de este agente venéreo. Los cambios que se han llevado a cabo en los sistemas de producción bovina mediante la incorporación de programas de asistencia veterinaria enfatizados hacía el manejo reproductivo, han disminuido posiblemente el riesgo de infección con agentes como el *C. fetus*.

No obstante, debe tomarse en cuenta que el diagnóstico de la campilobacteriosis genital bovina en el presente trabajo, se basó exclusivamente en la técnica de inmunofluorescencia directa, la cual, si bien se ha reportado con una sensibilidad y especificidad de 93% y 88,9% respectivamente, sus resultados podrían verse afectados por aspectos como la presencia de detritos o contaminantes que pueden interferir con la observación del agente bajo microscopía de fluorescencia, o bien por la cantidad del agente recuperado al momento de tomar la muestra mediante el raspado prepucial, entre otros (Lander, 1990; Figueiredo *et al.*, 2002; Mshelia *et al.*, 2010). Por lo tanto, para futuros trabajos se recomienda incorporar técnicas de diagnóstico que confirmen la presencia del ADN del agente, tales como la secuenciación genómica y la reacción en cadena de la polimerasa, ya que estas permiten una precisa detección e identificación de las especies y subespecies del *Campylobacter fetus* (Abril *et al.*, 2007; Van der Graaf-Van Bloois, *et al.*, 2014). No obstante, estas técnicas han sido poco utilizadas, debido al costo

económico, tal es el caso de la secuenciación del genoma, o simplemente porque su desarrollo por parte de los laboratorios que manufacturan los kits de diagnóstico ha sido limitado, afectando la disponibilidad de los mismos para la PCR (Abril *et al.*, 2007; Van der Graaf-Van Bloois, *et al.*, 2014).

Un aspecto importante a recalcar es que esta investigación se realizó seleccionando los hatos con aspectos de logística como la anuencia del productor a participar en la misma. Además, no se contó con información de los rendimientos reproductivos de estas explotaciones, por lo que estos hatos podrían ser explotaciones con índices de fertilidad aceptables.

Finalmente, es importante considerar que a pesar de que en este trabajo la prevalencia obtenida en los hatos muestreados para las enfermedades venéreas primarias estudiadas fue 0%, la implementación de medidas que minimicen la posibilidad de infección con estos agentes no debe ser subestimada. De igual forma, se debe incorporar el uso de los métodos de diagnóstico para estas enfermedades como una práctica frecuente en los programas de salud de hato, dado el impacto negativo que estas provocan sobre los índices de fertilidad, y por ende en la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina.

CONCLUSIONES

La prevalencia tanto para el protozooario *Tritrichomonas foetus*, como para la bacteria *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*, fue 0% en los toros examinados en esta investigación. Lo anterior, a pesar de haberse determinado la presencia de una serie de factores de riesgo potencial para la transmisión de estas enfermedades venéreas, relacionados con las prácticas de manejo reproductivo de los hatos.

La concordancia perfecta obtenida en el presente estudio, entre los medios InPouch TF® y la técnica de PCR para el diagnóstico de un caso negativo de *Tritrichomonas foetus*, coincide con la especificidad de 100% reportada en la literatura para el primero de estos métodos.

A pesar de ser el presente trabajo el primer reporte relacionado con el diagnóstico de campilobacteriosis en Costa Rica, la prevalencia de 0% en los hatos estudiados no debe minimizar la importancia que posee el evitar aquellos factores de riesgo potencial que puedan favorecer la probabilidad de infección con este agente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, C., Vilei, E., Brodard, I., Burnens, A., Frey, J., Miserez, R. 2007. Discovery of insertion element ISCfe1: a new tool for *Campylobacter fetus* subspecies differentiation. *Clin Microbiol Infect* 13: 993-1000.
- Anderson, M. 2007. Infectious causes of bovine abortion during mid- to late-gestation. *Theriogenology* 68: 474-486.
- BonDurant, R. 1997. Bull Infertility. Davis, CA, University of California. 345-361.
- BonDurant, R., Anderson, M., Blanchard, P., Danaye-Elmi, C., Palmer, C., Sischo, W., Suther, D., Utterbach, W., Weighler, W. 1990. Prevalence of trichomoniasis among California beef herds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 196: 1590-1593.
- Campero, C. 2002. Pérdidas ocasionadas por las enfermedades venéreas de los bovinos *Rev. Idia, Bs. As.*, 21(2):127-131. Patología Veterinaria INTA E.E.A Balcarce. Consultado 11 noviembre 2013 (en línea). Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/01-perdidas_por_venereas.pdf
- Campero, C., Anderson, M., Walker, R., Blanchard, P., BarBano, L., Chiu, P., Martinez, A., Combessies, G., Bardon, J., Cordeviola, J. 2005. Immunohistochemical identification of *Campylobacter fetus* in natural cases of bovine and ovine abortions. *J Vet Med B* 52: 138-141.
- Campero, C., Moore, D., Odeon, A., Cipolla, A., Odiozola, E. 2003a. Etiology of bovine abortion in Argentina. *Vet Res Commun* 27: 359-369.
- Campero, C., Rodriguez Dubra C., Bolondi. A., Cacciato, C., Cobo, E., Pérez, S., Odeon, A., Cipolla, A., BonDurant, R. 2003b. Two-step (culture and PCR) diagnostic approach for differentiation of non *T. foetus* trichomonas from genitalia or virgin beef bulls in Argentina. *Vet. Parasitol.* 112: 167-175.
- Cheryl, L., Parker, S., Gesy, K., Waugh, T., Lanigan, E., Campbell, J. 2017. Application of direct polymerase chain reaction assays for *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* and *Tritrichomonas foetus* to screen preputial samples from breeding bulls in cow-calf herds in western Canada. *The Canadian Journal of Veterinary Research.* 81: 91-99.

- Cobo, E., Benchimol, M., Cano, D., Rodríguez Dubra, C., Campero, C. 2011. Identificación de tetratrichomonad sp. en esmegma prepucial de toros vírgenes. Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado 06 diciembre 2018 (en línea). Disponible en:
http://www.produccion_animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/134-Tetratrichomonadsp.pdf
- Corbeil, L., Campero, C., Van Hoosear, K., Bondurant, R. 2008. Detection of trichomonad species in the reproductive tracts of breeding and virgin bulls. *Vet. Parasitol.* 154 (3-4): 226-232.
- Dekeyser, J. 1984. Bovine Genital Campylobacteriosis. *In: Butzler J-P. Campylobacter infection in man and animals.* Boca Raton, FL: CRC Press. 181-191.
- Felleisen R. 1997. Comparative sequence analysis of 5.8S rRNA genes and internal transcribed spacer (ITS) regions of trichomonadid protozoa. *Parasitology* 115: 111-119.
- Felleisen R., Lambelet, N., Bachmann, P., Nicolet, J., Müller N., Gottstein, B. 1998. Detection of *Tritrichomonas foetus* by PCR and DNA enzyme immunoassay based on rRNA gene unit sequences. *J. Clin. Microbiol.* 36: 513-519.
- Figueiredo, J., Pellegrin, A., Foscolo, C., Machada, R., Miranda, K., Lage, A. 2002. Evaluation of the direct fluorescent antibody test for the diagnosis of bovine genital Campylobacteriosis. *Revista Latinoamericana de Microbiología.* 44: 118-123. Consultado 11 oct 2013 (en línea): Disponible en:
http://www.medigraphic.com/pdfs/lamico/mi-2002/mi02-3_4c.pdf
- Filho, R., Malta, K., Borges, J., Oliveira, P., Filho, G., Nascimento, G., Mota, R., Júnior, J. 2018. Prevalence and risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in cattle in the state of Paraíba, Brazil. *Acta parasitológica.* Jun 26; 63 (2): 346-353.
- Fóscolo, C., Pellegrin, A., Leite, R., Stynen, A., Lage, A. 2005. Vaccination of bulls against Bovine Genital Campylobacteriosis: a therapeutic approach. *Anim. Reprod.*, v.2, n.2: 122-127.
- Givens, M. and Marley, M. 2008. Pathogens that cause infertility of bulls or transmission via semen. *Theriogenology* 70: 504-507.

- Grahn, R., BonDurant, R., Van Hooseara, K., Walkerb, R., Lyonsa L. 2005. An improved molecular assay for *Tritrichomonas foetus*. *Veterinary Parasitology* 127: 33-41.
- Hum, S., Quinn, C., Kennedy, D. 1994. Diagnosis of bovine venereal campylobacteriosis by ELISA. *Aust Vet J* 71: 140-143.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. San José, Costa Rica.
- Jensen, E. and Hammond, D. 1964. A morphological study of trichomonads and related flagellates from the bovine digestive tract. *J. Protozool.* 11: 386-394.
- Kennedy, J., Pearl, D., Tomky, L., Carman, J. 2008. Pooled polymerase chain reaction to detect *Tritrichomonas foetus* in beef bulls. *J. Vet. Diagn. Invest.* 20: 97-99.
- Kyasnicka, W., Taylor, R. Huang, J., Hanks, D., Tronstad, A., Bosomworth, A., Hall, M. 1989. Investigations of the incidence of bovine trichomoniasis in Nevada and of the efficacy of immunizing cattle with vaccines containing *Tritrichomonas foetus*. *Theriogenology* 31: 963-971.
- Lage, A. and Leite, R. 2000. Campilobacteriose genital bovina (Vibriose). *Pecuária de Corte*. 100: 50-54.
- Lage, A., Pellegrin, A., Moro, E., Umehara, O., Fóscolo, C., Machado, R., Leite, R. 2001. Prevalência de Campilobacteriose Genital Bovina em touros de corte no Brasil. *In: Livro de resumos do XXVIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*. Salvador, BA, Brasil. Salvador: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária. pp.165.
- Lander, K. 1990. The development of a transport and enrichment medium for *Campylobacter fetus*. *Br Vet J* 146: 327-333.
- Mardones, F., Perez, A., Martínez, A., Carpenter, T. 2008. Risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina, *Vet. Parasitol.* 153: 231-237 Consultado 11 noviembre 2013 (en línea). Disponible en:
http://www.laboratorioazul.com.ar/Pdf/Mardones_Perez_Martinez_Risk%20factors%20associated%20with%20Tritrichomonas%20Argentina.pdf
- Mshelia, G., Amin, J., Woldehiwet, Z., Murray, R., Egwu, G. 2010. Epidemiology of bovine venereal campylobacteriosis: Geographic distribution and recent

advances in molecular diagnostic techniques. *Reprod. Domest. Anim.* 45: 221-230.

Mukhufhi, N., Irons, P., Michel, A., Peta, F. 2003. Evaluation of a PCR test for the diagnosis of *Tritrichomonas foetus* infection in bulls: Effects of sample collection method, storage and transport medium on the test. *Theriogenology* 60 (7): 1269-1278.

Oyarzabal, O., Wesley, I., Harmon, K., Schroeder-Tucker L., Barbaree, J., Lauerman, L., Backert, S., Conner, D. 1997. Specific identification of *Campylobacter fetus* by PCR targeting variable regions of the 16S rDNA. *Vet Microbiol* 58: 61-71.

Pellegrin, A., Lage, A., Sereno, J., Ravaglia, E., Costa, M., Leite, R. 2002. Bovine Genital *Campylobacteriosis* in Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 55: 169-173.

Penner, J., 1988. The genus *campylobacter*: a decade of progress. *Clin Microbiol Rev* 1: 157-172. Consultado 11 oct 2013 (en línea). Disponible en: <http://cmr.asm.org/content/1/2/157.full.pdf+html>

Pérez, E., Conrad, P., Hird, D., Ortuño, A., Chacón, J., BonDurant, R., Noordhuizen, J. 1992. Prevalence and risk factors for *Tritrichomonas foetus* infection in cattle in northeastern Costa Rica. *Preventive Veterinary Medicine*. 14: 155-165.

Rae, D., Crews, J., Ellis, C., Greiner, G., Donovan, A. 2004. Epidemiology of *Tritrichomonas foetus* in beef bull populations in Florida. *Theriogenology* 61: 605-618.

Rae, D., Chenoweth, P., Genho, P., McIntosh, A., Crosby, C., Moore, S. 1999. Prevalence of *Tritrichomonas fetus* in a bull population and effect on production in a large cow-calf enterprise. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214: 1051-1055.

Rae, D. and Crews, J. 2006. *Tritrichomonas foetus*. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 22: 595-611.

Repiso, M., Gil, A., Bañales, P., D`Anatro, N., Fernández, L., Gaurino, H., Herrera, B., Nuñez, A., Olivera, M., Osawa, T., Silva, M. 2005. Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas que afectan el comportamiento reproductivo en la ganadería de carne y caracterización de los establecimientos de cría de Uruguay. *Veterinaria*. 40: 1-28.

- SAS INST. INC. 2009. SAS/STAT® User's guide: Statistics; Version 9.2. Cary; NC, USA.
- Skirrow, S., BonDurant, R., Farley, J. 1985. Efficacy of ipronidazole against trichomoniasis in beef bulls. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 187: 405-407.
- Stynen, A., Pellegrin, A., Foscolo, C., Figueiredo, J., Canella Filho, C., Leite, R., Lage, A. 2003. Bovine genital campylobacteriosis in dairy herds with reproductive problems of the microregion of Varginha, Minas Gerais, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 55: 766-769.
- Van der Graaf-Van Bloois L., Miller W., Yee E., Rijnsburger M., Wagenaar J.A. & Duim B. 2014. Inconsistency of phenotypic and genomic characteristics of *Campylobacter fetus* subspecies requires reevaluation of current diagnostics. *J. Clin. Microbiol.*, 52: 4183-4188.
- Villarroel, A., Carpenter, T., BonDurant, R. 2004. Development of a simulation model to evaluate the effect of vaccination against *Tritrichomonas foetus* on reproductive efficiency in beef herds. *Am. J. Vet. Res.* 65: 770-775.
- Peter, D. 1997. Bovine Venereal Diseases. P. 355-363. Youngquist, R. Current therapy in large animal theriogenology. Saunders Company, Philadelphia.

CONCLUSIONES GENERALES

La caracterización y tipificación de los sistemas de producción animal mediante indicadores productivos y reproductivos, se convierte en una herramienta de gran valor con el fin de determinar el estatus de cada explotación, permitiendo por ende la toma de decisiones estratégicas con el fin de mejorar la planificación y sostenibilidad de los sistemas productivos. Las variables relacionadas con aspectos generales de las explotaciones, como lo son el área de la finca y la carga animal por hectárea, son los factores de primer orden jerárquico, mientras que los aspectos relacionados con la salud reproductiva, la forma en que se adquieren los reemplazos y la costumbre de compartir sus reproductores, fueron los factores de segundo orden jerárquico, para esta caracterización y tipificación de los sistemas de producción bovina de las zonas Huetar Norte y Pacífico Norte de Costa Rica.

La prevalencia cero en los toros y hatos muestreados para las enfermedades venéreas primarias analizadas, imposibilita determinar una asociación entre la presencia de los agentes etiológicos y los factores de riesgo encontrados por medio de la encuesta aplicada. No obstante, la existencia de estos últimos en las explotaciones, obliga a incorporar el diagnóstico de estas enfermedades como una herramienta rutinaria, dentro de los programas de salud de hato en los diversos sistemas de producción bovina.

RECOMENDACIONES GENERALES

Es indispensable que los profesionales inmersos en el área de la producción animal eduquen a los propietarios en el sentido de que el análisis de indicadores productivos y reproductivos en su explotación, debe ser una herramienta rutinaria para determinar la situación de cada finca, con el fin de tomar decisiones estratégicas que permitan optimizar la eficiencia del sistema.

Los hallazgos determinados en el presente trabajo en relación a las prácticas de manejo empleadas en las explotaciones pecuarias, indican que los sistemas de producción deben incorporar programas de salud de hato en los cuales se utilicen normativamente herramientas básicas de manejo como los sistemas de registro, el uso de romanas y la asistencia de profesionales en medicina veterinaria, que permitan cuantificar y analizar los parámetros productivos, en pro de mejorar la eficiencia productiva.

Los médicos veterinarios dedicados a la asistencia en sistemas de producción bovina, ya sea lecherías especializadas, explotaciones doble propósito o criadores de ganado de carne, deben implementar programas de salud de hato que promuevan la toma de decisiones estratégicas en relación a sanidad, selección genética, y prácticas de manejo sostenible. Para ello, el profesional debe tener conocimientos en áreas como epidemiología, nutrición, manejo de pasturas y conceptos de administración y economía, entre otros, para poder llegar a proveer un servicio eficiente y beneficioso para el productor.

Debido a la presencia de factores de riesgo relacionados con las enfermedades venéreas primarias, la utilización de métodos de diagnóstico objetivos con una alta sensibilidad y especificidad con el fin de diagnosticar los agentes causales de estas enfermedades, debe convertirse en una práctica normativa en los programas de salud de hato de los sistemas de explotación bovina, con el objetivo de permitir la detección de animales portadores, dado el impacto negativo que estas provocan sobre los índices de fertilidad, y por ende en la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina.

Se recomienda realizar un muestreo para determinar la prevalencia de las EVP a nivel nacional escogiendo las fincas de manera aleatoria, o inclusive, teniendo en cuenta que el principal síntoma de estas enfermedades es la reducción en el tasa de fertilidad, se podrían seleccionar fincas con pobres índices reproductivos para llevar a cabo el muestro, para lo cual se debería realizar alianzas estratégicas entre entes gubernamentales, cámaras de ganaderos, cooperativas y productores.

ANEXO 1

ENCUESTA PRODUCTORES GANADEROS

Fecha: _____ # Finca: _____

Nombre del Ganadero: _____

Nombre de la Finca: _____

Localización: _____

Nivel de escolaridad: Ninguno Primaria Secundaria Universitaria

Observaciones: _____

1) Tipo de explotación ganadera

- a) Lechería
- b) Doble propósito
- c) Cría de ganado de carne

2) Características de la finca

Total de cabezas: _____

Área de pastos (ha): _____

Número total de animales en la finca: _____

Maneja registros: Sí / No Tipo: Manual _____ Computarizado _____

3) Manejo reproductivo

Monta natural _____ IA _____ ET _____

Tipo de monta: Continua _____ Estacional _____

Padreo: Sencillo _____ Múltiple _____ Controlada _____ Rotación de toros _____

¿Presta sus toros o pide toros prestados? Sí / No

Realiza vacunación contra enfermedades reproductivas Sí / No

Cuáles _____

¿Cuáles de los siguientes síntomas ha observado en su finca?

- a) Abortos: Nunca / Esporádicos / Frecuente / Muy frecuente

- b) Ciclos irregulares: Nunca / Esporádicos / Frecuente / Muy frecuente
- c) Vacas repetidoras de celo: Nunca / Esporádicos / Frecuente / Muy frecuente
- d) Flujos sucios post monta: Nunca / Esporádicos / Frecuente / Muy frecuente

Compra toros como reproductores en subastas para ganado comercial Sí / No

Compra toros que han estado en monta antes Sí / No

Compra hembras como reproductoras en subastas para ganado comercial Sí / No

¿Con que frecuencia realiza usted el BSE a sus toros?

- Nunca, es Primera vez que lo realiza. Cada 6 meses. Una vez al año.
- La ha realizado esporádicamente, pero no es práctica frecuente.

4) ¿Al comprar un toro, exige usted un examen andrológico y sanitario?

- Sí NO

5) ¿Recibe asistencia Veterinaria? Nunca Solo en caso de emergencia

- 1 vez/año cada 6 meses cada 2-3 meses mensualmente

6) Manejo nutricional

Tiene pastos mejorados. Sí / No. Cuánto porcentaje de área_____

Suplementación mineral. Sí / No

Ad-libitum_____

Restringida: _____

Suplementación energética. Sí / No

Ad-libitum_____

Restringida: _____

Tipo_____

Suplementación proteica. Sí / No

Ad-libitum_____

Restringida: _____

Tipo_____

7) ¿Tiene Romana en su finca? Sí NO

ANEXO 2

FICHA TÉCNICA POR REPRODUCTOR

Fecha: _____ # Finca: _____ # Caso: _____

Nombre de la Finca: _____

Identificación del toro _____ Finca de origen: _____

Edad _____ años _____ meses

Raza _____

¿Le han hecho BSE? Sí / No Cuando? _____

¿Tipo de monta? Continua ___ Estacional ___ Controlada ___

¿Está en Monta? Sí / No. Número de hembras _____ Tipo _____

¿Tipo de Padreo? Sencillo ___ Múltiple ___ Rotación de toros ___ N/A ___

Observaciones _____

REFERENCIAS

- Abril, C., Vilei, E., Brodard, I., Burnens, A., Frey, J., Miserez, R. 2007. Discovery of insertion element ISCfe1: a new tool for *Campylobacter fetus* subspecies differentiation. *Clin Microbiol Infect* 13: 993-1000.
- Anderson, M. 2007. Infectious causes of bovine abortion during mid- to late-gestation. *Theriogenology* 68: 474-486.
- Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. *XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión*. Costa Rica. Consultado 15 enero 2018 (en línea). Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-I_031.pdf
- BonDurant, R. 1997. *Bull Infertility*. Davis, CA, University of California. 345-361.
- BonDurant, R., Anderson, M., Blanchard, P., Danaye-Elmi, C., Palmer, C., Sicho, W., Suther, D., Utterbach, W., Weighler, W. 1990. Prevalence of trichomoniasis among California beef herds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 196: 1590-1593.
- Campero, C. 2002. Pérdidas ocasionadas por las enfermedades venéreas de los bovinos *Rev. Idia, Bs. As.*, 21(2):127-131. *Patología Veterinaria INTA E.E.A Balcarce*. Consultado 11 noviembre 2013 (en línea). Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/01-perdidas_por_venereas.pdf
- Campero, C., Anderson, M., Walker, R., Blanchard, P., BarBano, L., Chiu, P., Martinez, A., Combessies, G., Bardon, J., Cordeviola, J. 2005. Immunohistochemical identification of *Campylobacter fetus* in natural cases of bovine and ovine abortions. *J Vet Med B* 52: 138-141.
- Campero, C., Moore, D., Odeon, A., Cipolla, A., Odiozola, E. 2003a. Etiology of bovine abortion in Argentina. *Vet Res Commun* 27: 359-369.
- Campero, C., Rodriguez Dubra C., Bolondi, A., Cacciato, C., Cobo, E., Pérez, S., Odeon, A., Cipolla, A., BonDurant, R. 2003b. Two-step (culture and PCR) diagnostic approach for differentiation of non *T. foetus* trichomonas from genitalia or virgin beef bulls in Argentina. *Vet. Parasitol.* 112: 167-175.

- Carroll, E., Ball, L., Scott, J. 1963. Breeding soundness in bulls. A summary of 10940 examinations. JAVMA. 142: 1105-1111.
- Castaldo, A., Acero de la Cruz, R., García Martínez, A., Martos, J., Pamio, J., Mendoza García, F. 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Río Cuarto. Argentina.
- Chacón, J. 2000. Breeding soundness evaluation of zebu bulls. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Chacón, J. 2009. Manejo reproductivo y diagnóstico andrológico del toro en ganaderías extensivas del trópico centroamericano. XXI Reunión Bianual ALPA. Vol. XVII: 14-29.
- Chacón, J. 2014. Applied andrology in cattle (*Bos indicus*); in Animal Andrology Theories and Applications. Edited by Chenoweth, P. and Lorton, S. 352-379.
- Chenoweth, P. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and ram. A review. Theriogenology. 16: 155-177.
- Cheryl, L., Parker, S., Gesy, K., Waugh, T., Lanigan, E., Campbell, J. 2017. Application of direct polymerase chain reaction assays for *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* and *Tritrichomonas foetus* to screen preputial samples from breeding bulls in cow-calf herds in western Canada. The Canadian Journal of Veterinary Research. 81: 91-99.
- Cobo, E., Benchimol, M., Cano, D., Rodríguez Dubra, C., Campero, C. 2011. Identificación de tetratrichomonad sp. en esmegma prepucial de toros vírgenes. Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado 06 dic 2018 (en línea). Disponible en:
http://www.produccion_animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/134-Tetratrichomonadsp.pdf
- Corbeil, L., Campero, C., Van Hoosear, K., Bondurant, R. 2008. Detection of trichomonad species in the reproductive tracts of breeding and virgin bulls. Vet. Parasitol. 154 (3-4): 226-232.
- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2000. Censo Nacional Ganadero. Corporación Ganadera y Dirección Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica.

- Dekeyser, J. 1984. Bovine Genital Campylobacteriosis. *In*: Butzler J-P. *Campylobacter infection in man and animals*. Boca Raton, FL: CRC Press. 181-191.
- FAO. (Food and Agriculture Organization, United Nations) 2009a. How to feed the world in 2050. Consultado 11 abril 2018 (en línea). Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- FAO. (Food and Agriculture Organization, United Nations) 2009b. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Consultado 11 abril 2018 (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>.
- Felleisen R. 1997. Comparative sequence analysis of 5.8S rRNA genes and internal transcribed spacer (ITS) regions of trichomonadid protozoa. *Parasitology* 115: 111-119.
- Felleisen R., Lambelet, N., Bachmann, P., Nicolet, J., Müller N., Gottstein, B. 1998. Detection of *Tritrichomonas foetus* by PCR and DNA enzyme immunoassay based on rRNA gene unit sequences. *J. Clin. Microbiol.* 36: 513-519.
- Figueiredo, J., Pellegrin, A., Foscolo, C., Machada, R., Miranda, K., Lage, A. 2002. Evaluation of the direct fluorescent antibody test for the diagnosis of bovine genital Campylobacteriosis. *Revista Latinoamericana de Microbiología.* 44: 118-123. Consultado 11 oct 2013 (en línea). Disponible en: http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2002/mi02-3_4c.pdf
- Filho, R., Malta, K., Borges, J., Oliveira, P., Filho, G., Nascimento, G., Mota, R., Júnior, J. 2018. Prevalence and risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in cattle in the state of Paraíba, Brazil. *Acta parasitológica.* Jun 26; 63 (2): 346-353.
- Fóscolo, C., Pellegrin, A., Leite, R., Stynen, A., Lage, A. 2005. Vaccination of bulls against Bovine Genital Campylobacteriosis: a therapeutic approach. *Anim. Reprod.*, v.2, n.2: 122-127.
- Gasser, C., Behlke, E., Grum, D., Day, M. 2006c. Effect of timing of feeding a high concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. *J. Anim. Sci.* 84: 3118-3122.

- Gasser, C., Burke, C., Mussard, M., Behlke, E., Grum, D., Kinder, J., Day, M. 2006b. Induction of precocious puberty in heifers II: Advanced ovarian follicular development. *J. Anim. Sci.* 84: 2042-2049.
- Gasser, C., Grum, D., Mussard, M., Fluharty, F., Kinder, J., Day, M. 2006a. Induction of precocious puberty in heifers I: Enhanced secretion of luteinizing hormone. *J. Anim. Sci.* 84: 2035-2041.
- Gay, J., Ebel, E., Kearley, W. 1996. Commingled grazing as a risk factor for trichomonosis in beef herds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 209: 643-646.
- Givens, M. and Marley, M. 2008. Pathogens that cause infertility of bulls or transmission via semen. *Theriogenology* 70: 504-507.
- Goehring, T. 1991. Hitting the target with heifer development. *In Investing in the Future, Replacement Heifer Management.* Indianapolis, Eli Lilly and Co: 50.
- Grahn, R., BonDurant, R., Van Hooseara, K., Walkerb, R., Lyonsa L. 2005. An improved molecular assay for *Tritrichomonas foetus*. *Veterinary Parasitology* 127: 33-41.
- Granados, L. 2017. Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Huetar Norte y Chorotega de Costa Rica. *Práctica dirigida.* Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Hardin, D. 1993. Fertility and infertility assessment by review of records. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* Vol 9, #2 July: 389-403.
- Hum, S., Quinn, C., Kennedy, D. 1994. Diagnosis of bovine venereal campylobacteriosis by ELISA. *Aust Vet J* 71: 140-143.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. San José, Costa Rica.
- Jensen, E. and Hammond, D. 1964. A morphological study of trichomonads and related flagellates from the bovine digestive tract. *J. Protozool.* 11: 386-394.
- Kennedy, J., Pearl, D., Tomky, L., Carman, J. 2008. Pooled polymerase chain reaction to detect *Tritrichomonas foetus* in beef bulls. *J. Vet. Diagn. Invest.* 20: 97-99.
- Kvasnicka, W., Taylor, R. Huang, J., Hanks, D., Tronstad, A., Bosomworth, A., Hall, M. 1989. Investigations of the incidence of bovine trichomoniasis in Nevada and of the efficacy of immunizing cattle with vaccines containing *Tritrichomonas foetus*. *Theriogenology* 31: 963-971.

- Lage, A. and Leite, R. 2000. Campilobacteriose genital bovina (Vibriose). *Pecuária de Corte*. 100: 50-54.
- Lage, A., Pellegrin, A., Moro, E., Umehara, O., Fóscolo, C., Machado, R., Leite, R. 2001. Prevalência de Campilobacteriose Genital Bovina em touros de corte no Brasil. *In: Livro de resumos do XXVIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*. Salvador, BA, Brasil. Salvador: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária.165.
- Lander, K. 1990. The development of a transport and enrichment medium for *Campylobacter fetus*. *Br Vet J* 146: 327-333.
- Lesmeister, J., Burfening, P., Blackwell, R. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J. Anim. Sci.* 36: 1-6.
- Macedo, R., Galina, M., Zorrilla, J., Palma, J., Pérez Guerrero, J. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. *Archivos de Zootecnia*. Vol 52. Nº 200: 463-474.
- Mainar, R., Cuesta, P., Méndez, I., Asensio, M., Domínguez, L., Vázquez-Boland, J. 1993. Caracterización de la explotación ovina y caprina de la C.A.M. mediante encuestas y análisis multivariante: Bases para una planificación en ganadería y sanidad animal. SEOC XIX.
- Mardones, F., Perez, A., Martínez, A., Carpenter, T. 2008. Risk factors associated with *Tritrichomonas foetus* infection in beef herds in the Province of Buenos Aires, Argentina, *Vet. Parasitol.* 153: 231-237 Consultado 11 noviembre 2013 (en línea). Disponible en:
http://www.laboratorioazul.com.ar/Pdf/Mardones_Perez_Martinez_Risk%20factors%20associated%20with%20Tritrichomonas%20Argentina.pdf
- Marshall, D., Mingiang, W., Freking, B. 1990. Relative calving date of first-calf heifers as related to production efficiency and subsequent reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 68: 1812-1817
- Martos, J., García, A., Rodríguez, J., Acero de la Cruz, R. 1995. Clasificación técnico económica de las explotaciones lácteas de la Campiña Baja Cordobesa. *Archivos de Zootecnia*. Vol 44. Nº 165: 39-48.
- Mshelia, G., Amin, J., Woldehiwet, Z., Murray, R., Egwu, G. 2010. Epidemiology of bovine venereal campylobacteriosis: Geographic distribution and recent

advances in molecular diagnostic techniques. *Reprod. Domest. Anim.* 45: 221-230.

Mukhufhi, N., Irons, P., Michel, A., Peta, F. 2003. Evaluation of a PCR test for the diagnosis of *Tritrichomonas foetus* infection in bulls: Effects of sample collection method, storage and transport medium on the test. *Theriogenology* 60 (7): 1269-1278.

Navarro, L., Alpízar, E., Chacón, J. 2008. Conception rate in extensively managed beef cattle herds bred by bulls with different andrological status in the south area of tropical Costa Rica. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 43, Supplement 3: 166.

Navarro, L. y Chacón, J. 2016. Cycles per conception achieved by extensively managed beef bulls with different andrological status under natural mating in tropical Costa Rica. Abstract Book 18th International Congress on Animal Reproduction. S104. Junio 26-30th, Tours Francia.

Oyarzabal, O., Wesley, I., Harmon, K., Schroeder-Tucker L., Barbaree, J., Lauerma, L., Backert, S., Conner, D. 1997. Specific identification of *Campylobacter fetus* by PCR targeting variable regions of the 16S rDNA. *Vet Microbiol* 58: 61-71.

Patterson, D., Perry, R., Kiracofe, G., Bellows, R., Staigmiller, R., Corah, L. 1992. Management considerations in heifer development and puberty. *J. Anim. Sci.* 70: 4018-4035.

Pellegrin, A., Lage, A., Sereno, J., Ravaglia, E., Costa, M., Leite, R. 2002. Bovine Genital *Campylobacteriosis* in Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 55: 169-173.

Penner, J., 1988. The genus *campylobacter*: a decade of progress. *Clin Microbiol Rev* 1: 157-172. Consultado 11 oct 2013 (en línea). Disponible en: <http://cmr.asm.org/content/1/2/157.full.pdf+html>

Pérez, E., Conrad, P., Hird, D., Ortuño, A., Chacón, J., BonDurant, R., Noordhuizen, J. 1992. Prevalence and risk factors for *Tritrichomonas foetus* infection in cattle in northeastern Costa Rica. *Preventive Veterinary Medicine*. 14: 155-165.

- Pezo, D. 2018. Los pastos mejorados: su rol, usos y contribuciones a los sistemas ganaderos frente al cambio climático. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica.
- Rae D. 1989. Impact of trichomoniasis on the cow-calf producer's profitability. *J Am Vet Med Assoc.*194: 771.
- Rae, D., Chenoweth, P., Genho, P., McIntosh, A., Crosby, C., Moore, S. 1999. Prevalence of *Tritrichomonas fetus* in a bull population and effect on production in a large cow-calf enterprise. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214, 1051-1055.
- Rae, D. and Crews, J. 2006. *Tritrichomonas foetus*. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 22, 595-611.
- Rae, D., Crews, J., Ellis, C., Greiner, G., Donovan, A. 2004. Epidemiology of *Tritrichomonas foetus* in beef bull populations in Florida. *Theriogenology* 61:605-618.
- Randle, R. 1993. Production medicine considerations for enhance reproductive performance in beef herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* Vol 9, #2 July: 405-415.
- Rao, A., Bane, A. 1985. Pathological conditions of the genital organs of normal fertile bulls. *Indian Vet. J.* 62: 242-246.
- Repiso, M., Gil, A., Bañales, P., D`Anatro, N., Fernández, L., Gaurino, H., Herrera, B., Nuñez, A., Olivera, M., Osawa, T., Silva, M. 2005. Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas que afectan el comportamiento reproductivo en la ganadería de carne y caracterización de los establecimientos de cría de Uruguay. *Veterinaria.* 40: 1-28.
- Rodríguez, C., Galina, C., Gutierrez, R., Navarro, R., Piccinalli, R. 1993: Evaluación de la actividad sexual de los toros Cebú bajo condiciones de empadre múltiple con hembras sincronizadas con PGF2 α . *Ciencias Veterinarias.* 15: 41-49.
- Sanderson, M., Gay, J. 1996. Veterinary involvement in management practices of beef cow-calf producers. *JAVMA,* 208: 488-491.
- SAS INST. INC. 2009. SAS/STAT® User's guide: Statistics; Version 9.2. Cary; NC, USA.
- Siegmund-Schultze, M., Rischkowsky, B. 2001. relating household characteristics to urban sheep keeping in West Africa. *Agrycultural Systems* N° 67: 139-152.

- Skirrow, S., BonDurant, R., Farley, J. 1985. Efficacy of ipronidazole against trichomoniasis in beef bulls. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 187: 405-407.
- Speer, C. and White, M. 1991. Bovine trichomoniasis: Better diagnostics and control could save beef industry \$650 million annually. *Large Anim. Vet.* 46: 18-20.
- Sraïri, M. and, Lyoubi, R. 2003. Typology of dairy farming systems in Rabat Suburban region, Morocco. *Archivos de zootecnia* N° 52: 47-58.
- Stynen, A., Pellegrin, A., Foscolo, C., Figueiredo, J., Canella Filho, C., Leite, R., Lage, A. 2003. Bovine genital campylobacteriosis in dairy herds with reproductive problems of the microregion of Varginha, Minas Gerais, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 55: 766-769.
- Valerio, D., García, A., Acero de la Cruz, R., Castaldo, A., Perea, J., Martos, J. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Dpto Producción animal y gestión. Universidad de Córdoba. Documentos de trabajo producción animal y gestión. ISSN: 1698-4226 DT 1, Vol. 1. Consultado 11 enero 2018 (en línea). Disponible en:
http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/14_19_10_sistemas2.pdf
- Van der Graaf-Van Bloois L., Miller W., Yee E., Rijnsburger M., Wagenaar J.A. & Duim B. 2014. Inconsistency of phenotypic and genomic characteristics of *Campylobacter fetus* subspecies requires reevaluation of current diagnostics. *J. Clin. Microbiol.*, 52: 4183-4188.
- Villarroel, A., Carpenter, T., BonDurant, R. 2004. Development of a simulation model to evaluate the effect of vaccination against *Tritrichomonas foetus* on reproductive efficiency in beef herds. *Am. J. Vet. Res.* 65: 770-775.
- WingChing-Jones, J. 2017. Índices productivos y reproductivos de fincas de cría de ganado bovino de carne en la zona Sur de Costa Rica. Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. Consultado 11 enero 2018 (en línea). Disponible en:
www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n2/1659-4266-cinn-9-02-00247.pdf
- Yelich, J., Wetteman, R., Marston, T., Spicer, L. 1996. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. *Domest. Anim. Endocrinol.* 13: 325-338.

Peter, D. 1997. Bovine Venereal Diseases. P. 355-363. Youngquist, R. Current therapy in large animal theriogenology. Saunders Company, Philadelphia.