


## Efecto del estatus serológico al virus de la leucosis enzoótica bovina (BLV) sobre la producción de leche en hatos lecheros de Costa Rica

### Effect of serological status of the Bovine Leucosis Virus (BLV) on milk production of dairy herds in Costa Rica


Juan José Romero Zúñiga<sup>1</sup>, Gerardo Dávila Ballesteros<sup>2</sup>, Gabriela Beita<sup>3</sup>, Gaby Dolz Wiedner<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Programa de Investigación en Medicina Poblacional. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica. Apdo. Postal Box: 304-3000 Heredia.
- <sup>2</sup> Maestría en Enfermedades Tropicales, Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales, Universidad Nacional. PO Box: 86-3000 Heredia; y Universidad de Agricultura y Ganadería. Rivas, Nicaragua. [gedabas@yahoo.com](mailto:gedabas@yahoo.com)
- <sup>3</sup> Laboratorio de Entomología, Programa de Investigación en Medicina Poblacional. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica. PO Box: 86-3000 Heredia. [gbeita@gmail.com](mailto:gbeita@gmail.com), [gaby.dolz.wiedner@una.cr](mailto:gaby.dolz.wiedner@una.cr)

*Recibido:* 22 de Mayo de 2014. *Corregido:* 26 de Agosto de 2014. *Aceptado:* 2 de Setiembre de 2014.

**Resumen:** Se realizó un estudio longitudinal para determinar el efecto del estatus serológico al virus de la leucosis enzoótica bovina (BLV) sobre la producción de leche en hatos lecheros especializados de Costa Rica. Se analizó el estatus serológico y la producción láctea de 1719 vacas de 26 fincas, durante dos lactancias. El estatus serológico al BLV se determinó mediante una prueba inmunoenzimática (ELISA). Los registros de producción se tomaron de la base de datos del programa VAMPP Bovino. Se agruparon las vacas en tres categorías: 999 seronegativas, 152 que seroconvirtieron durante el estudio y, 568 seropositivas durante todo el período de estudio. Se calculó el efecto combinado del estatus serológico con la raza y con la lactancia, sobre la producción corregida a 305 d (kg305-d), utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. Además, mediante una regresión lineal mixta se determinó el efecto del estatus serológico corregido por hato, raza y número de lactancia. Asimismo, se determinó el riesgo de que una vaca seroconvertida o seropositiva redujera su producción láctea, mediante regresión logística. Se encontró diferencias significativas en kg 305-d en las vacas seroconvertidas con 1-2 lactancias ( $P= 0,005$ ), y en el grupo de vacas seropositivas con 3-5 lactancias ( $P= 0,006$ ). Al comparar kg 305-d según razas, se determinó diferencia significativa en las vacas de raza Holstein y Jersey ( $P < 0,0001$ ). Se determinó una diferencia en kg 305-d de -4,44% en seropositivas y -12,94% en seroconvertidas respecto a las seronegativas. En vacas seguidas durante dos lactancias, se demostró un riesgo incrementado de producir menos kg 305-d en los animales seroconvertidos ( $OR= 2,8$ ) y seropositivos ( $OR= 2,1$ ) al BLV. Con este estudio se determinó un efecto significativo del BLV, de tipo negativo, sobre kg 305-d en vacas en distintas lactancias, tanto en Holstein como en Jersey.

**Palabras clave:** ganadería, trópico, riesgo, enfermedad infecciosa, epidemiología.

 Autor para correspondencia.  
Correo electrónico: [juan.romero.zuniga@una.cr](mailto:juan.romero.zuniga@una.cr)



**Abstract:** A longitudinal study was conducted in order to determine the effect of serological status of the Bovine Leucosis Virus (BLV) on milk production of specialized dairy herds in Costa Rica. The serological status and milk production were analyzed in 1719 cows of 26 farms during two lactation periods. An immunoenzymatic assay (ELISA) was used to confirm the serological status of the animals' BLV. Production records were taken from the VAMPP Bovino database. Cows were grouped in three categories: 999 seronegative subjects, 152 seroconverted during the study and 568 seropositive subjects during the entire period of study. By means of the Kruskal-Wallis test, the combined effect of the serostatus per breed and lactation number was calculated on the 305-day milk production (kg 305-d). In addition, the effect of serostatus corrected by herd, breed and lactation number was assessed using a mixed linear regression model. The risk that a seroconverted or seropositive cow reduced its milk production was assessed by logistic regression. Significant differences in kg 305-d were found in seroconverted cows with 1-2 lactations ( $P= 0.005$ ) and seropositive cows with 3-5 lactations ( $P= 0.006$ ). Comparing kg 305-d per breed, a significant difference was determined in Holstein and Jersey cows ( $P<0.0001$ ), being -4.44% in seropositive cows and -12.94% in seroconverted cows with respect to seronegative cows. Subjects followed during two lactations had a higher risk of having a lower kg 305-d production in seroconverted cows (OR= 2.8) and seropositive cows (OR= 2.1). This study assessed a significant negative effect of BLV on kg 305-d in several lactations, both in Holstein and Jersey cows.

**Keywords:** livestock, tropics, risk, infectious disease, epidemiology.

## INTRODUCCIÓN

La Leucosis Bovina Enzoótica (LBE) es causada por un virus de la familia Retroviridae, género Deltaretrovirus, el Virus de la Leucosis Viral Bovina (BLV) (Murphy et al., 1999). En Costa Rica, la LBE fue diagnosticada y reportada por primera vez en la Escuela de Medicina Veterinaria en el año de 1976 (González, 1977). Desde entonces, la seroprevalencia del VLVB reportada en Costa Rica en 20 años no ha variado mucho (Rodríguez et al., 1980; Jiménez et al., 1995; Dolz & Moreno, 1999). Un estudio recientemente realizado por Beita (2008) determinó una seroprevalencia de 41% a nivel de animales y del 97,4% a nivel de hatos en ganado lechero especializado.

Los estudios de estimaciones para determinar el impacto de la LBE en la producción han sido inconsistentes. Algunos investigadores determinaron una relación entre infección con el BLV y producción de leche, con disminuciones de un 2,5% a 3,5% (Brenner et al., 1989; Emanuelson et al., 1992; 1998) hasta un 11% en vacas seropositivas, en comparación con animales seronegativos (D'Angelino et al., 1998). En este mismo sentido, Mora (1997) determinó menor producción de leche en vacas seropositivas que en seronegativas al BLV en Costa Rica; sin embargo, la muestra analizada no fue lo suficientemente grande para sustentar estadísticamente el resultado, solamente reflejó una tendencia.

Las pérdidas económicas que se reportan, en vacas infectadas con el BLV, van desde una reducción en la producción de leche, hasta un aumento en los costos de reemplazo e incremento en los gastos veterinarios (Pelzer, 1997; Sargeant et al., 1997; Chi et al., 2002; Ott et al., 2003; Erskine et al., 2012). Además, los productores de animales de cría incurren en pérdidas, debido a restricciones en la exportación de ganado bovino seropositivo (OIE, 2012).

Las pérdidas económicas determinadas en EE.UU por Willar (2006) fueron de \$560 millones. Se debió a la baja producción de productos lácteos atribuibles al BLV. También, existen reportes sobre los costos anuales ocasionados por la LBE por rebaño infectado, utilizando, como tamaño promedio, hatos de 50 vacas, determinándose en \$806, debido a la disminución en la producción de leche de cada rebaño (Chi et al., 2002). Otra variable afectada por el BLV es el número de animales descartados. Trainin et al. (1996) reportan que existe relación entre la LBE y la tasa de descarte. En sus estudios dieron seguimiento a dos grupos de animales, uno seropositivo y otro seronegativo, por un período de 36 meses; determinaron que, en el grupo de seropositivos, se descartó un 38,65% de animales, mientras que en el grupo de animales seronegativos al BLV solamente un 10,69%. Por otra parte, en este estudio se logró asociar la presencia de *Trichophyton verrucosum* en el grupo de animales seropositivos, indicando que el BLV podría tener un efecto negativo sobre el sistema inmune.

Finalmente, la mayor pérdida económica, cuantificable, que ocasiona la LBE, es la restricción de venta y exportación de vacas seropositivas a mercados internacionales y el decomiso de vacas con linfosarcomas en mataderos (Radostits, 1999; Rhodes, 2003). Según Ott y colaboradores (2003) una mayor proporción de sacrificio de vacas seropositivas, conlleva a una mayor tasa de condena de animales que presentan tumores.

En contraste, otros estudios no encontraron asociación negativa, e incluso, reportaron una asociación positiva entre el BLV y la producción de leche (Huber et al., 1981; Pollari et al., 1992; van Leeuwen et al., 2000; Tiwari et al., 2005, Tiwari et al. 2007).

Debido a que existe controversia en los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados respecto a si vacas seropositivas al BLV muestran parámetros productivos diferentes a los de animales seronegativos, se realizó el este estudio longitudinal, en el cual se busca determinar la asociación entre el estatus serológico al BLV y la producción láctea en hatos lecheros especializados de Costa Rica.

## METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de estudio y población en estudio

Se realizó un estudio longitudinal y analítico (Argimon, 1991) en un total de 26 fincas: cuatro en San José, cuatro en Heredia, ocho en Cartago y 10 en Alajuela. Todas poseían registros automatizados mediante el programa VAMPP Bovino (Noordhuizen & Buurman, 1984) actualizado al 2009. Un primer muestreo se realizó durante 2006-2007 (Beita, 2008) tomando muestras a todos los animales mayores de seis meses de edad. Luego, en 2009, se realizó el segundo muestreo, en el cual se tomaron muestras de sangre de todas las vacas que habían sido analizadas y habían resultado seronegativas en el 2006-2007. Las vacas que fueron seropositivas en el primer muestreo y aún estaban presentes en las fincas durante el segundo muestreo, no fueron sangradas en este muestreo pues el VLVB ocasiona infecciones persistentes; por ello, se asumió que el estatus de seropositividad se había mantenido desde el 2006-2007.



Para realizar las comparaciones de parámetros productivos entre las diferentes categorías de vacas (seropositivas, seronegativas y seroconvertidas), el tamaño de muestra por grupo se calculó usando la fórmula para diferencia de promedios, asumiendo una media de producción de 5500,0 kg 305-d de leche/vaca/lactancia con una desviación estándar esperada de 1730,0 kg 305-d de leche (Vargas & Gamboa, 2008), y una disminución de un 11% de leche para el grupo de seropositivas (D'Angelino et al., 1998), nivel de confianza del 95% y una potencia del 80%, en dos vías. Esto arrojó una muestra por analizar de 136 vacas por grupo; no obstante, en este estudio se analizó un total de 1719 vacas, 999 se mantuvieron seronegativas durante el estudio, 152 seroconvirtieron entre el primer y segundo muestreo, y 568 fueron seropositivas en ambos muestreos (Se asumió que las vacas que resultaron seropositivas al primer muestreo, presentes aún en el segundo, mantenían su condición de positivas a la infección).

## 2.2 Toma de muestras sanguíneas

Se tomó una muestra de sangre a las vacas seleccionadas mediante punción de la vena coccígea media utilizando Vacutainer®. Las muestras se trasladaron al laboratorio en hieleras a temperatura cercana a 4–7°C. En el laboratorio se separó el suero mediante centrifugación a 10 000 g por 10 minutos, y se almacenó a -20°C hasta su análisis.

## 2.3 Análisis serológico

Para determinar seropositividad al VLVB, se realizó una prueba inmunoenzimática (ELISA) indirecta comercial (SVANOVA®), que reporta un 100% de sensibilidad y un 99,7% de especificidad (Portetelle et al., 1989; Monti et al., 2005; Svanova, 2009), siguiendo el protocolo recomendado por la compañía SVANOVA®.

Se añadió 100 µl de tampón de dilución a cada pozo cubierto con antígeno BLV; seguidamente, se agregó 4 µl de suero de la muestra por analizar, suero control positivo (por duplicado) y suero control negativo (por duplicado), se agitó la placa y se incubó 1 hora a 37°C. Posteriormente, se lavó tres veces con tampón de lavado, se le añadieron 100 µl de conjugado (anti IgG bovina-peroxidasa) a cada pozo y se volvió a incubar por 1 hora a 37°C. Se lavó de nuevo tres veces y se agregó sustrato (tetrametilbenzidine) a cada pozo; se incubó una última vez a temperatura ambiente por 10 minutos. Finalmente, la reacción se detuvo con 50 µl de solución de frenado (ácido sulfúrico) y se determinó la densidad óptica (DO) a 450 nm. Se consideró válido el ensayo cuando el control positivo mostró una DO mayor a 1,0 y el suero control negativo arrojó un porcentaje de positividad (PP) menor o igual a 15%. Sueros analizados que arrojaron un PP mayor o igual a 20% se consideraron positivos al BLV. El porcentaje de positividad (PP) se calculó con la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{DO \text{ de la muestras o del control negativo}}{DO \text{ de control positivo}} \times 100$$

## 2.4 Definición de las variables

**Estatus serológico:** Variable categórica dicotómica. Condición inmunológica, caracterizada por la presencia o ausencia de anticuerpos específicos en la sangre; en este caso, contra el BLV. Una vaca se consideró negativa cuando el suero analizado arrojó un  $PP < 20\%$  durante los dos muestreos; positiva cuando el suero analizado arrojó un  $PP \geq 20\%$  durante los dos muestreos.

**Seroconversión:** Variable dicotómica. Condición inmunológica, caracterizada por la aparición de anticuerpos ( $PP \geq 20\%$ ) en una segunda muestra luego de una primera con resultado negativo ( $PP < 20\%$ ).

**Producción de leche corregida a los 305 días (kg 305-d):** Variable numérica continua. Es la cantidad de leche producida, medida en kilogramos, corregida por los efectos fijos de hatos, número de lactancia, época de parto y días abiertos, a los 305 días de lactancia (Vargas & Solano, 1995).

**Raza:** Variable categórica. Indica el grado de pureza racial de los animales. Los grupos de razas fueron: Holstein ( $\geq 6/8$  Holstein), Jersey ( $\geq 6/8$  Jersey), Chumecas ( $4/8$  Holstein +  $4/8$  Jersey;  $5/8$  Jersey +  $3/8$  Holstein,  $3/8$  Jersey +  $5/8$  Holstein), Guernsey ( $\geq 6/8$  Guernsey) y un último grupo, en el cual se aglomeraron todas las otras vacas que no fuesen de las razas ya mencionadas; a este grupo se denominó como "Otras".

**Lactancia:** Variable categórica ordinal. Se refiere al número de lactancia de vaca. Se formaron tres grupos por número de lactancia: 1 y 2, 3 a 5 y  $\geq 6$  lactancias.

## 2.5 Análisis Estadístico

Del programa VAMPP Bovino se extrajo, para los animales seleccionados, su raza y los datos de producción de leche corregida a los 305 días (kg 305-d), para cada lactancia en el período de estudio.

El efecto del estatus serológico, sobre kg 305-d, se hizo en dos fases. En la primera, se comparó la kg 305-d según el estatus serológico por raza, así como por número de lactancia mediante la prueba de Kruskal-Wallis, utilizando el programa estadístico Infostat®. Se consideró significativo un valor de  $P < 0,05$ . En una segunda fase, se realizó un modelo de regresión lineal mixto, siendo la variable compuesta hatos-año de sangrado la que ofrece el efecto aleatorio, mientras que las variables de estatus serológico, raza y número de lactancia, los efectos fijos. Este análisis se realizó con el programa SAS/STAT ver. 9.2.

Adicionalmente, se calculó el riesgo de que una vaca seropositiva estuviera en el nivel de baja producción, por medio de la razón de posibilidades (OR, por su nombre en inglés Odds Ratio) mediante regresión logística con efectos aleatorios, siendo la variable finca la que confiere la condición de aleatoriedad. La variables de kg305-d se dicotomizó (producción alta y baja) tomando la mediana como punto de corte, de forma específica dentro de cada raza. La producción en kg 305-d fue la variables dependiente; el estatus serológico y el número de lactancia, las variables independientes. La significancia del modelo se analizó mediante el valor de la devianza, y de cada variable por medio de los intervalos de confianza al 95%. El análisis se realizó en programa epidemiológico Egret 2.0.





Factores tales como la ocurrencia de (endo)metritis, renqueras, mastitis u otras enfermedades en los animales en estudio, que pudieron confundir el efecto del estatus serológico sobre la producción de leche, no fueron tomados en cuenta; dada la ausencia de estos datos en la mayoría de las fincas. Ante tal situación, se asume que los casos de enfermedad se distribuyeron de manera aleatoria y homogénea entre las tres categorías de estatus serológico.

## RESULTADOS

### 3.1 Efecto del estatus serológico al BLV sobre la producción corregida a 305 días (kg 305-d)

La comparación general de kg 305-d, entre los diferentes grupos, estableció que vacas seroconvertidas y seropositivas produjeron -12,94% y -4,44% respecto a las seronegativas; siendo, únicamente, significativa la diferencia en las seropositivas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Media de la kg-305 d y porcentaje de disminución de leche en vacas seroconvertidas y seropositivas al BLV.

Estatus Serológico BLV	N	Media	EE	% diferencia
Seronegativo	999	6966,89 <sup>a</sup>	87,73	-
Seroconversión	152	6064,74 <sup>b</sup>	220,14	-12,94
Seropositivo	568	6657,36 <sup>a</sup>	127,20	-4,44

EE= error estándar de la media

Literales diferentes representan diferencias entre los niveles de la variable con un valor  $P < 0,05$

Al medir el efecto combinado del estatus serológico al BLV y el número de lactancia sobre kg 305-d, se comprobó un efecto negativo en el grupo de vacas seroconvertidas de 1-2 lactancias, así como en las seropositivas de 3-5 lactancias ( $P < 0,01$ ). No hubo efecto significativo en el grupo de vacas seropositivas  $\geq 6$  lactancias (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Efecto del estatus serológico de bovinos al BLV sobre la producción corregida de leche a 305 días según el número de lactancia de las vacas.

Lactancia	Estatus serológico	n	Media	EE	P	% diferencia
1-2	Seronegativo	561	6248,81 <sup>a</sup>	64,43	0,0047	-
	Seroconversión	102	5694,96 <sup>b</sup>	146,93		-8,86
	Seropositivo	246	6255,48 <sup>a</sup>	109,36		+0,10
3-5	Seronegativo	369	7380,96 <sup>a</sup>	96,38	0,0006	-
	Seroconversión	45	7143,27 <sup>ab</sup>	319,71		-3,22
	Seropositivo	258	6745,76 <sup>b</sup>	116,68		-8,60
≥ 6	Seronegativo	69	7270,91 <sup>a</sup>	230,93	0,1291	-
	Seroconversión	5	5356,00 <sup>a</sup>	817,49		-26,33
	Seropositivo	64	6970,86 <sup>a</sup>	238,17		-4,12

n: número de individuos; EE: Error Estándar de la media

Asimismo, al establecer el efecto combinado del estatus serológico al VLVB con la raza, sobre kg 305-d en las razas Holstein y Jersey ( $P < 0,0001$ ), no hubo efecto significativo en Chumecas, Guernsey ni en el grupo Otras, aunque se determinó una tendencia a producir más leche en las seronegativas, en comparación con las seropositivas y seroconvertidas (Cuadro 3). El porcentaje de diferencia en kg 305-d entre las vacas seroconvertidas y seropositivas, respecto a las seronegativas, de diferentes razas, osciló de +0,01% a -16,10% (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto del estatus serológico de bovinos al BLV sobre la producción corregida de leche a 305 días según razas.

Raza	Estatus Serológico	n	Media	EE	P	% diferencia
Holstein	Seronegativo	341	8042,41 <sup>a</sup>	96,05	<0,0001	-
	Seroconversión	86	6894,21 <sup>b</sup>	195,20		-14,27
	Seropositivo	358	7205,19 <sup>b</sup>	90,26		-10,41
Jersey	Seronegativo	554	5954,23 <sup>a</sup>	53,29	<0,0001	-
	Seroconversión	48	5163,96 <sup>b</sup>	199,48		-13,27
	Seropositivo	161	5306,18 <sup>b</sup>	114,72		-10,88
Chumecas	Seronegativo	16	5795,19 <sup>a</sup>	343,82	0,1856	-
	Seroconversión	8	4862,13 <sup>a</sup>	158,74		-16,10
	Seropositivo	29	5824,76 <sup>a</sup>	245,72		+0,01
Guernsey	Seronegativo	51	7397,59 <sup>a</sup>	192,31	0,7576	-
	Seropositivo	8	7230,63 <sup>a</sup>	298,19		-2,25
Otras	Seronegativo	37	5939,00 <sup>a</sup>	244,21	0,1661	-
	Seroconversión	10	4944,40 <sup>a</sup>	408,28		-16,74
	Seropositivo	12	5405,92 <sup>a</sup>	423,14		-8,97

n: número de individuos; EE: Error Estándar de la media



Cuando se corrige el efecto del estatus serológico sobre kg 305-d por las variables de hato, año de muestreo, raza y número de lactancia, se observa el efecto significativo de las variables con efectos fijos ( $P < 0.0001$ ). Así, las vacas seroconvertidas y las siempre seropositivas produjeron, respectivamente, -243,71 y -95,71 kg-305 d comparadas con las siempre seronegativas (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Efecto del estatus serológico de bovinos al BLV sobre la producción corregida de leche a 305 días según razas, número de lactancia y hato.

Variable	Estrato	Estimador	Diferencia	EE*	P**
Intercepto			7018,65	355,57	0,0001
Estatus serológico	Seropositivos	6593,52	-95,71	281,97	0,0028
	Seroconversión	6932,94	-243,71	296,36	
	Seronegativo	6689,23	.	278,56	
Raza	Holstein	7254,60	738,47	244,87	0,0001
	Jersey	5801,00	-715,13	244,35	
	Chumecas	6217,16	-298,97	332,40	
	Guernsey	7297,12	780,99	1028,92	
	Otras	6516,13	.	298,61	
Lactancia	1-2	6017,49	760,41	276,81	0,0001
	3-5	7056,13	278,23	280,62	
	≥ 6	6777,99	.	304,88	

EE\*: error estándar del estimador; P\*\*: valor de la probabilidad para la variable

### 3.3. Riesgo de baja producción según: estatus serológico, raza y número de lactancia

El análisis de las razones de posibilidades de baja producción, corregido por raza y número de lactancia, estableció que animales de los grupos de seroconvertidos (OR= 2,84; IC 95%: 1,95-3,41) y seropositivos (OR= 2,12; IC 95%: 1,71-2,63) mostraron un mayor riesgo de producir menos kg-305 d que animales seronegativos. Igualmente, se observó que las vacas de primera y segunda lactancia tuvieron mayor chance de producir menor cantidad de leche que las de tres o más lactancias (Cuadro 5).



**Cuadro 5.** Análisis de razón de probabilidades de para el riesgo de baja producción a 305 días respecto al estatus serológico de bovinos al BLV, corregido por el número de lactancia y la raza.

Variable	Estratos	OR	IC95%
Producción 305-d	Seronegativo	-	-
	Seroconversión	2,84	1,95-3,41
	Seropositivo	2,12	1,71-2,63
Nº Lactancia	1-2	-	-
	3-5	0,65	0,45-0,96
	≥ 6	0,47	0,23-0,79

IC95%: intervalo de confianza al 95%; OR: Odds ratio.

## DISCUSIÓN

En el este estudio se reporta, por primera vez en Latinoamérica, los resultados de una investigación longitudinal realizada en hatos lecheros especializados, para determinar el efecto del estatus serológico de bovinos al BLV sobre la producción de leche en vacas en diferentes lactancias y razas. El hallazgo, de que vacas seropositivas y seroconvertidas al BLV producen menos leche que animales seronegativos, concuerda con lo reportado por otros autores (Brenner et al., 1989; Emanuelson et al., 1992; Mora, 1997; D'Angelino et al., 1998; Ott et al., 2003). En contraste, otros autores han reportado que el BLV no tiene ningún efecto sobre la producción de leche, al no encontrar asociación alguna entre la enfermedad y disminución de los parámetros productivos (Huber et al., 1981; Pollari et al., 1992; van Leeuwen et al., 2000; Tiwari et al., 2007).

Los animales que seroconvirtieron, mostraron mayor diferencia negativa en la producción de leche. Esto podría ser una consecuencia de una alteración del sistema inmunológico ocasionada por el BLV, como lo han propuesto varios autores (Stott et al., 1991; Ballagi-Pordani et al., 1992; Schwartz et al., 1994; Trainin et al., 1996; Tiwari et al., 2007), con un efecto negativo mayor en animales que han sufrido la infección en un período reciente. Esta condición de mayor susceptibilidad inmunológica, deja al animal en desventaja ante otras infecciones concomitantes que pueden afectar su condición general; afectando, de manera directa, su producción al reducir el consumo de alimento y agua; o, inclusive, por incremento en la posibilidad de infecciones de la glándula mamaria, sean clínicas o subclínicas. Desafortunadamente, esa posibilidad no pudo ser comprobada en este estudio por la ausencia de estos datos.

Una posibilidad, la cual debe ser confirmada con estudios de seguimiento más intensivos, es que los animales recién infectados por el BLV podrían estar sufriendo una inmunosupresión más severa, por lo cual, su producción se ve más afectada en la lactancia concurrente que en los animales seropositivos; pues estos ya llevan más tiempo con esa condición, o el efecto inicial de la inmunosupresión haya sido compensado, o que permanezca el efecto de inmunosupresión, pero menos fuerte.



Johnson & Kaneene (1991) y Beita (2008), reportan que la frecuencia de infección con el BLV aumenta, en forma significativa, en el momento que los animales ingresan al hato en producción, dado que son sometidos a un manejo más intensivo, lo cual conlleva a un riesgo de infección y alteración del sistema inmunológico. Esto explica, al menos en parte, el efecto significativo –negativo- en el grupo de vacas seroconvertidas con una y dos lactancias sobre la producción de leche, y el riesgo de menor kg 305-d. También, en el grupo de vacas seropositivas con tres a cinco lactancias, se estableció un efecto negativo –significativo- y riesgo de producir menos leche; lo cual indica que el efecto negativo se puede observar en cualquier lactancia. Sin embargo, en animales con seis o más lactancias, tales diferencias no fueron tan importantes. Esto puede explicarse por el hecho de que quizás los animales, que han llegado a esta edad en el hato, se han mantenido en él precisamente por su habilidad productiva; de hecho se podría tratar de individuos superiores en los hatos.

Finalmente, en todas las razas analizadas se encontró menor producción absoluta y riesgo de producir menos leche en vacas seropositivas y seroconvertidas que en vacas seronegativas; resultando estadísticamente significativa en las razas Holstein y Jersey. La ausencia de significancia estadística en las diferencias en las demás razas, es más bien atribuible al pequeño número de animales analizado por grupo, lo que introduce alta variación intragrupo. A pesar del escaso número de animales analizados, la tendencia a la diferencia entre estratos es constante. Tanto en Holstein como en Jersey, diversos estudios reportan diferencias significativas en la producción (Brenner et al., 1989; Emanuelson et al., 1992; D'Angelino et al., 1998).

Aunque durante muchos años se ha discutido y cuestionado el efecto de mantener animales seropositivos al BLV en un hato, este trabajo aporta evidencia importante de que, al menos en las condiciones de los hatos analizados, el virus ocasiona pérdidas significativas por disminución de la producción de leche, tomando en cuenta las limitaciones de la ausencia del control estricto del efecto de variables importantes que pueden afectar la producción láctea, como enfermedades durante la lactancia –por ausencia de información-.

Dado que las razas Holstein y Jersey son las principales razas lecheras de Costa Rica, y los resultados muestran el efecto del BLV sobre la producción de leche en estas razas, es importante implementar y mantener estrategias integradas de control o eliminación del BLV en los hatos lecheros, dentro de plazos razonables, según el nivel de prevalencia y el grado de afectación sobre la producción específicos en el hato.

## Referencias Bibliográficas

- Argimon, J. & J. Jiménez. 1991. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Sa. Harcourt. Madrid, Esp. 393 p.
- Ballagi-Pordany, A., K.Klintevall, M.Merza, B. Klingeborn, S. Belak. 1992. Direct detection of bovine leukaemia virus infection: practical applicability of a double polymerase chain reaction. J. Vet. Med. 39: 69-77.

- Beita, G. 2008. Epidemiología de la leucosis enzoótica bovina en hatos lecheros especializados. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 54 p.
- Brenner, J., M. Van Haam, D. Savir, Z. Trainin, 1989. The implication of BLV infection in the productivity, productive capacity and survival rate of dairy cow. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 3: 299–305.
- D'Angelino., J.L., M. Garcia, E.H. Girgel. 1998. Productive and reproductive performance in cattle infected with bovine-leukosis virus. *J. Dairy Res.* 65: 693–695.
- Dolz, G., & E. Moreno. 1999. Comparasion of agar gel inmunodiffusion test, enzyme-linked immunoabsorbent assay and Wester Blotting for detection of BLV antibodies. *J. Vet. Med.* 46: 551-558.
- Emanuelson, U., K. Scherling, H. Pettersson. 1992. Relationships between herd bovine leukemia virus infection status and reproduction, disease incidence, and productivity in Swedish dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 12: 121–131.
- Erskine, R., P. Bartlett, T. Byrem, C. Render, C. Febvay, J. Houseman. 2012. Association between bovine leukemia virus, production, and population age in Michigan dairy herds. *J. Dairy. Sci.* 95:727-734.
- González, E. 1977. Linfoma: Descubren enfermedad mortal en el ganado. *Agroindustria.* 6: 15-18.
- Huber, N.L., R.F. DiGiacomo, J. F Evermann, E. Studer. 1981. Bovine leukemia virus infection in a large Holstein herd: prospective comparison of production and reproductive performance in antibody-negative and antibody-positive cows. *Am. J. Vet. Res.* 42: 1477-1481
- Jiménez. C., J. Bonilla, G. Dolz, L. Rodríguez, L. Herrero, E. Bolaños, M. Cortez, E. Moreno. 1995. Bovine Leukemia virus Infection in Costa Rica. *J. Vet. Med.* 42: 385-390.
- Monti, G.E., K. Frankena, B. Engel, W. Buist, H.D. Tarabla, M.C.M. de Jong. 2005. Evaluation of a New Antibody-Based Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Bovine Leukemia Virus Infection in Dairy Cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.* 17: 451-457
- Mora, D. 1997. Evaluación de prácticas de manejo asociadas al riesgo de transmisión del virus de la leucosis enzoótica bovina en hatos lecheros de Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, C.R. 103 p.
- Murphy F., J. Gibbs, M. Horzinek, M. Studdert. 1999. *Veterinary Virology.* 3<sup>th</sup> ed. 629 p.
- Noordhuizen, J.P.T.M.: Buurman, J. 1984. Veterinary automated management and production control program for dairy farms (VAMPP). The application of MUMPS for data processing. *Vet Q.* 6: 62-77.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2012. *Terrestrial Manual.* Chapter 2,4,11. - Enzootic bovine leukosis.
- Ott, S. L., R. Johnson, S. J. Well. 2003. Association between bovine leucosis virus seroprevalence and herd level productive on US dairy farms. *USDA. Prev. Vet. Med.* 61: 249–262.
- Pelzer, K.D., 1997. Economics of bovine leukemia virus infection. *Vet. Clin. N. Am. Food*

- Anim. Pract. 13: 129–141.
- Pollari, F.L., V.L. Wangsuphachart, R.F DiGiacomo, J.F. Evermann. 1992. Effects of bovine leukemia virus infection on production and reproduction in dairy cattle. *Can. J. Vet. Res.* 4: 289–295.
- Portetelle D., M. Mammerick, A. Burny. 1989. Use of two monoclonal antibodies in an ELISA test for the detection of antibodies to bovine leukaemia virus envelope protein gp51. *J. Virol. Methods* 3(2): 211-22.
- Radostits, O., C. Gay, D. Blood, K. Hinchcliff. 2001. *Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado, ovino, porcino y equino.* 9ª Ed. McGraw-Hill.
- Rhodes, J. K., D. Pelzer, J. Johnson. 2003. *Economics of bovine leukemia virus infection.* Avrum Gudelsky Veterinary Center, University of Maryland, US.
- Rodríguez L., R. Esquivel, J. Alvarado. 1980. Estudio de leucosis bovina en hatos lecheros del valle central de Costa Rica. *Ciencias Vet.* 2: 183-194.
- Sargeant, J., D. Kelton, S. Martin, E. Mann. 1997. Associations between farm management practices, productivity, and bovine leukemia virus infection in Ontario dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 31: 211-221.
- Schwartz, I., A. Bensard, B. Polack, B. Perrin, M. Bertheley, J. Stott. 1994. In vivo leukocyte tropism of bovine leukaemia virus in sheep and cattle. *J. Virol* 68: 4589-4596.
- Stott, M., M. Thurmond, S. Dunn, B. Osburn, J. Stott. 1991. Integrated bovine leukosis proviral DNA in T helper and T cytotoxic/suppressor lymphocytes. *J. Gen. Virol* 72: 307-315.
- Svanova, 2009. Bovine leukemia virus gp51 antibody test BLV- gp51 [en línea]. Sweden. <http://www.svanova.com/filearchive/BLV%2007-03.pdf> (Consulta: 21 Jul., 2009).
- Tiwari, A., A. VanLeeuwen, R. Dohoo, H. Stryhn, P. Keefe, P. Haddad. 2005. Effects of seropositivity for bovine leukemia virus, bovine viral diarrhoea virus, *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis, and *Neosporacanium* on culling in dairy cattle in four Canadian provinces. *Vet. Microbiol.* 109: 147–158.
- Tiwari, A., J. VanLeeuwen, I. Dohoo, G. Keefe, J. Haddad, R. Tremblay. 2007. Production effects of pathogens causing Bovine Leukosis, Bovine Viral Diarrhea, Paratuberculosis, and Neosporosis. *J. Dairy Sci.* 90:659-669.
- Trainin, Z., J. Brenner, R. Meirum, H. Waron. 1996. Detrimental effect of bovine leukemia virus (BLV) on the immunological state of cattle. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 54: 293-302.
- Vargas, B & C. Solano. 1995. Cálculo de factores de corrección para producción diaria de leche en ganado lechero de Costa Rica. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 3: 131-148.
- Vargas-Leitón B. & Gamboa-Zeledón G., 2008. Estimación de tendencias genéticas e interacción genotipo x ambiente en ganado lechero de Costa Rica. *Téc. Pecu. Méx.* 46: 371-386.

- VanLeuwen, J., G. Keefe, R. Tremblay, C. Power, J. Witchel. 2001. Seroprevalence and infection with *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis, bovine leukemia and bovine viral diarrhoea virus in Maritime Canadian Dairy cattle. *Can. Vet. J.* 42:193-198.
- Willard, C. 2006. Evaluating the uncertainty in estimates of the economic impacts of Bovine-Leukosis virus in U.S. dairy cows. *Agricultural Economics* 35: 363–372.

