

Nota técnica

SUPLEMENTACIÓN CON PARED CELULAR Y CULTIVO DE LEVADURAS EN VACAS PRONTAS Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DEL CALOSTRO Y EL ESTADO INMUNOLÓGICO DE LAS TERNERAS¹

Carlos Campos-Granados^{2/*}, Augusto Rojas-Bourrillón*

Palabras clave: Pared celular; cultivo de levaduras; calostro; inmunoglobulinas; inmunidad pasiva.

Keywords: Cell Wall; yeast culture; colostrum; immunoglobulins; passive immunity.

Recibido: 10/02/14

Aceptado: 24/07/14

RESUMEN

El estudio fue realizado en una finca comercial ubicada en Santa Rosa de Oreamuno, Provincia de Cartago. Se utilizaron 30 vacas Jersey preparto y sus respectivas terneras, distribuidas en un modelo irrestricto al azar, con 2 tratamientos de 15 repeticiones cada uno: el primero fue el control (no suplementado) y el segundo se suplementó diariamente, a partir de los 21 días preparto, con 40 g de pared celular y cultivo de levaduras. Se cuantificó la concentración de inmunoglobulinas totales en el calostro de las vacas en estudio, obteniéndose diferencias significativas ($p < 0,05$), con valores promedio de $90,06 \pm 23,74 \text{ mg.ml}^{-1}$ y $105,94 \pm 17,59 \text{ mg.ml}^{-1}$ para el grupo control y el suplementado, respectivamente. Se cuantificó la concentración de proteína sérica total en el suero sanguíneo de las terneras, y no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$), obteniéndose valores promedio de $8,57 \pm 1,27 \text{ g.dl}^{-1}$ y $8,24 \pm 1,26 \text{ g.dl}^{-1}$, para el grupo control y el suplementado, respectivamente. Se cuantificó la ganancia diaria de peso, el crecimiento semanal expresado como altura a

ABSTRACT

Cell wall and yeast culture supplementation on prepartum dairy cows and its effects on colostrum quality and immune status of calves. The study was conducted at a private dairy farm located in Santa Rosa de Oreamuno, Cartago Province. Thirty prepartum Jersey cows and their calves were used in a completely randomized design with 2 treatments of 15 repetitions each. Treatments were: first, unsupplemented control; and second, daily supplement from 21 days prepartum with 40 g of cell wall and yeast culture. The concentration of total immunoglobulins of colostrum was quantified, giving average values of $90.06 \pm 23.74 \text{ mg.ml}^{-1}$ for the control group and $105.94 \pm 17.59 \text{ mg.ml}^{-1}$ for the supplemented ($p < 0.05$). The concentration of total serum protein in the blood serum of calves was quantified, giving average values of $8.57 \pm 1.27 \text{ g.dl}^{-1}$ for the control group and $8.24 \pm 1.26 \text{ g.dl}^{-1}$ for the supplemented ($p > 0.05$). The daily weight gain, weekly growth expressed as height at the withers, solid diet daily

1 Este trabajo forma parte de la tesis de licenciatura del primer autor. Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Escuela de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

2 Autor para correspondencia. Correo electrónico: carlosmario.campos@ucr.ac.cr

* Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

la cruz, el consumo diario de dieta sólida y la conversión alimenticia de las terneras durante las primeras 8 semanas, y no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables antes mencionadas ($p>0,05$), obteniéndose valores promedio de ganancia diaria de peso de $382,86\pm 61,20$ g y $410,94\pm 51,22$ g, de crecimiento semanal de $1,45\pm 0,33$ cm y $1,70\pm 0,31$ cm, de consumo de dieta sólida de $985,17\pm 8,51$ g y $977,51\pm 5,74$ g, y de conversión alimenticia de $2,57\pm 0,11$ y $2,38\pm 0,09$, para el grupo control y el suplementado, respectivamente. Se concluye que la suplementación con pared celular y cultivo de levaduras tuvo efecto mejorador sobre la concentración de inmunoglobulinas totales en el calostro y un efecto mejorador en la salud de las terneras, reflejado en la menor incidencia de enfermedades respiratorias y del tracto digestivo.

INTRODUCCIÓN

La implementación de un adecuado programa de crianza de terneras, resulta en la obtención de reemplazos de calidad y esto se logra a través del establecimiento de parámetros que permitan llevar a cabo una evaluación del mismo, especialmente si se piensa en el aspecto económico que involucra el sistema, pues se estima que hasta un 20% del total de costos de producción de leche en una finca corresponden a la crianza de reemplazos (Heinrichs 1993). Esta evaluación puede realizarse mediante el uso de parámetros meta como transferencia de inmunidad pasiva, estado sanitario de los reemplazos, mortalidades, pesos y ganancias diarias de peso, edad a primer empadre, edad y peso al primer parto, condición corporal y costos, entre otros.

Con la intención de lograr un adecuado programa de crianza de reemplazos, en los

últimos años se ha intensificado la búsqueda de suplementos o aditivos nutricionales, que ayuden al desarrollo de una adecuada inmunidad en las madres y que éstas a su vez se la trasladen a sus hijas, lográndose primordialmente a través de una buena digestión y degradación de los alimentos a nivel ruminal que desencadena en el abastecimiento de los requerimientos nutricionales por parte de los animales, y con esto, el desarrollo adecuado de un sistema inmune competente y preparado para los diferentes desafíos a los que el animal se debe enfrentar (Magalhaes et ál. 2008).

En este sentido, se ha encontrado que la inclusión de paredes celulares y cultivos de levaduras puede actuar como un inmunoestimulador e inmunoregulador que puede incrementar la resistencia específica para un gran número de bacterias que afectan el tracto respiratorio y digestivo, así como mejores respuestas en cuanto a conversión alimenticia, ganancias de peso, y

capacidad inmunológica (Gerritsen et ál. 2012, Tran et ál. 2012, Weedman et ál. 2011).

Debido a que la investigación sobre aspectos inmunológicos relacionados con la suplementación de levaduras en rumiantes en Costa Rica ha sido poco explorada, pues a la fecha solo se ha publicado un experimento de este tipo (Rodríguez 2008), y la información sobre el impacto de estos aditivos en la inmunidad de terneras en condiciones tropicales es limitada, se propuso desarrollar la presente investigación, la cual tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con pared celular y cultivo de levaduras sobre la calidad del calostro y el estado inmunológico de terneras de lechería en el trópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una finca comercial productora de leche ubicada en el distrito de Santa Rosa, Oreamuno, Cartago, entre enero y junio del 2013. La finca se ubica a 2145 msnm, y las condiciones de la zona son: precipitación media anual de 2370 mm, distribuidos durante mayo a diciembre con una humedad relativa media de 84% y temperatura media de 14,2°C.

Animales y tratamientos utilizados

Se utilizaron 30 vacas parto de la raza Jersey, agrupadas por: número de parto promedio (3°), condición corporal promedio a los 21 días parto (3,5) y valor relativo promedio (97), el cual fue obtenido en el programa de computación Vampp® Bovino 3.0. Se utilizaron 2 tratamientos con 15 repeticiones cada uno. El primero fue el control no suplementado y el segundo se suplementó diariamente a partir de los 21 días previos a la fecha proyectada de parto con 40 g de la pared celular y cultivo de levaduras (Celmanax®). Las vacas se llevaban todos los días a las 7 am a un galerón de alimentación donde se les suministraba 3 kg de alimento balanceado (Cuadro 1), se mantenían en pastoreo con pasto kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) a libre consumo (Cuadro 2). Los animales no

Cuadro 1. Composición nutricional del alimento balanceado Parto Plus® suministrado a las vacas parto.

Nutriente	Contenido
Humedad máximo (%)	13,0
Proteína Cruda (%)	14,0
Extracto Etéreo (%)	3,0
Fibra Cruda (%)	10,0
Energía Digestible mínimo (kcal.kg ⁻¹)	3350,0
Calcio mínimo (%)	0,1
Calcio máximo (%)	0,2
Fósforo mínimo (%)	0,3
Monensina sódica (mg.kg ⁻¹)	50,0

Fuente: Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, Dos Pinos.

Cuadro 2. Composición nutricional del pasto kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) consumido por las vacas parto.

Nutriente, %	Contenido
Materia Seca	16,50
Proteína Cruda	23,00
Extracto Etéreo	3,63
Fibra Detergente Neutro	61,00
Fibra Detergente Ácido	32,30
Lignina	5,88
Cenizas	10,60

Fuente: Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, Dos Pinos.

fueron vacunados ni tratados con ningún medicamento durante este período de tiempo.

Las terneras se separaban de sus madres y se ubicaban en celdas individuales con cama de aserrín, donde se les suministraba una sola toma de 3 litros del calostro de su madre en las primeras 2 horas después del nacimiento, mediante chupón.

La dieta de las terneras consistía de 4 litros diarios de leche entera (Cuadro 3), alimento balanceado (Cuadro 4) a partir del día 3 de nacidas y heno de Transvala (*Digitaria decumbens*) (Cuadro 5) a partir de la séptima semana de nacidas. Los animales no se vacunaron en este período de tiempo.

Cuadro 3. Contenido de sólidos totales de la leche suministrada a las terneras.

Semana	Sólidos totales, %
1	13,35
2	13,20
3	13,60
4	13,50
5	13,40
6	13,55
7	13,70
8	13,40

Cuadro 4. Composición nutricional del alimento balanceado Inmucalf® suministrado a las terneras.

Nutriente	Contenido
Humedad máxima, %	13,00
Proteína Cruda mínimo, %	18,00
Extracto Etéreo mínimo, %	3,00
Fibra Cruda máximo, %	6,00
Energía Digestible mínimo, kcal.kg ⁻¹	3300,00
Energía Neta de Ganancia, Mcal.kg ⁻¹	1,65
Calcio mínimo, %	0,80
Calcio máximo, %	1,00
Fósforo mínimo, %	0,60
Sal común mínimo, %	0,45
Sal común máximo, %	0,55
Monensina sódica, mg.kg ⁻¹	100,00

Fuente: Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, Dos Pinos.

Cuadro 5. Composición nutricional del heno de Transvala (*Digitaria decumbens*) suministrado a las terneras.

Nutriente, %	Contenido
Materia Seca	80,10
Proteína Cruda	5,92
Extracto Etéreo	2,28
Fibra Detergente Neutro	63,92
Fibra Detergente Ácido	57,70
Lignina	9,20
Cenizas	12,80

Fuente: Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, Dos Pinos.

Determinación de la calidad de calostro

Mediante el uso de equipo automático se procedía a ordeñar el calostro del primer ordeño, luego se pesaba y se tomaba una muestra a 25°C para la posterior determinación de la concentración de inmunoglobulinas totales (mg.ml⁻¹), mediante el uso de un calostrómetro de mano (Colostrometer™ Biogenics, Mapleton, Oregon, USA). Después de determinar la cantidad total de inmunoglobulinas se procedió a tomar una muestra de aproximadamente 50 ml de calostro, para congelarlo y luego determinar la concentración de inmunoglobulinas G (IgG) (mg.ml⁻¹), mediante la prueba de ELISA, INMUNO-TEK Quantitative Bovine IgG Kit (Zeptometrix Corporation, Buffalo, New York, USA).

Determinación de la transferencia de inmunidad pasiva

Se procedió a tomar una muestra de aproximadamente 10 ml de sangre de las terneras entre 24-48 h de nacidas mediante el método propuesto por Trotz et ál. (2008), de venopunción yugular. Seguidamente las muestras se manejaron de acuerdo con el método propuesto por Johnson et ál. (2007), en el cual las muestras se almacenaron a una temperatura aproximada de 4°C por un período de tiempo de 24 h. Una vez que se cumplía ese período de tiempo, se centrifugaba cada una de las muestras a 3000 rpm durante 15 min. Una vez centrifugadas, se tomó 1 o 2 gotas del líquido sobrenadante del tubo (suero sanguíneo) y se procedió a realizar la lectura por medio de un refractómetro de mano (Atago Master-SUR/Nα, Bellevue, Washington, USA), el cual provee una lectura de la concentración de la proteína sérica total (g.dl⁻¹ de suero sanguíneo). Una vez determinada indirectamente la concentración de proteína sérica total, se procedió a determinar la concentración de inmunoglobulinas G (mg.ml⁻¹), presentes en el suero sanguíneo de las terneras de 24-48 h de nacidas. Para este procedimiento se tomaba una muestra de aproximadamente 10 ml de suero sanguíneo, para congelarlo y luego determinar

la concentración de IgG mediante la prueba de ELISA, INMUNO-TEK Quantitative Bovine IgG Kit (Zepetometrix Corporation, Buffalo, New York, USA).

Determinación del estado de salud y crecimiento de las terneras

Se registró diariamente el estado de salud de las terneras y se verificó la incidencia de problemas digestivos (diarreas) y respiratorios (neumonías), durante las primeras 8 semanas de nacidas. En el caso de los problemas respiratorios se observó diariamente si los animales tosían y si había presencia de moco en las fosas nasales y se realizó la calificación de las heces producidas por las terneras mediante la metodología propuesta por Larson et ál. (1977).

Se registró semanalmente el peso, altura a la cruz, consumo de alimento balanceado, sólidos de leche y heno de las terneras durante las primeras 8 semanas de nacidas. Con los datos promedio de consumo de alimento balanceado, consumo de sólidos de leche, consumo de heno y ganancia de peso, se determinó la conversión alimenticia de las terneras durante ese período.

Análisis de la información

La información recolectada se analizó mediante un diseño irrestricto al azar con el uso del paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et ál. 2011).

Para el caso específico de la calidad de calostro, se incluyó la covarianza del factor número de parto de la vaca y para la transferencia

de inmunidad pasiva se incluyó la covarianza de los factores peso al nacimiento de la ternera y calidad de calostro.

La comparación entre tratamientos se realizó con la prueba de diferencia de medias de Waller-Duncan a $p < 0,05$.

Para la determinación de la incidencia de diarrea y neumonía, la información recolectada se analizó mediante la prueba denominada razón de posibilidades (Edwards 1963).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del calostro

Los valores promedio de cantidad de calostro, concentración de inmunoglobulinas totales y concentración de inmunoglobulinas G del calostro de primer ordeño producido por la vacas en estudio se presentan en el Cuadro 6.

La concentración de inmunoglobulinas totales fue mayor ($p < 0,05$) para el grupo suplementado con respecto al grupo control y los valores son similares a los encontrados por Sánchez (2010), el cual determinó que la concentración de inmunoglobulinas en ganado Jersey en la zona norte del país es de $90,2 \pm 7,1$ mg.ml⁻¹ y lo encontrado por Elizondo (2015), el cual reportó valores promedio de concentración de inmunoglobulinas de 85 mg.ml⁻¹, en fincas de San José, Heredia y Cartago. Este comportamiento podría asociarse a que la suplementación con cultivos de levaduras en el período preparto estimula el desarrollo de

Cuadro 6. Producción y calidad del calostro de las vacas en estudio.

Tratamiento	N	Calostro, kg.animal ⁻¹	Inmunoglobulinas totales, mg.ml ⁻¹	Inmunoglobulinas G, mg.ml ⁻¹
Control	15	3,70±1,59	90,06±23,74 ^a	168,52±20,39
Suplementado	15	4,00±1,30	105,94±17,59 ^b	172,20±20,80

^{a,b} Medias con letras diferentes en una misma columna difieren entre sí ($p < 0,05$), según la prueba de Waller-Duncan.

un sistema inmune competente y preparado para la defensa del cuerpo (Denise et ál. 1989); esto es importante, pues el mecanismo de producción y deposición de inmunoglobulinas en el calostro, es un proceso mediado por receptores a nivel de glándula mamaria (Tizard 2009), que funciona adecuadamente cuando el sistema inmune del animal se encuentra en perfectas condiciones, lo que se refleja en la producción de calostros de mayor calidad.

En cuanto a la concentración de inmunoglobulinas G en el calostro, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$), con valores de 168 mg.ml^{-1} y 172 mg.ml^{-1} , para el grupo control y el suplementado respectivamente, lo cual difiere con los resultados encontrados por Rodríguez (2008), donde se determinaron diferencias significativas ($p<0,05$) en la concentración de inmunoglobulinas G en el calostro (204 mg.ml^{-1} vs 178 mg.ml^{-1}), que fue el valor más alto para el grupo de vacas suplementadas con levadura viva durante el período parto.

Algunas investigaciones realizadas por Cuarón (2002), en cerdas suplementadas con levadura viva en su dieta, durante 21 días preparto muestran mejoras significativas de hasta un 15,63% en la concentración de inmunoglobulinas G en calostro en comparación a cerdas no suplementadas. Chau et ál. (2009), encontraron mejoras significativas en la concentración no solo de inmunoglobulinas G, sino también de inmunoglobulinas A e inmunoglobulinas M, tanto en calostro como en suero sanguíneo de los lechones. Esto es importante porque los anticuerpos maternos actúan sobre el sistema inmunológico del recién nacido durante un período crítico

de tiempo y parecen ejercer una larga vida de influencia en el desarrollo inmunológico del recién nacido (Tizard 2009).

Transferencia de inmunidad pasiva

La proteína sérica total (PST) y la concentración de inmunoglobulinas G promedio, presentes en el suero sanguíneo de las terneras en estudio, se presentan en el Cuadro 7.

Los resultados son diferentes a los encontrados por Elizondo y Rodríguez (2013) y Rodríguez et ál. (2010), los cuales encontraron que las concentraciones promedio de proteína sérica total de $6,2 \text{ g.dl}^{-1}$ y $5,7 \text{ g.dl}^{-1}$, respectivamente, en terneras de diferentes zonas del país.

No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$), en el contenido de proteína sérica total y en la concentración de inmunoglobulinas G presentes en el suero sanguíneo de las terneras, obteniéndose valores de IgG de 75 mg.ml^{-1} y 70 mg.ml^{-1} para el grupo control y el suplementado respectivamente, lo que difiere con los resultados obtenidos en un estudio realizado por Rodríguez (2008), en el cual se encontraron diferencias significativas ($p<0,05$) en el contenido de IgG en el suero de las terneras en favor del grupo de terneras cuyas madres fueron suplementadas con levadura viva en el período parto (61 mg.ml^{-1} vs 51 mg.ml^{-1}).

Este resultado podría asociarse a la saturación del sistema de absorción intestinal de inmunoglobulinas en las terneras utilizadas en el presente experimento (Tizard 2009). Este comportamiento concuerda con lo citado por algunos autores (Besser et ál. 1985, Matte et ál. 1982),

Cuadro 7. Peso al nacimiento, proteína sérica total (PST) y concentración de inmunoglobulinas G en el suero sanguíneo de las terneras en estudio.

Tratamiento	N	Peso al nacimiento, kg	Proteína sérica total, g.dl ⁻¹	Inmunoglobulinas G, mg.ml ⁻¹
Control	15	24,2±2,1	8,57±1,27	75,54±34,59
Suplementado	15	24,5±3,3	8,24±1,26	69,79±34,41

los cuales indican pérdidas en la eficiencia de absorción intestinal de inmunoglobulinas G, A y M, conforme aumenta la concentración de éstas en el calostro, que señala una correlación negativa altamente significativa entre la eficiencia de absorción y la concentración de inmunoglobulinas en el calostro.

Comportamiento productivo

La inclusión del cultivo de levaduras no afectó ($p>0,05$) la ganancia diaria de peso, el crecimiento semanal (altura a la cruz) y la conversión alimenticia promedio de las terneras en estudio (Cuadro 8), lo cual difiere con lo encontrado por otros autores (Lesmeister et ál. 2004, Seymour et ál. 1995), los cuales reportaron mejores ganancias de peso y mejores conversiones alimenticias en terneras suplementadas con cultivo de levaduras.

En cuanto al consumo, no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$), lo cual difiere con lo expuesto por Chaucheyras y Fonty (2001), quienes determinaron que la inclusión de cultivos de levaduras en dietas de terneras (leche, calostro, alimento balanceado) mejora el consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso y por consiguiente, la conversión alimenticia de los animales en desarrollo, lo cual se atribuye a que los cultivos de levadura favorecen el establecimiento de bacterias fibrolíticas en el tracto digestivo, lo que potencialmente acelera las actividades microbianas en el rumen y favorecen la transición de dietas líquidas a sólidas en terneras. Además, la suplementación de la dieta con los cultivos de levadura, pueden aumentar la regulación del pH del rumen a través de la reducción en la producción de ácido láctico, lo que tiene mucha influencia sobre el consumo y el aprovechamiento de los nutrientes por parte de la ternera.

Cuadro 8. Ganancia diaria de peso, crecimiento semanal y conversión alimenticia promedio de las terneras.

Tratamiento	N	GDP, g	CS, cm	CD, g	Conversión alimenticia
Control	15	382,86±61,20	1,45±0,33	985,17±8,51	2,57±0,11
Suplementado	15	410,94±51,22	1,70±0,31	977,51±5,74	2,38±0,09

GDP = ganancia diaria de peso, CS = crecimiento semanal, CD = consumo de dieta sólida.

Estado de salud de las terneras

Mediante la escala de calificación de heces propuesta por Larson et ál. (1977), se determinó que no hay diferencias entre color, olor y consistencia de las heces de las terneras del grupo suplementado y del grupo control. Sin embargo, se encontraron diferencias con respecto a la fluidez de las heces, determinándose que la incidencia de diarrea en las terneras (3 terneras con diarrea en el grupo control vs 1 ternera con diarrea en el grupo suplementado) durante las primeras 8 semanas, fue 3,5 veces más posible en las terneras del grupo control,

respecto al grupo de terneras de madres suplementadas con el cultivo de levaduras.

Al analizar los datos de la incidencia de neumonía de las terneras (4 terneras con neumonía en el grupo control vs 1 ternera con neumonía en el grupo suplementado) en las primeras 8 semanas, se determinó que fue 5 veces más posible en las terneras del grupo control, respecto al grupo de terneras de madres suplementadas.

Al respecto, se ha demostrado que el consumo de β -glucanos presentes en la pared celular y cultivo de levaduras mejoran la función del

sistema inmune innato (Galvao et ál. 2005) y estimularon la activación de los neutrófilos (Murphy et ál. 2007), los macrófagos (Brown 2006), los monocitos (Rubin et ál. 2007) y principalmente de las citoquinas pro-inflamatorias (Warren 2008). Además estas moléculas poseen propiedades anti-infecciosas y potencian la mejora en las funciones de los linfocitos (Cisneros et ál. 1996), así como una mejora en la resistencia a las enfermedades respiratorias provocadas por *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* y *Mycoplasma bovis* (Brown y Gordon 2001).

Esta mejora en la función del sistema inmune, reflejada en la mejor respuesta de las terneras del grupo de madres suplementadas contra el desafío de campo de los patógenos involucrados en la incidencia de enfermedades respiratorias, no siempre se acompaña de mejoras en el comportamiento productivo (Murphy et ál. 2007), sin embargo el impacto económico que tiene sobre la disminución en el uso de tratamientos veterinarios para el control de neumonías y diarreas es muy importante para la eficiencia y la rentabilidad de la producción lechera (Lesmeister et ál. 2004).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La suplementación con pared celular y cultivo de levaduras en las vacas prontas en estudio, tiene un efecto mejorador en la concentración de inmunoglobulinas totales en el calostro, que no se ve reflejada en la concentración de proteína sérica total y de inmunoglobulinas G en el suero sanguíneo de las terneras.

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros de comportamiento productivo, pero sí se observó una disminución en la incidencia de enfermedades respiratorias (neumonía) y de diarreas en las terneras cuyas madres fueron suplementadas, con respecto a las terneras del grupo control.

Con la intención de demostrar esta mejora en las funciones del sistema inmune innato, se recomienda para futuros trabajos la realización de análisis de laboratorio para determinar las concentraciones de macrófagos, monocitos, neutrófilos, basófilos, eosinófilos, citoquinas y quimosinas pro-inflamatorias.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de la finca de ganado lechero El Plantón, don Álvaro y don Julio Sanchó, así como a los trabajadores de la finca, en especial a don Jhonny Calderón, por la colaboración brindada durante el tiempo en que se realizó la investigación.

Al señor Orlando Quesada y a las empresas Vetim, S.A. (Costa Rica) y Vi-COR® (USA), por el apoyo brindado en la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- BESSER T., GARMEDIA A., McGUIRE T., GAY C. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G₁ and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *J. Dairy Sci.* 68(8):2033-2037.
- BROWN G. 2006. Dectin-1: A signaling non-TLR pattern-recognition receptor. *Nat. Rev. Immunol.* 6:33-43.
- BROWN G., GORDON S. 2001. Immune recognition: A new receptor for β -glucans. *Nature* 413:36-37.
- CHAU G., COLLIERA C., WELSH T., CARROLL J., LAURENZA J. 2009. Beta-1,3-glucan effect on sow antibody production and passive immunization of progeny. *Food and Agricultural Immunology* 20(3):185-193.
- CHAUCHEYRAS F., FONTY D. 2001. Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reprod. Nutr. Dev.* 41:57-68.
- CISNEROS R., GIBSON III C., TZIANABOS A. 1996. Passive transfer of poly-(1-6)-b-glucotriosyl-(1-3)-b-glucopyranose glucan protection against lethal infection in an animal model of intra-abdominal sepsis. *Infection and Immunity* 64: 2201-2205.
- CUARON J. 2002. Efecto de un producto de levadura viva activa sobre la función inmune en cerdos. V Seminario Internacional de Microbiología aplicada a Nutrición Animal. SafMex. Guadalajara, México. 12 p.
- DENISE S., ROBISON J., STOTT G., ARMSTRONG D. 1989. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 72:552-554.
- Di RIENZO J., CASANOVES F., BALZARINI M., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C. InfoStat Versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado el 02 de agosto de 2013. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>

- EDWARDS A. 1963. The measure of association in a 2x2 table. *Journal of the Royal Statistical Society* 126(1):109-114.
- ELIZONDO J.A. 2015. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 26(1):27-32.
- ELIZONDO J.A., RODRÍGUEZ J. 2013. Transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería que reciben calostro por dos métodos diferentes. *Nutrición Animal Tropical* 7(1):1-13.
- GALVAO K., SANTOS J., COSCIONI A., VILLASEÑOR M., SISCHO W., BERGE A. 2005. Effect of feeding live yeast products to calves with failure of passive transfer on performance and patterns of antibiotic resistance in fecal *Escherichia coli*. *Reprod. Nutr. Dev.* 45:427-440.
- GERRITSEN R., KLAASSEN G., SCHUTTERT G., ROUWERS M., PARMENTIER H., MOLIST F. 2012. The effect of a mixture of dairy-based feed ingredients, vegetable fats, and yeast cell walls on performance and innate immunity of weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 90:269-271.
- HEINRICHS A. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.* 76:3179-3187.
- JOHNSON J., GODDEN S., MOLITOR T., AMES T., HAGMAN D. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immunity and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90:5189-5198.
- LARSON L., OWEN F., ALBRIGHT J., APPLEMAN R., LAMB R., MULLER D. 1977. Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *J. Dairy Sci.* 60:989-991.
- LESMEISTER K., HEINRICHS A., GABLER M. 2004. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 87:1832-1839.
- MAGALHAES V., SUSCA F., LIMA F., BRANCO A., YOON I., SANTOS J. 2008. Effect of feeding yeast culture on performance, health and immunocompetence of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 91:1497-1509.
- MATTE J., GIRARD C., SEOANE J., BRISSON G. 1982. Absorption of colostral immunoglobulin G in the newborn dairy calf. *J. Dairy Sci.* 65(9):1765-1770.
- MURPHY E., DAVIS J., BROWN A., CARMICHAEL M., GHAFFAR A., MAYER E. 2007. Oat β -glucan effects on neutrophil respiratory burst activity following exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39:639-644.
- RODRÍGUEZ M. 2008. Efecto de levadura viva concentrada de tipo zootécnico en la dieta de vacas Holstein preparto, sobre la concentración de inmunoglobulina G en el calostro y en el suero de los neonatos. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 41 p.
- RODRÍGUEZ J., NOGUERA L., ELIZONDO J. 2010. Manejo de las terneras recién nacidas para lograr una adecuada inmunidad pasiva. *Revista ECAG Informa* 52:20-22.
- RUBIN I., ABEIJON C., MAGNELLI P., GRISAFI P., FINK G. 2007. Phagocytosis by human neutrophils is stimulated by a unique fungal cell wall component. *Cell Host Microbe* 2:55-67.
- SÁNCHEZ J. 2010. Práctica en el Programa de Transferencia Tecnológica de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. Ciudad Quesada, San Carlos. Práctica para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 31 p.
- SEYMOUR W., NOCEK J., SICILIANO J. 1995. Effects of a colostrum substitute and of dietary brewers yeast on the health and performance of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 78:412-420.
- TIZARD I. 2009. *Veterinary Immunology: An Introduction*. Saunders Elsevier, Missouri, United States. 529 p.
- TRAN H., MORENO R., HINKLE E., BUNDY J., WALTER J., BURKEY T., MILLER P. 2012. Effects of lactose and yeast-dried milk on growth performance, fecal microbiota, and immune parameters of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 90:3049-3059.
- TROTZ L., LESLIE K., PEREGRINE A. 2008. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *J. Dairy Sci.* 91:3840-3849.
- WARREN L. 2008. Potential immuno-stimulatory nutrients for the equine athlete. *Proceedings of the 4th European Equine Nutrition & Health Congress*. Wageningen University, Netherlands 1:28-45.
- WEEDMAN S., ROSTAGNO M., PATTERSON J., YOON I., FITZNER G., EICHER S. 2011. Yeast culture supplement during nursing and transport affects immunity and intestinal microbial ecology of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 89:1908-1921.

