

# Condiciones ambientales y calidad de la leche cruda de un hato Jersey especializado en el trópico húmedo de Costa Rica

Rodolfo WingChing-Jones<sup>1</sup> y Esteban Mora Chaves<sup>2</sup>

1. Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA). Módulo Lechero-SDA. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correo electrónico: rodolfo.wingching@ucr.ac.cr
2. Unidad de Calidad de la Leche. Cooperativa Productores de Leche Dos Pinos R.L, Costa Rica. Correo electrónico: esmora@dospinos.com

Recibido 18-IX-2014 • Corregido 14-XI-2014 • Aceptado 30-IV-2015

**ABSTRACT: Environmental variables and Jersey cattle milk quality in the humid tropic of Costa Rica.** Climatic conditions affect milk production in the humid tropics. They have an effect on somatic cell count (SCC) and total solids (TS), fat, protein (CP) and lactose concentration in milk. We studied these variables in Turrialba, Costa Rica, for 52 weeks between 2009 and 2010. We collected 784 samples (100 ml each) of milk from 19 animals and analyzed them with the FOSS Electric A/S for MilkoScan TM FT 120 Type 71200. Somatic cell count was done with the 400 Series Fossomatic. Temperature affected TS, fat and lactose content ( $p < 0.05$ ), precipitation affected the TS and CP content correlated with radiation. Humidity affected SCC, TS, fat and lactose. Within system variables, animal and lactation days are significant for SCC and milk components; calving number was related to fat content, CP and lactose. Age and milk production affect TS, fat, CP and lactose. Month affected TS, CP and lactose content. All variables changed with the year.

**Key words:** Temperature, precipitation, grazing, protein in milk, somatic cell in milk, total solid in milk.

**RESUMEN:** La producción de semovientes para la obtención de leche en el trópico, presenta limitantes ambientales que afectan la producción. Se analizó el efecto de las condiciones climáticas y características del sistema sobre el conteo de células somáticas (CCS) y la concentración de los sólidos totales (ST), la grasa, la proteína (PC) y la lactosa de la leche, en un sistema de producción ubicado en Turrialba, Cartago, durante 52 semanas entre los años 2009 y 2010. Para tal fin, se recolectaron 784 muestras de leche de 100 ml de 19 animales en producción, las cuales se analizaron por medio de la metodología descrita por la FOSS Electric A/S para el equipo MilkoScan TM FT 120 Type 71200 para la determinación de los componentes, mientras que los conteos de células somáticas se realizó según la metodología descrita para el equipo Fossomatic Serie 400. Entre las variables climáticas analizadas, la temperatura afectó el contenido de ST, la grasa y la lactosa ( $p < 0,05$ ), la precipitación se relacionó solo con los ST y el contenido de PC con la radiación. En el caso de la humedad relativa, esta variable fue significativa para el CCS, ST, grasa y lactosa. Dentro de las variables del sistema, el animal y los días de lactancia, son significativas para CCS y los componentes de la leche, el número de parto se relacionó al contenido de grasa, PC y lactosa. Mientras que, la edad de los animales analizados y el nivel de producción afectó los contenidos de ST, grasa, PC y lactosa. El mes afectó los contenidos de ST, PC y lactosa, y el año de muestreo fue significativo para las cinco variables evaluadas.

**Palabras clave:** Temperatura, precipitación, pastoreo, proteína en leche, células somáticas en leche, sólidos totales en leche.

La producción de semovientes para la obtención de leche en el trópico, presenta limitantes para la optimización del recurso animal, las condiciones climáticas predominantes como la temperatura, la humedad relativa y la precipitación, son variables que en periodos del año según la ubicación del sistema superan el rango de termo neutralidad de estos animales, el cual fluctúa entre 5 a 25 °C (West, 2003). Fuera de este rango, el animal presenta una serie de mecanismos para poder mantener su homeostasis (Curtis, 1983). Además, estas

condiciones promueven la presencia de parásitos externos (Muhammad, Naureen, Firyal & Saqib, 2008) e internos (Jiménez, Fernández, Alfaro, Dolz, Vargas, Epe & Schnieder, 2010), la fluctuación en la disponibilidad de forrajes (Gutiérrez, 1996) y la calidad del mismo (Sánchez y Soto, 1996), situaciones que comprometen al animal para poder expresar su potencial.

Cuando los valores ambientales superan a los fisiológicos, los mecanismos de disipación de calor son la evaporación, radiación, convección y conducción. Ligado a

estos mecanismos, el animal presenta reducción en su movilidad, reducción en el consumo de materia seca, menor absorción de nutrimentos (Collier, Rungruang, Zimbleman & Hall, 2012), una mayor tasa respiratoria y mayor temperatura corporal (Smith, Collier, Harne & Bradford, 2012). Caso contrario, cuando se somete al animal a una temperatura menor, el animal podría reducir el flujo de sangre a la periferia para evitar la pérdida de calor, el agrupamiento, disminución del desplazamiento y reducción del consumo de materia seca (Curtis, 1983).

La reducción en el consumo de materia seca, se relaciona con un menor aporte de nutrimentos que participan en el mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción de los animales, lo que provoca un desbalance de energía/proteína (Drackley, 1999), aunado, a que los mecanismos para disipar calor, requieren el gasto entre el 7 y 25 % de los nutrimentos metabolizados para su funcionamiento (Collier et al., 2012), lo que disminuye la posibilidad de síntesis de moléculas en el organismos, en el caso específico de animales para la producción de leche, se reduce el aporte de nutrimentos en la ubre, que se refleja en la reducción de la síntesis de la leche en los alveolos (Nardone, Ronchi, Lacetera, Ranieri & Bernabucci, 2010). Otro aspecto a considerar, bajo condiciones de estrés en los animales, es la disminución del sistema inmune, el cual permite la presencia de desórdenes metabólicos y enfermedades en los animales (Nardone et al., 2010).

En Costa Rica, la investigación sobre el clima y la productividad de los animales se resume en los trabajos descritos por Retana y Rosales (2000) en donde valoran el impacto de la fase calidad del fenómeno del ENOS sobre las variables productivas del ganado de carne, de igual manera, Retana (1999) hace referencia sobre el fenómeno del Niño sobre la producción de carne en la región chorotega. En cambio, WingChing-Jones, Pérez & Salazar (2008), determinan el impacto de la humedad relativa y la precipitación sobre la producción de leche de animales Jersey. Estos autores informan que cuando la precipitación supera los 40 mm/día, los animales incrementan la producción hasta en un litro de leche por día, mientras que, cuando la humedad relativa pasa de 80 a 95%, los animales merman la producción en 1,75 litros diarios. Comportamientos que relacionan al crecimiento del forraje (oferta en campo) y a incrementos en el consumo de materia seca. Por último, en el 2013, Campos describe en la zona de Guanacaste, las posibles medidas que los productores de ganado de carne y leche que participaron en la investigación deben de valorar para mitigar los cambios producidos por la variación del clima en los últimos años y el impacto en la productividad de los semovientes.

Por otro lado, la calidad de la leche medida por su contenido de proteína, sólidos totales, contenido de grasa y lactosa podría afectarse por la composición y cantidad de nutrimentos en la dieta suministrada (Schroeder, Gagliostro, Bargo, Delahoy & Muller, 2004), por las variables productivas del animal analizado, como días de lactancia, edad del animal y la genética, entre otras. De igual manera, el contenido de células somáticas, se podría afectar según Philpot y Nickerson (2000) por el estado de la infección en la ubre, los días de la lactancia, la edad del animal, la época del año, el tamaño del hato, la ubicación del sistema y la presencia de otras enfermedades.

Con base a lo expuesto sobre el estrés de los animales por condiciones climáticas y su relación con la disponibilidad de nutrimentos, usos y distribución en los órganos de los semovientes, esta investigación, tiene como objetivo valorar el impacto de las condiciones climáticas y variables productivas, sobre los componentes que determina la calidad e inocuidad de la leche, como lo son, el conteo de células somáticas, sólidos totales, proteína cruda y lactosa de la leche de animales Jersey, bajo condiciones de pastoreo rotacional en la comunidad de Turrialba, Cartago, Costa Rica.

## MÉTODOS

**Localización del estudio.** La investigación se realizó en el Módulo Lechero de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, la cual se ubica en Turrialba, Cartago (9°54'12.80" N y 83°40'09.33" O), a una altura sobre el nivel del mar de 700 m, zona que se encuentra bajo influencia caribe, presenta una precipitación promedio de 2.700 mm al año y una temperatura de 23 °C, lo cual le permite ser clasificada por la escala de Holdridge (1978) en bosque muy húmedo tropical. Este sistema se caracteriza por el manejo de 44 animales de la raza Jersey, adaptados a las condiciones del trópico húmedo desde su nacimiento. Presenta una extensión de 5,5 ha, distribuida en caminos, instalaciones, bosque secundario y áreas de pastoreo. Para el manejo de los animales, presenta 26 apartados de pasto Estrella Africana, el cual se cosecha cada 25 días, por medio de la permanencia de los animales durante un día completo. Además, son suplementados con alimento balanceado (16% PC y 3 Mcal/ED), sal común, premezcla mineral y grasa de sobrepaso (Densidad energética de 5 400 cal.kg<sup>-1</sup>.animal<sup>-1</sup> de energía neta de lactancia).

**Período de evaluación y de recolección de la información:** Durante 52 semanas comprendidas entre la segunda semana del mes de agosto del 2009 y la primera

semana de agosto del año 2010, se tomó una muestra semanal de leche de cada animal en ordeño, mediante el uso de un medidor automático de producción de leche de marca Waikato® (MKV-Milkmeter 327108) con capacidad de 31 kg o 65 lb. Esta información, producto de la recolección de 784 muestreos en 19 animales en producción, se tabuló en una hoja electrónica (Microsoft Excel®), concordando con la información del animal, el número de parto en ese momento, la edad del animal en semanas, los litros o kilogramos de leche producidos el día del muestreo, el tiempo de lactancia que presenta cada animal, el mes y año de muestreo. Además, esta información se le adjuntó las condiciones ambientales de temperatura (°C), humedad relativa (%), radiación ( $\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$ ) y precipitación ( $\text{MJ}\cdot\text{m}^2\cdot\text{día}^{-1}$ ) predominantes ese día.

**Análisis de la muestra:** Para la determinación de los componentes de la leche (proteína, grasa, lactosa y sólidos totales) se siguió el procedimiento descrito por WingChing-Jones y Mora-Chaves (2013) en donde se utilizó 8 ml de leche para la determinación automática de las variables con ayuda del equipo MilkoScanTM FT 120 Type 71200 de FOSS Electric A/S. Para los conteos de células somáticas (CS) se utilizaron 10 ml de leche cruda, con la adición automática del colorante buferizado básico (Bromuro de etidio (0,05 % p/v) y Tritón X-100 concentrado (1% p/v)) y la lectura se realizó con ayuda del equipo Fossomatic Serie 400.

**Información Meteorológica:** La información meteorológica fue facilitada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y de Enseñanza, ubicado a 1 km de distancia del Módulo Lechero. Este centro posee estaciones meteorológica de las marcas DAVIS®, LI-COR® y Wilh Lambrecht®, las cuales registran diariamente el valor promedio de las variables de temperatura máxima y mínima (°C), precipitación (mm), radiación solar ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) y humedad relativa máxima y mínima (%).

**Análisis:** Las variables se evaluaron por medio de una regresión multifactorial, al estimar la incidencia de cada variable independiente sobre la concentración de células somáticas, proteína cruda, sólidos totales, grasa y lactosa (variable dependiente). Como variables independientes se consideraron, el mes, el año, el número de parto de la vaca, la edad del animal, los días de lactancia, la precipitación diaria, el valor de humedad relativa media y la radiación solar. El análisis planteado se hizo por medio del comando PROC GLM del programa SAS 9.1.3 (2003). Cuando se determinaron efectos significativos,

la comparación entre medias de los efectos principales se realizó por medio de la prueba de Waller Duncan (SAS, 2003).

## RESULTADOS

### Características de calidad de la leche cruda

**Conteo células somáticas (CCS):** Las CS varían significativamente debido al valor de humedad relativa registrado el día de la toma de la muestra, el animal muestreado y los días de lactancia que presentan los semovientes ( $p < 0,05$ ) (Cuadro 1). En el caso de los días de lactancia, se determina un efecto cuadrático (Cuadro 2), donde se observan incrementos promedios del 19,27% en los CCS al inicio (<100 días) y al final de la lactancia (> 200 días), con respecto al periodo de 101 a 199 días. En cambio, el contenido de CS, relacionada a los valores de humedad relativa, este aumenta en 50%, cuando la HR supera el 80% (Cuadro 2). Situación climática probable en las condiciones de Turrialba en la mayoría de los días comprendidos en un año. En lo referente al efecto individual de cada animal, este fluctuó entre 27.333 a 620.633 CS/ml, donde el 63,16% de los animales (19 en total) presento valores menores a los 200.000 CS/ml, valor que caracteriza una leche proveniente de una ubre saludable (Cuadro 2).

**Sólidos totales (ST):** En el caso de las variables ambientales (Cuadro 1), la temperatura, la precipitación y la humedad relativa presentaron efectos significativos ( $p < 0,05$ ). En relación con las variables productivas, el animal, la edad del animal, los kilos de leche producidos por día, los días de lactancia, de igual manera presentaron significancia entre las medias evaluadas para cada variable ( $p < 0,05$ ). Por último, el mes y el año evaluado, generan diferencias significativas en el valor de sólidos totales producidos en cada animal. Para los valores por animal, estos fluctúa entre 11,21 y 13,82 %, donde 10 animales presentan valores inferiores a 12% y solo dos superan el contenido de 130 gramos en un litro de leche. En relación con el genotipo de los animales, estos presentan potencial para sobrepasar el 13% de ST. Las variables que se relacionan con la permanencia de los animales en el sistema dentro de la dinámica productiva, se obtiene que a menor tiempo de estar en la finca, menores valores de ST. Como se nota en el Cuadro 2, los ST aumentan en 1,4% cuando el volumen de leche producido por animal por día no supera los 10 litros, en cambio, conforme se incrementan los días en producción, según se describe en la curva de lactancia, los ST alcanza una diferencia de

CUADRO 1  
Grado de significancia del impacto de las variables ambientales y de producción sobre las características de calidad de la leche cruda de un hato Jersey en el trópico húmedo. Turrialba, Cartago, Costa Rica (2011)

	Fuente de variación		Conteo células somáticas (CS.ml <sup>-1</sup> )	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Proteína cruda (%)	Lactosa (%)
Variables ambientales	Temperatura (°C)	Máxima	0,3846	<0,0001	0,1512	0,6834	0,1190
		Media	0,9242	0,0012	0,0013	0,5630	0,0109
		Mínima	0,2840	0,2295	0,0202	0,4412	0,05
	Precipitación (mm.día <sup>-1</sup> )		0,3457	0,0011	0,1973	0,9685	0,6963
	Radiación (MJ.m <sup>2</sup> .día <sup>-1</sup> )		0,3162	0,5104	0,1028	0,0156	0,7375
	Humedad relativa (%)	Media	0,3608	0,1752	0,9657	0,7273	0,8477
		Mínima	0,05	0,0060	0,0045	0,2702	0,0302
Variables del sistema	Animal		0,0012	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	N° parto		0,1871	0,7975	0,05	0,05	<0,0001
	Edad (semanas)		0,7432	0,0030	0,0002	0,05	0,0133
	Producción de leche (l.animal <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> )		0,9586	<0,0001	0,0166	<0,0001	0,0070
	Días de lactancia		0,0025	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Variables temporales	Mes		0,1972	0,0056	0,0738	0,0252	<0,0001
	Año		0,3645	0,0402	0,0190	0,05	<0,0001

1,93 % al comparar el inicio de la lactancia (<100 días) con el final de la lactancia (>200 días).

**Grasa:** En el caso de la grasa, el contenido en leche se afecta significativamente ( $p < 0,05$ ) por la temperatura y la humedad relativa del día que se tomó la muestra (Cuadro 1), de igual manera, el animal, la edad del mismo, el número de parto, el nivel de producción y los días en lactancia, generan variación en el porcentaje de la grasa en la leche (Cuadro 2). Según el Cuadro 1, el porcentaje de grasa en la leche, no varía significativamente según el mes evaluado, pero si por el periodo del año que se analizó ( $p < 0,05$ ). Según los datos promedio por animal, determinados en esta investigación, ningún animal alcanza el potencial de 5% en grasa de los animales Jersey. Los valores registrados, fluctúan entre 2,41 y 4,97%, donde siete animales presentan porcentajes menores a 3%, entre 3,01 y 4% se contabilizan ocho animales y por encima de 4,01% se registran cuatro animales. Similar comportamiento al registrado en los ST, se obtiene en el contenido de grasa, al valorar la edad del animal y la producción diaria de leche, donde a menor producción y edad, se registran bajos contenidos de grasa.

**Proteína cruda (PC):** La radiación registrada durante la toma de la muestra, es la única variable ambiental

que genera diferencias significativas en el contenido de proteína en la leche (Cuadro 1). De igual manera, las variables registradas del sistema (Cuadro 2), generan diferencia significativas en el contenido de nitrógeno en la leche ( $PC = N \times 6,25$ ), según el animal, la edad y la productividad de los animales. En el caso de las variables temporales analizadas en esta investigación, tanto el mes de muestreo como el año, presentaron diferencias significativas en el contenido de PC de la leche (Cuadro 1). Al analizar la información individual por semoviente, se obtiene un rango de 3,26 a 4,41 de PC en leche, donde 17 animales presentan valores por debajo de 4%. Similitud al comportamiento de los ST y la grasa, se registra en el porcentaje de PC, al analizar las variables de productividad y permanencia en el sistema.

**Lactosa:** El contenido de azúcar en la leche varía significativamente ( $p < 0,05$ ) por la temperatura, la humedad relativa, el animal, el número de partos, la edad, los días en producción, la cantidad de leche producida, el mes y el año analizado (Cuadro 1). Los datos registrados en los 19 animales evaluados, indican que la lactosa fluctuó entre 4,16 a 4,93%, durante las 52 semanas en ejecución de esta investigación. Según lo obtenido en el Cuadro 2, el contenido de azúcar es mayor en animales jóvenes, se obtiene 5% más de azúcar cuando la producción de leche por animal supera los 10 litros y en los primeros 100

CUADRO 2  
Impacto de las variables ambientales y de producción sobre las características de calidad de la leche cruda de un hato Jersey en el trópico húmedo Turrialba, Cartago, Costa Rica (2011)

Fuente de variación		Rango	N° datos	Conteo células somáticas (CS.ml <sup>-1</sup> )	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Proteína cruda (%)	Lactosa (%)	
Variables ambientales	Temperatura (°C)	Máxima	<24	46	364.500	12,68 <sup>a</sup>	3,30	3,73	4,62
			>24,1	738	195.543	12,20 <sup>b</sup>	3,26	3,65	4,62
		Media	<22	249	268.018	12,19 <sup>a</sup>	3,15 <sup>b</sup>	3,67	4,63 <sup>a</sup>
			>22,1	535	176.339	12,25 <sup>b</sup>	3,32 <sup>a</sup>	3,65	4,61 <sup>b</sup>
		Mínima	<17	73	171.781	12,30	3,32 <sup>b</sup>	3,64	4,68 <sup>a</sup>
		>17,1	711	208.914	12,22	3,26 <sup>a</sup>	3,66	4,61 <sup>b</sup>	
	Precipitación (mm.día <sup>-1</sup> )	<30	739	195.133	12,23 <sup>b</sup>	3,27	3,66	4,61	
		>30,1	45	374.989	12,19 <sup>a</sup>	3,23	3,71	4,64	
	Radiación (MJ.m <sup>2</sup> .día <sup>-1</sup> )	<15	321	242.027	12,23	3,23	3,68 <sup>a</sup>	4,63	
		>15,1	463	180.102	12,23	3,29	3,65 <sup>b</sup>	4,60	
Humedad relativa (%)	Media	<90	200	198.480	12,34	3,31	3,62	4,63	
		>90,1	584	207.846	12,19	3,25	3,67	4,61	
	Mínima	<80	649	175.346 <sup>b</sup>	12,21 <sup>b</sup>	3,27 <sup>a</sup>	3,65	4,62 <sup>a</sup>	
		>80,1	135	350.212 <sup>a</sup>	12,32 <sup>a</sup>	3,24 <sup>b</sup>	3,70	4,59 <sup>b</sup>	
Variables del sistema	Animal		784	196.847	12,18	3,23	3,64	4,63	
	N° parto	<3	448	196.908	11,92 <sup>c</sup>	2,97 <sup>c</sup>	3,59 <sup>b</sup>	4,71 <sup>a</sup>	
		4-6	192	255.830	12,87 <sup>a</sup>	3,81 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>	4,42 <sup>c</sup>	
		>7	144	164.886	12,33 <sup>b</sup>	3,46 <sup>b</sup>	3,52 <sup>c</sup>	4,56 <sup>b</sup>	
	Edad (semanas)	<90	479	194.336	11,89 <sup>b</sup>	2,95 <sup>b</sup>	3,59 <sup>b</sup>	4,70 <sup>a</sup>	
		90-120	133	211.627	12,73 <sup>a</sup>	3,82 <sup>a</sup>	3,78 <sup>a</sup>	4,43 <sup>c</sup>	
		>121	172	231.655	12,79 <sup>a</sup>	3,71 <sup>a</sup>	3,75 <sup>a</sup>	4,52 <sup>b</sup>	
	Producción de leche (l.animal <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> )	<10	328	244.088	13,04 <sup>a</sup>	3,93 <sup>a</sup>	3,89 <sup>a</sup>	4,48 <sup>b</sup>	
		>10,1	456	177.669	11,64 <sup>b</sup>	2,79 <sup>b</sup>	3,49 <sup>b</sup>	4,71 <sup>a</sup>	
	Días de lactancia	<100	212	213.052 <sup>a</sup>	11,15 <sup>c</sup>	2,37 <sup>c</sup>	3,32 <sup>c</sup>	4,77 <sup>a</sup>	
101-200		205	74.705 <sup>b</sup>	11,81 <sup>b</sup>	2,97 <sup>b</sup>	3,47 <sup>b</sup>	4,72 <sup>b</sup>		
>201		367	274.104 <sup>a</sup>	13,08 <sup>a</sup>	3,94 <sup>a</sup>	3,96 <sup>a</sup>	4,47 <sup>c</sup>		
Variables temporales	Mes		784	207.458	12,23	3,27	3,67	4,62	
	Año	2009	284	179.315	12,33 <sup>a</sup>	3,31	3,76 <sup>a</sup>	4,63 <sup>a</sup>	
		2010	500	220.305	12,17 <sup>b</sup>	3,24	3,60 <sup>b</sup>	4,61 <sup>b</sup>	

\* Letras en una misma columna indican que se determinaron diferencias entre medias con una probabilidad  $p < 0,05$ .

días de producción de cada animal, se obtiene 6,7% más azúcar que al final de la lactancia.

## DISCUSIÓN

La temperatura, humedad relativa, radiación y precipitación o la combinación entre ellas, cuando provocan ambientes que superan los rangos de termo neutralidad que tienen los animales, genera una condición de estrés, este a la vez, reduce el consumo de alimento, la producción de leche, la salud del animal y la reproducción (Smith, Collier, Harne & Bradford, 2012). Ligado a

esta respuesta del animal, Silanikove, Shapiro & Shinder (2009) describen una respuesta negativa de retroalimentación (Feedback) a nivel de glándula mamaria bajo condiciones de estrés, deshidratación y mal nutrición en los animales. Esta consiste en un sistema enzimático de la leche denominado  $\beta$ CN-128, el cual bloquea los canales de potasio, lo que reduce la función de la glándula mamaria. Además de la reducción en el consumo de materia seca y el feedback en la glándula mamaria, Collier et al. (2012) indica problemas endocrinos, disminución en la rumia y absorción de los nutrimentos en los animales y un incremento entre el 7 al 25% de los requerimientos de mantenimiento bajo condiciones de estrés. Esta situación

provoca en los animales una reducción en la disponibilidad de nutrimentos y energía, similar al balance negativo que sufren los animales al inicio de lactancia, lo que expone a los animales a problemas metabólicos, de salud y reproductivos. En sistemas en pastoreo, con dos periodos de ordeño, como es el caso del Módulo Lechero, esta situación se acentúa, debido a que los animales se deben de desplazar cuatro veces al día del aparto a la sala de ordeño, lo que disminuye la cantidad de nutrimentos para la producción de leche, lo que provoca un aumento en la movilización de reservas corporales y la pérdida de condición corporal en los mismos (NRC, 2001).

El animal lechero de la raza Jersey se caracteriza por ser un animal que soporta altas temperaturas por su baja producción de calor metabólico relacionado a su menor tamaño (Johnston, Hamblin & Scharader, 1958). Es importante considerar, que los animales que participaron en esta investigación, están adaptados a estas condiciones desde su nacimiento. En este mismo sistema, WingChing-Jones, Pérez & Salazar (2008) informaron del impacto que presentó la precipitación y la humedad relativa sobre la producción de leche de los animales, al analizar el comportamiento de las CS, los ST y la grasa en esta investigación, este se podría asociar a un efecto de concentración producto a la merma en la producción de leche. En el caso de la lactosa, se relaciona a una menor disponibilidad de glucosa en la ubre, para la síntesis de esta molécula (Barchiesi, Willians & Salvo, 2007). En relación a la vida productiva de los animales dentro del sistema productivo (Edad y Número de parto), se describe un proceso de adaptabilidad que presentan los animales multíparas al manejo y condiciones de la finca, proceso que en los animales de menor permanencia, se está generando (adaptación).

Los conteos CS se asocian a un manejo inadecuado de los animales en los sistemas, en el manual denominado "Ganando la lucha contra la mastitis", Philpot y Nickerson (2000) relacionan los problemas de CS en el hato al manejo de los animales, debido a que entre menos problemas tengan los pezones (golpes, cortaduras) y las ubres (sobre ordeños), que generen infecciones o faciliten la entrada de patógenos, estos conteos se mantienen bajos. Sumado a estas acciones, el uso adecuado de prácticas de pre-sellado, post sellado y la reducción de barreras físicas en el aparto y en los caminos que transitan los animales, los golpes en las ubres y los pezones se van a reducir. En el Módulo Lechero-SDA se trabaja bajo las normas establecidas en el Reglamento de recolección de leche de la Cooperativa de Productores de Leche R.L. (Dos Pinos, 2007) y las buenas prácticas de manejo lechero generadas en la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica. En el caso de los conteos de

CS, ST, grasa y proteína, el comportamiento obtenido se asocia a un efecto de dilución/concentración, ligado al volumen de leche producido por cada animal.

Los sólidos totales es la sumatoria de los componentes grasos y no grasos de la leche, por tal motivo, un efecto directo sobre los componentes de la leche, se reflejará en los sólidos totales (Walstra, Wouters & Geurts, 2006). Dentro de las variables del sistema y temporales evaluadas, el efecto dilución/concentración, producto al nivel de producción de los animales, provoca los cambios en los componentes de la leche producida. Bajo esta idea, los animales de mayor tiempo de permanencia en el sistema, están adaptados y tiene mayor capacidad corporal, lo que les permite tener un mayor consumo. También, los efectos relacionados al año y al mes de evaluación se podría relacionar a las condiciones climáticas en la zona, WingChing-Jones, Villalobos, Arce & Rojas (2013) al comparar el año 2012 contra el año 2013 en este mismo sistema, informan de una disminución en la precipitación promedio mensual en Turrialba de 57,14% y para ese mismo periodo, estos investigadores determinaron una disminución en el rendimiento por hectárea del pasto Estrella africana de 25%, condiciones de precipitación que suceden todos los años y meses en diferente magnitud.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los señores Roberto Ugalde y Oscar Garita funcionarios del Módulo Lechero-Sede del Atlántico-UCR por la colaboración brindada en la recopilación de la información producto a sus actividades diarias en ésta unidad y al laboratorio de Control de Calidad de la Cooperativa Productores de Leche Dos Pinos R.L. por el análisis de las muestras de leche.

## REFERENCIAS

- Barchiesi-Ferrari, C., Willians-Salinas, P. & Salvo-Garrido S. (2007). Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas en pastoreo. *Pesquisa Agropecuaria Brasília* 2 (12): 1785-1791.
- Campos, P. (2013). *Evaluación de la toma de decisiones de productores ganaderos respecto a las medidas de adaptación al cambio climático en Guanacaste, Costa Rica*. Tesis de maestría. CATIE, Turrialba, Cartago.
- Collier, R., Rungruang, S., Zimbleman, R. & Hall, L. (2012). *Metabolic implications of heat stress*. In: University of Arizona, Department Animal Science. Proceedings of the 27 th Annual Southwest Nutrition and Management Conference. Tempe. Arizona, February 23 & 24. EEUU.

- Curtis, S. (1983). *Environmental management in animal agriculture*. The Iowa State University Press, Ames Iowa 50010, 410. ISBN-0-8138-0556-2.
- Drackley, J.K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science* 82: 2259-2273.
- Dos Pinos. (2007). *Reglamento de recibo de leche*. Cooperativa de productores de leche Dos Pinos R.L. aprobado en la sesión N° 3205 del Consejo de Administración del 10 de abril del 2007. Costa Rica.
- Gutiérrez, M. (1996). *Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal*. Editorial E y G.
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. Serie Libros y materiales de enseñanza. San José, Costa Rica. IICA
- Jiménez, A., Fernández, A., Alfaro, R., Dolz, G., Vargas, B., Epe, C. & Schnieder, T. (2010). A cross-sectional survey of gastrointestinal parasites with dispersal stages in feces from Costa Rican dairy calves. *Veterinary Parasitology* 173: 236-246.
- Johnston, J., Hamblin, F. & Scharader, G. (1958). Factor concerned in the comparative heat tolerance of Jersey, Holsteins and red Sindhi-Holstein (F1) cattle. *J. Anim. Sci.* 17: 473-479.
- Muhammad G., Naureen A., Firyal S. & Saqib M. (2008). Tick control strategies in dairy productions medicine. *Pakistan Veterinary Journal*. 28(1): 43-50
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130 (1-3): 57-69.
- NRC (National Research Council). (2001). *Nutrient Requirements of dairy cattle*. 7 ed. National Academy Press, Washington DC., USA
- Philpot, N. & Nickerson, S. (2000). *Ganando la lucha contra la mastitis*. Westfalia-Surge, Inc. 1880 Country Farm Drive, Naperville, IL 60563, USA; Westfalia Landtechnik GmbH Werner-Habig-Strabe 1. D-59302 Oeide-Germany.
- Retana J. (1999). Efecto de las condiciones climáticas en la Región Chorotega provocados por el fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur) sobre la producción bovina de carne en Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica.
- Retana, J. & Rosales, R. (2000). Impacto de la fase cálida de ENOS (El Niño-oscilación del Sur) sobre algunas variables productivas del ganado de carne en Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanógrafos* 7(1):1-20.
- SAS. (2003). SAS 9.1.3 for Windows. Service Pack 4.Win\_Pro plataforma. Copyright © 2002-2003 by SAS Institute Inc. Cary, N.C. USA.
- Sánchez, J. & Soto, H. (1996). Estimaciones de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. I. Materia seca y componentes celulares. *Revista Nutrición Animal Tropical* 3(1): 3-18.
- Schroeder, G., Gagliostro, G., Bargo, F., Delahoy, J., & Muller, L. (2004). Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture. A review. *Livestock Production Science* 86: 1-18.
- Silanikove, N., Shapiro, F. & Shinder, D. (2009). Acute heat stress brings down milk secretion in dairy cows by up-regulating the activity of the milk-borne negative feedback regulatory system. *BMC Physiol.* 9:13 doi:10.1186/1472-6793-9-13.
- Smith, J., Collier, R., Harne III, J. & Bradford, B. (2012). *Strategies to reduce heat stress in dairy cattle*, pp: 65-84. IN: University of Arizona, Department Animal Science. Proceedings of the 27 th Annual Southwest Nutrition and Management Conference. Tempe. Arizona, February 23 & 24. EEUU.
- Walstra, P; Wouters, J. & Geurts, T. (2006). *Dairy Science and Technology*. 2 ed. Taylor & Francis Group. LLC, USA. 782 p.
- West, J. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal Dairy Science*. 86: 2131-2144
- WingChing-Jones, R., Pérez, R. & Salazar, E. (2008). Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado Jersey en el trópico húmedo: el caso del Módulo Lechero-SDA/UCR. *Agronomía Costarricense* 32(1): 87-94.
- WingChing-Jones R., Villalobos L., Arce J. & Rojas R. (2013). *Condiciones ambientales y producción de forraje del pasto Estrella Africana*. (Informe de proyecto 739-B2-082). Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

