

# INDICADORES DIRECTOS DE BIENESTAR ANIMAL AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL COMO FACTORES DE RIESGO SOBRE LA FERTILIDAD EN UN REBAÑO LECHERO TROPICAL

## *Animal Welfare Direct Indicators at the time of Artificial Insemination As Risk Factors on the Fertility in a Tropical Dairy Herd*

Lilido Nelson Ramírez-Iglesia<sup>1\*</sup>, Adelina Díaz de Ramírez<sup>1</sup>, Nuris Evelin Aldana-González<sup>1</sup> y Herminia Beatriz Bendezú-Urdaneta<sup>2</sup>

Universidad de Los Andes-Trujillo. <sup>1</sup>Centro de Investigaciones Agrícolas, Biológicas, Educativas y Sociales (CIABES-ULA), Laboratorio de Investigación en Fisiología e Inmunología (LIFI). <sup>2</sup>Instituto Experimental de Investigaciones "Witremundo Torrealba". \*lilidor@ula.ve

### RESUMEN

Dada la ausencia de trabajos publicados sobre los rebaños lecheros tropicales que relacionen fertilidad (FERT) con indicadores directos de bienestar animal (IBA) en salud, nutrición, fisiología reproductiva y manejo al momento de la inseminación artificial (IA), se estudiaron 35 vacas de un rebaño con predominancia racial Carora, ubicado en zona de bosque seco tropical a 420 msnm, temperatura media anual de 24,5 °C y precipitación de 744 mm, estado Trujillo-Venezuela, alimentadas a pastoreo y suplementadas según producción lechera, bajo dos ordeños diarios con apoyo del becerro, detectadas en celo natural por observación visual (OV) de la aceptación quieta de la monta e inseminadas mediante regla AM/PM. A la IA se clasificaron en dos niveles y se consideraron favorables a la gestación: la presencia de moco cervical o limo (PMC), temperatura vaginal ( $TV \leq 39^\circ\text{C}$ ), condición corporal ( $CC \geq 2$ ), escala 0=emaciada - 5=obesa, volumen celular aglomerado ( $VCA \geq 28\%$ ), número de partos ( $NP \leq 3$ ), color roja-rosada de la mucosa de la vulva (MVRR), glucemia ( $GLU \geq 36\text{mg/dL}$ ), número del servicio ( $NS=1$ ) y promedio/d/ producción acumulada de leche a la IA ( $PLAIA/d \leq 10\text{L/l/d}$ ). El despistaje de hemoparásitos fue negativo. Mediante un modelo de regresión logística múltiple se analizó y compararon las relaciones que el nivel favorable vs desfavorable de cada variable clasificatoria tenía sobre la FERT, se estimó el valor *odds ratio* (OR) o razón de probabilidad para el nivel favorable. La fertilidad general fue del 37,14%. Los valores OR fueron: 0,800 (PMC); 1,814 ( $TV \leq 39^\circ\text{C}$ ); 1,167 ( $CC \geq 2$ ); 4,301 ( $VCA \geq 28\%$ ); 0,950 ( $NP \leq 3$ ); 0,271 (MVRR); 5,260 ( $GLU \geq 36\text{mg/dL}$ ); 0,373 ( $NS=1$ ); 10,653 ( $PLAIA \leq 10\text{L/l/d}$ ). Los indicadores  $PLAIA \leq 10\text{L/l/d}$ ,  $GLU \geq 36\text{mg/dL}$ ,  $VCA \geq 28\%$ ,  $TV \leq 39^\circ\text{C}$  y  $CC \geq 2$  fueron los de mayor riesgo de fertilidad (preñez) en este sistema. Estos resultados pueden contribuir a identificar aquellos IBA favorables para la fertilidad. Mayores estudios son necesarios.

**Palabras clave:** Bienestar animal; factores riesgo; fertilidad; trópico; vacas Carora.

### ABSTRACT

Given the lack of papers linking fertility (FERT) with direct animal welfare indicators (AWI), in health, nutrition, reproductive physiology and management at the time of artificial insemination (AI) in tropical dairy herds, were studied thirty five cows, in a predominant racial Carora herd located at dry forest tropical area at 420 m.a.s.l. annual average temperature of 24.5 °C and rainfall of 744 mm, Trujillo State, Venezuela, fed by grazing and supplemented according to yield milk, in two daily milking with calf support, with spontaneous estrus detected for visual observation (VO) of the quiet acceptance of mounting and inseminated by AM / PM rule. At the AI time, the welfare indicators were classified into two levels and were considered pro-gestation: cervical mucus presence (CMP) or slime, vaginal temperature ( $VT \leq 39^\circ\text{C}$ ), body condition score ( $BCS \geq 2$ ) scale 0 = emaciated - 5 = obese, packed cell volume ( $PCV \geq 28\%$ ), calving numbers ( $CN \leq 3$ ) red-pink color of the vulva mucosae (RPVM), glycemic ( $GLY \geq 36\text{mg / dL}$ ), service number ( $SN = 1$ ), milk daily average of cumulative production to AI ( $MDA \leq 10\text{L/m/d}$ ). The screening for blood parasites was negative. Using a multiple logistic regression with class contrast model the relationships between favorable vs. unfavorable level of each WAI on the FERT and was estimated the value of the odds ratio (OR). The general fertility was 37.14%. The OR values were: 0.800(CMP), 1.814 ( $VT \leq 39^\circ\text{C}$ ), 1.167 ( $BC \geq 2$ ), 4.301 ( $PCV \geq 28\%$ ), 0.950( $CN \leq 3$ ), 0.271 (RPVM), 5.260 ( $GLY \geq 36\text{mg / dL}$ ), 0.373 ( $SN=1$ ), 10.653 ( $MDA \leq 10\text{L / m / d}$ ). The  $MDA \leq 10\text{L / m / d}$ ,  $GLY \geq 36\text{mg/dL}$ ,  $PCV \geq 28\%$ ,  $VT \leq 39^\circ\text{C}$  and  $BCS \geq 2$  were the highest risk on fertility (pregnancy event) in this system. These results may help to identify those AWI favorable to gestation at AI time. Further studies are needed.

**Key words:** Animal welfare; fertility; risk factors; tropical; Carora cows.

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros de alta producción, tanto de los climas templados como tropicales se ve afectada por una intensa selección genética para alta producción lechera [18, 23], así como por eventos fisiológicos y metabólicos posparto y diversos factores ambientales que determinan el largo del intervalo parto reinicio de la actividad cíclica ovárica [3, 24, 25] y la fertilidad (FERT) [32, 37].

El estado de bienestar animal (BA), su relación con la salud y el comportamiento animal en la producción ganadera ha sido revisado [10] y recientemente fue definido y designado como el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno [21]; señalándose además, que muchos problemas reproductivos e infertilidad del vacuno pueden estar relacionados a un deficiente estado del BA del rebaño [11]. Aunque sus efectos generalmente se han indicado a través de inferencias de factores ambientales estresantes como temperatura, régimen de lluvias y otros factores meteorológicos, también se pueden determinar por mediciones de indicadores que tomados directamente sobre el animal, informan acerca del nivel de bienestar animal [36], contribuyendo de esa forma a las prácticas necesarias para mejorarlo [4].

El concepto de BA debe dar respuesta a tres preguntas: ¿está el animal funcionado bien, con buena salud, alimentación y productividad?, ¿vive sin miedo ni estrés? y ¿está bien alojado como para poder expresar sus conductas naturales? [35], esto ha llevado a resumirlos en cuatro principios, que incluyen una docena de criterios y numerosos indicadores directos medidos sobre el animal [8]; principios de buena salud, buena alimentación, apropiado alojamiento y adecuadas condiciones para la expresión libre de las conductas, que pueden ser evaluados antes o al momento de la inseminación artificial (IA); inclusive se pueden considerar aquellos factores paradigmáticos, establecidos como íconos culturales de manejo reproductivo de los vacunos, tales como el número del servicio fértil, preñez antes de los cien días posparto para lograr un parto por año, el nivel de la producción láctea (PL) al servicio, el número de partos, los que agrupados como criterios de manejo aplicados en la reproducción de los animales lecheros pueden ser analizados como factores de riesgo de FERT [3].

En los sistemas lecheros de ganadería tropical pastoril, no pastoril o mixtos, la detección visual homo o heterosexual de la aceptación quieta de la monta para identificar suficientemente a la vaca sujeta a la IA, es práctica cultural generalizada [28]; práctica tradicional que, aparentemente se basa en la existencia de condiciones ambientales, alojamiento y trato adecuadas para que la vaca pueda expresar con libertad su conducta sexual.

Dada la ausencia de trabajos publicados que relacionen BA con FERT, se consideró de importancia el estudio de factores que medidos sobre el animal al momento de la IA, puedan ser indicadores que orienten sobre el nivel de bienestar, y favorables al éxito de la IA. El objetivo de este trabajo fue proponer

indicadores directos de buena salud, buena alimentación, estatus fisiológico reproductivo y buen manejo al momento de la IA en un sistema de ganadería lechera pastoril, con ordeño mecánico con apoyo del becerro, detección visual del celo espontáneo para identificar a la hembra sujeta a la IA, y relacionarlos con el riesgo de gestación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de vida y predominancia racial del rebaño

El estudio se realizó entre los meses de julio a febrero 2007 en una finca lechera ubicada en una zona de bosque seco tropical a 9° 22' LN y 70° 35' LO, a 420 msnm, temperatura media anual de 24,5 °C y una precipitación de 744 mm (datos proporcionados y tomados de la Estación Meteorológica de la Fuerza Aérea en Valera, estado Trujillo, Venezuela).

De un rebaño constituido por 120 vacas en ordeño, se estudiaron 35 que fueron detectadas en celo natural por observación visual (OV) de la aceptación quieta de la monta (AQM), de las cuales, el 68,54% eran de la predominancia racial Carora (*Bos taurus-taurus*) y el resto mestizas de las razas Brahman, Gir (*Bos taurus-indicus*) y Holstein, Pardo Suizo y Jersey (*Bos taurus-taurus*).

### Manejo diario e inseminación artificial

Según rutina consuetudinaria, permanecían en potreros entre las horas (h) 07:30 y 12:30 y entre 17:00 h y 04:30 h del día (d) siguiente; eran ordeñadas mecánicamente dos veces al d con apoyo del becerro en los horarios de 05:00 a 07:00 h y de 14:00 a 16:00 h. Servidas con la técnica de la IA realizada por el médico veterinario de la finca, después de cada ordeño con aplicación de la regla AM/PM, empleando semen suministrado por proveedor tradicional de la empresa que respaldaba no menos de cuarenta millones de espermatozoides por pajueta y motilidad individual >60%.

### Características del rebaño a la inseminación

Las hembras en estudio parieron en forma normal, al momento de la IA tenían las siguientes características relativas a su estado de salud, alimentación, productivas y reproductivas: el 23% (8/35) exhibió alguna alteración clínica visible como mastitis, cojera, miasis y lesiones en la piel (heridas), una media  $\pm$  error estándar de  $166 \pm 12$  d posparto (dpp),  $1,619 \pm 115$  L de leche acumulada para un promedio diario de la producción acumulada a la IA (PLAIA) de  $10,56 \pm 0,57$  L/d, una edad de  $6,15 \pm 0,30$  años, número de partos  $3,14 \pm 0,30$ , el 54,29% exhibieron una condición corporal  $\geq 2$  en escala 0=emaciado a 5=obesa [27] y recibieron  $1,40 \pm 0,08$  servicios por concepción.

### Condiciones de alojamiento

Las áreas de pastoreo disponían de sombra, no así de bebederos, los corrales de descanso contaban con abundante agua fresca y limpia, sales minerales *ad libitum*, sombra y espacio suficiente para descansar echadas y expresar sus conductas, los pisos eran de tierra medianamente drenados en épocas de

lluvias. La sala de ordeño tipo espina de pescado tenía doce puestos de ordeño y comedero individual.

### **Sistema de alimentación**

Las vacas eran alimentadas a pastoreo rotativo cada 28-30 d en áreas sembradas con las gramíneas *Brachiaria* spp (*B. decumbens*, *B. humidicola*), con dos a tres d de ocupación según cantidad de animales y tamaño de los potreros, siendo suplementadas en forma individual al momento de cada ordeño con 1 a 1,5 kg/vaca/d de alimento concentrado comercial y según la PL se suministraba el especial para vacas lecheras en alta producción (>10 L/l/d), cuya composición mínima garantizada por los fabricantes contenía 18% de proteína, grasa 1.5%, E.L.N 55% y máximo de fibra 12%, mientras que el alimento para vacas lecheras de mediana y baja producción refería 17% de proteína, grasa 3%, 55% E.L.N. y 12% de fibra cruda; adicionalmente, se les suministraba *ad libitum* suero líquido de leche, cuyo análisis bromatológico determinó 47,6 g/L de materia seca, distribuida de la siguiente manera 3,44 g/L de grasas, proteínas 7,16 g/L, 32,3 g/L de lactosa y 4,67 g/l de cenizas, estimándose un consumo por vaca de 17 a 24 L/d.

### **Detección del celo natural**

El celo espontáneo fue detectado mediante el registro visual de la interacción homosexual de la aceptación quieta de la monta por una de sus compañeras, se observaron en los corrales próximos a la sala de ordeño y en los potreros, al menos una hora (h) por vez, para un total de cuatro observaciones entre las 05,00 h y las 16,30 h, separadas por no más de tres h.

### **Registros al momento de la IA**

Al momento de la IA se registró presencia o ausencia de moco cervical (limo) realizándose manipulación transrectal del útero cuando no era evidente, también se midió la temperatura vaginal (TV) mediante un termómetro clínico oral de uso humano (MAVICA®), montado sobre una varilla plástica de unos 50 cm de longitud, el instrumento era lavado, desinfectado con alcohol e introducido unos 20 cm durante tres min. Se registraron los diagnósticos clínicos de enfermedad aparente proporcionados por el médico veterinario residente en la finca y fue evaluada la condición corporal (CC) [27].

El promedio diario de producción acumulada de leche a la IA (L/l/d) se estimó con los datos proporcionados por las mediciones de la producción que se realizaron los d 3 y 4 de cada mes en la tarde y a la mañana siguiente, respectivamente; para ello, tomándose la producción promedio de los dos ordeños como la producción diaria de los d anteriores, se multiplicó por el número de d transcurridos y se sumó cada producto obtenido hasta el momento de la inseminación. El volumen celular aglomerado (VCA) se determinó mediante la técnica del micro hematocrito a través de una muestra de sangre tomada por venopunción de los vasos coccígeos, procesada por centrifugación (TRIAC Centrifuge, model 0200. Clay Adams®, Canada). a 12.600g Relative Centrifugal Force (RCF) durante diez minutos (min) y

medida en la escala Se realizó el despistaje de hemoparásitos mediante frotis coloreados con Giemsa y gota gruesa. El suero se separó en un máximo de 60 min luego de tomada la muestra, inmediatamente se refrigeró y conservó a -20 °C en congelador Electrolux® hasta la determinación de la glucemia en suero mediante la técnica enzimática de la glucosa oxidasa utilizando un kit comercial (BioScience®) y un espectrofotómetro (Spectronic 20 Milton Roy Company®, EUA) para lectura a 450-600 nanómetros.

De los registros generales de la finca se tomó la información referida a fecha de nacimiento, fecha de parto, número de partos, grupo racial y registros productivos.

### **Indicadores de buena salud y fisiología reproductiva**

El criterio de buena salud y fisiología reproductiva se estableció mediante determinaciones del moco cervical, VCA, TV, enfermedades aparentes, y la evaluación del color de la mucosa de la vulva, considerando cada factor en dos niveles: 1) El valor (%) del VCA fue clasificado en  $\geq 28$  y  $< 28\%$ ; 2) La TV en  $\leq 39$  y  $> 39$  °C; 3) Según el moco cervical se agruparon en presencia si resultaba transparente, fluido y abundante y en ausencia si era blanquecino, opaco, escaso o ausente; 4) De acuerdo al color de la mucosa de la vulva se clasificó en roja-rosada y pálida; 5) Las enfermedades aparentes se agruparon en ausencia y presencia.

### **Indicadores de buena alimentación y fisiología reproductiva**

Este criterio se determinó a través de mediciones de la condición corporal (CC) y de la glucemia, aplicándose dos niveles en cada factor, de manera que se clasificaron en  $CC \geq 2$  y  $CC < 2$  y en glucemia  $\geq 36$  y  $< 36$  mg/dL respectivamente.

### **Indicadores de buen manejo**

Se adoptaron aquellos indicadores considerados como paradigmas reproductivos entre los productores de la ganadería local y se clasificaron de la siguiente manera: según el número de partos en  $\leq 3$  y  $> 3$ ; de acuerdo al promedio diario de producción acumulada de leche a la IA en  $\leq 10$  L/l/d y  $> 10$  L/l/d; el ordinal del servicio efectivo fue agrupado en número del servicio = 1 cuando quedó gestante en el primero y número del servicio  $> 1$  cuando lo fue en el segundo; según los días en lactancia se clasificaron en:  $\leq 100$  y  $> 100$  dpp.

### **Medida de un indicador general de bienestar animal**

Para establecer un indicador general del bienestar animal (IGBA) del rebaño se consideraron favorables a la gestación los niveles presencia de moco cervical transparente y fluido, TV  $\leq 39$  °C, CC  $\geq 2$ , VCA  $\geq 28\%$ , mucosa de la vulva roja-rosada, glucemia  $\geq 36$  mg/dL, número del servicio = 1, promedio diario de producción acumulada de leche a la IA  $\leq 10$  L/l/d, número de partos  $\leq 3$ , ausencia de enfermedades aparentes y días en lactancia  $< 100$  dpp; asignándosele a cada uno un valor de veinte puntos y 0 a su ausencia o complemento y se clasificaron en dos grupos: IGBA  $\geq 120$  puntos cuando se registraron seis o más indicadores

favorables o riesgosos para la gestación y en IGBA <120 puntos cuando estos fueron inferiores a seis. El puntaje máximo óptimo para cada vaca en estudio sería de 220.

**Análisis estadístico**

El porcentaje de gestación y no gestación general se estableció mediante el PROC FREQ opciones Ji cuadrado (Jis) y CMH (Cochram-Mantel-Haenszel) del SAS [31] se estimó el *odds ratio* (OR) con el intervalo de confianza 95% (IC 95%) que relaciona el nivel del IGBA con el evento gestación. Mediante regresión logística múltiple utilizando el Proc Logistic y la opción clases se estudió el peso de la acción conjunta de nueve de los once indicadores con no menos de diez observaciones por nivel, se compararon ambos niveles de las variables predictores de gestación, estimándose el riesgo de preñez OR (IC 95%) para el favorable. No se consideraron las enfermedades aparentes ni los niveles de los días en lactancia por no reunir las diez observaciones en cada nivel.

Para la interpretación del valor *odds ratio* (OR) se consideró que: cuando OR=1 el riesgo de preñez fue igual para ambos niveles, no hubo asociación; si OR>1 el riesgo de preñez es en veces mayor en el favorable; cuando OR<1 el nivel favorable fue factor de protección, pero si el IC 95% incluyó el 1 se interpretó como una relación positiva y que los animales clasificados en la categoría favorable exhiben un resultado dual, con probabilidad de quedar gestantes o no; en cambio, si el IC 95% no incluye el 1 se interpreta como una relación negativa y las vacas clasificadas en esa categoría no tienen probabilidad de quedar gestantes. Los datos se procesaron en el Centro de Cálculo de la Universidad de los Andes (CeCalcULA):

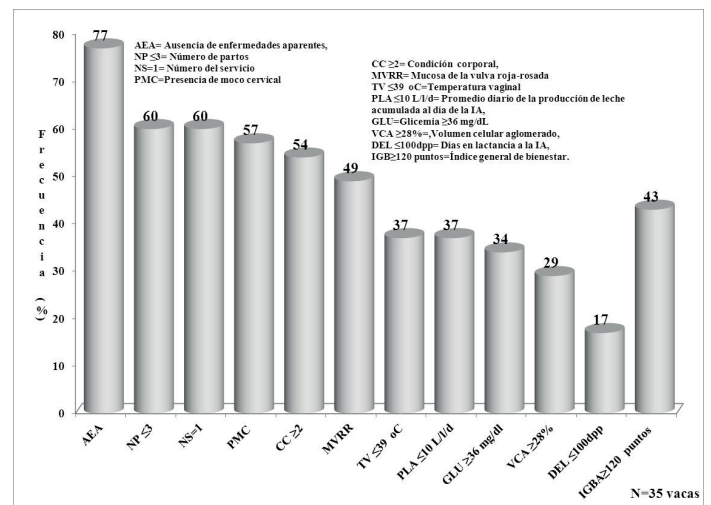
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La FERT general fue del 37,14% (13/35), valor que resultó inferior al 38,74% documentado en dos servicios [16] o en el primero con 48,7% [25], y también fue menor al 63,33% reportado por Soto-Reverol [30]. Todos estos valores fueron referidos para vacas lecheras con predominancia racial Carora e inseminadas luego de la detección visual del celo espontáneo, en cambio, el porcentaje fue superior al 27,5% registrado en Holstein puras [30]. Recientemente, en animales mestizos Holstein X Carora, bajo programa de inducción del celo con protocolos hormonales no pro gestacionales e inseminadas con o sin detección del celo se señalaron porcentajes de preñez cuyos extremos fueron 42,05 a 16,72%, concluyendo que las vacas predominantes Carora fueron más fértiles [7]. Así mismo, en otro trabajo [9] conducido en una finca con problemas de detección de celos se reporta mayor fertilidad (46,5%) en vacas predominantes Carora que en Holstein, tratadas con dispositivo intravaginal con progesterona e inseminación a tiempo fijo. Para ganado Holstein criado en zonas templadas, inseminado luego de la OV de la AQM en celo natural se refieren porcentajes de concepción del 45 y del 35% cuando se usó la inseminación a tiempo fijo [18]; porcentajes citados estos que se encuentran dentro del rango reportado para la ganadería local con razas lechera tropicales.

Estadística publicada en los últimos 20 años sobre la FERT de estos rebaños lecheros tropicales con predominancia de la raza Carora en diferentes sistemas de producción, estima un promedio de 46,97 ± 12,02% de concepción con un rango de 31,17 a 63,33%. Promedio y rango de fertilidad promisorios que, al mismo tiempo, plantean la importancia de realizar estudios donde se considere la relación PL-FERT y BA-FERT de acuerdo al sistema de producción y zona agroecológica de crianza, acentuándose el énfasis en la FERT de la hembra, tal como ha sido propuesto recientemente [23].

**Frecuencias de los indicadores de BA**

En la FIG 1 se presenta el perfil de la frecuencia de los indicadores directos de buena salud, alimentación y manejo al momento de la IA; se destaca que el 77% de las vacas fueron clasificadas en el nivel ausencia de enfermedades aparentes, valor algo inferior al 83% publicado [25]. El 49% de vacas con mucosa de la vulva roja-rosada y el 29% de animales con VCA >28% sugieren alteraciones biológicas nutricionales, metabólicas y anemias subclínicas [14, 29], lo que reflejarían un deficiente manejo de la salud animal. El 60% de las vacas fueron clasificadas en el nivel NP ≤3, valor este inferior al 72 a 78% señalado para el ganado Holstein [20] e implica considerar que a partir del tercer parto disminuye la tasa de sobrevivencia, con aumento de los desórdenes reproductivos, disminución de los d en lactancia, alargamiento del período vacío posparto e incremento del descarte involuntario [20].



**FIGURA 1.- FRECUENCIA (%) DE INDICADORES DIRECTOS DE BIENESTAR ANIMAL FAVORABLES A LA FERTILIDAD AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La presencia de moco cervical fluido y transparente se registró en un 57% de las vacas, característica del limo que ha sido altamente correlacionado con la ovulación y el estado estrogénico que lo induce [33] y que, dada su importancia e impacto en la valoración del buen estado endocrino reproductivo debe encontrarse en un alto porcentaje de las vacas detectadas en verdadero celo [5].

Si bien, es práctica generalizada tomar la temperatura rectal como indicadora de la corporal, recientemente se ha publicado altas correlaciones entre la temperatura rectal y la vaginal, señalándose que temperaturas corporales  $\leq 39$  °C diferencian una vaca sana de una enferma [34] y sugieren tolerancia al calor o ausencia de estrés en ganado lechero tropical [22]. La TV  $\leq 39$  °C solo se presentó en el 37% de los animales y su complemento (TV  $> 39$  °C) del 63% reflejó la existencia de estados de hipertermia en la mayoría del rebaño inseminado, lo cual, puede ser atribuible a una respuesta biológica adaptativa, homeostática y/o para potenciar la eficacia del sistema inmunológico en la relación salud y bienestar animal [1, 10, 35]. Adicionalmente, el 54% de vacas inseminadas en CC  $\geq 2$  y el 37% con valores de glucemia  $> 36$  mg/d infiere la existencia de un deficiente programa de alimentación. Así mismo, 17% de vacas que mostraron  $\leq 100$  d en lactancia y 37% con producción promedio de leche acumulada a la IA  $\leq 10$  L/d indican baja proporción de animales en actividad cíclica temprana y apuntan la existencia de una necesaria reducción de la PL (auto reguladora) para expresar el celo, lo que impacta el ideal de un becerro por año para este tipo de rebaños lecheros.

La frecuencia de estos indicadores que conformaron un 43% de vacas con IGBA  $\geq 120$  puntos a la IA, aluden a un rebaño con deficiente BA al momento de la IA, no obstante, el valor diagnóstico de los indicadores favorables señalados para la reproducción debe ser validado y revisado en un marco de manejo de buenas prácticas para el BA.

**Relaciones odds ratio de los indicadores de buena salud con la FERT**

La regresión logística estimó un valor OR =4,301 para volumen celular aglomerado  $> 28\%$  y OR = 1,814 para temperatura vaginal  $< 39$  °C (TABLA I), implicando estos resultados un gran impacto en la probabilidad de gestación del rebaño. Además, la regresión logística descrita en TABLA I indica una positiva y alta asociación de probabilidades predichas y respuestas observadas al estimar una D de Somers de 0,619.

TABLA I

**ODDS RATIO DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA DE INDICADORES DIRECTOS DE BIENESTAR ANIMAL A LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL FAVORABLES A LA GESTACIÓN EN VACAS LECHERAS TROPICALES**

| Indicadores directos favorables                          | Odds Ratio | IC 95%       |
|--|------------|--------------|
| Promedio diario de leche acumulada a la IA $\leq 10$ L/d | 10,653     | 1,383-82,033 |
| Glucemia $\geq 36$ mg/dL                                 | 5,260      | 0,768-36,043 |
| Volumen celular aglomerado $\geq 28\%$                   | 4,301      | 0,463-39,974 |
| Temperatura vaginal $\leq 39$ °C                         | 1,814      | 0,230-14,287 |
| Condición corporal $\geq 2$                              | 1,167      | 0,160-8,517  |
| Número de partos $\leq 3$                                | 0,950      | 0,112- 8,024 |
| Presencia moco cervical fluido y transparente            | 0,800      | 0,092-6,942  |
| Número del servicio fértil=1                             | 0,373      | 0,057-2,450  |
| Mucosa de la vulva roja-rosada                           | 0,271      | 0,032-2,320  |

**Asociación de probabilidades predichas y respuestas observadas**

Concordancia de porcentaje 80,8 D de Somers 0,619  
 IC 95%= Intervalo confianza 95%, L/d= litros de leche día, mg/dL=miligramos por decilitro

En la TABLA I, también se observa que las vacas con moco cervical transparente y fluido estimaron un OR de 0,800 (IC 95% 0,092 a 6,942), valor OR cuyo IC 95% incluye el 1, lo cual expresa una dualidad (factor riesgoso y protector) con relación positiva con la fertilidad, interpretándose que dicho indicador tuvo un menor peso en la probabilidad de gestación del rebaño. Estos valores OR inducen a reflexionar, considerando que este indicador en forma individual se ha reportado como positivo para la fertilidad [3, 5, 19] porque refleja un buen estado fisiológico reproductivo e imputado de ser un riesgo favorable para la FERT [19]. La mediana frecuencia (57%) de vacas con ese tipo de moco cervical aquí reportado, puede atribuirse a un efecto retardado (carry over) del periodo de balance energético negativo con alteraciones de la secreción de estrógenos por el folículo [6], al largo del intervalo celo detectado-inseminación o a defectos en la observación y detección del celo; esto advierte acerca de indagar sobre dichos aspectos, teniendo en cuenta que se trata de un indicador favorable para la fertilidad [3, 5, 28] cuya expresión debe ser altamente vigilada en el rebaño.

Las vacas clasificadas en el nivel mucosa de la vulva roja-rosada con OR=0,271 (IC 95% 0,032 - 2,32) (TABLA I), exhibieron una oportunidad dual de quedar gestantes o no; comportándose como factores protectores comunes (OR $< 1$ ), aunque su valor OR fuera del rango IC 95% indica una relación negativa con la gestación (OR $< 1$ ); lo cual, podría ser acreditado a carencias nutricionales [29] o alteración del estado de salud. Asociación OR esta, que induce a realizar una exploración más precisa en vacas lecheras que identifique el enrojecimiento de la mucosa de la vulva atribuible a elevada estrogenia de la vaca en celo [26] y la distinga de aquella coloración rosada más relacionada con los valores de la eritrocitemia y hemoglobinemia, vinculados con el transporte del oxígeno hacia el aparato reproductor y con la PL [15]. Adicionalmente, los nombrados constituyentes hematológicos exhiben un ritmo circadiano de sus niveles circulantes [1] que pueden, según la hora del examen clínico a la IA, reflejarse en la coloración de las mucosas aparentes.

**Relaciones odds ratio de los indicadores de buena alimentación con la FERT**

El indicador CC  $> 2$  de vacas con moderada a buena reservas energéticas corporales tuvieron mayor peso en la probabilidad de gestación del rebaño (OR=1,167), coincidiendo este resultado con lo reportado [3, 26], quienes apuntaron que una buena condición corporal a la IA es favorable a la FERT. Igualmente, las vacas con glucemia  $\geq 36$  mg/dL (OR=5,260) expresaron una mayor influencia sobre la gestación del rebaño que aquellas ubicadas en el nivel glucemia  $< 36$  mg/dL. Al respecto, se ha señalado que debido a la alta demanda del tejido mamario para la síntesis de lactosa en vacas que padecen severo balance energético negativo y disminuida glucemia, se retarda la reparación del endometrio y la involución del útero e impacta negativamente la subsecuente FERT [38]. Por otro lado, se ha referido [12] que si bien, tradicionalmente la glucemia no es utilizada como indicador del balance energético negativo posparto, una mayor

probabilidad de preñez al primer servicio fue registrada en vacas con las más elevadas concentraciones de glucemia en el periodo <3 semanas posparto. Aunque esos autores [12] no estudiaron los niveles de ese metabolito al momento de la IA como en este caso, observaron que las vacas con menores niveles no quedaron gestantes. También, en reportes de vacas criadas en el trópico con monitoreo posparto de metabolitos sanguíneos se ha determinado alargamiento del intervalo parto-formación del primer cuerpo lúteo en aquellas con estados de hipoglicemia en el período del balance energético negativo [17], argumentándose que la glucosa es requerida en niveles mínimos imprescindible para el buen funcionamiento de los ovarios y el cerebro [17], así como, para la formación de óvulos altamente competentes [6]. Valores de glucemia que pueden teóricamente ser utilizados para identificar tempranamente vacas en riesgo de infertilidad y tomar medidas para el manejo reproductivo eficiente con base en este metabolito como indicador de buena nutrición [12].

Los resultados obtenidos en este trabajo con determinación de glucemia al momento de la IA coinciden con Guzel y Tanriverdi [13], quienes reportaron niveles inferiores en vacas repetidoras que en las fértiles, sugiriendo que la hipoglucemia puede ser un problema para la FERT de la vaca lechera y merece tomarse como indicador del estado nutricional capaz de inducir el síndrome de la vaca repetidora.

#### **Relaciones odds ratio de los indicadores de buen manejo con la FERT**

Los indicadores números de partos  $\leq 3$  y número del servicio = 1 con un OR 0,950 y OR = 0,337 respectivamente, cuyos valores están incluidos en el IC 95% (TABLA I), infieren que el resultado dual (OR < 1) de número de partos  $\leq 3$  requiere mayores observaciones para su inclusión como factor de riesgo de la gestación en este tipo de ganaderías tropicales; en tanto que, el factor número del servicio = 1 tuvo muy bajo impacto en la aparición del evento gestación del rebaño, lo cual es acorde con la literatura que señala menor fertilidad al primer servicio [18, 25, 37].

El factor producción promedio de lecha acumulada a la IA < 10 L/l/d arrojó un OR de 10,653 IC 95%: 1,383-82,033 (TABLA I), efecto que fue el de mayor impacto en el evento gestación del rebaño en estudio, coincidiendo con lo reportado para el mismo tipo de animales [25], vacas de alta producción [37], y con lo expuesto por Albarran-Portillo y Pollot [2] en vacas que presentaron incremento de la lactancia con disminución de la FERT por efecto de la alta PL, comunicándose que la mayor producción ocurre en el primer tercio de la lactancia y está asociada a una menor FERT al primer servicio y consecuentemente, se observa una mayor FERT posterior al pico de lactancia, cuando es apreciable una disminución de la producción diaria.

#### **Relaciones odds ratio del indicador general de bienestar animal con la FERT**

EL IGBA > 120 puntos mostró un OR de 2,04 (IC 95% 0,506-8,231), valores estos que lleva a inferir que las vacas que

presentaron seis o más indicadores considerados buenos al momento de la IA, tuvieron dos veces mayor riesgo o mayor oportunidad de quedar gestantes. Lo que alude a la importancia de hacer un monitoreo horizontal a su evolución para identificar, corregir y fomentar tempranamente aquellos indicadores de buena salud, nutrición y manejo que tendrían mayor impacto en la FERT de las vacas altas productoras [6, 37].

Lo opuesto al buen BA acompañado de inseminación con semen de mala calidad, baja FERT del toro, deficiente experiencia del inseminador, incorrecta detección del celo e IA a destiempo, afectan la fertilización del óvulo y la FERT del rebaño lechero. Por lo tanto, se requiere de mayores estudios que ponderen el peso de los indicadores directos de BA en las condiciones de las ganaderías lecheras tropicales.

#### **CONCLUSIONES**

En este estudio se encontró que los indicadores de BA: producción promedio de leche acumulada a la IA  $\leq 10$  L/l/d, glucemia  $\geq 36$  mg/dL, volumen celular aglomerado  $\geq 28\%$ , temperatura vaginal  $\leq 39$  °C y condición corporal  $\geq 2$  al momento de la IA fueron los de mayor riesgo de FERT en este sistema de producción lechera pastoril con dos ordeños mecánicos y apoyo del becerro. El efecto individual del IGBA > 120 puntos mostró que a mayor número de indicadores favorables presentes en cada vaca, el riesgo de gestación es mayor.

#### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda mayores estudios en este y otros sistemas de producción, que contribuyan a la identificación de indicadores directos de BA para la reproducción de la vaca lechera tropical, haciendo énfasis en la relación bienestar BA- FERT.

#### **AGRADECIMIENTO**

A los propietarios de la agropecuaria por su apoyo, al personal médico veterinario por su colaboración en los diagnósticos y toma de muestras; a los empleados y obreros de la finca por su colaboración para la aplicación del protocolo de campo.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] ALAMEEN, A.O.; ABDELATIF, A. M.; ELNAGEEB, M. E. Circadian variations of thermoregulation, blood constituents and hormones in crossbred dairy cows in relation to level of milk production. *J. Vet. Adv.* 4(4): 466-480. 2014.
- [2] ALBARRÁN-PORTILLO, A.; POLLOTT, G.E. The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96:635-646. 2013.
- [3] AUNGIER, S.P.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G.; CROWE, M.A. Risk factors that affect reproductive target achievement in fertile dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97 (6):3472-3487. 2014.
- [4] BLOKHUIS, H.J.; JONES, R.B.; GEERS, R.; MIELE, M.; VEISSIER, I. Measuring and monitoring animal welfare: transparency in the food product quality chain. *Anim. Welf.*

- 12: 445-455. 2003.
- [5] BOZKURT, T.; TÜRK, G.; GÜR, S. Effect of clitoral massage on levels of estradiol, testosterone, dihydroepiandrosterone sulfate and pregnancy rate in cows. **Vet. Archiv.** 77(1): 59-67. 2007.
- [6] BRITT, J.H. Influence of nutrition and weight loss on reproduction and early embryonic death in cattle. In: **Proceedings of XVII World Buiatrics Congress : XXV American Association of Bovine Practitioners Conference, St. Paul, Minnesota, USA, August 31 - September 4.** Pp 143-149. 1992.
- [7] CABEZAS, M.; CARDENAS, J.; DIAZ, T.; KOWALSKI, A. Pregnancy rate in dairy cows crossbreed Holstein × Carora, during two seasons of the year under two estrus synchronization programs and tropical conditions in Venezuela. 2005. *Reproduct, Fert. and Develop.* 18(2):113-114. On Line: <http://www.publish.csiro.au/paper/RDv18n2Ab10.htm>. 10/10/2015.
- [8] CANALI1, E. ; KEELING L. Welfare Quality® project: from scientific research to on farm assessment of animal welfare. **Ital. J. Anim. Sci.** 8 (Suppl. 2): 900-903. 2009.
- [9] CARDENAS, J.; PORTILLO, G.E.; LUCENA, C.; CABEZAS, M.; KOWALSKI, A. Effect of a progesterone intravaginal device on pregnancy rate in crossbreed dairy cows under tropical conditions. 2009. *Reproduct, Fert. and Develop.* 22 (1): 166-167. 2009. On Line: <http://dx.doi.org/10.1071/RDv22n1Ab17>. 10/10/2015.
- [10] DÍAZ de R, A. Bienestar, comportamiento y salud animal en la producción ganadera. 2012. *Mundo Pecuario.* 8(1):1-15. En Línea: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34619/1/articulo1.pdf>. 06/09/2015.
- [11]. FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. (FAWC). Report on the welfare of dairy cattle. Section Fertility and Reproduction. 2011. On Line: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Fertilidad%20y%20Bienestar%20A%2011%202015%20XVIIava/Referencias%20ISAE%20%20BA%20y%20Fert/%5BARCHIVED%20CONTENT%5D%20FAWC%20report%20on%20the%20welfare%20of%20dairy%20cattle.htm>. 18/ 10/2015.
- [12] GARVERICK, H.A.; HARRIS, M.N.; VOGEL-BLUEL, R.; SAMPSON, J.D.; BADER, J.; LAMBERSON, W.R.; SPAIN, J.N.; LUCY, M.C.; YOUNGQUIST, R.S. Concentrations of nonesterified fatty acids and glucose in blood of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first insemination. **J. Dairy Sci.** 96:181-188. 2013.
- [13] GUZEL, S.; TANRIVERDI, M. Comparison of serum leptin, glucose, total cholesterol and total protein levels in fertile and repeat breeder cows. 2014. *Bras. Zoot.* 43(12):643-647. On Line: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121007104210/http://www.fawc.org.uk/reports/dairycow/dcowr044.htm>. 14/10/2015.
- [14] JACKSON, P.G.G.; COCKCROFT, P.D. The general clinical examination of cattle In: *Clinical Examination of Farm Animals.* 1<sup>st</sup> Ed. Blackwell Science Ltd. Iowa State Press. Iowa USA. Pp 10-11. 2002. On Line: [http://rossskb.homestead.com/Clinical\\_Examination\\_of\\_Farm\\_Animals.pdf](http://rossskb.homestead.com/Clinical_Examination_of_Farm_Animals.pdf). 10/10/2015.
- [15] JONES, G.M.; WILDMAN, E.E.; TROUTT Jr, H.F.; LESCH, T.N.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; LANMING, N.M. Metabolic profiles in Virginia dairy herds of different milk yields. **J. Dairy Sci.** 65 (4):683-688. 1982.
- [16] LEIVA-OCARIZ, H. Actividad del cuerpo lúteo y fertilidad en vacas Carora. **Rev. Fac. Agron. FAGRO-LUZ.** 16: 651-662. 1999.
- [17] LEÓN-LATOUCHE, J. Perfil metabólico y reinicio de actividad ovárica post-parto en vacas doble propósito. 2012. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Postgrado en Reproducción Animal y Tecnología de la Inseminación Artificial. En Línea: [http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/3293/1/T026800002637-0-Tesis\\_Final\\_Jhonny\\_Leon-000.pdf](http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/3293/1/T026800002637-0-Tesis_Final_Jhonny_Leon-000.pdf). 20/10/2015.
- [18] LUCY, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end?. **J. Dairy Sci.** 84:1277-1293. 2000.
- [19] MELLADO, M.; LARA, L.M.; VELIZ, F.G.; DE SANTIAGO, M.A.; AVENDAÑO-REYES,L.; MEZA-HERRERA, C.; GARCIA, J.E.; Conception rate of artificially inseminated Holstein cows affected by cloudy vaginal mucus, under intense heat conditions. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília. 50 (6): 492-498. 2015.
- [20] NORMAN, D.H.; HARE, E.; WRIGHT, J.R. Historical examination of culling of dairy cows from herds in the United States. 2005. Animal Improvement Programs Laboratory. On Line: [https://www.cdcb.us/publish/presentations/ADSA05/ADSA05\\_culling\\_files/frame.htm](https://www.cdcb.us/publish/presentations/ADSA05/ADSA05_culling_files/frame.htm) 10/08/2015.
- [21] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. (OIE). Definición de Bienestar Animal Glosario. 2015. En Línea: [http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=glossaire.htm#terme\\_bien\\_etre\\_animal](http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=glossaire.htm#terme_bien_etre_animal). 01/09/2015.
- [22] OLSON, T.A. LUCENA, C.; CHASE Jr, C.C.; HAMMOND, A.C. Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *Bostaurus* cattle. **J. Anim. Sci.** 81:80-90. 2003.
- [23] PRYCE, J.E.; WOOLASTON, R.; BERRY, D.P.; WALL, E.; WINTERS, M.; BUTLER, R.; SHAFFER, M. World Trends in Dairy Cow Fertility. 2014. *Proceedings, 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production.* Vancouver, BC, Canada, On Line: [https://asas.org/docs/default-source/wcgalp-proceedings-oral/154\\_paper\\_10356\\_manuscript\\_1630\\_0.pdf?sfvrsn=2](https://asas.org/docs/default-source/wcgalp-proceedings-oral/154_paper_10356_manuscript_1630_0.pdf?sfvrsn=2). 18/10/2015.
- [24] RAMÍREZ-IGLESIA, L.N.; SOTO-BELLOSO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; SOTO-CASTILLO, G. Factors affecting postpartum ovarian activity in crossbred primiparous tropical heifer. **Theriogenol.** 38:449. 1992.
- [25] RAMÍREZ-IGLESIA, L.N. . Factores que afectan el período vacío en vacas Carora y mestizas. En: **Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito.** Ninoska, Madrid-Bury; Eleazar, Soto Belloso Eds. La Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. CONDES. GIRARZ. Ediciones Astro data S.A. Maracaibo, Venezuela. Pp 465-485. 1995.
- [26] RAMÍREZ-IGLESIA, L.N.; VIERA R, F.B.; MARTÍNEZ, J.A.; DÍAZ DE R., A, MORILLO L., J.G.; ROMÁN-BRAVO, R.M.; SOTO-BELLOSO, E. Fertilidad y días vacíos en relación con factores asociados con el primer celo posparto en vacas mestizas de doble propósito. **Rev. Científ. FCV-LUZ XVII (4):** 386-394. 2007.

- [27] RAMÍREZ-IGLESIA, L.N.; SOTO-BELLOSO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; ROJAS, A.; DÍAZ de R., A. Anestro y días vacíos en ganado lechero en el trópico. 2008. *Mundo Pecuario*, IV (1), 22-27. En Línea: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21994/5/articulo\\_3.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21994/5/articulo_3.pdf). 15/09/2015.
- [28] RAMÍREZ-IGLESIA, L.N.; DÍAZ de R., A.; ROMÁN-BRAVO, R. Intensidad del celo espontáneo y fertilidad de las vacas en dos fincas con ganadería mestiza de doble propósito. 2014. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*. 55(2):104-111. En Línea: <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revisfvcv/article/view/7884>. 10/09/2015.
- [29] SANDOVAL, E.; BARRIOS, M.; MORALES, G. Estimación del riesgo de la presencia de anemia en becerros nacidos de vacas anémicas durante el parto. *Zoot. Trop.* 30(3): 285-293. 2012.
- [30] SOTO-REVEROL, N DEL C. Efecto de la ganancia de peso sobre el comportamiento reproductivo en vacas Holstein y sus mestizas Carora en el trópico. 2003. *Gaceta de Ciencias Veterinarias* 8 (2): 61-68. En Línea: [http://bibvirtual.ucla.edu.ve/db/psm\\_ucla/edocs/gcv/Vol8Nro2/articulo4.pdf](http://bibvirtual.ucla.edu.ve/db/psm_ucla/edocs/gcv/Vol8Nro2/articulo4.pdf). 15/09/2015.
- [31] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS/STAT). *User's Guide, Version 9.0*. Ed. Cary. NC. 2002.
- [32] TILLARD, E.; HUMBLLOT, P.; FAYE, B.; LECOMTE, P.; DOHOO, I.; BOCQUIER, F. Post calving factors affecting conception risk in Holstein dairy cows in tropical and sub-tropical conditions. *Theriogenol.* 69 (2008) 443–457. 2008.
- [33] TSILIGIANNI, T.; AMIRIDIS, G.S.; DOVOLOU, E.; MENEGATOS, I.; CHADIO, S.; RIZOS, D.; GUTIERREZ-ADAN, A. Association between physical properties of cervical mucus and ovulation rate in super ovulated cows. *The Canadian J. of Vet. Res.* 75:248–253. 2011.
- [34] VICKERS, L.A.; BURFEIND, O.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; VEIRA, D.M.; WEARY, D.M.; HEUWIESER, W. Technical note: Comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:5246–5251. 2010.
- [35] VON KEYSERLINGK, M.A.G.; RUSHEN, J.; PASSILLÉ de, A.M.; WEARY, D.M. Invited review: the welfare of dairy cattle—Key concepts and the role of science. *J. Dairy Sci.* 92:4101–4111. 2009.
- [36] VRIES de, M.; BOKKERS, E.A.M.; VAN REENEN, C.G.; ENGEL, B.; VAN SCHAİK, G.; DIJKSTRA, T.; BOERA de, I.J.M. Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Prev. Vet. Med.* 118: 80–92. 2015.
- [37] WALSH, S.W.; WILLIAMS, E.J.; EVANS, A.C.O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 123:127-138. 2011.
- [38] WATHES, D.C.; CHENG, Z.; FENWICK, M.A.; FITZPATRICK, R.; PATTON, J. Influence of energy balance on the somatotrophic axis and matrix metalloproteinase expression in the endometrium of the postpartum dairy cow. 2011. *Reproduction* 141 (2): 269–281. On Line: <http://www.reproduction-online.org/content/141/2/269.full.pdf+html>. 21/10/20 15.