

Fotografía cortesía: Hacienda Alabama

# Cómo logramos el ciclo de alta fertilidad en el *ganado lechero*: manejo de la *condición corporal*, los *carbohidratos* de la dieta y los *aminoácidos* para optimizar la *reproducción* en el *ganado lechero* de alta producción

Milo c. Wiltbank<sup>1</sup>, Paulo D. Carvalho<sup>1</sup>, Rafael V. Barletta<sup>1</sup>, Paul M. Fricke<sup>1</sup>, Randy D. Shaver<sup>1</sup>, J. Richard Pursley<sup>2</sup> <sup>1</sup>Departamento de Ciencia Lechera; Universidad de Wisconsin-Madison <sup>2</sup>Departamento de Ciencia Animal; Universidad de Michigan State

Ponencia presentada durante el 14 Simposio Internacional de Reproducción Animal.  
Instituto Reproducción Animal Córdoba – IRAC- Argentina 2022

La reproducción eficiente es la clave para la rentabilidad y sostenibilidad de las operaciones lecheras. Las razones por las que una reproducción eficiente mejora la rentabilidad de las explotaciones lecheras son múltiples. En primer lugar, la forma de la curva de lactancia, particularmente en las vacas después de su primera lactancia, muestra que las vacas en la lactancia temprana son generalmente más rentables que en la lactancia tardía. Por lo tanto, la optimización de los intervalos de parto puede mejorar la producción de leche del rodeo y mejorar la eficiencia de la producción de leche.

En la mayoría de los modelos que relacionan la reproducción con la rentabilidad, la mejora en la producción de leche es un factor importante en la mejora de la rentabilidad con la mejora de la reproducción. También hay ventajas genéticas obvias en rodeos con reproducción eficiente. Las vacas de alta calidad quedan preñadas de los mejores toros por IA produciendo vaquillonas de reemplazo excepcionales. Esta ventaja requerirá unos 2 años antes de que comience a afectar la rentabilidad del rodeo, pero el impacto puede continuar durante muchos años.

Estas ventajas a largo plazo generalmente tienen un impacto económico mucho mayor que los costos a corto plazo del programa de reproducción. Por último, otra de las principales ventajas de la reproducción eficiente es la mejora de la calidad general del rodeo lechero. Una mejora dramática en la reproducción en un rodeo lechero puede tener un impacto sorprendentemente rápido en el manejo y la genética de un rodeo incluso antes de que las vaquillonas de reemplazo de calidad producidas por el programa hayan entrado en la cadena de ordeño. Este impacto bastante rápido del manejo reproductivo se debe a cambios en las prácticas de descarte en un rodeo. Parece obvio que los rodeos con mejor eficiencia reproductiva descartan menos vacas debido a la mala reproducción; sin embargo, no es tan obvio que la tasa general de refugio para el rodeo puede no diferir para un rodeo con buena reproducción versus

mala, el cambio es en el tipo de vaca que se descarta. Si la tasa de preñez de 21 días es del 15%, aproximadamente el 27% de las vacas no estarán preñadas en 222 días en producción de leche. Por lo tanto, los refugos reproductivos bien podrían representar casi todos los refugos en esta explotación.

Por el contrario, los rodeos con una tasa de preñez de 21 días del 25% (una tasa excepcional) tendrían solo el 10% de las vacas que no están preñadas a los 222 días en producción de leche. Esto significa que los rodeos con buena reproducción tienen mayor flexibilidad para descartar vacas de "menor valor" en sus rodeos. Por lo tanto, las mejoras en la producción de leche, la genética, los costos reproductivos y la calidad general del rodeo lechero pueden ser un resultado de la mejora de la reproducción. Desafortunadamente, muchas granjas lecheras no logran una reproducción óptima debido a muchos factores relacionados con el manejo, la salud y la fisiología de las vacas lecheras de alta producción [1]. Los problemas involucrados en la reproducción de vacas lecheras lactantes son complejos, pero cada vez más, se están dilucidando las interacciones entre la nutrición, los sistemas hormonales y la reproducción alterada en el ganado lechero. La Figura 1 proporciona un resumen del ciclo de alta fertilidad basado en [2].

La evaluación de la condición corporal (CC) es una herramienta de manejo útil para evaluar las reservas de grasa corporal de las vacas lecheras Holstein [3, 4]. La condición corporal ha recibido considerable atención como una herramienta para ayudar en el manejo de programas nutricionales en rodeos lecheros [3, 5]. La CC de las vacas en el parto, el nadir CC y la pérdida de la CC posparto se asocian con diferencias en la producción de leche, la reproducción y la salud [6]. Las vacas sobrecondicionadas con una CC mayor de 4,0 en el parto tuvieron mayores concentraciones circulantes de NEFA en la lactancia temprana en comparación con las vacas con CC moderado o bajo [7]. La hiperlipidemia, a su vez, causó resistencia a la insulina en vacas lecheras [8], lo que concuerda con los estudios que vinculan la CC alto con la sensibilidad a la insulina periférica reducida en el estado de lipomovilización [9].

La asociación del estado energético durante el período de transición y la eficiencia reproductiva en vacas lecheras se ha demostrado en múltiples estudios. Por ejemplo, un análisis retrospectivo de 7 estudios de nutrición preparto encontró que alimentar una dieta alta en energía durante el período de las tres últimas semanas antes de parir resultó en una mayor pérdida de la CC después del parto y un mayor tiempo

### Medición y usos de la CC



Figura 1. El ciclo de alta fertilidad se muestra de manera esquemática

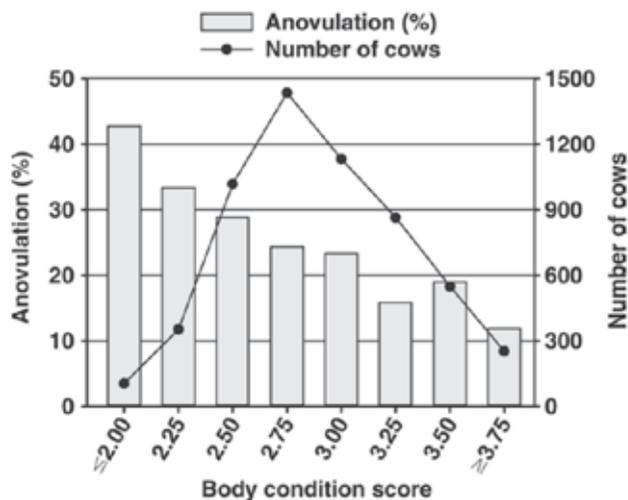
hasta la preñez [10]. Además, dos estudios encontraron que los aumentos en las concentraciones de NEFA durante el período de transición predijeron una reducción del riesgo de preñez a los 70 días después del *período de espera voluntaria (VWP)* en las evaluaciones de >2000 vacas lecheras lactantes o una reducción de la tasa de preñez de 21 días en las evaluaciones a nivel de rodeo de 60 rodeos libres [9, 11]. Recientemente, un estudio de 156 vacas lecheras lactantes [12] informó que la probabilidad de preñez al principio de la *IA (IATF)* disminuyó a medida que aumentaron las concentraciones séricas de NEFA el d 3 después del parto. Otros estudios también indican una relación negativa entre NEFA posparto o pérdida de la CC y fertilidad [13, 14]. Por el contrario, no se encontró ningún efecto provocado por el aumento de las concentraciones de NEFA o BHBA durante el período de transición en un estudio multirregional grande reciente (n = 2.365)[15]. Desafortunadamente, ninguno de estos estudios proporcionó información detallada sobre los protocolos de manejo reproductivo, excepto *Garverick et al. (2013)*.

Un problema crítico es la relación entre la CC inferior y el aumento de la anovulación en el ganado lechero. Los primeros estudios demostraron que el día del nadir del balance energético estaba relacionado con el momento de la primera ovulación ( $r^2 = 0,72$ ) con la primera ovulación ocurriendo, en promedio, 10 días después del nadir del balance energético [16]. En un gran estudio colaborativo (> 5,000 vacas evaluadas) realizado por tres fisiólogos reproductores diferentes (*MCW, PMF y José Santos*) y dos genetistas (*George Shook y Rebecca Bamber*) se encontró que la anovulación tenía una heredabilidad bastante alta para un rasgo reproductivo ( $h^2 = 0,171$ ) en ganado lechero[17]. Además de los hallazgos genéticos en este estudio, el estudio reportó el porcentaje de vacas con anovulación ~60 días después del parto que, como era de esperar, fue mayor en vacas con CC más bajo (*Figura 2*). Por ejemplo, las vacas con CC muy bajo (< 2.00) tenían

más de 40% de anovulación, mientras que las vacas con 2,75 o más CC tenían 20.9% de anovulación. Sin embargo, menos del 5% de las vacas tenían una CC muy bajo (< 2.00) y solo el 25,8% tenía una CC bajo (< 2.50), lo que demuestra que en los rodeos lecheros de EE. UU., la mayoría de las vacas tienen una CC razonable en el momento esperado de la IA (~60 días de lactancia (*DIM*)) y la mayoría de las vacas están ciclando. Sin embargo, se esperaría que los rodeos que tienen una pérdida severa de la CC y una CC consistentemente bajo durante el período posparto temprano tuvieran un alto porcentaje de vacas anovulatorias. El alto porcentaje de vacas anovulatorias puede reducir drásticamente el rendimiento reproductivo en vacas lecheras lactantes[18-20]. Otra complicación es que cuando la preñez se establece en vacas anovulatorias, estas vacas tienen más probabilidades de sufrir pérdida de preñez en comparación con las vacas que están ciclando [21-23]. Por lo tanto, un menor CC (< 2.75) aumenta el porcentaje de vacas que son anovulatorias y las vacas anovulatorias reducen la eficiencia reproductiva ya sea reduciendo el porcentaje de vacas que reciben IA debido a la falta de expresión de estro y ovulación, disminución de la fertilidad después de la inducción de la ovulación y la IA cronometrada, y aumento de la pérdida de preñez en las vacas que quedan preñadas.

Un estudio que resume la investigación temprana (*antes de 2003*) de 11 estudios con un total de 7.733 vacas [14] clasificó a las vacas por CC bajo, intermedio y alto (CC < 2,5; entre 2,5 y 3,5; y > 3,5, respectivamente). Las vacas que parieron con una CC bajo (CC < 2,5) tuvieron un menor riesgo relativo de preñez en la primera IA (*riesgo relativo = 0,91*) en comparación con las vacas que parieron con una CC intermedio (2,5 < CC < 3,5). Sin embargo, el riesgo relativo de preñez en la primera IA no difirió entre el parto de vacas con una CC intermedio y el parto de vacas con una CC alto. La detección del estro fue la principal herramienta de manejo reproductivo utilizada en estos estudios tempranos, por lo tanto, las vacas que no estaban ciclando no recibieron IA. Los programas actuales usan GnRH y prostaglandina (PGF) para sincronizar la ovulación, lo que permite que todas las vacas anovulatorias se inseminen con IA cronometrada, aumentando así la tasa de servicio en estas vacas, pero la fertilidad sigue siendo subóptima. Un estudio temprano de nuestro laboratorio evaluó el efecto de la CC cerca de la IA sobre la fertilidad en vacas que fueron inseminadas con un *Ovsynch*. Las vacas con CC bajo (< 2,5) tenían una P/IA más baja en comparación con las vacas con CC normal (> 2,75) (28,1%, 32/114 frente a 43,7%, 125/286;  $P < 0,05$ ) en el diagnóstico de preñez cerca de 60 días

## Efecto de la CC en el momento de la IA sobre la fertilidad

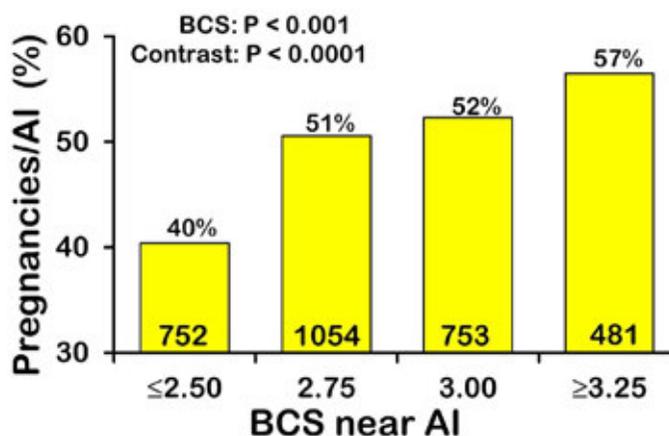


**Figura 2.** Relación entre CC y porcentaje de vacas que son anovulatorias [17]. Las vacas con baja condición corporal (CC < 2,5) fueron un porcentaje bajo del total de vacas (25,8%) pero tuvieron un mayor porcentaje de vacas que eran anovulatorias (30,9%) en comparación con las vacas con mayor CC (74,2% de vacas; 20,9% anovulatorias).

después de la IA [24]. Para calcular la mejora relativa de la fecundidad, se calculan las diferencias entre las clases de la CC ( $43,7 - 28,1 = 15,6$ ), luego la diferencia se divide por el porcentaje de preñadas en la CC bajo ( $15,6/28,1 = 55,5\%$ ). Por lo tanto, hay más de un 50% más de preñeces después de un programa de *Ovsynch* y de IA cronometrada en vacas con un buen CC en comparación con una CC bajo.

Este efecto observado de la CC en la P/IA es algo mayor que las reducciones relativas calculadas en la P/IA en otros estudios que compararon la fertilidad en vacas con una CC más bajo frente a uno más alto: 33,1% [25] [26], 38,6% [27], 15,2% [28], 25,3% y 45,7% [29]. Por lo tanto, una CC más bajo puede reducir drásticamente la fertilidad, incluso cuando *Ovsynch* se utiliza para inducir la ovulación y permitir la IA cronometrada. En un estudio más reciente [30], evaluamos el efecto de la CC más bajo en el momento de la IA en vacas que se crían con el protocolo *Ovsynch* doble. En comparación con un protocolo *Presynch-Ovsynch*, un protocolo *Ovsynch* doble disminuye drásticamente la proporción de vacas que inician el protocolo *Ovsynch* en un entorno P4 bajo [31-33]. Esto es importante para interpretar nuestra investigación porque está bien descrito que las vacas con P4 bajo al comienzo del protocolo *Ovsynch* tienen una P/IA reducida en comparación con las vacas con altas concentraciones de P4 [34-38]. En nuestro estudio utilizando *Ovsynch* doble para todas las razas [30], hubo una disminución del 8,8% en P/IA en vacas con CC bajo en comparación con CC alto ( $40,4\%$  vs.  $49,2\%$ ;  $P = 0,03$ ) que calcula un aumento relativo en P/IA del 21,8% ( $8,8/40,4$ ). Seguimos actualizando los datos de esta investigación (Carvalho PD, inédito). De un total de 3040 vacas lactantes criadas con *Ovsynch* doble en la primera IA, solo el 24,7% ( $n = 752$ ) tenía una CC más bajo ( $< 2,50$ ). Estas vacas tuvieron una menor P/IA (40%) en comparación con las vacas con mejor CC ( $> 2,50$ ; 52,6%, 1203/2288) o un aumento relativo de 31,5% en P/IA (Figura 3). Por lo tanto, los programas de IA cronometrados permiten que todas las vacas se inseminen, pero las vacas con CC menos de 2,75 tienen una fertilidad mucho menor que las vacas con

## Efecto del cambio en la CC después del parto sobre la fertilidad



**Figura 3.** Efecto de la condición corporal en el momento de la IA sobre las preñeces por IA después de *Ovsynch* doble e IA cronometrada (Carvalho PD, no publicado). El contraste comparó vacas con CC baja ( $< 2,50$ ) con vacas con CC mayor ( $> 2,75$ ).

mejor CC incluso cuando se utiliza un programa como *Ovsynch* doble que se espera que induzca la ovulación en vacas anovulatorias.

Una hipótesis frecuentemente discutida que fue introducida por primera vez por Britt [39], postuló que el estado de la energía durante el período posparto temprano podría alterar la calidad folicular/ovocitaria, lo que resulta en efectos negativos sobre la fertilidad posterior en vacas lecheras lactantes. Este estudio temprano comparó vacas que perdieron CC ( $n = 30$ ) con vacas con poco cambio de la CC ( $n = 46$ ) durante el período posparto temprano [39]. El P/IA fue menor en vacas con alta pérdida de la CC que en vacas con poca pérdida de la CC ya sea en la primera IA ( $62\%$  vs  $25\%$ ) o en todas las IA ( $61\%$  vs  $42\%$ ). Curiosamente, las vacas que tuvieron la alta pérdida de la CC tuvieron una CC mucho mayor en el parto que las vacas con poca pérdida de la CC ( $3,15$  vs  $2,78$ ). Por lo tanto, este estudio temprano introdujo el concepto de que la pérdida en la condición corporal (PCC) después del parto redujo la fertilidad.

El resumen de la investigación temprana mencionada anteriormente [14] también categorizó el cambio en la CC desde el parto hasta la IA (7.733 vacas de 11 estudios) como: aumento (aumento en la puntuación), disminución leve (pérdida de 0-0,5 puntos), disminución moderada (pérdida de 0,6-1

puntos) o disminución severa ( $>1$  punto de pérdida). El efecto del cambio de la CC disminuyó el riesgo de preñez (riesgo relativo = 0.9), pero solo para las vacas clasificadas como que sufren una pérdida grave de la CC ( $> 1$  punto de la PCC) entre el parto y la primera IA en comparación con las vacas clasificadas como que experimentan una pérdida aumentada o leve de la PCC. El riesgo relativo de preñez no difirió entre vacas con una pérdida leve vs. moderada en CC entre el parto y la primera IA. Las vacas con pérdida severa en CC entre el parto y la primera IA, también, permanecieron vacías durante 10 días más en comparación con las vacas que experimentaron una pérdida leve de la PCC. No hubo diferencia en los días vacíos para las vacas con pérdida de la CC moderada o leve. Un estudio más reciente [27] también informó que las vacas que perdieron más CC entre el parto y la primera IA tenían menor P/IA y tenían más probabilidades de experimentar pérdida de preñez que las vacas con poca pérdida de la PCC. Además, las vacas que perdieron más CC también tuvieron más probabilidades de ser anovulatorias a los 65 días de lactancia [DIM; 27]. Por el contrario, Ruegg and Milton [40] informaron ninguna asociación entre CC o cambio en la CC entre el parto hasta la primera IA y los días hasta el primer estro, los días hasta la primera inseminación posparto o el

número de inseminaciones necesarias para que las vacas queden preñadas.

Recientemente publicamos un estudio en el que evaluamos la CC de vacas lecheras lactantes ( $n = 1,887$ ) en el momento del parto y 21 días después del parto. Las vacas fueron categorizadas por cambio de la CC y luego recibieron IA cronometrada después de un protocolo de *Ovsynch* doble. En general, solo el 7,3% de las vacas perdieron 0,5 o más puntos CC (139/1.887). No hubo diferencia entre las vacas que perdieron 0,5 o más puntos CC en comparación con las que perdieron 0,25 puntos CC en P/IA a 40 d (27,3% vs, 24,6%;  $P > 0,15$ ) o a 70 d (24,6% vs, 22,3%,  $P > 0,15$ ) después de IATF, o en la pérdida de preñez entre el primer y segundo examen de preñez (7,9% vs, 9,4%,  $P > 0,15$ ). Por lo tanto, combinamos estas vacas en un solo grupo para todos los análisis posteriores (es decir, vacas que perdieron CC entre el parto y 21 días de lactancia (DIM)). En general, la proporción de vacas que perdieron, mantuvieron y ganaron CC entre el parto y 21 días de lactancia (DIM) fue de 41,8%, 35,8% y 22,4%, respectivamente (Tabla 1). En el examen de preñez a los 40 días (Tabla 1), P/IA difirió dramáticamente ( $P < 0,001$ ) entre las categorías de cambio de la CC y fue mayor para las vacas que ganaron CC (83,5%; 353/423), intermedio para las vacas que mantuvieron CC (38,2%; 258/675), y menos para las vacas que perdieron CC (25,1%; 198/789). Del mismo modo, en el diagnóstico de preñez a los 70 días (Tabla 1), hubo un efecto dramático del cambio de la CC en P/IA ( $P < 0,001$ ) pero ningún efecto en la pérdida de preñez ( $P = 0,34$ ). Hubo un efecto de paridad (primíparas frente a multíparas) en la CC en el parto (2,82 frente a 2,98;  $P < 0,001$ ) y en 21 días de lactancia (DIM) (2,76 frente a 2,90;  $P < 0,001$ ) y en P/IA a los 40 d (50,1% frente a 35,4%;  $P < 0,001$ ) y a los 70 d (47,0% frente a 32,6%;  $P < 0,001$ ) después de IATF pero sin efecto ( $P = 0,41$ ) sobre la pérdida de preñez. Sin embargo, tanto las vacas primíparas como las multíparas tuvieron un efecto similar de la CC en la P/IA [30].

Medir	CC Perdido	CC Mantenido	CC Ganado	Valor P Cambio PCC
% de vacas	41,8 (789/1887)	35,8 (675/1887)	22,4 (423/1887)	
P/IA (40 d)	25,1 (198/789) <sup>c</sup>	38,2 (258/675) <sup>b</sup>	83,5 (353/423) <sup>a</sup>	<0,001
P/IA (70 d)	22,8 (180/789) <sup>c</sup>	36,0 (243/675) <sup>b</sup>	78,3 (331/423) <sup>a</sup>	<0,001
Pérdida de preñez	9,1 (18/198)	5,8 (15/258)	6,2 (22/353)	0,34
CC en el parto	2,93 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,85 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,005
CC a 21 DIM	2,64 ± 0,01 <sup>c</sup>	2,89 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,10 ± 0,02 <sup>a</sup>	<0,001

**Tabla 1. Efectos del cambio de la CC desde el parto a los 21 días de lactancia (DIM) en preñeces /IA (P/IA) para vacas clasificadas como perdedoras, mantenedoras o ganadoras de la PCC.**

La mediana del intervalo de parto hasta la preñez difirió (*prueba de rango logarítmico*,  $P < 0,001$ ) entre los grupos de la CC y fue de 84 d, 113 d y 128 d para las vacas con puntuaciones de ganancia, mantenimiento y pérdida entre el parto y 21 d después del parto, respectivamente. Las vacas que ganaron CC entre el parto y 21 días después del parto fueron 3,0, y 2,5 veces más probabilidades de estar preñadas por 300 DIM en comparación con las vacas que perdieron y mantuvieron CC ( $HR = 3,0$ ,  $P < 0,001$ ; y  $HR = 2,5$ ,  $P < 0,001$ , respectivamente). Las vacas que mantuvieron CC entre el parto y 21 días después del parto tuvieron 1,2 veces más probabilidades de concebir a los 300 días de lactancia (DIM) en comparación con las vacas que perdieron CC ( $HR = 1,2$ ,  $P = 0,01$ ).

Una idea comúnmente aceptada con respecto al balance energético posparto en vacas lecheras es que todas o casi todas las vacas pierden CC o peso durante el período posparto y que las vacas solo difieren en el grado en que pierden CC o peso. Nos sorprendió el grado relativamente pequeño de pérdida de la CC o peso corporal observado en este experimento. Solo el 41,8% (789/1887) de las vacas perdieron CC durante los primeros 21 días después del parto y esto fue similar para las dos granjas que se utilizaron en este estudio. Además, la observación de que solo el 7,3% de las vacas perdieron 0,5 o más CC (139/1.887) durante

los primeros 21 días después del parto parece algo en desacuerdo con los informes anteriores de pérdidas de la CC de 1 o más unidades durante el período posparto temprano [14, 23, 41]. Aún más sorprendente fue la observación de que el 33,5% (358/1070) de las vacas en la Granja 2 ganaron CC durante los primeros 21 días después del parto y que casi el 60% de las vacas en cualquiera de las granjas mantuvieron o ganaron CC durante este período posparto temprano.

Recientemente [30] hemos hecho una evaluación semanal del peso corporal desde el parto hasta la IA en vacas lecheras lactantes ( $n = 72$ ). Como se muestra en la Figura 4, las vacas del Cuartil 1 ganaron aproximadamente 2,5% del peso corporal de la primera a la tercera semana después del parto, las vacas del Cuartil 2 mantuvieron PCC, las vacas del Cuartil 3 perdieron ~4% del peso corporal en 6 semanas después del parto (~ 0,25 PCC), y solo el Cuartil 4 perdió ~ 7,5% del peso corporal en el período posparto temprano, equivalente a aproximadamente 0,5 unidades de la PCC. Por lo tanto, los cambios en el peso corporal en este estudio fueron consistentes con nuestro gran estudio que indica que hay muchas vacas que no pierden CC o peso corporal durante el período posparto temprano y que las pérdidas en CC en las condiciones de manejo actuales pueden ser menores que las reportadas anteriormente.



- Hembras donantes y novillas de vientre.
- Machos reproductores destacados y toretes con habilidad reproductiva garantizada.
- Venta de semen y embriones.

✓ Ejemplares con pruebas genómicas y Dep's enriquecidos.



**Mejores expositores Angus**  
**Feria Nacional Angus & Brangus**  
**Agroexpo 2013 al 2023**



**Mejores criadores Angus**  
**Feria Nacional Angus & Brangus**  
**Agroexpo 2011 al 2023**



**Mejores criadores y expositores**  
**Expo terneros 2017 al 2023**



**Precursores en programas**  
**genómicos en el país.**

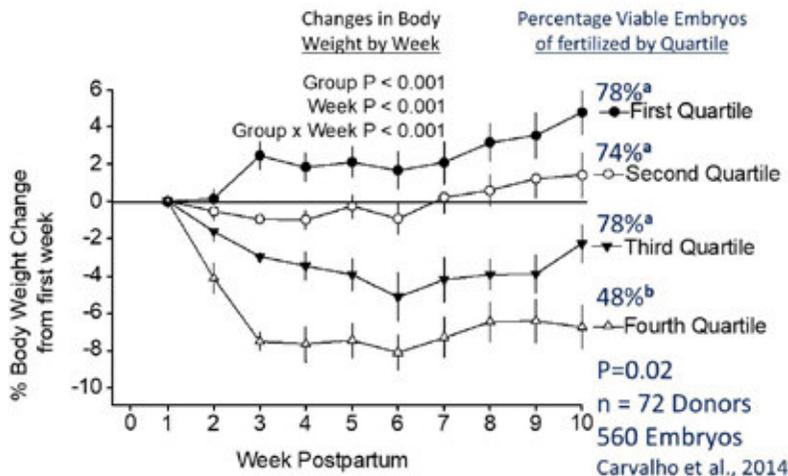
**CONTÁCTENOS**



@marcarangus



+57 314 894 9881



**Figura 4.** Porcentaje de cambio en el peso corporal basado en el peso durante la primera semana después del parto. Las vacas se clasificaron de acuerdo con el % de cambio en el peso corporal de la primera a la tercera semana después del parto y se dividieron en cuartiles. Las vacas en el primer cuartil ganaron peso corporal, mientras que las vacas en el segundo cuartil mantuvieron un peso corporal relativamente constante. Las vacas en el tercer y cuarto cuartiles perdieron peso corporal con el tercer cuartil perdiendo ~4% del peso corporal y el cuarto cuartil perdiendo ~8% del peso corporal. Al final de este período, las vacas en los cuatro cuartiles se superovularon y se evaluaron los embriones (n = 560) para determinar la fertilización y la calidad (Tabla 2).

La Tabla 2 muestra el efecto del cuartil de pérdida de peso corporal en las características del embrión. En primer lugar, no hubo ningún efecto de la paridad en ninguna de las características del embrión, por lo que todas las paridades se combinaron para el análisis. La respuesta superovulatoria no difirió ( $P > 0,15$ ) entre cuartiles (Tabla 2). Del mismo modo, las estructuras no fertilizadas totales, las estructuras recuperadas y la tasa de recuperación no difirieron (no se muestran) y las estructuras fertilizadas totales y la fertilización porcentual tampoco difirieron ( $P > 0,15$ ) entre cuartiles. Los embriones degenerados totales fueron más para las vacas Q4, menos para Q1 y Q2, e intermedios para Q3. El porcentaje de embriones degenerados fue similar entre las vacas Q1, Q2 y Q3 y fue mayor para las vacas Q4 (Tabla 2). De manera similar, el porcentaje de estructuras fertilizadas que se clasificaron como embriones degenerados fue mayor para Q4 y menor para Q1, Q2 y Q3 ( $P = 0,04$ ). Por el contrario, el porcentaje de estructuras fertilizadas clasificadas como calidad 1 y 2 ( $P = 0,05$ ) o calidad 1, 2 y 3 ( $P = 0,04$ ) fue menor para Q4 que para otros cuartiles (Tabla 2).

Por lo tanto, los resultados más fascinantes en nuestro estudio fueron las diferencias dramáticas en P/IA que se observaron en las vacas debido al cambio de la CC durante el período posparto temprano. En nuestro estudio, las vacas con un aumento en la CC habían aumentado la P/IA (a los 70 días de diagnóstico de preñez) en un asombroso 42,3% (78,3% - 36,0%) en comparación

con las vacas que mantenían la CC y 55,5% (78,3% - 22,8%) en comparación con las vacas que perdieron condición corporal durante las primeras tres semanas después del parto.

Esta diferencia también se pudo observar en la mejora dramática en el tiempo hasta la preñez en las vacas que ganaron CC durante el período posparto temprano. La CC en el parto fue ligeramente mayor para las vacas que posteriormente perdieron CC (2,93) en comparación con las vacas que mantuvieron (2,89) o ganaron (2,85) PCC, sin embargo, esta pequeña diferencia parece poco probable que explique las extraordinarias diferencias de fertilidad. Además, las diferencias de paridad entre las categorías de la CC parecen poco probables como factor para explicar los resultados ya que primíparas y múltiparas tenían diferencias similares en la fertilidad basadas en el cambio en PCC. En general, nuestros resultados están de acuerdo con la hipótesis de Britt [39], que postula que el balance energético negativo durante el posparto temprano se asocia con una disminución de la P/IA en la primera IA. Además, parece claro que la pérdida de peso corporal durante el posparto temprano se asoció con una calidad reducida de los embriones después de la superovulación.

Esto sugiere que los efectos de la CC posparto/pérdida de peso corporal afectan directamente al embrión temprano, tal vez por efectos directos en el ovocito durante este período.

### Efecto de los cambios en la CC durante el período seco sobre la fertilidad

	Cuartil				Valor P
	Cuarta Q Perdido	Tercera Q Perdido	Segunda Q Mantener	Primera Q Ganancia	
CL (#)	18,4±2,6	18,4±1,7	19,0±1,7	16,0±2,0	0,67
Fertilizado	76,9±7,1	77,0±6,6	77,6±7,6	78,4±7,1	0,99
Calidad 1 y 2 (%)	38,0±8,7	61,3±8,2	60,6±9,4	63,4±8,6	0,14
Degeneración.	35,2±8,5 <sup>a</sup>	12,6±4,6 <sup>b</sup>	14,5±6,3 <sup>b</sup>	9,6±3,7 <sup>b</sup>	0,02
Calidad 1 y 2 de los fertilizados (%)	48,4±9,5 <sup>a</sup>	78,3±6,6 <sup>b</sup>	72,6±9,5 <sup>b</sup>	77,7±7,4 <sup>b</sup>	0,05
Degenerados de los fertilizado (%)	46,9±9,6 <sup>a</sup>	17,4±6,4 <sup>b</sup>	24,8±9,3 <sup>ab</sup>	16,2±7,0 <sup>b</sup>	0,04

**Tabla 2.** Cambios en la calidad embrionaria basados en el cuartil de pérdida de peso corporal (Figura 4).

# PAISAGRO

*¡ Un gran equipo al servicio del campo !*



## 20 años sirviendo al campo colombiano



**Instrumental  
veterinario**

**Maquinaria  
agrícola**

**Productos veterinarios**

**Sales y minerales**



**Semillas de pasto  
y hortalizas**

**Bogotá**

(601) 2124715

Avenida Cra 30 No 70 – 58



**Pereira**

(606) 3236030

KM 7 vía Pereira – Cerritos

[www.paisagro.com.co](http://www.paisagro.com.co)

En investigaciones posteriores se ha puesto de manifiesto que la pérdida de la CC durante el posparto temprano es un reflejo de los cambios que ya están ocurriendo en la condición corporal durante el período seco. Un estudio reciente de nuestro grupo [42] clasificó a las vacas según si ganaron, mantuvieron o perdieron peso corporal durante todo el período de transición (-21 antes del parto a +21 después del parto). Los porcentajes de vacas que ganaron, mantuvieron o perdieron CC de -21 a 21 DIM fueron 28%, 22% y 50%, respectivamente. En el día -21, las vacas en el grupo que perdieron CC tuvieron el mayor CC (2.97), seguido por Mantenido (2.70), y el grupo Ganado (2.57) tuvo la CC más bajo ( $P < 0,01$ ; Tabla 3). El grupo de Perdido tuvo un mayor porcentaje de vacas con una CC de 3 en el Día -21 ( $P < 0,01$ ) que los otros grupos. Sin embargo, todas las vacas tuvieron CC similar en los días -7 (2,71;  $P = 0,99$ ) y el día 7 (2,71;  $P = 0,91$ ). En el día 21 después del parto, la CC fue mayor para las vacas que ganaron (2,90), intermedio para las vacas que mantuvieron (2,70) e inferior para las vacas que perdieron (2,54) CC ( $P < 0,01$ ; Tabla 3). Casi todas las vacas que tenían más de 3,0 CC en el Día -21, perdieron condición corporal durante el período de transición [42]. Por lo tanto, la CC al comienzo del período de transición es el principal impulsor de la pérdida de la puntuación de

condición corporal (PCC) durante el período de transición.

Hay cambios dramáticos en la salud y la reproducción en las vacas que pierden CC durante el período de transición [42]. Como se muestra en la Tabla 4, los días hasta la primera ovulación fueron mucho más largos en las vacas que perdieron CC (47.1 d), más cortos en las vacas que mantuvieron CC (37,9 d) y las vacas que ganaron CC tuvieron los primeros días hasta la primera ovulación (33,9 d). El P/IA en el primer diagnóstico de preñez (32 d) o en el segundo diagnóstico de preñez (70 d) varió sustancialmente según el grupo de pérdida de la CC (Tabla 4). Por ejemplo, las vacas que ganaron CC tuvieron casi 3 veces mayor P/IA (45,5% P/IA a 70D) en comparación con las vacas que perdieron CC (15,7%). Las vacas que perdieron CC también tuvieron más probabilidades de tener 2 o más problemas de salud durante el posparto temprano (62,9%) que las vacas que ganaron CC (39,4%), lo que puede ser un factor subyacente parcial en los problemas de reproducción observados. No hubo diferencias en la producción de leche entre los grupos. Parece que muchos de los problemas de salud y reproducción ya se han determinado antes del período de transición debido a la CC elevada en algunas vacas.

Un estudio reciente también es consecuente con esta idea [43]. Este estudio evaluó los registros de 2 establecimientos lecheros en California ( $n = 16.104$  lactancias en 9.950 vacas) y clasificó a las vacas por CC en seco y parto

como con pérdida excesiva de la CC (-0,75 o más; 9,9% de las lactancias), pérdida moderada (-0,5 a -0,25; 39,9%), sin cambios en CC (0; 29,9%) o CC ganado durante el período seco (> 0,25; 20,2%). El factor que explicó el mayor porcentaje de variación en el modelo estadístico para la pérdida de la CC durante el período seco fue la CC en el período de secado (94.7%) con solo ~5% de variación explicada por todas las demás variables en el modelo (índice de temperatura-humedad, sexo del ternero, paridad, días sin producción de leche, número de terneros, etc.). En este estudio, las vacas se inseminaron mediante la detección de estro con un programa Presynch (2 tratamientos con prostaglandinas con 14 días de diferencia) seguido de IATF utilizando varias modificaciones de Ovsynch en las vacas que no se detectaron en estro. La evaluación de P/IA en la primera IA muestra que la pérdida de la CC durante el período seco tuvo un efecto sustancial ( $P < 0,001$ ) en el rendimiento reproductivo. Por ejemplo, las vacas que obtuvieron CC tuvieron mayor P/IA (41,9% P/IA en el diagnóstico de preñez a los 67 días) en comparación con las vacas con pérdida excesiva de la CC (20,8%; Odds ratio = 0,36), pérdida moderada de la CC (28,3%; OR = 0,55) o ningún cambio en CC (33,1%; OR = 0,68). Los autores concluyeron que “la pérdida de la condición corporal durante el período seco fue un factor predisponente asociado con trastornos de la salud y reducción en el rendimiento productivo y reproductivo en vacas Holstein”.

Concepto	Variación en la CC <sup>1</sup>			Valor de P
	Ganado	Mantenido	Perdido	
n	69	54	122	-
CC a 21 DIM	2,57 ± 0,03 <sup>c</sup>	2,70 ± 0,04 <sup>b</sup>	2,97 ± 0,03 <sup>a</sup>	< 0,01
CC a -7 DIM	2,72 ± 0,04	2,71 ± 0,06	2,71 ± 0,04	0,99
CC a 7 DIM	2,72 ± 0,04	2,71 ± 0,06	2,69 ± 0,04	0,91
CC a 21 DIM	2,90 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,70 ± 0,04 <sup>b</sup>	2,54 ± 0,03 <sup>c</sup>	< 0,01

a/c Los valores dentro de una fila con diferentes letras superíndices difieren en  $P < 0,05$ .

1 Se evaluó la CC de las vacas durante el período de transición (-21 a 21) utilizando una escala de 5 puntos con incrementos de 0.25.

**Tabla 3.** Puntuación de condición corporal (CC; mínimos cuadrados medios ± SEM) en los días -21, -7, 7 y 21, en relación con el parto, para las vacas que perdieron, mantuvieron o ganaron CC durante el período de transición.



# VITROLAB

FERTILIZACIÓN IN VITRO

Medellín, Colombia



## NUESTRA OFERTA

- Producción de embriones In Vitro
- Medios para producción In Vitro
- Venta de genética de carne y leche
- Capacitaciones técnicas
- Asesorías

## NOSOTROS

Personal especializado con más de 15 años de experiencia en la implementación de las Biotecnologías Reproductivas para la producción ganadera.



+57 321 803 7489



Vitrolab.embriones



Vitrolab Embriones



vitrolabgeneral@gmail.com



www.vitrolabembriones.com

Concepto	Variación en la CC <sup>1</sup>			Valor de P
	Ganado	Mantenido	Perdido	
Vacas, % (no./no.)	28 (69/245)	22 (54/245)	50 (122/245)	
Vacas cíclicas a 50 DIM, %	100 <sup>a</sup> (69/69)	94,4 <sup>b</sup> (51/54)	81,1 <sup>c</sup> (99/122)	0,015
Primera ovulación, d	33,9 ± 0,5 <sup>c</sup>	37,9 ± 0,7 <sup>b</sup>	47,1 ± 1,0 <sup>a</sup>	< 0,01
Folículo ovulatorio, mm	18,5 ± 0,5	19,0 ± 0,8	18,4 ± 0,4	0,76
P/IA 32 d, % (no./no.)	53,0 (35/66) <sup>a</sup>	26,9 (14/52) <sup>b</sup>	18,3 (21/115) <sup>b</sup>	< 0,01
P/IA 70 d, % (no./no.)	45,5 (30/66) <sup>a</sup>	25,0 (13/52) <sup>b</sup>	15,7 (18/155) <sup>b</sup>	< 0,01
Pérdida de preñeces, % (no./no.)	14,3 (5/35)	7,1 (1/14)	14,3 (3/21)	0,79

<sup>a/c</sup>Los valores dentro de una fila con diferentes letras superíndices difieren en  $P < 0.05$ .

**Tabla 4. Efecto de los cambios en la condición corporal (CC) durante el período de transición (-21 a 21) en el diámetro del folículo ovulatorio, preñeces por IA (P/IA), pérdida de preñez, días después del parto en la primera ovulación y porcentaje de vacas ciclando a 50 días de producción de leche (DIM) para vacas que perdieron, mantuvieron o ganaron CC.**

## Conclusiones

Parece claro que la evaluación de la CC podría ser un método crítico para evaluar las estrategias de manejo actuales en un establecimiento lechero y como un predictor de futuros problemas de salud y reproducción. Para la investigación revisada en este manuscrito, la CC debe evaluarse en seco, cerca del parto, a los 21 días después del parto y en el momento de la

primera IA. La puntuación de condición corporal (PCC) real en la primera IA es un claro predictor del resultado esperado de la IA, incluso cuando se utilizan excelentes programas para inducir la ciclicidad en las vacas, como *Ovsynch* doble.

También es impresionante que las vacas que están ganando CC tengan una P/IA dramáticamente mejor en comparación con las vacas que pierden PCC, según las mediciones del

cambio de la PCC: **1)** durante el período de parto a 21 días, **2)** durante todo el período de transición (-21 a + 21 d), o **3)** solo durante el período sin lactancia (*seco a parto*). El determinante clave de la pérdida de la CC parece ser que las vacas con CC excesivo tienen una menor probabilidad de ganar CC y tienen la mayor pérdida de la PCC, en promedio.

El exceso de la CC en el periodo sin lactancia o seco parece ser cualquier vaca que tiene una CC > 3,25 [43], mientras que en el parto parece ser cualquier vaca que tenga una CC > 3,0 [30, 42]. La evaluación de la CC en estos momentos clave permitirá un análisis claro de las prácticas de manejo actuales por parte de los productores, veterinarios y profesionales de la nutrición y el desarrollo racional de estrategias para corregir problemas, como la condición corporal excesiva en el período sin lactancia o seco, lo que resultará en mejoras dramáticas en la salud y la reproducción en los rodeos lecheros. <sup>6</sup>

**Bibliografía disponible en: [geneticabovina.fer@gmail.com](mailto:geneticabovina.fer@gmail.com)**



Fotografía cortesía: Hacienda Alabama