

## Tasa de concepción y condición corporal al momento de la inseminación artificial en ganado Holstein en crianza intensiva de un establo de Lima

### Conception rate and body condition score at the time of artificial insemination in intensively reared Holstein cattle in a dairy farm in Lima

Angélica Cabrera O.<sup>1</sup>, Luis Ruiz-García<sup>1</sup>, Lucía Villarreal Y.<sup>1</sup>, Néstor Chagray A.<sup>2</sup>, Alfredo Delgado C.<sup>1</sup>, Rocío Sandoval-Monzón<sup>1\*</sup>

#### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del score de condición corporal (SCC) al momento de la inseminación artificial sobre la tasa de concepción (TC) de vacas Holstein criadas bajo un sistema intensivo. Se evaluaron 1851 inseminaciones de un establo de Lima, Perú. El SCC fue evaluado a través de observación visual en una escala de 1 al 5, formando dos grupos:  $SCC < 3$  y  $SCC \geq 3$ . El diagnóstico de preñez se hizo entre los días 35 y 42 pos-servicio. La TC general (TCG) y a la primera inseminación fue significativamente superior en vacas con  $SCC \geq 3$  que en vacas con  $SCC < 3$  ( $p < 0.01$ ), sin diferencias significativas a la segunda y tercera inseminación. El SCC tuvo un efecto significativo sobre la TC a la primera inseminación en vacas múltiparas ( $p < 0.05$ ), mas no en vacas primíparas. El SCC no tuvo un efecto significativo sobre la TCG ni a la primera inseminación en vacas servidas en épocas de estrés calórico (octubre-junio), en tanto que las vacas inseminadas con  $SCC \geq 3$  durante la época de confort térmico presentaron una mejor TCG y a la primera inseminación que aquellas con  $SCC < 3$  ( $p < 0.05$ ). En conclusión, el SCC al momento de la inseminación artificial tiene un efecto significativo sobre la TC en vacas criadas en un sistema de producción intensivo en Lima.

**Palabras clave:** condición corporal, tasa de concepción, fertilidad, vacas lecheras, paridad, época de servicio

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<sup>2</sup> Escuela Académico Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

<sup>3</sup> E-mail: [rocio.sandoval@unmsm.edu.pe](mailto:rocio.sandoval@unmsm.edu.pe)

Recibido: 28 de abril de 2022

Aceptado para publicación: 20 de noviembre de 2022

Publicado: 22 de diciembre de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

## ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of body condition score (SCC) at the time of artificial insemination on the conception rate (TC) of Holstein cows raised under an intensive system. In total, 1851 inseminations from dairy farm in Lima, Peru were evaluated. The SCC was evaluated through visual observation on a 1-5 scale, forming two groups:  $SCC < 3$  and  $SCC \geq 3$ . The pregnancy diagnosis was made between days 35 and 42 post-service. Overall TC (GTC) and at first insemination were significantly higher in cows with  $SCC \geq 3$  than in cows with  $SCC < 3$  ( $p < 0.01$ ), with no significant differences at the second and third insemination. SCC had a significant effect on TC at first insemination in multiparous cows ( $p < 0.05$ ), but not in primiparous cows. The SCC did not have a significant effect on the GTC or at the first insemination in cows bred in times of heat stress (October-June), while the cows inseminated with  $SCC \geq 3$  during the thermal comfort season presented a better GTC and at the first insemination than those with  $SCC < 3$  ( $p < 0.05$ ). In conclusion, SCC at the time of artificial insemination has a significant effect on TC in cows reared in an intensive production system in Lima.

**Key words:** body condition, conception rate, fertility, dairy cows, parity, season of service

## INTRODUCCIÓN

Los requerimientos nutricionales del feto durante las últimas tres semanas de la gestación se elevan considerablemente, mientras que el consumo de materia seca por parte de la madre disminuye paulatinamente entre 10 a 30% (Esposito *et al.*, 2014). Asimismo, inmediatamente después del parto, los requerimientos nutricionales en la vaca lechera se elevan aún más, porque se requiere mayor cantidad de energía para la producción de leche, involución del útero y el reinicio de la actividad ovárica, originándose en muchos casos un balance energético negativo (BEN) (Andresen, 2001).

La salud de la vaca durante el periodo de transición es decisiva para la producción y el desempeño reproductivo posparto (Wankhade *et al.*, 2017). La alimentación debe cubrir los requerimientos nutricionales para la producción láctea y el mantenimiento de las funciones fisiológicas, incluyendo la reproducción (Kaewlamun *et al.*, 2020). Por otra parte, existe una idea preconcebida con relación al balance energético posparto en

bovinos lecheros que indica que las vacas pierden puntos (score) de condición corporal (SCC) en ese periodo (Carvalho *et al.*, 2014).

El anestro posparto está condicionado por variados factores, los que incluyen una inadecuada nutrición, concretamente un déficit energético (Samarütel *et al.*, 2008). Lüttgenau *et al.* (2016) demostraron que la reducción de la actividad estral y la tasa de servicio en bovinos lecheros posparto se debe a que la disminución del SCC y el aumento en las concentraciones séricas de ácidos grasos no esterificados (AGNEs) elevan los niveles basales de progesterona durante el estro. En el periparto se presenta un grupo ya establecido de alteraciones metabólicas tales como cetosis, hipocalcemia, hígado graso, y enfermedades infecciosas como mastitis y metritis, que afectan desfavorablemente la reproducción y están directa e indirectamente relacionadas con el BEN (Andresen, 2001; Van Saun, 2016). En consecuencia, la pérdida del SCC en la vaca posparto aumenta la probabilidad de presentación de enfermedades y disminuye el desempeño reproductivo y productivo del animal (Zebeli *et al.*, 2015).

La evaluación del SCC es una estimación visual del desarrollo muscular y del contenido de tejido adiposo subcutáneo. Según Bewley y Schutz (2008), esta evaluación ha sido aceptada como el sistema más sencillo para valorar las variaciones en la acumulación de reservas grasas en varias especies, incluyendo el bovino. Las vacas con un buen SCC pueden trasladar sus reservas lipídicas fisiológicas sin tener dificultades de biotransformación y sin que se vea perjudicada su eficiencia reproductiva, pero vacas con un pobre SCC es un indicativo de una excesiva pérdida de peso (Montiel *et al.*, 2019). La revisión realizada por Bastin y Gengler (2013) estipuló que la evaluación del SCC puede tomarse en consideración como una señal de la amplitud y extensión del BEN posparto en los bovinos, por mucho que sea una medida relativa de la proporción de energía acumulada por el animal.

Los estudios sobre SCC y tasa de concepción (TC) en Perú son escasos. Ruiz y Sandoval (2013), en un estudio realizado en Lima, encontraron que las vacas con pobre SCC tuvieron un mayor intervalo parto-concepción que las vacas con buen SCC (132 vs. 118 días). Por el contrario, Castro *et al.* (2018) en otro estudio en Lima no encontró un efecto del SCC sobre el número de inseminaciones requeridas para la concepción. En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del SCC al momento de la inseminación artificial sobre la TC de vacas lecheras bajo producción intensiva en Lima.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales y Lugar de Estudio

El estudio se realizó en un establo lechero comercial de crianza intensiva del departamento de Lima, Perú. Según lo recomendado por Chow *et al.* (2008) se empleó la fórmula para determinar el tamaño muestral para la comparación de dos proporciones en

dos muestras a una sola cola para estimar el tamaño muestral mínimo, donde la probabilidad de detectar al grupo de bovinos expuestos al factor de estudio (tasa de concepción [TC] de las vacas con pobre SCC) es de 27% y la probabilidad de detectar al grupo de bovinos no expuestos al factor de estudio (TC de vacas con buen SCC) es de 35%. En consecuencia, el mínimo tamaño muestral para esta investigación fue de 520 inseminaciones de vacas con pobre SCC y 548 inseminaciones de vacas con buen SCC para contar con un poder de prueba de 80% y un nivel de confianza de 95%. No obstante, se evaluaron los registros de 1851 inseminaciones. Fueron excluidas del estudio las vacas que fueron descartadas antes del diagnóstico de gestación o que fueron servidas después de los 300 días en lactación.

### Score de Condición Corporal (SCC)

El SCC fue evaluado a través de la observación al momento de la inseminación artificial, en una escala de 1 al 5, donde 1 es una vaca emaciada o muy delgada y 5 es una vaca sobre condicionada u obesa, según la escala de Ferguson *et al.* (1994), usando aumentos de 0.25 unidades, formando una gradación de 17 puntos. Los puntos anatómicos que se evaluaron fueron la conformación de la grupa, las tuberosidades isquiática e ileal, los procesos transversales de las vértebras lumbares, los ligamentos coccígeo y sacro, y la columna vertebral. Los datos de las vacas se separaron en dos grupos de acuerdo con el SCC al momento de la inseminación artificial como  $SCC < 3$  y  $SCC \geq 3$ .

### Tasa de Concepción (TC)

Fetrow *et al.* (1990) describen la TC como el porcentaje de vacas que logra preñar luego de realizado el servicio. El diagnóstico de gestación se realizó por el encargado del establo (Médico Veterinario) a través del método de palpación rectal entre los días 35 y 42 posterior a la inseminación artificial (Cebrián *et al.*, 2008). Los datos fueron ad-

quiridos del registro de inseminaciones del estable. La tasa de concepción general (TCG) considera todas las inseminaciones (primera, segunda, etc.) y la TC al primer servicio solo evalúa la concepción en la primera inseminación de la vaca.

### Diseño Observacional

Se realizó un estudio observacional longitudinal con una duración de dos años. Las vacas inseminadas fueron clasificados según el SCC en dos grupos: a)  $SCC < 3$  y b)  $SCC \geq 3$ . Además, se consideraron los factores: número de inseminaciones (primera, segunda y tercera inseminación), paridad (primíparas y múltiparas) y periodo de servicio, el cual consideró una época de confort térmico (julio a setiembre) y una época de estrés calórico (octubre a junio) (Ruiz *et al.*, 2019).

### Análisis de la Información

Se determinó la TCG, así como la TC a primera, segunda y tercera inseminación, considerando la paridad y el periodo de servicio. Asimismo, se analizó el efecto del SCC sobre la TC. Para tal fin se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para comparar la TC entre los dos grupos del SCC. La TC se interpretó como un porcentaje con límites de confianza al 95%. Por otro lado, también se determinó el riesgo relativo y su intervalo de confianza al 95%. El riesgo relativo fue calculado como el cociente de la división de la TC de las vacas expuestas a un factor entre la TC de las vacas expuestas a otro factor, empleándose como grupo de referencia aquel factor que presentó la menor TC. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics 25. Se consideró como significativa una probabilidad menor al 5% para todos los análisis de datos.

## RESULTADOS

Se evaluó la información de 1851 inseminaciones realizadas en 602 vacas durante un intervalo de dos años. Al momento de la inseminación artificial, la edad de las vacas fue de 3.69 años, con 2.43 lactaciones y 143.5 días en leche en promedio. La producción láctea promedio fue de 35.17 kg/d de leche y el SCC promedio fue de 2.89 (rango: 2-4) al momento de la inseminación artificial. Solo hubo tres vacas con condición corporal igual a 2 y dos vacas con condición corporal igual a 4.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del efecto del SCC sobre la TC según el número de inseminaciones. Se observaron diferencias significativas en la TCG, así como en la TC a la primera inseminación ( $p < 0.01$ ) en favor de las vacas con  $SCC \geq 3$ , pero no a nivel de segunda o tercera inseminación. El riesgo relativo, no obstante, de concebir con un mayor nivel de SCC fue mínimo.

El SCC al momento de la inseminación artificial no afectó la TC de las vacas primíparas, mientras que hubo una mayor y significativa TC en las vacas múltiparas con  $SCC \geq 3$  ( $p = 0.01$ ; Cuadro 2). Las vacas múltiparas con buen SCC tuvieron 1.45 veces más probabilidad de preñar en la primera inseminación que las vacas con pobre SCC y múltiples partos. El SCC en la TCG, del mismo modo que para la primera inseminación, no tuvo efecto significativo en el caso de las primíparas, mientras que vacas múltiparas con  $SCC \geq 3$  presentaron una mejor TCG ( $p < 0.05$ ; Cuadro 3).

Al analizar el efecto del SCC sobre la TC bajo estrés calórico a la primera inseminación (Cuadro 4) y con todas las inseminaciones (TCG) (Cuadro 5), no se encontró que el SCC tenga influencia sobre la TC a la primera inseminación; sin embargo,

Cuadro 1. Efecto del score de la condición corporal (SCC) sobre la tasa de concepción según el número de inseminaciones

|                      | SCC      | Inseminaciones (n) | Preñeces (n) | Tasa de concepción (% $\pm$ LC 95%) | Valor p | Riesgo relativo (IC 95%) |
|----------------------|----------|--------------------|--------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| General              | <3       | 949                | 299          | 31.5 $\pm$ 3.0                      | 0.007   | Ref.<br>1.19 (1.1-1.3)   |
|                      | $\geq$ 3 | 902                | 338          | 37.5 $\pm$ 3.2                      |         |                          |
|                      | Total    | 1851               | 637          | 34.4 $\pm$ 2.2                      |         |                          |
| Primera inseminación | <3       | 409                | 112          | 27.4 $\pm$ 4.3                      | 0.004   | Ref.<br>1.37 (1.1-1.6)   |
|                      | $\geq$ 3 | 298                | 112          | 37.6 $\pm$ 5.5                      |         |                          |
|                      | Total    | 707                | 224          | 31.7 $\pm$ 3.4                      |         |                          |
| Segunda inseminación | <3       | 265                | 94           | 35.5 $\pm$ 5.8                      | 0.777   | Ref.<br>1.04 (0.8-1.3)   |
|                      | $\geq$ 3 | 225                | 83           | 36.9 $\pm$ 6.3                      |         |                          |
|                      | Total    | 490                | 177          | 36.1 $\pm$ 4.2                      |         |                          |
| Tercera inseminación | <3       | 149                | 51           | 34.2 $\pm$ 7.6                      | 0.638   | Ref.<br>1.09 (0.8-1.4)   |
|                      | $\geq$ 3 | 166                | 62           | 37.4 $\pm$ 7.4                      |         |                          |
|                      | Total    | 315                | 113          | 35.9 $\pm$ 5.3                      |         |                          |

IC: Intervalo de confianza, LC: Límite de confianza

Cuadro 2. Efecto del score de condición corporal (SCC) sobre la tasa de concepción a la primera inseminación según paridad

|           | SCC      | Inseminaciones (n) | Preñeces (n) | Tasa de concepción (% $\pm$ LC 95%) | Valor p | Riesgo relativo (IC 95%) |
|-----------|----------|--------------------|--------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Primípara | <3       | 123                | 41           | 33.3 $\pm$ 8.3                      | 0.307   | Ref.<br>1.19 (0.9-1.6)   |
|           | $\geq$ 3 | 129                | 51           | 39.5 $\pm$ 8.4                      |         |                          |
|           | Total    | 252                | 92           | 36.5 $\pm$ 5.9                      |         |                          |
| Multípara | <3       | 286                | 71           | 24.8 $\pm$ 5.0                      | 0.010   | Ref.<br>1.45 (1.1-1.9)   |
|           | $\geq$ 3 | 169                | 61           | 36.1 $\pm$ 7.2                      |         |                          |
|           | Total    | 455                | 132          | 29.0 $\pm$ 4.2                      |         |                          |

IC: Intervalo de confianza, LC: Límite de confianza

cuando fueron inseminadas durante el periodo de confort térmico, las vacas con SCC  $\geq$ 3 tuvieron una mejor TC a la primera inseminación que las vacas con SCC <3 ( $p < 0.05$ ); asimismo, estas vacas tuvieron 1.53 veces más probabilidad de quedar preñadas que las

vacas con pobre SCC (Cuadro 4). Por otro lado, vacas inseminadas en periodos de confort térmico con SCC  $\geq$ 3 tuvieron una mejor TCG que las vacas que tenían una SCC <3 al momento de la inseminación artificial ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 5).

Cuadro 3. Efecto del score de condición corporal (SCC) sobre la tasa de concepción global según paridad

|           | SCC      | Inseminaciones (n) | Preñeces (n) | Tasa de concepción (% $\pm$ LC 95%) | Valor P | Riesgo relativo (IC 95%) |
|-----------|----------|--------------------|--------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Primípara | <3       | 263                | 102          | 38.8 $\pm$ 5.9                      | 0.325   | Ref.                     |
|           | $\geq$ 3 | 351                | 150          | 42.7 $\pm$ 5.2                      |         | 1.10 (0.9-1.3)           |
|           | Total    | 614                | 252          | 41.0 $\pm$ 3.9                      |         |                          |
| Múltipara | <3       | 686                | 197          | 28.7 $\pm$ 3.4                      | 0.041   | Ref.                     |
|           | $\geq$ 3 | 551                | 188          | 34.2 $\pm$ 4.0                      |         | 1.19 (1.0-1.4)           |
|           | Total    | 1237               | 385          | 31.1 $\pm$ 2.6                      |         |                          |

IC: Intervalo de confianza, LC: Límite de confianza

Cuadro 4. Efecto del score de condición corporal (SCC) sobre la tasa de concepción a la primera inseminación según la época de servicio (en términos de estrés calórico y confort térmico)

|                 | SCC      | Inseminaciones (n) | Preñeces (n) | Tasa de concepción (% $\pm$ LC 95%) | Valor p | Riesgo relativo (IC 95%) |
|-----------------|----------|--------------------|--------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Estrés calórico | <3       | 279                | 76           | 27.2 $\pm$ 5.2                      | 0.083   | Ref.                     |
|                 | $\geq$ 3 | 187                | 65           | 34.8 $\pm$ 6.8                      |         | 1.28 (1.0-1.6)           |
|                 | Total    | 466                | 141          | 30.3 $\pm$ 4.2                      |         |                          |
| Confort térmico | <3       | 130                | 36           | 27.7 $\pm$ 7.7                      | 0.017   | Ref.                     |
|                 | $\geq$ 3 | 111                | 47           | 42.3 $\pm$ 9.2                      |         | 1.53 (1.2-2.0)           |
|                 | Total    | 241                | 83           | 34.4 $\pm$ 6.0                      |         |                          |

IC: Intervalo de confianza, LC: Límite de confianza

Cuadro 5. Efecto del score de condición corporal (SCC) sobre la tasa de concepción global según la época de servicio (en términos de estrés calórico y confort térmico)

|                 | SCC      | Inseminaciones (n) | Preñeces (n) | Tasa de concepción (% $\pm$ LC 95%) | Valor p | Riesgo relativo (IC 95%) |
|-----------------|----------|--------------------|--------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Estrés calórico | <3       | 715                | 212          | 29.6 $\pm$ 3.4                      | 0.328   | Ref.                     |
|                 | $\geq$ 3 | 594                | 191          | 32.2 $\pm$ 3.8                      |         | 1.08 (0.9-1.2)           |
|                 | Total    | 1309               | 403          | 30.8 $\pm$ 2.5                      |         |                          |
| Confort térmico | <3       | 234                | 87           | 37.2 $\pm$ 6.2                      | 0.014   | Ref.                     |
|                 | $\geq$ 3 | 308                | 147          | 47.7 $\pm$ 5.6                      |         | 1.28 (1.1-1.5)           |
|                 | Total    | 542                | 234          | 43.2 $\pm$ 4.2                      |         |                          |

IC: Intervalo de confianza, LC: Límite de confianza

## DISCUSIÓN

La variabilidad del SCC fue baja debido al manejo uniforme en el establo en estudio, de allí que sólo se formaron dos grupos de distribución para el nivel de SCC. En el presente estudio, las vacas con  $SCC \geq 3$  mostraron mejores TCG y a la primera inseminación que las vacas con  $SCC < 3$ . En este sentido, Montiel *et al.* (2019) demostraron resultados similares, donde vacas de pequeños productores con  $SCC \leq 2.5$  a la primera inseminación y con producción láctea  $> 28$  kg/día tuvieron una TC de 23.9%. Asimismo, Ruiz y Sandoval (2013) reportaron en un establo de Lima que las vacas con  $SCC > 3$  presentaron menos días abiertos. De acuerdo con lo mencionado por Samarütel *et al.* (2008), el nexo entre el nivel de SCC y TC a la primera inseminación podría justificarse porque las vacas con  $SCC < 3$  están soportando adecuadamente el BEN, si se considera que las vacas próximas al parto disminuyen la ingesta de alimento, la recuperación del apetito en el posparto es lenta y los requerimientos de energía para la producción de leche sobrepasan la cantidad ingerida con el alimento (Roche *et al.*, 2018).

Algunos estudios recomiendan considerar los niveles de SCC para realizar un mejoramiento genético del ganado, debido a que se ha demostrado que la fertilidad de las vacas lecheras se mejora indirectamente. El SCC tiene una moderada y positiva correlación con la fertilidad, insinuando que las vacas con superior SCC pueden tener una mayor probabilidad de preñar después de la inseminación artificial. En la investigación realizada por Bastin y Gengler (2013) se demostró una baja heredabilidad del SCC (0.20 a 0.50); sin embargo, el SCC tiende a tener una mayor heredabilidad en la lactación media, lo que sugiere que las divergencias genéticas pueden ser más relevantes una vez que se supere la fase del BEN.

Es posible que la mayor TCG y la TC a la primera inseminación en las vacas inseminadas con una  $SCC \geq 3$  estén asocia-

das a un BEN (Montiel *et al.*, 2019). Ganesella *et al.* (2018) expresan que el BEN también está relacionado con los cambios en los perfiles hormonales y metabólicos sanguíneos que se producen en el periodo de transición. Lüttgenau *et al.* (2016), al evaluar la fertilidad de vacas Holstein y su asociación con el SCC, encontraron que las elevadas concentraciones de AGNEs hasta el día 42 posparto se relacionaban con una menor oportunidad de servir a una vaca. Rodríguez *et al.* (2020) indicaron que las vacas con un SCC de 3 presentan un incremento en la movilización grasa que modifica la respuesta inflamatoria y el estrés oxidativo en el posparto temprano, pero no perjudica la fertilidad ni el estado sanitario.

Un hallazgo importante fue que el SCC afectaba significativamente la TC en vacas multíparas, pero no en primíparas. Wathes *et al.* (2007) al estudiar los perfiles metabólico y endocrino de vacas encontraron intervalos parto-concepción más extensos, así como un mayor nivel de leptina, menores concentraciones de AGNEs y factor de crecimiento tipo insulina 1 preparto, un pico superior de producción láctea y una mayor pérdida del SCC en vacas multíparas que en vacas primíparas. Así también, Furken *et al.* (2015) mencionan que las vacas de primer parto tienen una mayor posibilidad de disminuir su SCC antes del parto, mientras que las vacas con múltiples partos tienen una mayor oportunidad de disminuir su SCC posparto, tener un intervalo parto-concepción más prolongado y una mayor producción láctea que las primíparas. Una producción láctea más prominente crea la posibilidad de un BEN más severo, incrementando las concentraciones de cuerpos cetónicos, alterando la función inmune y creando un retraso en la reactivación de la función reproductiva (Roche *et al.*, 2018).

Otro hallazgo significativo fue que las vacas inseminadas en periodos de confort térmico con mayor SCC tuvieron una mejor TCG y una TC a la primera inseminación. Distintos estudios han vinculado el estrés ca-

lórico con una reducción de la fertilidad en los animales lecheros (Rodríguez *et al.*, 2005; Domínguez, 2008; Contreras, 2009). Los resultados del presente trabajo concuerdan con los resultados de Ruiz *et al.* (2019), encontrándose una menor TC en la época de estrés calórico (octubre a junio) en comparación con el período de confort térmico (julio a setiembre). Cuando las vacas están bajo los efectos del estrés calórico disminuyen su TC, en parte debido a mayores niveles de proteínas de shock térmico y cortisol (Nanas *et al.*, 2020).

En las últimas décadas ha aumentado la atención hacia el manejo y la evaluación del SCC para establecer la futura eficiencia productiva posparto de los bovinos lecheros con relación a los problemas reproductivos vigentes en estos animales, las consecuencias financieras del BEN, el establecimiento del bienestar animal y la rentabilidad total de la crianza (Carvalho *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2020). La evaluación del SCC, especialmente durante el periodo periparto, y las variaciones del SCC durante el inicio de la lactación están relacionados con la sanidad y reproducción de las vacas lecheras (Montiel *et al.*, 2019). Aunque es de esperar una pérdida de SCC durante la lactación temprana, se requiere la búsqueda de estrategias tendientes a minimizar tales pérdidas. De otra parte, las divergencias genéticas en la aptitud de las vacas lecheras para movilizar las reservas corporales de energía pueden atraer la atención para la integración de la evaluación del SCC en las evaluaciones genéticas (Bewley y Schutz, 2008).

#### CONCLUSIONES

- El nivel del score de condición corporal en el momento de la inseminación artificial tiene un efecto significativo sobre la tasa de concepción en los bovinos lecheros de producción intensiva en Lima.
- Los bovinos con buena condición corporal  $\geq 3$  expresan una mejor tasa de concepción general y a la primera inseminación que los animales con baja condición corporal ( $< 3$ ).

- El grado del score de condición corporal impacta significativamente en la tasa de concepción general y de concepción a la primera inseminación en las vacas multíparas, mas no así en las vacas primíparas.
- Las vacas con mayor condición corporal ( $\geq 3$ ) inseminadas en periodos de confort térmico tienen una superior tasa de concepción general y a la primera inseminación.

#### Agradecimientos

Al establo lechero y su personal técnico y profesional que continuamente colaboran en el desarrollo de la ganadería, permitiendo la realización de este trabajo de investigación.

#### LITERATURA CITADA

1. **Andresen H. 2001.** Vacas secas y en transición. *Rev Inv Vet Perú* 12: 36-48. doi: 10.15381/rivep.v12i2.1632
2. **Bastin C, Gengler N. 2013.** Genetics of body condition score as an indicator of dairy cattle fertility. A review. *Biotechnol Agron Soc Environ* 17: 64-75.
3. **Bewley JM, Schutz MM. 2008.** Review: an interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *Prof Anim Sci* 24: 507-529. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30901-3
4. **Carvalho PD, Souza AH, Amundson MC, Hackbart KS, Fuenzalida MJ, Herlihy MM, Ayres H, et al. 2014.** Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 97: 3666-3683. doi: 10.3168/jds.2013-7809
5. **Castro DJ, García MEC, Rodríguez G, Ruiz E. 2018.** Condición corporal y su relación con la producción de leche y el número de servicios por preñez en vacas Holstein. *An Cient UNALM* 79: 473-476. doi: 10.21704/ac.v79i2.1258



6. **Cebrián L, Pastor J, Ramos J, Ferrer L. 2008.** La exploración clínica del ganado vacuno. 2ª ed. Zaragoza: Servet. 461 p.
7. **Chow S, Shao J, Wang H. 2008.** Sample size calculations in clinical research. Chapman & Hall/CRC. 510 p.
8. **Contreras M. 2009.** Efecto del estrés calórico sobre la producción en un establo lechero de la zona de Trujillo. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 26 p.
9. **Domínguez C. 2008.** Efectos del estrés calórico en vacas lecheras de Lima. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 37 p.
10. **Esposito G, Irons PC, Webb EC, Chapwanya A. 2014.** Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Anim Reprod Sci* 144: 60-71. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.11.007
11. **Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994.** Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J Dairy Sci* 77: 2695-2703. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X
12. **Fetrow J, McClary D, Harman R, Butcher K, Weaver L, Studer E, Ehrlich J, et al. 1990.** Calculating selected reproductive indices: recommendations of the American Association of Bovine Practitioners. *J Dairy Sci* 73: 78-90. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78649-3
13. **Furken C, Nakao T, Hoedemaker M. 2015.** Energy balance in transition cows and its association with health, reproduction and milk production. *Tierärztl Prax* 43: 341-349. doi: 10.15653/TPG-150371
14. **Gianesella M, Perillo L, Fiore E, Giudice E, Zumbo A, Morgante M, Piccione G. 2018.** Transition period in healthy and diseased dairy cows: evaluation of metabolic modifications. *Large Anim Rev* 24: 107-111.
15. **Kaewlamun W, Grimard B, Duvaux-Ponter C, Ponter AA. 2020.** Kick-starting ovarian cyclicity by using dietary glucogenic precursors in post-partum dairy cows: a review. *Int J Vet Sci Med* 8: 39-48. doi: 10.1080/23144599.2020.1773188
16. **Lüttgenau J, Purschke S, Tsousis G, Bruckmaier RM, Bollwein H. 2016.** Body condition loss and increased serum levels of nonesterified fatty acids enhance progesterone levels at estrus and reduce estrous activity and insemination rates in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 85: 656-663. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.10.003
17. **Montiel LJ, Ruiz FJ, Mellado M, Estrada E, Gómez S, Elton JE, Vera HR. 2019.** Body condition score and milk production on conception rate of cows under a small-scale dairy system. *Animals* 9: 800. doi: 10.3390/ani9100800
18. **Nanas I, Chouzouris TM, Dadouli K, Dovolou E, Stamperna K, Barbagiani M, Valasi I, et al. 2020.** A study on stress response and fertility parameters in phenotypically thermotolerant and thermosensitive dairy cows during summer heat stress. *Reprod Domest Anim* 12: 1774-1783. doi: 10.1111/rda.13840
19. **Roche JR, Burke CR, Crookenden MA, Heiser A, Loor JL, Meier S, Mitchell MD, Phyn CVC, Turner S-A. 2018.** Fertility and the transition dairy cow. *Reprod Fert Develop* 30: 85-100. doi: 10.1071/RD17412
20. **Rodríguez A, Mellado R, Bustamante H. 2020.** Prepartum fat mobilization in dairy cows with equal body condition and its impact on health, behavior, milk production and fertility during lactation. *Animals* 10: 1478. doi: 10.3390/ani10091478
21. **Rodríguez L, Ara M, Huamán H, Echevarría L. 2005.** Modelos de ajuste para curvas de lactación de vacas en crianza intensiva en la cuenca de Lima. *Rev Inv Vet Perú* 16: 1-12. doi: 10.15381/rivep.v16i1.1517

22. **Ruiz LF, Carcelén F, Sandoval R. 2019.** Evaluación de los indicadores de estrés calórico en las principales localidades de lechería intensiva del departamento de Lima, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 30: 88-98. doi: 10.15381/rivep.v30i1.-15694
23. **Ruiz LF, Sandoval R. 2013.** Efecto de la endometritis en el desempeño reproductivo de las vacas lecheras. *Spermova* 3: 75-76.
24. **Samarütel J, Ling K, Waldmann A, Jaakson H, Kaart T, Leesmäe A. 2008.** Field trial on progesterone cycles, metabolic profiles, body condition score and their relation to fertility in Estonian Holstein dairy cows. *Reprod Domest Anim* 43: 457-463. doi: 10.1111/j.1439-0531.2007.00935.x
25. **Van Saun RJ. 2016.** Indicators of dairy cow transition risks: metabolic profiling revisited. *Tierarztl Prax G N* 44: 118-126. doi: 10.15653/TPG-150947
26. **Wankhade PR, Manimaran A, Kumaresan A, Jeyakumar S, Ramesha KP, Sejian V, Rajendran D, et al. 2017.** Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: a review. *Vet World* 10: 1367-1377. doi: 10.14202/vetworld.2017.1367-1377
27. **Wathes DC, Bourne N, Cheng Z, Mann GE, Taylor VJ, Coffey MP. 2007.** Multiple correlation analyses of metabolic and endocrine profiles with fertility in primiparous and multiparous cows. *J Dairy Sci* 90: 1310-1325. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71619-3
28. **Zebeli Q, Ghareeb K, Humer E, Metzler-Zebeli BU, Besenfelder U. 2015.** Nutrition, rumen health and inflammation in the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. *Res Vet Sci* 103: 126-136. doi: 10.1016/j.rvsc.2015.09.020