

# **EFFECTO DEL PESO Y CONDICIÓN CORPORAL EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y LA LECHERA DE NOVILLAS 5/8 HOLSTEIN X 3/8 BRAHMAN**

## ***EFFECT OF WEIGHT AND BODY CONDITION ON REPRODUCTIVE AND DAIRY EFFICIENCY OF 5/8 HOLSTEIN X 3/8 BRAHMAN HEIFERS***

Dra. Maricela Lilibet Zambrano<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9613-4883>. Correo: [mzambrano6486@utm.edu.ec](mailto:mzambrano6486@utm.edu.ec)

Dr. Rodolfo Pedroso Sosa. Dr, Cs<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6789-2654>. Correo: [taimyrodon@gmail.com](mailto:taimyrodon@gmail.com)

Dra. Felicia Roller Gutiérrez, PhD<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5287-1268>. Correo: [r61@gmail.com](mailto:r61@gmail.com)

Dr. Junior German Campozano Zambrano, Mgs.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1858-6179>. Correo: [juniorger1997@hotmail.com](mailto:juniorger1997@hotmail.com)

\* Autor para correspondencia: [mzambrano6486@utm.edu.ec](mailto:mzambrano6486@utm.edu.ec)

### **Resumen**

Se realizaron dos experimentos con el objetivo de evaluar el efecto del peso y la condición corporal sobre la eficiencia reproductiva y la producción láctea de novillas 5/8 Holstein x 3/8 Brahman. En el experimento # 1, se utilizó la información de los registros reproductivos y productivos de 10.241 novillas y la producción láctea de 4095 vacas en su primera lactancia. En el experimento # 2 se emplearon 594 novillas bajo un programa de inseminación artificial mediante inducción y sincronización del celo e inseminación artificial a tiempo fijo. Se evaluó la función ovárica mediante examen ginecológico y determinación de progesterona en

sangre mediante radioinmunoanálisis. De acuerdo con los resultados del experimento # 1, el 83 % de las novillas durante el período pre-servicio mostraron una ganancia de peso vivo inferior a 0.450 kg/día, asociada con un peor desempeño reproductivo y una menor producción de leche en la primera lactancia ( $p < 0.05$ ). En el experimento #2, se observó que las pérdidas de condición corporal aumentan la incidencia de anestro a partir de las ocho semanas de incorporación al programa de inseminación. Las novillas con condición corporal menor a 2,5 puntos presentaron una baja actividad reproductiva. En conclusión, durante el periodo de desarrollo se requieren ganancias de peso vivo superiores a 0,450 kg/día, debido a su relación con una mayor eficiencia reproductiva y productiva en este genotipo.

**Palabras clave:** novillas; crecimiento; reproducción; producción

### Abstract

*Two experiments were conducted to evaluate the effect of body weight and body condition on reproductive efficiency and milk production in 5/8 Holstein × 3/8 Brahman heifers. In Experiment 1, reproductive and productive records from 10,241 heifers and milk production data from 4,095 cows in their first lactation were analysed. In Experiment 2, 594 heifers were included in an artificial insemination programme involving oestrus induction and synchronisation followed by fixed-time artificial insemination. Ovarian function was evaluated through gynecological examination and determination of blood progesterone concentrations by radioimmunoassay. According to the results of Experiment 1, 83% of the heifers during the pre-service period showed a live weight gain of less than 0.450 kg/day, which was associated with poorer reproductive performance and lower milk production in the first lactation ( $p < 0.05$ ). In Experiment 2, losses in body condition were observed to increase the incidence of anoestrus from the eighth week after entry into the insemination programme. Heifers with a body condition score lower than 2.5 exhibited low reproductive activity. In conclusion, during the development period, live weight gains exceeding 0.450 kg/day are required, as they are associated with greater reproductive and productive efficiency in this genotype.*

**Keywords:** heifers; growth; reproduction

**Fecha de recibido:** 12/01/2026

**Fecha de aceptado:** 17/03/2026

**Fecha de publicado:** 20/04/2026

### Introducción

En el trópico, la crianza de las novillas de reemplazo es la etapa crítica en la producción del ganado vacuno, debido a las bajas ganancias de peso que experimentan los animales en el período posterior al destete y el consiguiente retardo en los procesos de crecimiento y madurez fisiológica (Faure y Morales, 2003; Maquivar y Galina, 2010).

La capacidad de las novillas para alcanzar la pubertad, concebir oportunamente, mantener la gestación hasta término y presentar un parto y un período de lactancia normales representa un componente fundamental para la eficiencia reproductiva y productiva en los sistemas pecuarios (Velásquez et al. 2008). Por consiguiente, el principal objetivo de cada productor es la crianza de las novillas destinadas a la producción de leche con adecuada salud, crecimiento individual y buena fertilidad (Brickell y Wathes, 2011).

La literatura sobre la crianza de hembras de reemplazo en varios países desarrollados reporta que entre el 7 % y el 16 % de las novillas son descartadas antes de su primer parto secundaria a su baja fertilidad (Hultgren et al., 2008; Brickell et al., 2009). En diversas regiones tropicales, un elevado número de novillas permanece improductivo durante períodos prolongados, lo que afecta negativamente la eficiencia reproductiva y productiva de los sistemas pecuarios. Este problema ocasiona un incremento sustancial del costo de la crianza y es un factor que limita severamente el potencial de reemplazo, aumenta el intervalo entre generaciones, disminuye la intensidad de selección y ocasiona una significativa reducción del potencial del mejoramiento genético.

Durante la última década, diversos estudios han demostrado el valor del estado de la condición corporal (ECC) como indicador de las reservas corporales de grasa y del balance energético en el ganado, así como su importancia para optimizar la productividad (Roche et al., 2015; Sing et al., 2015).

En todo sistema de producción los animales pasan por períodos prolongados de pérdida y recuperación de peso especialmente durante el desarrollo de la lactancia y la preñez, estas modificaciones del ECC, se han correlacionado con la productividad y salud animal (Akbar et al., 2015), la fertilidad (Jones et al., 2019), la eficiencia de las biotecnologías de la reproducción (López et al., 1996; Leroy et al., 2016; Baruselli et al., 2017). Las variaciones en la condición corporal tras la incorporación de las novillas a la reproducción han sido ampliamente estudiadas, evidenciando su relación con el desempeño reproductivo y con la respuesta a las tecnologías de reproducción asistida (Lacerda et al., 2018; Erbite et al., 2018; Mercante et al., 2022).

En novillas bajo condiciones de consumo restringido de alimentos, se produce una disminución en el ECC, que se asocia con el aumento de la incidencia de anestro y repeticiones de los servicios de inseminación artificial y ello es ostensible entre las 10 a 24 semanas, con un ECC inferior a 2.5 puntos en escala de 1 a 5 puntos y pérdidas del peso vivo entre un 17 % al 26% en hembras con un peso inicial de 275 a 300 kg. En estas condiciones, para reiniciar la actividad ovárica y la formación del cuerpo lúteo, las novillas necesitaron recuperar entre el 85-100% de su peso es necesario aumentar los requerimientos hasta un 160% y esperar no menos de 20 semanas (inicial (Low et al., 1988; Richard et al., 1989) para lograr la recuperación de los animales (Rhodes et al., 1995)).

El efecto de un bajo estado de condición corporal (ECC) sobre la eficiencia de las tecnologías de reproducción asistida ha sido ampliamente documentado. Diversos estudios han señalado que una condición corporal deficiente reduce la eficiencia de los programas de inseminación artificial, tanto en celo espontáneo como sincronizado (Baruselli et al., 2017; Yanes-Ávalos et al., 2021). Este fenómeno se ha asociado con una mayor incidencia de anestro previo al servicio y con alteraciones en la dinámica ovárica, entre las que se incluyen la disminución del tamaño del folículo dominante, un menor desarrollo del cuerpo lúteo y una reducción de la capacidad de producir progesterona. Estas alteraciones, a su vez, se relacionan con una menor calidad, viabilidad y capacidad de desarrollo embrionario (López et al., 1996; De Bie, 2017).

Además, se ha sugerido que estos procesos fisiológicos pueden estar vinculados con una menor expresión de receptores hormonales (Xu et al., 1996) y cambios en la expresión de genes asociados con la competencia del ovario, el embrión y el útero (Roth et al., 2015; Zhao et al., 2016; Ribeiro et al., 2018).

Actualmente, resulta relevante comprender cómo se manifiestan estos eventos fisiopatológicos en hembras bovinas mestizas *Bos indicus* × *Bos taurus* criadas en sistemas de pastoreo bajo las condiciones climáticas del trópico. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la ganancia diaria de peso vivo durante el período de desarrollo sobre el desempeño reproductivo, la producción de leche acumulada en la primera lactancia y el estado de la condición corporal, así como su influencia en la respuesta al tratamiento de sincronización del celo e inseminación artificial a tiempo fijo en novillas Holstein × Brahman criadas en el trópico húmedo.

## Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos con un enfoque cuantitativo de tipo experimental y diseño transversal, con el objetivo de determinar el efecto del peso vivo durante el periodo comprendido entre el destete y la incorporación a la reproducción sobre el desempeño reproductivo y la producción de leche en la primera lactancia. Asimismo, se evaluó el impacto del estado de la condición corporal (ECC) previo al servicio sobre la eficiencia de las tecnologías de reproducción asistida en novillas Holstein × Brahman criadas en sistemas de pastoreo.

### Localización, animales y sistema de producción

La investigación se realizó en una empresa genética ubicada en la región occidental de Cuba. En el estudio se utilizaron hembras bovinas mestizas 5/8 Holstein × 3/8 Brahman. Las hembras procedían de un sistema de cría artificial, con destete a los siete días de edad, y posteriormente fueron manejadas bajo un sistema de pastoreo rotacional sobre pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), con suministro adicional de forraje de King Grass (*Pennisetum purpureum*). Los animales recibieron suplementación con forraje, concentrado (13 % de proteína bruta), sales minerales y agua a voluntad, bajo las condiciones climáticas del trópico húmedo. Todos los animales se encontraban libres de enfermedades infectocontagiosas y estaban sometidos a un estricto programa de control sanitario y vigilancia veterinaria por el Instituto de Medicina Veterinaria del Ministerio de la Agricultura.

**Experimento # 1.** Efecto de la ganancia de peso durante el desarrollo e incorporación a la reproducción en el desempeño reproductivo y la producción de leche en la primera lactancia.

Para la realización de este estudio se utilizaron los registros productivos y reproductivos de 10 241 novillas. Además, se analizaron los datos de producción láctea acumulada en la primera lactancia de 4 095 vacas provenientes del mismo grupo de estudio.

### Registros

En cada hembra objeto de estudio se registró la edad, el peso vivo y se estimó la ganancia media diaria (kg) acumulada desde el destete hasta su incorporación a la reproducción; edad a la gestación, primer parto, período entre partos y producción de leche acumulada en la primera lactancia (305 días) .

**Experimento # 2.** Efecto del estado de la condición corporal pre-servicio en el estado de la función ovárica y respuesta al tratamiento de sincronización del celo con protocolo convencional de progesterona y gonadotropina coriónica equina (eCG)

La investigación se llevó a cabo durante un período de seis meses (noviembre–abril). En el estudio se utilizaron 594 novillas con edades comprendidas entre 26 y 28 meses y un peso vivo inicial entre 350 y 380 kg. Estos animales estaban mantenidos en sistema de pastoreo rotacional de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), 4 UA/ha con período de descanso de los cuarterones de 56 días, sin fertilización y sin riego con suministro de forraje de King Grass (*Pennisetum purpureum*), 45 kg diario y suplementadas con 2. 5 kg de concentrados (13 % de Bruta) y 80 g de sal mineral completa y agua a voluntad en las condiciones climáticas del trópico húmedo. En estos animales se evaluó todos los meses el ECC mediante el método de Mulvany (1981), el estado de la función ovárica previo al tratamiento de sincronización del celo y después de efectuada la inseminación se realizó a través del siguiente procedimiento:

Antes de iniciar los experimentos los animales fueron sometidos a exámenes clínicos ginecológicos por observación vaginal con espejuelo y palpación rectal en dos ocasiones con un intervalo  $9 \pm 1$  días y se tomaron muestras de sangre con el objetivo de Determinar los niveles de Progesterona y con este fin, se tomaron muestras de sangre por punción de la vena yugular y en la sangre a las cuales se les retiró el coágulo dos horas más tarde y fueron centrifugadas a 1500 rpm durante 20 minutos. El suero sanguíneo fue conservado a  $-20$  °C hasta el análisis hormonal. La concentración de progesterona se determinó sin extracción previa mediante un radioinmunoanálisis validado en fase sólida en tubo, donado por la FAO/IAEA. El ensayo presentó una sensibilidad de 0,9 nmol/L, con coeficientes de variación intra-ensayo e inter-ensayo de 6 % y 12,3 %, respectivamente.

Las determinaciones se realizaron en cumplimiento de las Buenas Prácticas de Laboratorio (NC 26-212) y del sistema internacional de control de calidad de la FAO/IAEA. La interpretación de los niveles de progesterona se realizó de acuerdo con lo descrito por García et al. (2013).

Posteriormente, se procedió a tomar como base los criterios de este examen y se clasificaron los animales de acuerdo con el estado funcional del ovario y del útero siguiendo los criterios citados por Zemjanis (1970) y Wiltbank et al. (2002):

1. Ovarios con consistencia sólido-elástica, con presencia de folículos entre  $>10$  y  $<25$  mm, ausencia de cuerpos lúteos, concentraciones de progesterona (P4) inferiores a 3.18 nmol/L y elevado tono uterino.
2. Ovarios con consistencia resistente, sin detección de estructuras ováricas, concentraciones de progesterona (P4) inferiores a 1.59 nmol/L y útero flácido.
3. Ovarios con consistencia sólido-elástica, con presencia de estructuras ováricas, incluyendo folículos y cuerpos lúteos, y concentraciones de progesterona (P4) superiores a 3.18 nmol/L en al menos uno de los exámenes clínicos (sangre) con ligero tono uterino.

Los animales incluidos en los grupos 1 y 2 se consideraron en estado de anestro, mientras que los clasificados en el grupo 3 se consideraron cíclicos.

La sincronización del celo se realizó mediante un protocolo convencional que combinó progesterona y la gonadotropina coriónica equina (eCG). El protocolo consistió en la administración intramuscular de

progesterona en dosis de 60, 90 y 90 mg, con un intervalo de 48 horas entre cada tratamiento, seguida, 48 horas después, de una dosis de 500 UI de eCG. Las novillas fueron inseminadas a tiempo fijo mediante doble servicio a las 48 y 56 horas posteriores a la finalización del tratamiento con eCG. En este programa se excluyeron todas las hembras que presentaban cuerpo lúteo activo, determinado mediante el examen ginecológico previo.

Las inseminaciones se realizaron con semen congelado en pellet de un toro de fertilidad probada, aplicado por un técnico con más de 15 años de experiencia profesional. En estas hembras, el esquema de toma de muestras sanguíneas para determinar la ocurrencia de celo, la ovulación y la función del cuerpo lúteo fue el siguiente: la primera muestra se tomó el día del servicio (día 0), la segunda entre los días 10 y 12 post-servicio, y la tercera entre los días 22 y 24 post-servicio.

El diagnóstico confirmatorio de preñez se realizó mediante palpación rectal a los 60–70 días posteriores al servicio. La interpretación de los resultados de progesterona se realizó mediante un protocolo estandarizado presentado en la Tabla 1 (García et al., 2013).

### Análisis estadístico

Los datos del Experimento 1 se analizaron mediante un modelo lineal generalizado (GLM), utilizando como variables independientes el peso vivo y la ganancia media acumulada, y como variables dependientes la edad a la incorporación, la edad al parto, el intervalo entre partos y la producción de leche acumulada en la primera lactancia (305 días). Además, se realizaron análisis de comparación entre las proporciones y las correlaciones múltiples para evaluar el efecto de los cambios en el estado de la condición corporal y en la función ovárica.

El efecto del estado de la condición corporal (ECC) sobre la eficiencia del programa de reproducción asistida se evaluó mediante la prueba de Chi-cuadrado. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el programa SYSTAT versión 6.06 para Windows (1996).

## Resultados y discusión

**Experimento # 1.** Relación de la ganancia de peso durante el desarrollo e incorporación a la reproducción en el desempeño reproductivo y producción de leche en la primera lactancia.

En las Tablas 1 y 2 se presenta la relación entre el peso vivo y la ganancia media diaria acumulada (kg) durante el periodo de desarrollo, la edad y el desempeño reproductivo de las novillas posteriores a la incorporación a la reproducción y después del primer parto, así como la producción de leche acumulada en la primera lactancia.

De acuerdo con los resultados, el 83 % de las novillas evaluadas durante los años de estudio presentó una ganancia media diaria acumulada inferior a 0,450 kg durante su desarrollo, lo cual se asoció con un retraso significativo en la edad al primer servicio, al parto y en el intervalo entre partos ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 1.** Efecto de la ganancia de peso vivo durante el desarrollo en el desempeño reproductivo de novillas 5/8 Holstein x 3/8 Brahman criadas en pastoreo en el trópico húmedo (N = 10,241).

PV(Kg)	GMD (kg)	EI (meses)	EP (meses)	IPP (meses)
334.0 ± 4.03 a	0.480± 0.060 <sup>a</sup>	22.00 ± 2.50 a	33.10 ± 3.50 <sup>a</sup>	11.10± 0.95 a
325.0 ± 5.04b	0.410± .030b	26.0 ± 1.23b	38.80 ± 3.30b	12.15 ± 0.80b

298.0 ± 5.03c	0.310 ± 0.040c	33.4 ± 2.80c	45.2 0 ± 2.15 c	14.4 ± 1.90 c
---------------	----------------	--------------	-----------------	---------------

Leyenda: Letras diferentes por columnas difieren entre sí  $p < 0.05$ . Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio.  
 PV= peso vivo; GMD = ganancia media de peso acumulada; EI = edad a la incorporación; EP = edad al parto; IPP = intervalo entre partos

**Tabla 2.** Influencia de la ganancia diaria de peso vivo durante el desarrollo en la producción de leche acumulada (kg) en la primera lactancia de vacas mestizas 5/8 Holstein x 3/8 Brahman criadas en pastoreo en el trópico húmedo (N= 4090)

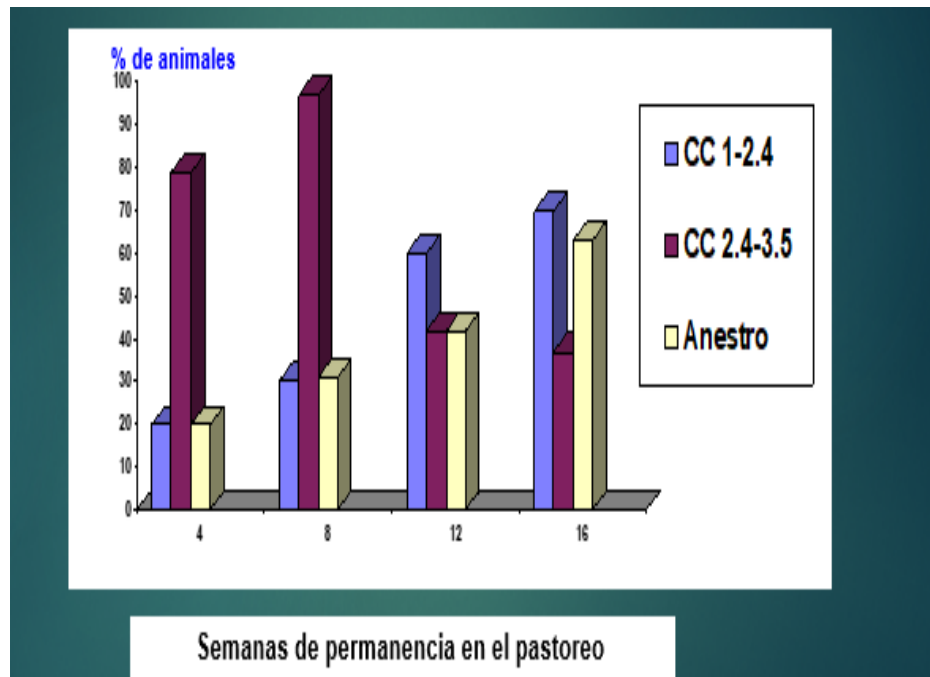
N	GDP (kg)	Leche total (kg/305d) de lactancia	ES
1664	0. 250 - 0. 350	1524 <sup>a</sup>	24.9
496	0. 351- 0. 450	1893b	44.5
1281	0. 451- 0. 550	2284c	27.5
704	0. 551- 0. 650	2562c	43.7

Leyenda : líneas diferentes difieren entre sí  $p < 0.05$ . Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio.  
 GDP= ganancia de peso diaria (kg)

Uno de los aspectos de mayor interés en esta investigación fue la relación entre la ganancia media de peso vivo acumulada durante el período de desarrollo y los niveles de producción de leche en la primera lactancia. Según estos datos, si la ganancia media diaria es inferior a 0. 450 kg. Durante el desarrollo existió una disminución significativa en la producción de leche acumulada en la primera lactancia ( $p < 0,05$ ), con una reducción entre el 18 % y el 34 % (Tabla 2).

**Experimento # 2.** Relación entre estado de la condición corporal pre-servicio en el estado de la función ovárica y respuesta al tratamiento de sincronización del celo con protocolo convencional de progesterona y gonadotropina coriónica de yegua gestante (eCG)

Durante el desarrollo del estudio se observó que, durante el periodo de menor disponibilidad de pasturas, existió una relación negativa entre el estado de la condición corporal y la incidencia de hembras en anestro, con un coeficiente de correlación de  $r = -0,56$ . Además, a partir de las 12 semanas posteriores a la incorporación a la reproducción se registró un incremento significativo en el porcentaje de hembras en anestro ( $p < 0,05$ ) (Figura 1).



**Figura 1.** Relación entre los cambios en el estado de la condición corporal y la frecuencia de anestro pre-servicio en novillas Holstein 5/8 × 3/8 Brahman durante el periodo de baja disponibilidad de pastos.

**Fuente:** elaboración propia a partir de los datos del presente estudio.

La respuesta al protocolo convencional de sincronización del celo, que combinó progesterona y la gonadotropina coriónica equina (eCG), se presenta en la Tabla 3. De acuerdo con los datos mostrados, las novillas con un estado de condición corporal bajo exhibieron un menor número de hembras en celo, menor actividad ovárica y una tasa de concepción posterior al tratamiento significativamente inferior en comparación con aquellas con un ECC alto ( $p < 0,05$ ).

**Tabla. 3.** Efecto del estado de la condición corporal en la respuesta al tratamiento de sincronización del celo mediante protocolo convencional de progesterona y gonadotropina coriónica de yegua gestante (eCG) en novillas 5/8 Holstein x 3/8 Brahman en el trópico húmedo

Variables	ECC (1-2)	ECC (2.5-3.5)	Totales
Número de novillas	191	403	594
Novillas cíclicas antes del tratamiento (%)	42.8 a	60.2 b	58,1
Novillas en celo posterior al tratamiento (%)	87.0	79.0	62.1
Novillas que ovularon posterior al tratamiento (%)	27.0 a	72.4b	80.4
Concepción (%)	8.3 <sup>a</sup>	41.3b	30.4

Leyenda: Letras diferentes por línea difieren entre sí  $p < 0.05$ . Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio.

## Discusión

**Experimento #1.** Relación de la ganancia de peso durante el desarrollo e incorporación a la reproducción en el desempeño reproductivo y la producción de leche en la primera lactancia.

En las condiciones de producción del ganado bovino en el trópico, la alimentación se basa principalmente en pastos y forrajes, cuyos rendimientos y la calidad presentan una marcada estacionalidad (Cruz et al., 2011; Villalobos et al., 2014; Peralta et al., 2022). Esta característica puede generar deficiencias significativas en la disponibilidad de pasturas, constituyendo una causa importante de desnutrición antes y después de la pubertad, así como durante la incorporación de las hembras a los programas de reproducción. Dichas limitaciones nutricionales pueden afectar negativamente el desempeño reproductivo (Chagas et al., 2006) y el potencial de producción láctea durante la lactancia (Zanton y Heinrichs, 2005; Brickell et al., 2009; Archbold et al., 2012).

Diversos estudios realizados en climas templados han demostrado que las hembras en desarrollo sometidas a dietas que proporcionan niveles de ganancia diaria de 0,600 a 0,800 kg presentan un adelanto en la pubertad sin comprometer la producción ni la calidad de la leche durante la primera lactancia (MacDonald et al., 2005; Hayes et al., 2021). Esta tasa de crecimiento permite alcanzar el primer celo con aproximadamente el 65 % del peso adulto, dependiendo del potencial genético, la estación del parto y la tasa de crecimiento posterior al destete.

Posteriormente, se considera que las novillas preñadas deben alcanzar aproximadamente el 85 % de su peso adulto al momento del parto, dado que entre el 70 % y el 75 % del desarrollo fetal ocurre durante el último trimestre de gestación (Martínez, MacDonald et al., 2005; Daniels et al., 2009). Sin embargo, los datos obtenidos de los sistemas de alimentación evaluados en la ganadería vacuna de la región objeto de estudio indican que solo el 45 % de las novillas alcanza una ganancia media diaria superior a 0,500 kg (Zamora et al., 2000; Mejías et al., 2003).

Estos resultados sugieren que la optimización de los sistemas de alimentación representa una oportunidad para mejorar el desempeño reproductivo y alcanzar un mayor nivel productivo en este genotipo bajo las condiciones climáticas del trópico.

**Experimento # 2.** Relación entre estado de la condición corporal pre-servicio en el estado de la función ovárica y respuesta al tratamiento de sincronización del celo con protocolo convencional de progesterona y gonadotropina coriónica de yegua gestante (eCG)

Diversos estudios han evaluado el impacto de las pérdidas de peso vivo sobre la incidencia de anestro en novillas (Rhodes et al., 1995; Faure y Morales, 2003). Estos autores afirmaron que este fenómeno estaba provocado por fallos de la respuesta del eje hipotálamo-Hipófisis -Ovario de las hembras bovinas sometidas a un estado de sub alimentación por períodos prolongados con disminución del 20 % al 23 % del peso vivo que mostraban al arribo de la pubertad ocasionando en primer lugar un retardo del arribo a la pubertad y en segundo lugar, en las novillas incorporadas a la reproducción puede provocar la inhibiendo la expresión de los signos del celo y la ovulación (Rhodes et al., 1995; Bossis et al., 1999 ; Diskin et al. 2003).

En la presente investigación se evaluó la relación entre las pérdidas de condición corporal durante la época de menor disponibilidad de pastos (Guevara et al., 2013; Herrera, 2020) y la incidencia de anestro en novillas. De acuerdo con los resultados de esta investigación, en la región estudiada se encontró una asociación negativa entre el estado de la condición corporal (ECC) y la presencia de anestro pre-servicio, lo cual se vincula con una menor eficiencia de los servicios de inseminación artificial en novillas posteriores al tratamiento de sincronización del celo. Es evidente que, bajo estas condiciones de manejo, un alto porcentaje

de hembras con bajo ECC presenta ancestro pre-servicio, un factor que reduce la eficacia de las tecnologías de reproducción asistida (Bo et al., 2000; Baruselli et al., 2017; Mercadante & Gocharenco, 2022).

Las novillas con bajo ECC muestran una menor capacidad de respuesta a la acción de hormonas exógenas (Erbite et al., 2018; Yanes-Avalos et al., 2022; Villavicencio et al., 2021), lo cual podría estar relacionado con la baja expresión de receptores hormonales (Xu et al., 1995) o con la regulación de genes asociados al crecimiento y desarrollo folicular, al desarrollo embrionario y a la competencia uterina para la implantación y mantenimiento de la preñez (Ribeiro et al., 2014; Roth et al., 2015; Zingg & Smith, 2015).

En este contexto, resulta importante para la práctica reproductiva bajo estas condiciones de producción, seleccionar adecuadamente las novillas que serán expuestas al tratamiento hormonal y adecuar los calendarios de inicio de los programas de sincronización del celo, los cuales no deben iniciarse más allá de las 10 o 12 semanas de transcurrida la época de menor rendimiento de las pasturas. Esta medida puede contribuir a mejorar la productividad de este genotipo y la eficiencia de las tecnologías de reproducción asistida en estas condiciones climáticas.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados, se concluye que es necesario optimizar los sistemas de alimentación para asegurar una ganancia media diaria (GMD) superior a 0,450 kg, con el fin de alcanzar un desempeño reproductivo adecuado y un mayor nivel productivo en este genotipo. En los programas de reproducción asistida, resulta recomendable seleccionar a las novillas según su estado de condición corporal (ECC) y ajustar los calendarios de inicio de los protocolos de sincronización del celo, de manera que no se inicien más allá de las 8 a 12 semanas posteriores al periodo de menor rendimiento de las pasturas.

## Referencias

- Akbar, H., Grala, T. M., Vailati, R. M., Cardoso, F. C., Verkerk, G., & McGowan, J. (2015). Body condition score at calving affects systemic and hepatic transcriptome indicators of inflammation and nutrient metabolism in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 1019–1032. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8774>
- Archbold, H., Shalloo, L., Kennedy, E., Pierce, K., & Buckley, F. (2012, April 12). Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein–Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability. *Proceedings of the 11th International Conference on Dairy Cows Fertility & Reproductive Performance for Efficient Pasture-Based Systems*, Cork, Ireland.
- Baruselli, P. S., Ferreira, R. M., Colli, M. H., Elliff, F. M., Sá-Filho, M. F., Vieira, L., & Freitas, B. G. (2017). Timed artificial insemination: Current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 14, 558–571. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-ar999>
- Brickell, J. S., & Wathes, D. C. (2011). A descriptive study of the survival of Holstein–Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 94, 1831–1838. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3526>

- Cruz, L. P. I., Hernández, G. A., Enríquez, Q. J. F., Mendoza, P. S. I., Quero, C. A. R., & Joaquín, T. B. M. (2011). Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. En el trópico húmedo de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(2), 123–131.
- Daniels, K. M., McGilliard, M. L., Meyer, M. J., Van Amburgh, M. E., Capuco, A. V., & Akers, R. M. (2009). Effects of body weight and nutrition on histological mammary development in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 92, 499–505. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1348>
- De Bie, J. (2017). The follicular micro-environment of the oocyte in metabolically compromised dairy cows: Impact assessment as a basis for oocyte rescue (Doctoral thesis, Universiteit Antwerpen, Antwerp). ISBN: 9789057285394
- Diskin, M. G., Mackey, D. R., Roche, J. F., & Sreenan, J. M. (2003). Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, 78, 345–370. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00088-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00088-2)
- Dominicis, O., Madero, S., Catalano, R., Cabodevila, J., & Callejas, S. (2019). Efecto del tratamiento J-Synch sobre el porcentaje de preñez en vaquillonas para cría inseminadas a tiempo fijo. *Revista Veterinaria*, 30(2), XX–XX.
- Erbite, F., Lissarrague, C., Cabodevila, J., & Callejas, S. S. (2018). Efecto de algunas variables sobre la preñez de vaquillonas post-inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista Veterinaria*, 29, 35–39.
- Faure, R., & Morales, C. (2003). La pubertad de la hembra bovina II. Aspectos productivos. *Revista Salud*, 74–83.
- Galina, C. S., & Arthur, G. H. (1989). Review of cattle reproduction in the tropics. Part I. Puberty and age at first calving. *Animal Breeding Abstracts*, 57, 1–8.
- García, P. M., Goodger, W. J., Bennett, T., & Perera, B. M. (2013). Uso de un protocolo estandarizado en 14 países para identificar factores que afectan la eficiencia de los servicios de inseminación artificial en ganado bovino a través de análisis de progesterona. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v12i2.1646>
- González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N., Goicochea-Llaque, J., González-Villalobos, D., & Rodríguez-Urbina, M. A. (2007). Primer servicio en novillas de doble propósito. *Revista Científica (Maracaibo)*, 17, 1–13.
- Hultgren, J., Svensson, C., Maizon, D. O., & Oltenacu, P. A. (2008). Rearing conditions, morbidity, and breeding performance in dairy heifers in southwest Sweden. *Preventive Veterinary Medicine*, 87, 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.01.009>
- Lacerda, V. V., Campos, G. S., Roso, V. M., Souza, F. P., Brauner, C. C., & Boligo, C. C. (2018). Effect of mature size and body condition of Nelore females on the reproductive performance. *Theriogenology*, 118, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.06.015>
- Leroy, J. L., Valecx, S. D., Jordaens, L., De Bie, J., Desmet, K. L., Van Hoeck, B., Marei, W. F., & Bols, P. E. (2016). Nutrition and maternal metabolic health in relation to oocyte and embryo quality: Critical

- view on what we learned from the dairy cow model. *Reproduction, Fertility and Development*, 27(4), 693–703. <https://doi.org/10.1071/RD15238>
- López, L., Álvarez, N., Núñez, I., Solano, R., Fuente, D., Pedroso, R., Palma, G., & Brem, G. (1996). Effect of body condition on the developmental competence of IVM/IVF bovine oocyte. *Theriogenology*, 45, 96. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(96\)00115-6](https://doi.org/10.1016/0093-691X(96)00115-6)
- Macdonald, K. A., Penno, J. W., Bryant, A. M., & Roche, J. R. (2005). Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 3363–3375. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73086-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73086-3)
- Maquivar, M., & Galina, C. S. (2010). Manejo reproductivo en novillas criadas en el trópico húmedo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mejías, R., Michelena, J. B., Ruiz, T. E., Cino, D. M., González, M. E., & Albelo, N. B. (2004). Sistema de crianza de hembras bovinas en la etapa de terneras con la utilización de leguminosas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38, 33–37.
- Menéndez-Buxadera, A. (1994). Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento reproductivo de la raza Holstein en Cuba (Tesis doctoral). CIMA, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Mercadante, V. G. R., Pancini, S., & Goncherenko, G. (2022, August 3). Updates on artificial insemination protocols for cows and impacts of calving season on cow-calf productivity. Virginia Tech Shenandoah Valley Agricultural Research and Extension Center McCormick Farm 2022 Field Day Proceedings, Virginia, USA.
- Mulvany, P. (1981). Dairy cow condition scoring (Handout No. 4468). National Institute for Research in Dairying, Reading, UK.
- Peralta-Torres, J. A., Izquierdo-Camacho, Y., Severino-Lendechy, V. H., & Segura-Correa, J. C. (2022). Producción de leche de vacas Holstein x Gyr en un sistema de doble propósito en el trópico. *Revista MVZ Córdoba*, 27(1), e2359. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2359>
- Rhodes, F. M., Fitzpatrick, L. A., Entwisle, K. W., & Death, G. (1995). Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anestrus. *Journal of Reproduction and Fertility*, 104, 41–49. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1040041>
- Ribeiro, E. S., & Carvalho, M. R. (2017, August 7–9). Impact of mechanisms of inflammatory disease, embryonic development, and infertility in cattle. Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology, Cabo Santo, Brazil.
- Roche, J. R., Meier, S., Heiser, A., Mitchell, M. D., Walker, C. G., & Crookenden, M. A. (2015). Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 7164–7182. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9470>
- Roth, Z. (2015). Physiology and endocrinology symposium: Cellular and molecular mechanisms of heat stress related to bovine ovarian function. *Journal of Animal Science*, 93(5), 2034–2044.

<https://doi.org/10.2527/jas.2014-862>

- Villalobos, J. L., & Arce, J. (2014). Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 133–145.
- Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Ortega, R., Guillén-Trujillo, A., & Manríquez-Hirales, E. (2021). Inseminación artificial a tiempo fijo y reinseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nutrición y Salud*, 13(3), 1–20. <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2747>
- Wiltbank, M. C., Gümen, A., & Sartori, R. (2002). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, 57(1), 21–52. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00656-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00656-2)
- Xu, Z. Z., Garverick, H. A., Smith, G. W., Smith, M. F., Hamilton, S. A., & Younquist, R. S. (1995). Expression of messenger ribonucleic acid encoding cytochrome P450 side-chain cleavage, cytochrome P450 17 $\alpha$ -hydroxylase, and cytochrome P450 aromatase in bovine follicles during the first follicular wave. *Endocrinology*, 136, 981–989. <https://doi.org/10.1210/endo.136.3.7535726>
- Yáñez-Avalos, D. O., Barbona, I., López-Parra, J. C., & Marini, P. R. (2021). Protocolo J-Synch con y sin eCG en vacas Brown Swiss y sus cruzas con *Bos indicus* en la Amazonía ecuatoriana. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1), 8–20.
- Zamora, A., Plaza, J., & Lara, A. (2000). Nota técnica de un sistema de alimentación y manejo de novillas lecheras. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 34, 119.
- Zemjānis, R. (1970). *Diagnostic and therapeutic techniques in animal reproduction* (2nd ed.). Williams & Wilkins.
- Zhang, K., & Smith, G. W. (2015). Maternal control of early embryogenesis in mammals. *Reproduction, Fertility and Development*, 27(6), 880–896. <https://doi.org/10.1071/RD14323>