

**Universidad Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



**Universidad  
Zamorano®**

Proyecto Especial de Graduación  
**Comparación del desempeño productivo de terneros Beef on Dairy y  
lecheros implantados durante la fase de levante**

Estudiante

Juan Mario Velasco Avila

Asesores

Marielena Moncada, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, octubre 2025

**Autoridades**

**KEITH L. ANDREWS**

Rector a.i.

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**JULIO NAVARRO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Figura.....	6
Índice de Anexo.....	7
Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del Estudio.....	13
Tratamientos.....	13
Manejo Previo.....	13
Implantación .....	14
Manejo y Alimentación.....	15
Variables Analizadas .....	15
Consumo de Alimento Diario (kg).....	15
Ganancia de Peso Diario (kg) .....	16
Índice de Conversión Alimenticia.....	16
Altura de la Cruz (cm).....	16
Circunferencia Torácica (cm) .....	16
Rendimiento en Canal Caliente.....	17
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	17
Resultados y Discusión.....	18
Consumo Diario de Alimento .....	18
Ganancia Diaria de Peso .....	19
Índice de Conversión Alimenticia.....	20

	4
Peso Vivo.....	21
Altura a la Cruz.....	22
Circunferencia Torácica.....	23
Rendimiento en Canal.....	25
Costos de Alimentación por kg de Peso Vivo Ganado .....	26
Conclusiones .....	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29
Anexo .....	32

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Consumo de alimento diario (kg/día) por corrales a los 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	19
Cuadro 2 Ganancia diaria de peso (kg/día) a los 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	20
Cuadro 3 Índice de conversión alimenticia (ICA) a los 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	21
Cuadro 4 Peso vivo inicial (kg) días 0, 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	22
Cuadro 5 Altura a la cruz (cm) a los 0, 30, 60 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	23
Cuadro 6 Circunferencia torácica (cm) promedio a los 0, 30, 60 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	23
Cuadro 7 Rendimiento de canal caliente (%) en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100® .....	25
Cuadro 8 Costo de alimentación por kilogramo de peso vivo ganado durante 90 días por tratamiento .....	26

**Índice de Figura**

Figura 1 Ubicación preferida del implante MaxiBeef 100® .....	15
---	----

**Índice de Anexo**

Anexo A Perfil nutricional del concentrado ..... 32

## Resumen

Este estudio tuvo como objetivo comparar el desempeño productivo de terneros cruzados Beef on Dairy (Jersey × Angus) y lecheros (Holstein × Jersey), ambos tratados con implantes anabólicos, en un sistema de levante intensivo durante 90 días. El experimento se desarrolló en la Universidad Zamorano, bajo un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos y siete repeticiones por tratamiento (n = 14). Cada ternero representó una unidad experimental. Todos los animales fueron implantados con MaxiBeef 100®, compuesto por 100 mg de trembolona y 14 mg de benzoato de estradiol, al inicio del ensayo. Las variables evaluadas incluyeron ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), índice de conversión alimenticia (ICA), peso vivo, rendimiento de canal caliente (RCC), altura a la cruz y circunferencia torácica. Los datos fueron analizados mediante ANDEVA, y en caso de diferencias ( $P \leq 0.05$ ), se aplicó la prueba Tukey Kramer. Aunque no se encontraron diferencias en GDP ni en el peso final entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), los terneros Beef on Dairy presentaron mejor eficiencia alimenticia en los primeros 30 días de la investigación y un consumo diario de alimento menor durante todo el periodo ( $P < 0.001$ ). No se observaron diferencias estadísticas en las variables morfométricas, aunque ambos grupos mostraron un crecimiento progresivo. Estos resultados sugieren que el sistema Beef on Dairy con implantes anabólicos puede mejorar la eficiencia alimenticia en sistemas de levante, sin afectar negativamente el desarrollo estructural.

*Palabras clave:* Beef on Dairy, eficiencia alimenticia, implantes anabólicos, levante de terneros.

### **Abstract**

This study aimed to compare the productive performance of Beef on Dairy (Jersey × Angus) and dairy (Holstein × Jersey) crossbred calves, both treated with anabolic implants, in an intensive 90-day rearing system. The experiment was conducted at the Panamerican Agricultural School, Zamorano, using a completely randomized design (CRD) with two treatments and seven replicates per treatment (n = 14). Each calf represented an experimental unit. All animals were implanted at the beginning of the trial with MaxiBeef 100®, composed of 100 mg of trembolone and 14 mg of estradiol benzoate. The evaluated variables included average daily gain (ADG), daily feed intake (DFI), feed conversion ratio (FCR), live weight, hot carcass yield, withers height, and heart girth. Data were analyzed using ANOVA, and Tukey Kramer multiple range test was applied when differences were detected ( $P \leq 0.05$ ). Although no differences were found in ADG or final weight between treatments ( $P > 0.05$ ), the Beef on Dairy calves exhibited better feed efficiency during the first 30 days ( $P \leq 0.05$ ) and lower daily feed intake throughout the trial ( $P < 0.001$ ). No differences were observed in morphometric variables, although both groups showed progressive growth. These results suggest that the Beef on Dairy system with anabolic implants may enhance feed efficiency in rearing systems without negatively affecting structural development.

*Keywords:* Anabolic implants, Beef on Dairy, calf rearing, feed efficiency.

## Introducción

En el siglo XXI, el ganado bovino se ha consolidado como un elemento esencial para la economía mundial, sirviendo no solo como fuente principal de carne y leche, sino también como un impulsor clave en diversas regiones, tanto rurales como urbanas. En ese sentido, la carne proveniente de ganado lechero ha adquirido una importancia creciente dentro de la industria cárnica. Este cambio responde a la necesidad de satisfacer la demanda global de alimentos y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos productivos. Aunque históricamente estos animales se destinaban exclusivamente a la producción de leche, en años recientes su aprovechamiento cárnico ha permitido diversificar su utilidad, disminuyendo el desperdicio y optimizando la eficiencia de la cadena de valor alimentaria (Mota et al., 2022)

Tradicionalmente, los hatos lecheros se enfocaban exclusivamente en la producción de leche. Sin embargo, en los últimos años, el aprovechamiento de su potencial cárnico se ha vuelto más relevante. Esta transformación ha sido impulsada por factores económicos, como los precios fluctuantes de la leche, así como por la creciente demanda de carne de calidad, lo cual ha motivado a los productores a explorar estrategias complementarias como el sistema Beef on Dairy. El sistema Beef on Dairy (BoD) consiste en la utilización de semen de razas cárnicas en vacas lecheras, con el objetivo de generar terneros con mejores características de crecimiento, conversión alimenticia y rendimiento en canal. Este tipo de cruzamiento aprovecha la heterosis y puede mejorar el desempeño reproductivo del hato, resultando en animales más versátiles y productivos (Ahmed et al., 2023).

Estudios recientes han demostrado que, aunque la calidad de la carne de animales Beef on Dairy no alcanza la de razas cárnicas puras, sí supera considerablemente la de razas lecheras, generando una alternativa atractiva para productores de leche (Ahmed et al., 2023). En Estados Unidos, por ejemplo, en 2023 se reportó que el 84% del semen de razas cárnicas se destinó a la inseminación de vacas lecheras, reflejando la creciente popularidad de esta práctica (Pilar Vazquez, 2024).

A pesar de este auge, es importante considerar que las decisiones sobre cruzamientos y selección genética en hatos lecheros no siempre priorizan el mérito cárnico de la descendencia, lo que puede limitar el potencial de los terneros cruzados para la producción de carne (Berry, 2021).

Paralelamente, una tecnología ampliamente utilizada en la industria cárnica es la aplicación de implantes anabólicos, los cuales promueven el crecimiento y mejoran la eficiencia alimenticia. Desde la década de 1950, la FDA ha aprobado el uso de diferentes hormonas esteroides para este fin, como el estrógeno, progesterona, testosterona y sus derivados sintéticos (U.S. Food and Drug Administration, 2021).

El uso de estos implantes ha evolucionado con el tiempo, destacando la aprobación del acetato de trembolona en 1987, lo que permitió una mejora adicional en la eficiencia alimenticia y ganancia diaria de peso (Zobell et al., 2012). Los implantes modernos, como MaxiBeef 100®, combinan agentes estrogénicos y androgénicos para maximizar el desarrollo muscular y el aprovechamiento del alimento (T. L. Felix, 2023).

Las hormonas promotoras del crecimiento se encuentran de forma natural en el cuerpo, independientemente del tratamiento con implantes, y actúan en conjunto con una variedad de factores ambientales y genéticos para controlar el crecimiento y el desarrollo. A pesar de la percepción del consumidor, la administración de productos promotores del crecimiento al ganado solo incrementa la cantidad de hormonas endógenas ya presentes, las cuales el cuerpo utiliza en una serie de vías metabólicas para aumentar la acumulación de proteínas (Hersom y Thrift, 2018).

La Administración de Alimentos y Medicamentos de los EEUU (FDA) ha determinado que no se requiere un período de retiro para los implantes antes del sacrificio del ganado. Los implantes funcionan reemplazando o complementando las hormonas en el cuerpo del ternero. Las hormonas son producidas de forma natural por el ganado y los seres humanos como parte de su vida diaria. Por lo tanto, no existe tal cosa como carne de res u otra carne libre de hormonas (Hersom y Thrift, 2018).

Aunque la evidencia demuestra que los implantes pueden aumentar el peso al destete entre un 4 y 8% y mejorar los índices de conversión, su uso combinado con cruzamientos Beef on Dairy ha sido poco explorado, especialmente en sistemas de levante de terneros provenientes de hatos lecheros (Harper et al., 2020). La combinación de genética cárnica y tecnologías hormonales podría representar una estrategia innovadora para mejorar la eficiencia de levante sin comprometer el desarrollo estructural de los animales.

Sin embargo, aún se requiere mayor evidencia experimental que respalde su aplicabilidad en contextos productivos latinoamericanos, debido a que la evidencia internacional demuestra los beneficios individuales del cruzamiento Beef on Dairy y del uso de implantes anabólicos, la mayoría de estos estudios provienen de sistemas productivos en Estados Unidos y Europa, bajo condiciones ambientales y de manejo muy distintas a las de Latinoamérica.

El objetivo de este estudio fue comparar el desempeño productivo de terneros cruzados Beef on Dairy (Jersey × Angus) y lecheros (Holstein × Jersey), ambos tratados con implantes anabólicos, durante un sistema de levante intensivo de 90 días.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

El experimento se llevó a cabo en la sección de Reemplazos de la Unidad de Aprendizaje y Producción de Ganado Lechero de la Universidad Zamorano, ubicada en San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras (13°59'49" latitud norte, 87°00'40" longitud oeste). El ensayo tuvo una duración de 90 días y se desarrolló durante la temporada seca. La temperatura promedio fue de 26 °C.

### **Tratamientos**

Se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y siete repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental consistió en un ternero individual. Los tratamientos evaluados fueron:

Tratamiento 1 (Beef on Dairy implantado): terneros cruzados Jersey × Angus, implantados con MaxiBeef 100®.

Tratamiento 2 (Lecheros implantados): terneros cruzados Holstein × Jersey, implantados con MaxiBeef 100®.

El peso promedio inicial fue de  $268.2 \pm 15.0$  kg para el grupo Beef on Dairy y  $301.0 \pm 17.4$  kg para el grupo lechero.

### **Manejo Previo**

Todos los animales fueron vacunados y tratados sanitariamente al día siguiente de su ingreso al sistema de engorde. Se les aplicó ivermectina y sulfóxido de albendazol por vía subcutánea, a razón de 1 mL por cada 40 kg de peso vivo, para el control de parásitos internos y externos. Además, se administraron vitaminas A, D y E por vía intramuscular (IM), así como un complejo vitamínico B con hierro (10 mL vía IM) para fortalecer el estado inmunológico general.

Adicionalmente, los terneros fueron inmunizados con Ultrachoice®, vacuna que protege contra *Clostridium chauvoei*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. sordellii* y *C. perfringens* tipos C y D, como parte del protocolo preventivo frente a enfermedades clostridiales comunes en sistemas intensivos.

### **Implantación**

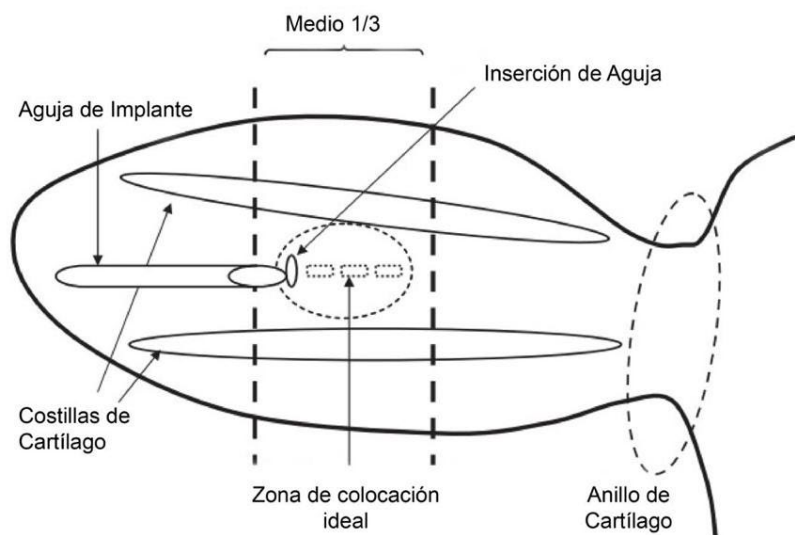
Todos los animales fueron implantados al inicio del experimento con MaxiBeef 100®, un implante anabólico subcutáneo compuesto por 100 mg de acetato de trembolona y 14 mg de benzoato de estradiol, con el objetivo de promover la ganancia de peso y mejorar la eficiencia alimentaria. Los implantes fueron colocados vía subcutánea en la cara interna de la oreja, siguiendo las prácticas sanitarias recomendadas, y se realizó una revisión de retención a los 14 días para verificar su adecuada permanencia. A los 40 días posteriores al ingreso, se aplicó un reimplante del mismo producto con el fin de mantener el estímulo anabólico durante la fase de crecimiento.

En la Figura 1 se puede observar la ubicación preferida para efectuar el implante, ubicando el implante en la región posterior de la oreja en el medio tercio del animal.

El periodo total de engorde fue de aproximadamente 90 días. Los terneros iniciaron el ensayo con una edad promedio de  $10 \pm 1$  meses en el grupo Beef on Dairy (Jersey  $\times$  Angus) y de  $11 \pm 2$  meses en el grupo de cruces lecheros (Holstein  $\times$  Jersey), sin diferencias entre grupos en edad inicial ( $P > 0.05$ ).

**Figura 1**

*Ubicación preferida del implante MaxiBeef 100®*



*Nota.* Adaptado de Reinhardt (2007).

### **Manejo y Alimentación**

Los terneros fueron alojados en corrales colectivos, cada tratamiento permaneció en conjunto durante el experimento, estando ambos tratamientos bajo condiciones similares de espacio, sombra y acceso a agua todo el tiempo.

Los terneros se alimentaron una vez al día a las 8 am, con una dieta compuesta por ensilaje de sorgo, heno y concentrado de crecimiento. El alimento fue pesado diariamente por tratamiento, y se registró el rechazo diariamente todos los días por las mañanas previo a la alimentación para calcular el consumo diario de alimento.

### **Variables Analizadas**

#### ***Consumo de Alimento Diario (kg)***

Se pesó la oferta de alimento y el rechazo de alimento por tratamientos. Se calculó mediante la fórmula 1:

$$CAD = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado} \quad [1]$$

### **Ganancia de Peso Diario (kg)**

Se pesaron los animales utilizando una balanza digital marca Gallagher®, modelo W310 los animales se pesaron una vez al mes durante tres meses, luego se hizo una división del peso ganado en el mes entre los días que tuvo el mes. Se calculó mediante la fórmula 2:

$$GPD = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días}} \quad [2]$$

### **Índice de Conversión Alimenticia**

Se calculó con la suma del alimento ofrecido en el mes dividido entre el peso ganado en el mismo mes. Se calculó mediante la fórmula 3:

$$ICA = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg)}} \quad [3]$$

### **Altura de la Cruz (cm)**

Se utilizó una cinta métrica, asegurándose que el ternero estuviese en una superficie totalmente plana, para luego localizar el punto más alto de los hombros del ternero la cual es llamada cruz, y colocando la cinta métrica desde el suelo hasta lo más alto de la cruz. Las mediciones se hicieron cada 30 días hasta terminar la investigación.

### **Circunferencia Torácica (cm)**

La medición se llevó a cabo con el animal de pie, en posición natural y sobre una superficie plana, la cinta métrica fue colocada de manera ajustada, pero sin comprimir los tejidos, rodeando el tórax inmediatamente detrás de las extremidades anteriores, a la altura del perímetro torácico máximo, correspondiente generalmente a la circunferencia que pasa por el punto posterior de la escápula. Las mediciones se hicieron cada 30 días hasta terminar la investigación.

### **Rendimiento en Canal Caliente**

El rendimiento en canal fue medido el día de cosecha, luego de la cosecha se hace el desangrado, retiro de cabeza, patas, cuero y vísceras. Se calculó mediante la fórmula 4:

$$RCC = \frac{\text{Peso canal caliente (kg)}}{\text{Peso vivo al sacrificio(kg)}} \times 100 \quad [4]$$

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

El experimento se llevó a cabo en la Universidad Zamorano bajo un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos (Beef on Dairy y HL × J) y siete repeticiones por tratamiento (n = 14). Todos los animales fueron implantados con Maxi Beef 100® (100 mg de acetato de trembolona + 14 mg de benzoato de estradiol) al inicio del ensayo y reimplantados a los 40 días. Se evaluaron variables como ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), índice de conversión alimenticia (ICA), peso vivo, altura a la cruz y circunferencia torácica.

Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett, respectivamente. Al confirmarse estos supuestos, se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía para comparar los tratamientos en cada variable. En los casos con diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), se utilizó la prueba de HSD Tukey para la separación de medias. El análisis se realizó utilizando el software estadístico JMP® Pro-18 0.1. Los resultados se reportaron como medias  $\pm$  error estándar.

## Resultados y Discusión

### Consumo Diario de Alimento

En el presente estudio, los terneros del grupo Beef on Dairy con implantes presentaron un menor consumo diario de alimento (CDA) en los días 30 y 90 en comparación con los terneros Holstein × Jersey con implantes, siendo esta diferencia significativa (Cuadro 1).

El consumo de alimento diario en ganado vacuno se refiere a la cantidad total de materia seca que un animal ingiere en un período de 24 horas. Este consumo es un factor clave que influye directamente en el rendimiento productivo y depende de varios factores como el peso del animal, su estado fisiológico, la calidad del alimento, la palatabilidad, el ambiente, y el tipo de sistema de producción (Silvestre et al., 2023).

En un estudio hecho por (Garett, 1971), comparó la eficiencia energética en una raza lechera (Holstein) vs una raza de carne (Hereford), encontrando que los terneros Hereford fueron un 12% más eficientes en la conversión de la energía del alimento consumida y también tuvieron menores requerimientos de mantenimiento que los Holstein.

Estos hallazgos son consistentes con los reportados por (Pfuhl et al., 2007), quienes al comparar razas de carne y de leche observaron que los animales de razas cárnicas presentaban un menor requerimiento energético por kilogramo de ganancia. Esto se alinea con lo planteado por el (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016), donde se señala que las razas cárnicas, como Angus, tienen menores requerimientos de mantenimiento y mayor eficiencia energética neta que las razas lecheras, lo cual contribuye a un menor consumo relativo sin comprometer el desempeño productivo.

Sin embargo, (Pimentel-Concepción et al., 2024) mencionan que no existe diferencia significativa en el consumo de alimento en materia seca entre razas Beef on Dairy y Holstein puros al igual que lo encontrado en este experimento al día 90.

**Cuadro 1**

*Consumo de alimento diario (kg/día) por corrales a los 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y*

*terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	DÍA 30	DÍA 90
Implante Beef on Dairy*	38.24	50.15
Implante Lecheros**	54.77	57.34
EE±	0.62	0.47
Valor P	0.0001	0.0001

Nota. EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x Holstein

**Ganancia Diaria de Peso**

En el presente estudio durante los 90 días no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ; Cuadro 2) en la ganancia diaria de peso (GDP) entre terneros Beef on Dairy (Angus × Jersey) con implantes anabólicos y terneros lecheros (Holstein × Jersey) con implantes anabólicos.

Esto contrasta con lo reportado por (Rezagholivand et al., 2021), quienes observaron una ganancia diaria de peso mayor en los cruces de razas de carne × Holstein; (Guiroy et al., 2002) sugieren que este tipo de respuesta puede estar influenciada por diferencias individuales en eficiencia alimenticia y potencial genético, variables que deben considerarse especialmente cuando se evalúa el efecto de implantes anabólicos en cruzamientos.

En un estudio hecho por Concepción et al. (2024) comparando Beef on Dairy con Holstein puros hallaron resultados que no coinciden con los encontrados en este proyecto, encontrando que no existe diferencia significativa en la ganancia de peso diaria, teniendo los Beef on Dairy 1.7 kg/día y los Holstein 1.62 kg/día. Valle Montenegro (2024) no encontró diferencias en la ganancia diaria de peso, en una investigación en la cual evaluó el uso de implantes a base de zeranol en un sistema de creep feeding hasta el destete, encontrando valores acumulados de 0.78 kg/día en terneros con implantes en creep feeding. (T. Felix, 2018) efectuó una investigación en terneros Holstein implantados y no implantados, encontrando en los terneros Holstein implantados una ganancia diaria de peso de 1.69 kg/día.

## Cuadro 2

Ganancia diaria de peso (kg/día) a los 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros

implantados con MaxiBeef 100®

Tratamientos	GDP 30	GDP 90
Implante Beef on Dairy*	1.02	1.00
Implante Lecheros**	0.88	1.04
EE±	0.14	0.08
Valor P	0.4692	0.7233

Nota. EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; GDP: Ganancia de peso diaria; \* Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x

Holstein

### Índice de Conversión Alimenticia

Los resultados indican que el grupo Beef on Dairy con implantes mostró una mejor eficiencia alimenticia (menor ICA) que el grupo de lecheros con implantes durante los primeros 30 días (P = 0.03). Significando esto que durante los primeros 30 días los terneros de este grupo generaron mayor productividad económica que los terneros lecheros (Cuadro 3).

(Tanner y County, 2020) indican que el índice de conversión alimenticia (ICA) representa la ingesta de materia seca necesaria para ganar peso. Cuanto menor sea el valor, mejor, lo que significa que se requiere menos alimento para ganar un kg de peso, indicando que valores normales de ICA en razas cárnicas puras se encuentran entre 7 y 8.

(Fajardo et al., 2011) indican que un promotor de crecimiento es todo aquel aditivo no esencial para la función biológica pero que incide positivamente en la conversión alimenticia. Sin embargo, no solo estos factores influyen en la conversión alimenticia, la genética del animal tiene un alto valor en la conversión del alimento.

(Bailey y Felix, 2022) efectuaron una investigación en terneros Beef on Dairy en la cual obtuvo un valor promedio de ICA de 6.59, lo que indica que el ICA en esta investigación fue mejor inferior en al día 30 en comparación a los terneros de la investigación anteriormente mencionada.

Esto coincide con los hallazgos de Rezagholivand et al. (2021), donde los terneros Charolais x Holstein presentaron un ICA de 6.37, significativamente mejor que los Holstein puros, sugiriendo una

mayor eficiencia de conversión de alimento en cruzamientos con razas de carne. Los resultados de la evaluación efectuada se complementan con la información dada por (Duckett y Pratt, 2014), quienes reportaron que la eficiencia alimentaria se redujo entre un 9% y un 14% en animales con implante combinado en comparación con los controles no implantados.

El ICA está estrechamente relacionado con el consumo de alimento del animal; (DeBord et al., 2024), efectuaron una investigación con diferentes métodos de alimentación, ofreciendo alimentación *ad libitum* y una dieta controlada, obteniendo valores de ICA más bajos en los terneros alimentados con dietas controladas, lo que indicaría que el consumo durante los primeros 30 días fue más del necesario impactando directamente en el ICA al día 30.

### **Cuadro 3**

*Índice de conversión alimenticia (ICA) a los 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	ICA 30	ICA 90
Implante Beef on Dairy*	6.05	7.29
Implante Lecheros**	10.01	7.99
EE±	1.14	0.59
Valor P	0.0303	0.4106

*Nota. EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; ICA: Índice de conversión alimenticia; \*Beef on*

*Dairy : Angus x Jersey; \*\* Lecheros: Jersey x Holstein*

### **Peso Vivo**

Durante el periodo experimental de 90 días, los terneros Angus × Jersey con implante anabólico y los terneros lecheros con implante presentaron un incremento progresivo en el peso vivo ( $P > 0.05$ ; Cuadro 4)

En este contexto, (Perry et al., 1991) documentaron que tanto en terneros Holstein como en razas cárnicas puras como Angus, no hay una diferencia final en el peso entre razas de leche y cárnicas. Sin embargo, los terneros implantados Holstein y Angus tuvieron un peso final mayor y una diferencia significativa, en cuanto a los terneros no implantados de la misma raza.

#### Cuadro 4

*Peso vivo inicial (kg) días 0, 30 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	DÍA 0	DÍA 30	DÍA 90
Implante Beef on Dairy*	268.22	298.95	360.22
Implante Lecheros**	301.52	327.84	391.50
EE±	15.03	17.42	20.01
Valor P	0.1432	0.2636	0.2926

*Nota. EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x Holstein*

#### Altura a la Cruz

Durante los 90 días de evaluación, los terneros del grupo Beef on Dairy con implante presentaron un incremento progresivo en la altura a la cruz, al igual que los del tratamiento de terneros lecheros, a pesar de que no se observaron diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; Cuadro 5); se evidenció un crecimiento paralelo sostenido en ambos grupos. (Doyle et al., 2020) indican que la altura a la cruz es altamente heredable y refleja la estructura ósea, por lo que es buena para estimar el potencial genético de tamaño y estatura en el animal. (Kertz et al., 1998) comentan que la altura a la cruz crece de forma más gradual y su variación frente a cambios nutricionales a corto plazo es menor. Silva et al. (2024) indicaron que incluso dentro de la misma raza la altura de la cruz puede ser variable, debido a que tiene una gran influencia de la línea genética del animal.

Pastor et al. (2000), elaboraron una investigación, en la cual midieron altura de la cruz en una raza cárnica (Pirenaica) a los 12 meses de edad en la cual obtuvieron una altura promedio de 118.4 cm a los 12 meses de edad, lo que indicaría que los valores encontrados en esa investigación son similares a los encontrados en esta investigación en animales Beef on Dairy con valores de 119.29 cm al día 60.

**Cuadro 5**

*Altura a la cruz (cm) a los 0, 30, 60 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros*

*implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	ALT DÍA 0	ALT DÍA 30	ALT DÍA 60	ALT DÍA 90
Implante Beef on Dairy*	112.71	116	119.29	122.57
Implante Lecheros**	119.71	122.86	126.14	129
EE±	2.51	2.74	3.10	3.29
Valor P	0.0720	0.1017	0.1440	0.1928

Nota. EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; ALT: Altura a la cruz; \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x Holstein

**Circunferencia Torácica**

En cuanto a la circunferencia torácica, ambos grupos mostraron incrementos consistentes a lo largo del periodo, sin diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; Cuadro 6). García et al. (2021) concluyeron que la medida corporal del perímetro torácico es una excelente herramienta de apoyo al trabajo zootécnico en la ganadería cárnica respecto al control de la velocidad de crecimiento, se establece que el peso vivo de los animales está estrechamente ligado a sus medidas zoométricas. Según Silva et al. (2024), existe una correlación directa en cuanto a la circunferencia torácica, incluso mayor que altura de la cruz.

Salazar et al. (15 Junio, 2009) informan que, al tener una circunferencia torácica de 150 cm, el peso estimado del animal debería ser de 302 kg, valores que coinciden con los encontrados al día 0 de esta investigación en los cuales en el grupo de terneros Holstein tiene una circunferencia torácica de 153.45 cm y un peso de 301.52 kg.

**Cuadro 6**

*Circunferencia torácica (cm) promedio a los 0, 30, 60 y 90 días en terneros Beef on Dairy y terneros*

*lecheros implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	CIRC DÍA 0	CIRC DÍA 30	CIRC DÍA 60	CIRC DÍA 90
Implante Beef on Dairy*	146.71	156	162.71	168.57
Implante Lecheros**	153.43	161.57	168.29	174.71
EE±	3.13	3.32	3.36	3.74
Valor P	0.1557	0.2578	0.2634	0.2677

Nota. EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; CIRC: Circunferencia torácica; \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x

Holstein



## Rendimiento en Canal

En cuanto al rendimiento en canal caliente no se encontró diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; Cuadro 7). (Jesus Manuel Iglesias Gómez et al., 2019), indican que el rendimiento de canal caliente (RCC) es la relación entre el peso de la canal caliente y el peso vivo del animal al momento del sacrificio. Este parámetro es crucial para evaluar la eficiencia de conversión de alimento en masa cárnica y está influenciado por factores como la genética, la alimentación y el manejo del ganado.

En una investigación (Rosero Guaman y Gomez Gunga, 2014) encontraron resultados similares a los encontrados en esta investigación en el rendimiento de canal caliente en animales de raza cárnica con Implantes de Revalor®, obteniendo un 53% de rendimiento de canal caliente.

(Jesús Manuel Iglesias Gómez et al., 2019) no encontró diferencia significativa en el rendimiento de canal entre novillos implantados con Revalor® y novillos no implados, encontrando valores de 52%. (Da Silva et al., 2015) efectuaron una investigación en Holstein × Cebú, en la cual encontraron valores similares a los encontrados en esta investigación en rendimiento de canal caliente, con valores de 54%.

(Rezagholivand et al., 2021), hicieron una investigación en diferentes cruces de razas cárnicas con Holstein, en las cuales encontraron resultados que difieren a los encontrados en esta investigación, encontrando diferencias significativas entre los animales Beef on Dairy y los Holstein puros encontrando valores promedios de rendimiento de canal caliente de 54.4% para los Beef on Dairy y 49.93% para los animales Holstein puros.

### Cuadro 7

*Rendimiento de canal caliente (%) en terneros Beef on Dairy y terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	Rendimiento CC
Implante Beef on Dairy*	54.57
Implante Lecheros**	54.71
EE±	0.75
Valor P	0.8950

*Nota.* EE ± = error estándar; Valor P = Probabilidad; CC: Canal caliente; \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x Holstein

### Costos de Alimentación por kg de Peso Vivo Ganado

En el Cuadro 8, se puede ver que existió una diferencia de 445 kg de alimento consumido menos por parte de los terneros Beef on Dairy en relación con los lecheros, lo cual fue un factor crucial para determinar el costo por kg ganado de los animales siendo los terneros lecheros un 25% o más caros por kg ganado (Cuadro 9).

#### Cuadro 8

*Costo de alimentación por kilogramo de peso vivo ganado durante 90 días por tratamiento*

Tratamientos	Incremento Peso (kg)	Total Alimento Consumido/ternero (kg)	Costo de Implantes MaxiBeef 100® (USD/ternero)	Costo Alimento USD/ternero	Costo/kg Ganado (USD)
Implante Beef on Dairy*	92	2004	7.78	115.85	1.34
Implante Lechero**	89	2445	7.78	141.33	1.68

Nota. \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x Holstein

#### Cuadro 9

*Ingresos finales obtenidos según el rendimiento de canal caliente en terneros Beef on Dairy y*

*terneros lecheros implantados con MaxiBeef 100®*

Tratamientos	Peso Final (kg/trt)	PCC (kg/ternero)	Precio de Carne (USD/kg)	Ingreso Final (USD)	Costo USD/kg ganado	Costo Total (USD/trt)	Ingresos Netos (USD/trt)
Implante Beef on Dairy*	2521.52	1379.85	4.5	6209.32	1.34	3378.84	2830.47
Implante Lechero**	2740.49	1505.04	4.5	6772.69	1.68	4604.02	2168.67

Nota. trt = Tratamiento; PCC = Peso Canal Caliente; \*Beef on Dairy : Angus x Jersey; \*\*Lecheros: Jersey x Holstein

### **Conclusiones**

Bajo las condiciones del presente estudio, el uso de genética Beef on Dairy combinado con implantes anabólicos mejoró la eficiencia alimenticia y redujo el consumo de alimento durante el periodo de levante sin afectar negativamente el crecimiento estructural de los terneros.

El sistema Beef on Dairy puede representar una estrategia viable para mejorar el uso de recursos en sistemas de doble propósito.

### **Recomendaciones**

Ampliar la duración del ensayo a más de 90 días para obtener resultados más precisos sobre el impacto del sistema Beef on Dairy con implantes en peso final y rendimiento económico

Incluir variables de calidad de canal y características cárnicas, lo que permitiría verificar si la mayor eficiencia alimentaria se refleja en la calidad y valor de la carne.

De igual manera, se recomienda integrar un grupo de terneros sin implantes Beef on Dairy y Lecheros, con el fin de cuantificar el efecto directo de los implantes sobre el desempeño productivo.

Realizar un análisis económico que considere ingresos por venta de carne, costos de implantación, alimentación, comercialización y variaciones de precio según el tipo de cruce.

## Referencias

- Ahmed, R. H., Schmidtman, C., Mugambe, J. y Thaller, G. (2023). Effects of the Breeding Strategy Beef-on-Dairy at Animal, Farm and Sector Levels. *Animals*, 13. <https://doi.org/10.3390/ani13132182>
- Bailey, B. y Felix, T. L [Tara L] (2022). Volume 6 Issue 2 | Translational Animal Science | Oxford Academic. *Translational Animal Science*, 6(2). <https://academic.oup.com/tas/issue/6/2>
- Berry, D. (2021). Beef-on-dairy the generation of crossbred beef × dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104(3). [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221002204?ref=pdf\\_download&fr=RR-2&rr=8c957c7c6ec631c8](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221002204?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8c957c7c6ec631c8)
- Da Silva, G. S., Chaves Vêras, A. S., Andrade Ferreira, M. de, Moreira Dutra, W., Menezes Wanderley Neves, M. L., Oliveira Souza, E. J., Ramos de Carvalho, F. F. y Lima, D. M. de (2015). Performance and carcass yield of crossbred dairy steers fed diets with different levels of concentrate. *Tropical Animal Health and Production*, 47(7), 1307–1312. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0864-x>
- DeBord, Z. L., Duncan, Z. M. y Pflughoeft, M. G. (2024). Effect of shade and limit feeding in growing beef heifers during periods of heat stress. *Translational Animal Science*, 19(8). [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11630847/?utm\\_source=chatgpt.com#s12](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11630847/?utm_source=chatgpt.com#s12)
- Doyle, J. L., Berry, D. P [Donagh P.], Veerkamp, R. F., Carthy, T. R., Walsh, S. W., Evans, R. D. y Purfield, D. C. (2020). Genomic Regions Associated With Skeletal Type Traits in Beef and Dairy Cattle Are Common to Regions Associated With Carcass Traits, Feed Intake and Calving Difficulty. *Frontiers in Genetics*, 11, 20. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00020>
- Duckett, S. K. y Pratt, S. L. (2014). Meat science and muscle biology symposium--anabolic implants and meat quality. *Journal of Animal Science*, 92(1), 3–9. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7088>
- Fajardo, A. L., Mendez-Casalla, F. J. y Molina, L. H. (2011). Resíduos de drogas anabolizantes em carnes para consumo humano. *Universitas Scientiarum*, 16(1). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-74832011000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832011000100007)
- Felix, T. (2018). *Calf-fed Holstein Demonstration Results*. PennState University. <https://extension.psu.edu/2018-calf-fed-holstein-demonstration-results>
- Felix, T. L [Tara L.]. (2023). *2018 Calf-fed Holstein Demonstration Results*. PennState University. <https://extension.psu.edu/2018-calf-fed-holstein-demonstration-results>
- Garett, W. N. (1971). Energetic Efficiency of Beef and Dairy Steers. *Journal of Animal Science*, 32(3), 451–456. <https://doi.org/10.2527/jas1971.323451x>
- Guiroy, P. J., Tedeschi, L. O., Fox, D. G. y Hutcheson, J. P. (2002). The effects of implant strategy on finished body weight of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 80(7), 1791–1800. <https://doi.org/10.2527/2002.8071791x>
- Harper, J. K., Kime, L., Comerford, J. W. y Fairbairn, C. A. (2020). *Beef Cow-Calf Production*. PennState University. <https://extension.psu.edu/beef-cow-calf-production>

- Hersom, M. y Thrift, T. (2018). : *Implants for Cow-Calf and Stocker Beef Cattle*. Animal Sciences. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AN318>
- Iglesias Gómez, J. M [Jesus Manuel], Garcia Pérez, L. y Toral Pérez, O. C. (2019). Rendimiento en canal de diferentes genotipos bovinos. *Revista Cubana De Ciencia Agrícola*, 42(4). <https://www.redalyc.org/journal/2691/269162670010/269162670010.pdf?>
- Iglesias Gómez, J. M [Jesús Manuel], Garcia Pérez, L. y Toral Pérez, O. (2019). Rendimiento en canal de diferentes genotipos bovinos criados a pastoreo - Dialnet. *Dialnet*, 42(4). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10054342>
- Kertz, A. F., Barton, B. A. y Reutzell, L. F. (1998). Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1479–1482. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75712-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75712-1)
- Mota, R. R., Brito, L. F. y Berry, D. P [Donagh P] (2022). The Use of a Simple Tool to Improve Both Cattle Production Systems. *Frontiers*, 13. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.813949>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/19014/nutrient-requirements-of-beef-cattle-eighth-revised-edition> <https://doi.org/10.17226/19014>
- Perry, T. C., Fox, D. G. y Beermann, D. H. (1991). Effect of an implant of trenbolone acetate and estradiol on growth, feed efficiency, and carcass composition of Holstein and beef steers. *Journal of Animal Science*, 69(12), 4696–4702. <https://doi.org/10.2527/1991.69124696x>
- Pfuhl, R., Bellmann, O., Kühn, C., Teuscher, F., Ender, K. y Wegner, J. (2007). Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. *Archives Animal Breeding*, 50(1), 59–70. <https://doi.org/10.5194/aab-50-59-2007>
- Pilar Vazquez (2024). Beef on Dairy: la nueva tendencia en Estados Unidos con la cual los tamberos ganan entre 800 y 1000 dólares por un ternero. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/beef-on-dairy-la-nueva-tendencia-en-estados-unidos-con-la-cual-los-tamberos-ganan-entre-800-y-1000-nid28112024/>
- Pimentel-Concepción, M., Jaborek, J. R., Schweihofer, J. P., Garmyn, A. J., McKendree, M.-G.-S., Bradford, B. J., Hentschl, A. y Buskirk, D. D. (2024). Growth performance, carcass traits, and feeder calf value of beef × Holstein and Holstein feedlot steers *Applied Animal Science*, 40(1), 56–68. <https://doi.org/10.15232/aas.2023-02454>
- Rezagholidand, A., Nikkhah, A., Khabbazan, M. H., Mokhtarzadeh, S., Dehghan, M., Mokhtabad, Y., Sadighi, F., Safari, F. y Rajaei, A. (2021). Feedlot performance, carcass characteristics and economic profits in four Holstein-beef crosses compared with pure-bred Holstein cattle. *Livestock Science*, 244, 104358. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104358>
- Rosero Guaman, D. y Gomez Gunga, C. (2014). *Efecto del implante anabólico Revalor® en el engorde de novillos enteros y castrados por elastración en la hacienda Guapinolapa, comunidad Puerto Díaz, Departamento de Chontales, Nicaragua* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/518722bf-2c0b-49f7-9cea-7a018f733357/content>

- Salazar, N. C., Machado, L. y Araujo, O. E. (15 Junio, 2009). *Estimación del peso por medio del perímetro torácico en becerros doble propósito en crecimiento en función del sexo y la raza en la cuenca del Lago de Maracaibo* [Tesis]. La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. [https://www.researchgate.net/profile/Omar-Araujo-Febres/publication/230822702\\_Estimation\\_of\\_liveweight\\_from\\_chest\\_circumference\\_in\\_double\\_purpose\\_crossbred\\_calves\\_during\\_growth\\_as\\_a\\_function\\_of\\_sex\\_and\\_racial\\_group\\_in\\_the\\_Maracaibo\\_Lake\\_basin/links/0912f5050c70c35526000000/Estimation-of-liveweight-from-chest-circumference-in-double-purpose-crossbred-calves-during-growth-as-a-function-of-sex-and-racial-group-in-the-Maracaibo-Lake-basin.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Omar-Araujo-Febres/publication/230822702_Estimation_of_liveweight_from_chest_circumference_in_double_purpose_crossbred_calves_during_growth_as_a_function_of_sex_and_racial_group_in_the_Maracaibo_Lake_basin/links/0912f5050c70c35526000000/Estimation-of-liveweight-from-chest-circumference-in-double-purpose-crossbred-calves-during-growth-as-a-function-of-sex-and-racial-group-in-the-Maracaibo-Lake-basin.pdf)
- Silva, F. G., Carreira, E., Ramalho, J. M., Correia, T., Meira, M., Conceição, C., Silva, S. R., Pereira, A. M. F. y Cerqueira, J. L. (2024). Predicting Body Weight in Pre-Weaned Holstein-Friesian Calves Using Morphometric Measurements. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/ani14142129>
- Silvestre, A. M., Cruz, G. D., Owens, F. N., Pereira, M. C. S., Hicks, R. B. y Millen, D. D. (2023). Dm intake by feedlot beef cattle: Factors that impact intake patterns. *Animal : An International Journal of Animal Bioscience*, 17(4), 100734. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100734>
- Tanner, S. y County, E. (2020). *Selecting cattle for forage efficiency | UGA Forage Extension Team*. UGA. [https://site.extension.uga.edu/forageteam/2020/06/selecting-cattle-for-forage-efficiency/?utm\\_source=chatgpt.com](https://site.extension.uga.edu/forageteam/2020/06/selecting-cattle-for-forage-efficiency/?utm_source=chatgpt.com)
- U.S. Food and Drug Administration. (2021, 24 de octubre). *Implantes de hormonas esteroideas usados para el crecimiento de ganado*. FDA. [https://www.fda.gov/animal-veterinary/product-safety-information/implantes-de-hormonas-esteroideas-utilizados-para-el-crecimiento-de-los-animales-productores-de?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.fda.gov/animal-veterinary/product-safety-information/implantes-de-hormonas-esteroideas-utilizados-para-el-crecimiento-de-los-animales-productores-de?utm_source=chatgpt.com)
- Zobell, D., Duckett, S., Andrae, J. y Filley, S. (2012). *Beef cattle implants* (4ª ed.). <https://webdoc.agsci.colostate.edu/ansc/CattlemansLibrary/755.pdf>

**Anexo****Anexo A***Perfil nutricional del concentrado*

Nutrientes	Unidad	Valor
Materia Seca	%	87.66
Energía Metabolizable	Mcal/kg M.S.	2.50
Proteína Cruda	% Base Seca	18.07
Grasa	% Base Seca	4.37
Fibra Neutro Detergente	% Base Seca	13.94
Cenizas	% Base Seca	8.32
Calcio	% Base Seca	1.03
Fósforo	% Base Seca	0.62