

Universidad Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



**Universidad
Zamorano®**

Proyecto Especial de Graduación
**Efecto del método de suministro de concentrado peletizado en el
desarrollo de terneros lactantes**

Estudiantes

Raúl Francisco Quiroz Rivera

Brandon Jhosue Toscano Barrera

Asesores

Marielena Moncada, Ph.D.

Kenia David Lagos, M.Sc.

Honduras, septiembre 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREWS

Rector i.a.

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 Anexos	6
Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Ubicación	11
Criterios de Inclusión	11
Manejo de Terneros.....	11
Alimentación	13
Tratamientos.....	14
Grupo Tratamiento (n = 9).....	14
Grupo Control (n = 9)	14
Variables	14
Consumo Diario de Alimento.....	14
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	15
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	15
Ganancia de Altura a la Cruz (GALT)	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	16
Resultados y Discusión.....	17
Peso Acumulado	17
Altura a la Cruz.....	18
Consumo Diario de Alimento.....	19
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	20
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	22

Recomendaciones..... 24

Referencias..... 25

Anexos..... 27

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Valor nutricional de concentrado preiniciador Vitalechero®	13
Cuadro 2 Valores medios del peso corporal (kg) de terneros Holstein y Pardo Suizo evaluados a los 20 y 50 días de edad	17
Cuadro 3 Valores medios de la altura a la cruz (cm) de terneros Holstein y Pardo Suizo evaluados a los 20 y 50 días de edad	18
Cuadro 4 Consumo promedio diario de concentrado (kg) en terneros Holstein y Pardo Suizo lactantes	19
Cuadro 5 Ganancia diaria de peso (GDP) promedio de terneros Holstein y Pardo Suizo al día 50 de edad	20
Cuadro 6 Valores medios de la ganancia diaria de altura a la cruz de terneros Holstein y Pardo Suizo al final del experimento	21
Cuadro 7 Valores medios del índice de conversión alimenticia (ICA) de terneros Holstein y Pardo Suizo al final del experimento	22

Índice de Anexos

Anexo A Distribución de tratamientos.....	27
Anexo B Braden Start Grain Feeding Bottle.....	28
Anexo C Medición de altura de la cruz y pesaje de terneros	29
Anexo D Pesaje de concentrado peletizado	30

Resumen

El consumo de concentrado en terneros lactantes no solo es fundamental por su aporte nutricional, sino también por su papel en la estimulación del desarrollo ruminal, especialmente en la formación de papilas ruminales. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del método de suministro de concentrado peletizado sobre variables productivas en terneros lactantes, específicamente: el consumo diario de concentrado, la ganancia diaria de peso (GDP), la ganancia de altura a la cruz (GALT) y el índice de conversión alimenticia (ICA). Se utilizaron 18 terneros machos, mayores de 20 días de edad, de razas las Holstein y Pardo Suizo, asignados aleatoriamente a dos tratamientos: el grupo control (n = 9), alimentado mediante el sistema convencional con baldes, y el grupo tratamiento (n = 9), alimentado mediante un biberón dispensador de concentrado. El estudio tuvo una duración de 30 días, desde el día 20 hasta el día 50 de vida de los animales. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), y los datos fueron analizados mediante la prueba t de Student para muestras independientes, utilizando el software SAS® University Edition. Los resultados indicaron que no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos en ninguna de las variables evaluadas. Tanto el método convencional con balde como el biberón dispensador permitieron un desarrollo físico comparable, con valores similares de consumo, ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Se concluye que, bajo condiciones de manejo homogéneas y una dieta balanceada, el método de suministro del concentrado no influye significativamente en el desempeño productivo de terneros lactantes durante esta etapa.

Palabras clave: Alimentación de terneros, concentrado iniciador, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia.

Abstract

Feed consumption in lactating calves is fundamental not only for its nutritional contribution but also for stimulating rumen development, particularly the formation of ruminal papillae. The objective of this study was to evaluate the effect of the method of supplying pelleted concentrate on productive variables in lactating calves, specifically daily concentrate intake (DCI), daily weight gain (DWG), withers height gain (WHG), and feed conversion ratio (FCR). A total of 18 male Holstein and Brown Swiss calves, older than 20 days of age, were randomly assigned to two treatments: the control group (n = 9), fed using the conventional bucket system, and the treatment group (n = 9), fed using a bottle dispenser of concentrate. The experiment lasted 30 days, from day 20 to day 50 of the calves' life. A completely randomized design (CRD) was applied, and the data were analyzed using the independent Student's t-test with SAS® University Edition software. Results indicated that there were no significant differences ($P > 0.05$) between treatments for any of the evaluated variables. Both the conventional bucket and the concentrate dispenser bottle allowed comparable physical development, with similar values of feed intake, weight gain, and feeding efficiency. It is concluded that, under homogeneous management conditions and a balanced diet, the method of concentrate supply does not significantly influence the productive performance of lactating calves during this stage.

Keywords: Calf feeding, feed conversion ratio, starter concentrate, weight gain, withers height.

Introducción

En la producción lechera, garantizar la sostenibilidad del hato es esencial para mantener un flujo constante de animales que respalden la rentabilidad y continuidad del sistema. A nivel global, el ganado vacuno aporta aproximadamente el 81% de la producción total de leche (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2022), siendo esta la principal fuente de ingresos en las fincas lecheras, con un 88% proveniente de la venta de leche y solo un 12% de la venta de animales (Moya, 2022). Dentro de este contexto, el manejo adecuado de terneros y terneras de reemplazo es un pilar fundamental para la sostenibilidad, productividad y viabilidad económica del sistema. Las hembras se destinan a la reposición del hato, mientras que los machos pueden utilizarse para reproducción o venta para engorde. La etapa de cría, y en particular la fase de lactancia, es crítica, ya que en ella se sientan las bases del desarrollo fisiológico, inmunológico y productivo de los futuros animales del hato.

Un manejo eficiente en esta etapa inicial contribuye a obtener animales sanos, con características genéticas deseables y elevado potencial productivo (Ybalmea, 2015). De hecho, diversos autores han señalado que la crianza de terneros representa la piedra angular de una explotación lechera exitosa (Rendón Bedoya, 2016). La adecuada nutrición durante la lactancia no solo favorece un crecimiento óptimo, sino que también permite una expresión eficiente del potencial genético del animal y el desarrollo adecuado de sus estructuras físicas (Rendón Bedoya, 2016).

En este sentido, la alimentación representa un factor clave. Esta debe proporcionar nutrientes en cantidad y calidad suficientes para cubrir los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y desarrollo metabólico del animal (Molina Garzón, 2022). El uso de concentrado peletizado se ha consolidado como una estrategia eficaz, dada su alta digestibilidad y capacidad para mejorar la eficiencia en la utilización de nutrientes. Una adecuada alimentación durante los primeros dos meses de vida es determinante para lograr una buena reposición de hembras en el hato y machos con valor comercial (Hortigüela et al., 2017).

Desde el punto de vista fisiológico, la transición del ternero desde un sistema digestivo monogástrico hacia un sistema ruminal funcional depende en gran medida del tipo y forma de alimentación. La estimulación temprana del consumo de concentrado favorece el desarrollo del epitelio ruminal, particularmente de las papilas, y permite una transición más rápida y eficiente hacia un sistema digestivo propio del rumiante adulto (Molina Garzón, 2022).

En este contexto, el método de suministro del alimento sólido desempeña un papel fundamental en la fase de crianza de los terneros, ya que no solo determina el acceso físico al concentrado, sino que también influye en variables claves como el comportamiento ingestivo, la frecuencia de consumo y el aprendizaje alimentario. La forma en que se ofrece el concentrado puede modificar la tasa de ingestión, la preferencia individual y la adaptación temprana al alimento sólido, aspectos determinantes para el desarrollo funcional del rumen y la eficiencia de crecimiento, (Heinrichs y Jones, 2016; Sterry, 2018).

La incorporación de tecnologías como dispensadores de concentrado en forma de biberón surge como una alternativa innovadora. Este tipo de dispositivos estimulan el reflejo natural de succión propio del comportamiento neonatal, lo cual podría facilitar una mayor aceptación del alimento sólido y estimular un mayor consumo voluntario durante las primeras semanas de vida. La activación de este reflejo contribuye a reforzar patrones naturales de búsqueda y succión, lo que puede traducirse en una mayor frecuencia de visitas al punto de alimentación y, en consecuencia, en un aumento del consumo diario de concentrado.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del método de suministro de concentrado peletizado en el desarrollo de terneros lactantes en las siguientes variables: consumo de alimento, ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia y ganancia de altura a la cruz, comparando dos estrategias: el uso de un dispensador en forma de biberón y la alimentación convencional mediante baldes.

Materiales y Métodos

Ubicación

El proyecto de investigación se realizó en la unidad de ganado lechero, sección terneros de la Universidad Zamorano, ubicada en el Valle del río de Yegüare, a 30 km de Tegucigalpa vía a Danlí a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio de 26 °C y una precipitación anual de 1100 mm.

Criterios de Inclusión

Se eligieron 18 terneros de razas grandes Pardo Suizo, Holstein y sus encastes, los cuales fueron mayores a 20 días y debieron cumplir los siguientes criterios:

Machos

No provenir de partos distócicos

Sin deformidades

Manejo de Terneros

Los terneros utilizados en el estudio fueron provenientes de la unidad de ganado lechero y posteriormente trasladados a la unidad de reemplazo de terneros y vaquillas. En las primeras horas de vida, se les suministró calostro de alta calidad, fundamental para conferir inmunidad pasiva y protegerlos frente a posibles infecciones. Se procuró cumplir con la recomendación de proporcionar al menos cuatro litros de calostro durante las primeras 8 horas de vida, divididos en dos tomas de dos litros cada una (Bentley et al., 1998).

Se aplicó un protocolo sanitario inicial que incluyó la administración de Emicina LA[®], con oxitetraciclina (200 mg/mL), a razón de 3 mL por vía intramuscular; Hematover Plus[®], con gluconato de cobre (250 mg/mL), también a 3 mL por vía intramuscular; Vigantol ADE[®], un complejo multivitamínico, en dosis de 0.5 a 1 mL por vía intramuscular; y Afecto[®], a base de ivermectina (1 g/100 mL), en dosis de 0.5 a 1 mL por vía subcutánea. Este protocolo tuvo como objetivo actuar

como antiparasitario, prevenir diarreas y fortalecer la respuesta inmunitaria, reduciendo el riesgo de infecciones en una etapa crítica del desarrollo (Gálvez y García, 2023).

Posteriormente, al día fueron alimentados con calostro y leche de transición día 2 al día 4 terneros fueron incorporados al sistema de crianza establecido en la unidad, el cual contempla la alimentación con la dieta base compuesta por un lactoreemplazador comercial (Kalvolac®), complementada con un concentrado preiniciador (Vitalechero®). La oferta de concentrado desde la primera semana de vida es fundamental para estimular el desarrollo ruminal y facilitar una transición exitosa hacia el destete (Almeyda, 2018).

A partir del día 20 de vida, los animales fueron incorporados al proyecto experimental hasta el día 50. Durante este periodo, se garantizó el acceso continuo a agua fresca y concentrado de buena calidad, los terneros fueron sometidos al protocolo de alimentación experimental, iniciando con una ración de 226.7 g de concentrado, la cual se incrementó progresivamente en intervalos de igual cantidad, según el consumo individual de cada animal, con el fin de complementar la dieta líquida y promover un desarrollo ruminal adecuado (Holm Laue, 2022).

Ambos grupos experimentales fueron manejados bajo las mismas condiciones ambientales, sanitarias y de manejo general, las cuales incluyeron:

Suministro de leche de transición conforme al protocolo establecido por la unidad de terneros.

Acceso permanente a agua limpia y fresca.

Camas secas y confortables, renovadas periódicamente.

Monitoreo sanitario constante para la detección temprana de signos de enfermedad.

El manejo nutricional fue estandarizado para todos los animales, lo que quiere decir que todos los animales se alimentaron con concentrado peletizado de la misma formulación y lote, lo que garantizó uniformidad en desarrollo de los terneros.

Alimentación

A partir del día 20 de vida, los terneros fueron sometidos al protocolo de alimentación establecido para el experimento. Inicialmente, se les proporcionó una ración de 226.8 g, valor recomendado como base para estimular el consumo voluntario y promover el desarrollo ruminal sin causar sobrecarga digestiva. Este valor responde a las recomendaciones de la Universidad de Penn State Extension (Jones y Heinrichs, 2022) que sugiere iniciar la oferta de concentrado seco con aproximadamente 113 g a 226 g por día, incrementando progresivamente según la capacidad de consumo del animal y su estado fisiológico. Esta estrategia permite una adaptación gradual del sistema digestivo del ternero hacia una alimentación sólida eficiente, facilitando una transición exitosa al destete.

La dieta base estuvo compuesta por un lactoreemplazador comercial (Kalvolac®), complementada con un concentrado preiniciador formulado específicamente para estimular el desarrollo ruminal (Vitalechero®), favoreciendo así la transición gradual hacia una alimentación sólida. La composición nutricional del concentrado se presenta en el Cuadro 1, donde sus componentes cumplen con los valores establecidos para terneros machos en etapa de lactancia.

Cuadro 1

Valor nutricional de concentrado preiniciador Vitalechero®

Componentes	Cantidad (%)
Proteína (Mín.)	20.00
Grasa (Mín.)	3.50
Fibra cruda (Máx.)	8.00
Energía digestible	3,000 kcal/kg
Calcio (Mín.)	0.50
Calcio (Máx.)	0.60
Fósforo (Mín.)	0.45
Sal (Mín.)	1.20
Humedad (Máx.)	13.00

Tratamientos

El estudio se llevó a cabo con un total de 18 terneros lactantes, seleccionados bajo criterios de homogeneidad en edad, peso corporal, estado de salud y condición fisiológica general, con el objetivo de reducir la variabilidad inicial y asegurar la validez de los resultados experimentales.

Los animales fueron asignados aleatoriamente a cada tratamiento lo que permitió garantizar que las diferencias observadas fueran atribuibles exclusivamente al método de suministro del concentrado peletizado.

Grupo Tratamiento (n = 9)

Los terneros recibieron el concentrado peletizado a través de un sistema de alimentación en forma de biberón, utilizando el dispositivo Braden Start Grain Feeding Bottle (Coburn®). Este equipo está diseñado para fomentar el consumo voluntario temprano de alimento sólido, simulando el reflejo de succión natural, lo cual favorece el desarrollo ruminal desde etapas tempranas.

Grupo Control (n = 9)

Los terneros fueron alimentados con concentrado peletizado mediante el sistema convencional de suministro en baldes abiertos, tal como se practica tradicionalmente en las unidades de crianza de ganado lechero. Esta metodología permitió evaluar el efecto del tipo de dispensador de concentrado sobre el comportamiento alimenticio, el desarrollo físico y los parámetros sanitarios de los terneros durante el período de lactancia.

Variables

Consumo Diario de Alimento

Esta variable corresponde a la cantidad total de concentrado peletizado ingerido por cada ternero diariamente, expresada en kilogramos, se evaluó mediante el control diario del alimento ofrecido y rechazado por cada ternero. Se determinó calculando la diferencia entre la cantidad de concentrado proporcionada y la cantidad no consumida al día siguiente. Para ello, se pesó diariamente

el concentrado ofrecido y el rechazo correspondiente, permitiendo cuantificar con precisión el consumo real individual., expresado por la fórmula 1:

$$\text{Consumo diario de alimento (kg)} = \text{Oferta (kg)} - \text{Rechazo (kg)} \quad [1]$$

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Para esta variable, cada ternero fue pesado utilizando una báscula digital DigiStar SW300® al día 20 y nuevamente al día 50 de edad. Se calculó registrando el peso inicial y el peso final de cada ternero durante ese período de 30 días y dividiendo la diferencia entre el número de días transcurridos. Definido por la fórmula 2:

$$\text{Ganancia de peso} \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}}{\text{Tiempo (días)}} \quad [2]$$

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Esta variable refleja la eficiencia del consumo de alimento. Se calculó dividiendo el total de alimento consumido entre la ganancia de peso del ternero en el mismo período de 30 días. Detallado por la fórmula 3:

$$\text{Índice de conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo total de alimento (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg)}} \quad [3]$$

Ganancia de Altura a la Cruz (GALT)

La altura a la cruz se midió desde el suelo hasta el punto más alto de la zona escapular utilizando una cinta métrica flexible. Las mediciones se realizaron también al día 20 y al día 50 de edad, manteniendo una postura natural del animal durante el proceso, implica que el ternero debe estar de pie, con las patas bien apoyadas, dorso recto y la cabeza ubicada de forma neutral, lo que asegura una medición precisa y consistente de la altura a la cruz. Definido por la fórmula 4:

$$\text{Ganancia de altura a la cruz (cm)} = \text{Altura final(cm)} - \text{Altura inicial(cm)} \quad [4]$$

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El estudio se diseñó bajo un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos y nueve repeticiones por tratamiento, para un total de 18 terneros lactantes. La asignación aleatoria de los animales a los tratamientos permitió controlar la variabilidad individual y asegurar que las diferencias observadas fueran atribuibles a la forma en la que se suministra concentrado peletizado.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software SAS® OnDemand for Academics (versión 9.4). Para la comparación de medias entre tratamientos, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes. El nivel de significancia considerado fue $P \leq 0.05$, con el fin de determinar diferencias estadísticas relevantes en las variables evaluadas.

Resultados y Discusión

Peso Acumulado

En el Cuadro 2 se muestra los valores medios del peso de los terneros evaluados a los 20 y 50 días, donde no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 2

Valores medios del peso corporal (kg) de terneros Holstein y Pardo Suizo evaluados a los 20 y 50 días de edad

Tratamiento	Peso inicial	EE ±	Peso final	EE ±
Alimentación Balde	53.84	3.67	82.09	5.83
Alimentación Biberón	55.35	3.03	81.61	6.23
Valor P	0.7543		0.9559	

Nota. Nivel de significancia $P \leq 0.05$; EE±= Error estándar

El análisis de la variable peso, considerado de forma individual, no mostró diferencias entre los dos métodos de suministro de concentrado ($P = 0.7543$ al día 20 y $P = 0.9559$ al día 50). Esta consistencia en los resultados podría atribuirse a las condiciones homogéneas de manejo, al control en la formulación y suministro del concentrado, así como a la uniformidad fisiológica de los animales evaluados. En una investigación realizada por Rockwell y Allen (2016) compararon el uso de comederos tradicionales y dispensadores automáticos de alimento en terneros Holstein, y no encontraron diferencias significativas ni en la ganancia diaria de peso ni en el peso final, siempre que el acceso al alimento fuera constante y suficiente. Los resultados del presente estudio indican que el método de suministro del concentrado peletizado no tuvo un efecto sobre el peso de los terneros lactantes.

De forma complementaria Flowers Portillo y Solis Garza (2019), evaluaron el efecto de dos concentrados comerciales, Nutreleche® y Vitalechero®, en el crecimiento de terneros lactantes. Los autores tampoco observaron diferencias en altura ni en peso al nacimiento, lo que refuerza la evidencia de que distintos tipos de concentrado, cuando son nutricionalmente adecuados, permiten un desarrollo físico equivalente en esta etapa.

Al comparar los pesos corporales registrados en este estudio con estándares internacionales, se observa que los terneros alcanzaron valores de 82.09 kg en el tratamiento con balde y 81.61 kg en el tratamiento con biberón al día 50 de edad. Estos valores son levemente superiores al normal para terneros Holstein alimentados con leche y concentrado durante la fase pre-destete según un estudio realizado en la universidad de Penn State, la cual indica que los valores establecidos al día 20 son de 53.8 kg y 77.8 kg al día 50 (Jones y Heinrichs, 2022b).

Altura a la Cruz

El Cuadro 3 muestra un resumen de los valores medios (cm) de altura a la cruz de los terneros, donde no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 3

Valores medios de la altura a la cruz (cm) de terneros Holstein y Pardo Suizo evaluados a los 20 y 50 días de edad

Tratamiento	Altura Inicial	EE ±	Altura final	EE ±
Alimentación Balde	81.00	2.24	87.89	1.50
Alimentación Biberón	82.56	2.16	88.89	1.41
Valor P	0.6341		0.6341	

Nota. Nivel de significancia $P \leq 0.05$; EE± = Error estándar

En relación con la variable altura a la cruz, no se encontraron diferencias entre los métodos de suministro evaluados ($P = 0.6341$) tanto al día 20 como al día 50, indicando que el tipo de dispositivo no afectó el crecimiento estructural de los terneros.

Al comparar los resultados obtenidos con los estándares de crecimiento publicados en la Universidad de Penn State Extension por Jones y Heinrichs (2022b) se observa que los terneros del presente estudio presentaron alturas ligeramente superiores a las referencias para terneras Holstein en condiciones óptimas. Según estas tablas, la altura promedio esperada a la cruz es de 79.2 cm a los 20 días y de 86.1 cm a los 50 días. En contraste, los terneros alimentados con balde alcanzaron 81.00 cm al día 20 y 87.89 cm al día 50, mientras que aquellos alimentados con biberón presentaron 82.56 cm y 88.89 cm, respectivamente. Estos resultados reflejan un desarrollo dentro o por encima del rango

ideal de crecimiento, lo que sugiere una adecuada nutrición, manejo y estado sanitario durante el ensayo.

Consumo Diario de Alimento

El Cuadro 4 presenta los valores promedio del consumo diario de alimento, donde no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los métodos de alimentación evaluados.

Cuadro 4

Consumo promedio diario de concentrado (kg) en terneros Holstein y Pardo Suizo lactantes

Tratamiento	Consumo 0 a 20 días	EE ±	Consumo 20 a 50 días	EE ±
Alimentación Balde	0.40	0.05	1.25	0.10
Alimentación Biberón	0.38	0.06	1.20	0.12
Valor P	0.8012		0.8270	

Nota. Nivel de significancia $P \leq 0.05$; EE±= Error estándar

En el presente estudio, no se observaron diferencias en el consumo diario de concentrado entre los métodos de suministro evaluados ($P = 0.8012$ al día 20 y $P = 0.8270$ al día 50). Tanto los terneros alimentados mediante balde abierto como aquellos alimentados con biberón dispensador registraron consumos promedio similares, lo que indica que el tipo de dispositivo no tuvo un efecto relevante sobre la palatabilidad, el acceso al alimento o la capacidad de ingestión voluntaria.

El consumo registrado entre 0.38 y 0.40 kg/día al día 20, y 1.20 a 1.25 kg/día al día 50 se encuentra dentro de los rangos esperados para terneros de razas grandes como la Holstein. De acuerdo con Moore (2017) los valores promedio de consumo de concentrado en terneros Holstein son de aproximadamente 0.20 kg/día a los 28 días y 1.36 kg/día a los 48 días, bajo sistemas de alimentación estandarizados. Por lo tanto, los resultados del presente estudio indican un patrón de crecimiento adecuado, que favorece el desarrollo ruminal y una transición exitosa hacia la alimentación sólida durante la fase pre-destete.

Uno de los factores que podría haber contribuido a este comportamiento uniforme entre tratamientos fue la homogeneidad en la presentación física del concentrado. Según Castro Flores (2011), cuando el alimento balanceado posee características consistentes como tamaño de partícula,

textura y densidad se facilita una ingestión voluntaria constante, independientemente del método de suministro. Esto sugiere que, más allá del tipo de dispositivo, el diseño físico del alimento tuvo un papel clave en mantener un consumo estable durante el periodo evaluado.

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

En consecuencia, en la ganancia diaria de peso (GDP) no se encontraron diferencias entre tratamientos ($P = 0.7124$ al día 20 y $P = 0.6597$ al día 50), tal como se presenta en el Cuadro 5. Ambos métodos de suministro permitieron un crecimiento similar, lo que refuerza la idea de que, bajo condiciones nutricionales homogéneas y un manejo adecuado, el tipo de dispositivo no influye de forma determinante en la eficiencia de crecimiento durante la fase lactante.

Cuadro 5

Ganancia diaria de peso (GDP) promedio de terneros Holstein y Pardo Suizo al día 50 de edad

Tratamiento	GDP (kg/día)	EE ±
Alimentación Balde	0.94	0.08
Alimentación Biberón	0.87	0.12
Valor P	0.6597	

Nota. Nivel de significancia $P \leq 0.05$; EE±= Error estándar

No se encontraron diferencias en la ganancia diaria de peso entre los dos métodos de suministro evaluados ($P = 0.65$). Los terneros alimentados con balde abierto alcanzaron una ganancia promedio de 0.94 kg/día, mientras que aquellos que recibieron el concentrado mediante biberón dispensador registraron 0.87 kg/día. Esta diferencia sugiere que el tipo de dispositivo utilizado no influyó de manera relevante en el ritmo de crecimiento de los terneros durante el periodo evaluado.

Estos valores son ligeramente más altos que el rango óptimo de 0.80 a 0.86 kg/día recomendado por la investigación realizada por Heinrichs y Jones (2016) lo que confirma que ambos métodos evaluados permitieron un desarrollo adecuado bajo condiciones controladas y homogéneas.

Ganancia de Altura a la Cruz (GALT)

En el Cuadro 6 se presentan los valores correspondientes a la ganancia diaria de altura a la cruz de los terneros evaluados. Durante el periodo experimental, no se observaron diferencias entre los tratamientos ($P = 0.5682$).

Cuadro 6

Valores medios de la ganancia diaria de altura a la cruz de terneros Holstein y Pardo Suizo al final del experimento

Tratamiento	GALT (cm/día)	EE±
Alimentación Balde	6.89	0.81
Alimentación Biberón	6.33	0.50
Valor P	0.5682	

Nota. Nivel de significancia $P \leq 0.05$; EE±= Error estándar

El crecimiento lineal en terneros está más influenciado por factores como el perfil nutricional de la dieta, la genética y el ambiente de cría, que por el tipo de dispositivo utilizado para administrar el alimento. Cuando las condiciones son homogéneas y se asegura el acceso continuo a una dieta balanceada, el desarrollo de la estructura corporal no se ve limitado por la modalidad de suministro.

En cuanto al crecimiento estructural, se observó una ganancia diaria de altura a la cruz de 0.23 cm/día para el grupo alimentado con balde y de 0.21 cm/día para el grupo alimentado con biberón, sin diferencias entre tratamientos ($P = 0.6341$). Estos valores, correspondientes a un incremento total de 6.89 y 6.33 cm respectivamente durante los 30 días evaluados, se encuentran por encima de los rangos internacionales esperados para terneros Holstein durante la fase lactante. De acuerdo con Sterry (2018) el crecimiento estimado en altura a la cruz durante los primeros 60 días de vida oscila entre 10 y 12 cm, lo cual equivale a un incremento diario de 0.17 a 0.20 cm/día. Esto indica que, bajo condiciones de manejo y nutrición controladas, como las del presente estudio, es posible alcanzar el desarrollo estructural de los animales independientemente del método de suministro del alimento.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

El índice de conversión alimenticia (ICA) no presentó diferencias entre los tratamientos evaluados ($P = 0.7185$), como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7

Valores medios del índice de conversión alimenticia (ICA) de terneros Holstein y Pardo Suizo al final del experimento

Tratamiento	ICA	EE ±
Alimentación Balde	1.79	0.32
Alimentación Biberón	1.92	0.15
Valor P	0.7185	

Nota. Nivel de significancia $P \leq 0.05$; EE±= Error estándar

El ICA observado en ambos tratamientos se encuentra dentro del rango considerado normal para terneros de razas lecheras grandes como Holstein y Pardo Suizo durante la fase lactante, el cual suele oscilar entre 1.8 y 2.2 (Flowers Portillo y Solis Garza, 2019).

Cabe señalar que el ICA es una variable altamente influenciada por la calidad nutricional del alimento, el estado de salud digestiva del animal y la constancia en el suministro. Por lo tanto, bajo condiciones controladas como las del presente estudio, el tipo de dispositivo utilizado no representa un factor limitante para la eficiencia alimenticia.

El ICA es altamente sensible a factores como la calidad nutricional del concentrado y la salud digestiva del animal, más que al dispositivo de alimentación. Cuando estos factores están controlados, las diferencias entre sistemas de suministro tienden a desaparecer.

Conclusiones

El método de suministro del concentrado peletizado, ya sea mediante biberón dispensador o balde, no tuvo un efecto sobre las variables evaluadas: peso corporal, altura a la cruz, consumo de alimento, ganancia diaria de peso, ganancia diaria de altura e índice de conversión alimenticia durante el periodo de evaluación (días 20 a 50 de vida).

Ambos métodos permitieron un desarrollo físico comparable en los terneros lactantes, lo que sugiere que, bajo las condiciones de manejo del estudio, el tipo de dispositivo de suministro no influye de manera determinante en el desempeño zootécnico de los animales.

Estos hallazgos respaldan el uso de tecnologías alternativas, como el biberón dispensador, como una estrategia válida en sistemas de crianza de terneros, siempre que se garantice la calidad del alimento y el bienestar general de los animales. Asimismo, el método convencional mediante balde continúa siendo una opción eficaz y eficiente en contextos donde se requiere simplicidad operativa y facilidad de implementación.

Recomendaciones

Replicar el estudio en hembras de las mismas razas (Holstein y Pardo Suizo), manteniendo las mismas condiciones de manejo y periodo de evaluación (del día 20 al 50 de vida), con el objetivo de analizar posibles diferencias fisiológicas y productivas asociadas al sexo.

Evaluar el desarrollo obtenido al realizar el estudio desde el día 4 de vida, a fin de determinar si el momento en que se introduce el concentrado influye significativamente en las variables de respuesta productiva y en la eficiencia alimenticia.

Optimizar el proceso de adaptación al dispensador de concentrado, mediante la implementación de protocolos de habituación temprana que favorezcan el consumo voluntario de alimento desde etapas iniciales. Esto podría potenciar el desarrollo ruminal y mejorar el desempeño productivo de los terneros durante la fase lactante.

Referencias

- Almeyda, J. M. (2018). *Producción de ganado vacuno lechero en Sierra*. https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Bovino_y_Caprino_opt.pdf
- Bentley, J., Castillo Lopez, E., Clark, K., Kononoff, P., Ramirez Ramirez, H. y Robinson, A. (1998). *Manejo y cuidado de becerros recién nacido y calostro* [Guía Básica, Iowa State University, Estados Unidos, Estados Unidos]. www.extension.iastate.edu. <https://www.extension.iastate.edu/dairyteam/files/documents/Manejo%20y%20cuidado%20de%20becerros%20recie%CC%81n%20nacido%20y%20calostro.pdf>
- Castro Flores, P. (2011). *Procesamiento del alimento balanceado utilizado en la crianza de terneras y su efecto sobre el crecimiento y el desarrollo ruminal* [Tesis]. Escuela de Zootecnia Facultad de Ciencias Agroalimentarias Universidad de Costa Rica, Costa Rica. <https://zootecnia.ucr.ac.cr/images/tesis/pdfs/castro-flores-pamela.pdf>
- Flowers Portillo, H. J. y Solis Garza, R. A. (2019). *Evaluación de los efectos de los concentrados pre iniciadores Nutreleche® y Vitalechero® sobre el desempeño de terneros lactantes* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamerica, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/74af722f-d785-4008-bf8f-550accf1b9e0/content>
- Gálvez, J. y García, F. (2023). *Comparación de dos concentrados en la alimentación de terneros de ganado lechero durante la fase lactante* [Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamerica, Zamorano, Honduras]. bdigital.zamorano.edu. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/60459388-bcef-4049-ae0a-cd5df26f4f6b/content>
- Heinrichs y Jones. (2016). *Economics and Effects of Accelerated Calf Growth Programs*. Penn State University Extension. <https://extension.psu.edu/economics-and-effects-of-accelerated-calf-growth-programs>
- Holm Laue. (2022). *Alimento energético para terneros: pienso concentrado*. <https://www.holm-laue.com/powerfood-fuer-die-kaelber/?language=es&utm>
- Hortigüela, L., Lissarrague, C., Pinto de Almeida Castro, Aldana y Bilbao, G. N. (2017). *Nutrición de terneros Holstein en tambos de la Cuenca Mar y Sierras* [Tesis, facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires, Argentina]. RIS. <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/0fa4f165-bbf6-4c56-97fc-146ad775cd70/content>
- Jones, C. y Heinrichs, J. (2022a). *Feeding the Newborn Dairy Calf*. Penn State University Extension. <https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf#section-26>
- Jones, C. y Heinrichs, J. (2022b). *Growth Charts for Dairy Heifers*. Penn State University Extension. <https://extension.psu.edu/growth-charts-for-dairy-heifers>
- Molina Garzón, Á. (2022). *Importancia de la implementación de las buenas prácticas de crianza en las terneras de lechería especializada* [Tesis]. Universidad de Cundinamarca, Colombia, Colombia. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/server/api/core/bitstreams/3718d9c6-a6c1-432d-b950-85b01aecbd66/content>

- Moore, D. (2017). *How much starter grain should a pre-weaned dairy calf be eating* [Ficha Técnica]. Washington State University Extension, Estados Unidos, Estados Unidos. <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2147/2017/07/FS288E.pdf>
- Moya, E. (2022). *Importancia económica de la reproducción en el ganado lechero*. Engormix. https://www.engormix.com/lecheria/gerenciamiento-lecherias/importancia-economica-reproduccion-ganado_a49745/
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2022). *Portal lácteo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es>
- Rendón Bedoya, A. (2016). *Terneras de remplazo en la lechería La Salle Dairy ubicada en California Estados Unidos* [Tesis, Corporación Universitaria Lasallista, Colombia, Colombia]. repository.unilasallista.edu.co. <https://repository.unilasallista.edu.co/items/6472ae67-84f5-4f24-90dd-556b18652700>
- Rockwell, R. J. y Allen, M. S. (2016). Chromium propionate supplementation during the peripartum period interacts with starch source fed postpartum: Production responses during the immediate postpartum and carryover periods. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4453–4463. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10344>
- Sterry, R. (2018). *Beef x Dairy Crossbreeding and Calf Management Practices on Wisconsin Dairy Farms*. University of Wisconsin-Madison. <https://livestock.extension.wisc.edu/articles/beef-x-dairy-crossbreeding-and-calf-management-practices-on-wisconsin-dairy-farms/>
- Ybalmea, R. (2015). Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana De Ciencia Agrícola*, 49(2), 141–152. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698003.pdf>

Anexos

Anexo A

Distribución de tratamientos



Anexo B

Braden Start Grain Feeding Bottle



Anexo C*Medición de altura de la cruz y pesaje de terneros*

Anexo D*Pesaje de concentrado peletizado*