

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



MAESTRÍA EN AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación del sistema de engorde a corral sobre la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán”.

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magister en Sistemas de Producción de Rumiantes

AUTOR: Francisco Javier Villarreal Mosquera

TUTOR: MSc. Marcelo Ibarra

Tulcán, 2021

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante Francisco Javier Villarreal Mosquera con el número de cédula 0401234869 ha elaborado el Trabajo de Titulación: “Evaluación del sistema de engorde a corral sobre la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Titulación de Postgrado con RESOLUCIÓN N° 150.CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.

f.....

MSc. Marcelo Ibarra

Tulcán, Septiembre de 2021

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Sistemas de Producción de Rumiantes

Yo, Francisco Javier Villarreal Mosquera. con cédula de identidad número 0401234869 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Francisco Javier Villarreal M

Tulcán, Septiembre de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Francisco Javier Villarreal Mosquera declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Evaluación del sistema de engorde a corral sobre la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Francisco Javier Villarreal M

Tulcán, Septiembre de 2021

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por haberme brindado la oportunidad de ser parte de éste primer grupo de estudiantes en la Maestría de Agropecuaria y a todos los profesores que fueron guías importantes en todo el programa.

A Msc Marcelo Ibarra por su dirección y aporte valioso en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi esposa Gabriela Sanipatín por su apoyo incondicional, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo motivándome para finalizar mi trabajo. Gracias amor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1 ANTECEDENTES A LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.2 MARCO TEÓRICO.....	10
2.2.1 Nutrición del ganado bovino	10
2.2.2 Alimentación del ganado bovino	13
2.2.3 Factores conductuales.....	26
2.2.4 Holstein Mestizo	27
2.2.1 Normando	29
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO.....	31
3.1.1 Enfoque	31
3.1.2 Tipo de Investigación.....	31
3.2 HIPÓTESIS	31
3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
3.3.1 Definición de las variables	31
3.3.2 Operacionalización de variables.....	33
3.4 MÉTODOS UTILIZADOS	33
3.4.1 Métodos.....	33
3.4.2 Técnicas	33
3.4.3 Fuentes de información	34

3.5	Análisis estadístico.....	34
3.5.1	Población y muestra	35
3.5.2	Análisis estadístico	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	RESULTADOS	39
4.1.1	Tratamiento de datos y verificación de supuestos	39
4.1.2	Análisis de covarianza para el peso final - raza.....	40
4.1.3	Análisis de covarianza para el peso final - método.....	40
4.1.4	Análisis de covarianza para el peso final - tratamientos	42
4.1.5	Análisis de correlación.....	44
4.1.6	Análisis progresivo de la condición corporal por raza y por método	44
4.1.7	Análisis progresivo de la presencia de peleas por raza y por método ...	46
4.1.8	Análisis progresivo de la presencia de fugas por raza y por método	47
4.1.9	Análisis progresivo de la presencia de voracidad por raza y por método	49
4.1.10	Análisis progresivo de la presencia de enfermedad por raza y por método	51
4.1.11	Análisis de costos	52
4.2	DISCUSIÓN	54
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1	CONCLUSIONES.....	57
5.2	RECOMENDACIONES	58
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VII.	ANEXOS.....	67
	Anexo 1. Requerimientos de proteína y energía en bovinos	67
	Anexo 2. Fotografías del corral y el ganado	68

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Riesgos en el sistema de alimentación tradicional por pastoreo	26
Tabla 2. Concentración promedio de minerales en el rumiante	12
Tabla 3. Principales problemas por deficiencia en macro y micronutrientes	13
Tabla 4. Características esperadas en la raza Holstein	28
Tabla 5. Características esperadas en la raza Normando.....	30
Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables.....	33
Tabla 7. Coordenadas de la Finca	35
Tabla 8. Los tratamientos y sus factores	37
Tabla 9. Análisis de costo comparativo entre Feedlot y Pastoreo	53
Tabla 11. Requerimientos de proteína de bovinos en crecimiento-engorde (gr/día) (Anrique, Molina, Alfaro, & Saldaña, 2014, pág. 77)	67
Tabla 12. Requerimientos de energía metabolizable (EM) en toretes en crecimiento- engorde (Mcal/día) (Anrique, Molina, Alfaro, & Saldaña, 2014, pág. 79)	67
Figura 1. Requerimientos de mantenimiento de energía.....	10
Figura 2. Macro y micronutrientes esenciales en el rumiante.....	12
Figura 3. Partes principales de las gramíneas	18
Figura 4. Ejemplo de Corral.....	25
Figura 5. Holstein	27
Figura 6. Normando	29
Figura 7. Imagen satelital de la Finca San José	34
Figura 8. Q-Q plot del peso final del ganado para distintas razas	39
Figura 9. Gráfica de regresión empleada en el ANCOVA para el peso final por raza con el peso inicial como covariable	40
Figura 10. Gráfica de regresión empleada en el ANCOVA del peso final para cada método con el peso inicial como covariable	41
Figura 11. Medias marginales y rangos de error para la prueba ANCOVA de peso final en función del método empleado.....	42
Figura 12. Gráfica de regresión empleada en el ANCOVA del peso final para cada tratamiento con el peso inicial como covariable	43

Figura 13. Medias marginales y rangos de error para la prueba ANCOVA de peso final en función del método empleado.....	43
Figura 14. Pruebas de correlación de Spearman, histograma, curva de densidad, curva de tendencia y diagrama de dispersión de las variables numéricas empleadas en la base de datos	44
Figura 15. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la condición corporal, para cada raza, registrada durante las 9 semanas.....	45
Figura 16. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la condición corporal, para cada método, registrado durante las 9 semanas.....	45
Figura 17. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de peleas, para cada raza, registrada durante las 9 semanas.....	46
Figura 18. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de peleas, para cada método, registrada durante las 9 semanas.....	47
Figura 19. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de fugas, para cada raza, registrada durante las 9 semanas.....	48
Figura 20. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de fugas, para cada método, registrada durante las 9 semanas.....	49
Figura 21. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de voracidad, para cada raza, registrada durante las 9 semanas	50
Figura 22. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de voracidad, para cada método, registrada durante las 9 semanas	50
Figura 23. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de enfermedad, para cada raza, registrada durante las 9 semanas	51
Figura 24. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de enfermedad, para cada método, registrada durante las 9 semanas	52

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objeto la evaluación del sistema de engorde a corral sobre la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán, en comparación con el sistema de engorde tradicional a pastoreo. Como variables en estudio se evaluó la ganancia de peso, condición corporal, y variables conductuales como es presencia de peleas, intentos de fuga, voracidad y presencia de enfermedades. El análisis estadístico se efectuó mediante el lenguaje de programación estadística R, donde en primera instancia se verificó la normalidad de los datos y posterior a ello se realizó el análisis ANCOVA, análisis de correlación, y el análisis progresivo de las variables conductuales. Para la variable peso final en relación a la raza no se encontró diferencias significativas ($p = 0,542$), en relación al método (corral o pastoreo) si hay diferencias entre los métodos ($p - value$ de 0,00038), donde el valor mayor se presenta en el sistema de alimentación a corral (feedlot). Las pruebas de correlación ejecutadas permitieron determinar que el peso final presenta una correlación muy alta con la condición corporal con un valor de 0,87 y la voracidad presenta una correlación alta con la presencia de fugas con un valor de 0,59. Además, se puede observar que el peso final y la condición corporal presentan una correlación negativa baja con la ocurrencia de fugas con un valor de - 0,28 y - 0,21 respectivamente. El análisis progresivo de la presencia de peleas en relación a la raza y al método muestran mayor ocurrencia de peleas en la raza Holstein mestizo durante las dos primeras semanas, pero luego estas desaparecen, no encontrando efecto del método para esta variable. En el análisis progresivo presencia de fugas y voracidad en relación a la raza y al método se observa mayor ocurrencia de fugas y voracidad en el método, siendo la mayor frecuencia en el método a corral (feedlot), indistintamente de las razas.

Palabras clave: corral, pastoreo, holstein mestizo, normando

ABSTRACT

The aim of the present study was evaluated the corral fattening system on the weight gain in bulls of the Holstein Mestizo and Norman breeds at the San José Farm, Tulcán, versus the traditional grazing fattening system. The weight gain, body condition, and behavioral variables such as the fights, escape attempts, voracity and the presence of diseases were evaluated. The statistical analysis was carried out using the statistical programming language R, where in the first instance the normality of the data was verified and after that, the ANCOVA analysis, correlation analysis, and the progressive analysis of the behavioral variables were performed. For the variable final weight in relation to the breed, no significant differences were found ($p = 0.542$), in relation to the method (corral or grazing) if there are differences between the methods (p -value of 0.00038), where the highest value It comes in the feedlot system. The correlation tests carried out allowed to determine that the final weight presents a very high correlation with the body condition with a value of 0.87 and voracity a high correlation with escape attempts with a value of 0.59. In addition, the final weight and the body condition present a low negative correlation with the escape attempts with a value of -0.28 and -0.21 respectively. The progressive analysis of fights in relation to the breed and the method shows a higher occurrence of fights in the Holstein mestizo breed during the first two weeks, but then these disappear, finding no effect of the method for this variable. In the progressive analysis of the escape attempts and voracity in relation to the breed and the method, a greater occurrence was observed in the method, with the highest frequency being in feedlot, regardless of the breeds.

INTRODUCCIÓN

Los diversos sistemas de engorde del ganado responden a las necesidades de aumentar la productividad consiguiendo una mayor ganancia de peso, sin embargo, el cambio de entorno para los animales puede ser un factor causante de estrés y por tanto, cambios en su comportamiento que puede impactar de manera negativa en el crecimiento del animal. El presente estudio contempla la influencia de los sistemas por pastoreo y engorde a corral (feedlot) en la ganancia de peso y en la conducta del ganado tales como presencia de peleas, fugaz, voracidad y enfermedades.

De acuerdo con Mijares, Hernández, Mendoza, Vargas, y Aranda en 2012 la alimentación en forma de pastoreo reduce la productividad cuando el forraje posee un bajo contenido de proteína cruda y está desbalanceado nutricionalmente. Además, de que, con frecuencia, este tipo de sistema de alimentación no posee la concentración de minerales suficientes, impidiendo que se produzcan los procesos metabólicos del ganado de manera eficiente.

Al respecto cabe considerar que la actividad de pastoreo implica un gasto energético significativo para el ganado, por su movilización y búsqueda de alimento. Mientras que en el corral el tiempo de alimentación aumenta y el gasto de energía disminuye. Sin embargo, las restricciones de espacio pueden provocar conflictos con otros animales, estrés o aumento de fugas.

Al no tener información de lo antes mencionado en la provincia del Carchi, tanto de los sistemas de alimentación, así como también de las razas utilizadas en la zona, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del sistema de engorde a corral (feedlot) en la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán, así como también evaluar aspectos conductuales tanto del sistema como de la raza.

I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de ganado se sustenta de manera tradicional en el pastoreo, sistema en el que el animal consume el pastizal a su propio ritmo, según sus necesidades y disposición de cantidad y calidad de alimento. No obstante, el interés en mejorar la productividad, hace necesario contar con sistemas más eficientes y controlables. En este sentido el sistema de alimentación a corral (feedlot) se presenta como una alternativa que permite maximizar el tiempo que el animal destina a alimentarse, y a la vez reduce el gasto calórico del animal por moverse.

A nivel mundial o regional son pocas las estadísticas que permitirían dimensionar el uso de estos sistemas de alimentación, como señala Bechtel (2018), más allá de Estados Unidos, Canadá y Australia, ningún país ha publicado estadísticas que permitan tener una perspectiva sobre el uso de corrales comerciales. En Estados Unidos se reportan cerca de 14 millones de animales en el sistema a corral (feedlot), en Canadá 1,4 millones, y en Australia 1,1 millones. De acuerdo con Drouillard (2018), en Estados Unidos la cantidad de sistemas a corral (feedlot) implementados asciende a 26586 en todo el país.

En cuando a Latinoamérica, Böll (2014) identifica el uso de sistemas de corral en Argentina, Brasil y Uruguay, no obstante, Bechtel (2018) señala que, si bien en estos países se ha producido un aumento en el uso del sistema a corral (feedlot), su uso aún es muy bajo en comparación a todo el sector ganadero. Por lo mismo puede asegurarse que el sistema de pastoreo tradicional es el más común en el trópico latinoamericano (Cardoza, Hernández, & Medrano, 2017). No obstante, existe aún una ausencia de estadísticas sobre el uso del sistema a corral (feedlot) a nivel regional, como tampoco se hallaron este tipo de datos sobre el uso del engorde a corral en Ecuador.

De acuerdo con Mijares, Hernández, Mendoza, Vargas, y Aranda en 2012 la alimentación en forma de pastoreo reduce la productividad cuando el forraje posee un bajo contenido de proteína cruda y está desbalanceado nutricionalmente. Además, de que, con frecuencia, este tipo de sistema de alimentación no posee la concentración de minerales suficientes, impidiendo que se produzcan los procesos metabólicos del ganado de manera eficiente.

La influencia del sistema en la ganancia de peso vendría dada por varios factores como la diferencia entre consumo calórico y gasto energético. En la actividad de pastoreo se produce un gasto energético significativo para el ganado, por ejemplo, Giner et al. (1988) mencionan haber identificado que el pastoreo abarco un tiempo promedio de 9,85 horas diarias en sequía y 9,45 horas en época de lluvia, lo que corresponde a un gasto de 12,48Mcal/día y 15,78Mcal/día para sequía y época lluviosa respectivamente. De manera similar Di Marco (1998) menciona un tiempo de pastoreo promedio de entre 9 y 10 horas diarias y un costo energético de entre 0,14 y 0,46kcal/h/kg en alta y baja disponibilidad de forraje respectivamente.

A esto se debe agregar el costo energético de la caminata, el cual se aproxima a 0,49kcal/h/kg en todas las especies según Di Marco y Aello (2003). El problema de este gasto energético, es que se produce una afectación en el ritmo de ganancia de peso del ganado, o como sugiere Di Marco y Aello (2003) ciertos estudios mostraron un aumento de peso en el ganado en pastoreo frente al estabulado aunque esto supuso también un aumento de 75Mcal (24kg de concentrado) al día, lo que por ende, aumenta el costo de alimentación. Con la misma cantidad y calidad de follaje entre ambos tipos de alimentación el aumento de gasto energético por pastoreo supone también una ganancia de peso menor. No obstante, la ventaja del sistema de engorde a corral (feedlot) es la posibilidad de controlar la calidad y cantidad del alimento, por lo que Rosenstein (2020) sugiere que el uso de grano y su composición son un factor que influye de manera significativa en la ganancia de peso.

Por otro lado, hay que considerar también los efectos conductuales en el animal debido a las diferencias entre los sistemas de pastoreo y a corral (feedlot). Según Piedra (2011) la aglomeración del animal en corrales aumenta el estrés, aumentando el cortisol en el plasma sanguíneo. Mientras que la reducción del espacio entre un 20% y 35% tiene como efecto un aumento en la agresividad entre animales. Para Machado (2011) la cantidad de animales en el corral y en la manga también influye en su conducta de calma o agresividad, además de que, en el caso de los terneros, pueden sentir estrés al ingresar a un lugar desconocido. Esto implica que, entre los criterios de decisión para escoger uno u otro sistema de alimentación, debe valorarse no solo la ganancia de peso sino el impacto en la conducta del ganado, factor que puede reducir la eficiencia y productividad esperada respecto al engorde.

En la Finca San José, dedicada a la producción de carne, se manejan las razas Normando y Holstein mestizo, esta última siendo principalmente eficiente en la producción de leche mas no de carne, como sugieren Vargas et al. (2012) al compararla con Jersey y cruce de Holstein x Jersey. La raza Holstein es reconocida como productora de leche (Castro, 2002), por lo que su uso en producción de carne requiere que se maximice el aprovechamiento del alimento y se reduzca el gasto energético.

Otro aspecto a señalar es que existen pocos estudios concentrados en las razas Normando y Holstein mestizo, por lo que la investigación ayudará a profundizar en el conocimiento de estas y se obtendrán datos sobre la ganancia de peso promedio de las mismas en ambos sistemas de alimentación.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Baja eficiencia en ganancia de peso por el gasto energético de los bovinos de las razas Holstein mestizo y Normando en el sistema de alimentación tradicional (pastoreo).

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación buscó determinar que el sistema de alimentación a corral (feedlot), tiene ventajas sobre el sistema de alimentación tradicional, como se propone en la literatura, donde se señala que permite “aprovechar la elevada eficiencia de conversión y el potencial de crecimiento del ternero así como lograr kilogramos de engorde en el invierno difíciles de alcanzar a pasto en la época en que lo terneros están encerrados” (Elizalde, 2015, pág. 89), pero que no han sido evaluados en la provincia del Carchi.

Es de notar que los datos recopilados aportan con información sobre el rendimiento de los sistemas de alimentación en ambas razas, en el sector de Tulcán, que posee características climáticas y de suelo particulares. Además, se puede comparar el rendimiento de ambas razas, por un lado, los toretes Holstein (que generalmente no es una raza de carne), y por otro, la raza Normando de doble propósito, por lo que puede ganar mayor peso.

Varios estudios defienden las ventajas del sistema a corral (feedlot) por ofrecer una alimentación estable, una mayor ganancia de peso y un mejor control sobre las cantidades y nutrientes ofrecidos al ganado. Entre estos estudios se puede mencionar a Piaggio (2010) quien sugiere que el engorde a corral es una opción que permite desestacionalizar la producción y enfrentar las crisis de forraje, además, el uso de estos sistemas permite también la integración de suplementos con mayor facilidad que en pastoreo.

Para Ceconi, Davies, Méndez, y Elizalde (2018) el método de alimentación a corral tiene efectos significativos en la recría de terneros, ayudándoles a alcanzar un mayor peso en la adultez basado en masa muscular, ante lo cual coinciden Pordomingo y otros (2010). Esto implica que las fincas productoras de carne puedan elevar su productividad, más aún, si se logra reducir la edad de la faena como sugiere Elizalde (2015).

Los beneficiarios de este estudio serán los pequeños y medianos productores que buscan una alternativa en la crianza de toretes y saber que raza se desarrolla mejor, puesto que el sistema ayudará a que logren aumentar el rendimiento en cuanto al engorde final, en comparación a si hubieran utilizado el sistema de engorde tradicional.

El estudio es original al no haber encontrado investigaciones sobre alimentación a corral (feedlot) en toretes de las razas Holstein mestizo y Normando, en la provincia del Carchi, por lo que los datos obtenidos aportarán un mayor conocimiento de las ventajas de esta modalidad de alimentación frente al pastoreo en dichas razas.

1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del sistema de engorde a corral (feedlot) en la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar el mejor sistema de engorde (a corral y tradicional) sobre la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein mestizo y Normando en la Finca San José, Tulcán.
- Contrastar la condición corporal de las razas Holstein mestizo y Normando en ambos sistemas de engorde.
- Identificar cual raza (Holstein mestizo y Normando) se adapta mejor a los sistemas de engorde en estudio.
- Determinar los efectos conductuales en la presencia de peleas, fugas y voracidad en las razas Holstein mestizo y Normando en los sistemas de alimentación en estudio.
- Identificar el sistema de engorde (a corral y tradicional) que mejor costo tiene.

Las preguntas que guiaron la investigación fueron:

- ¿Cuál es el mejor sistema de engorde (a corral (feedlot) o pastoreo) para toretes de las razas Holstein mestizo y Normando?
- ¿Cuál es la ganancia de peso en toretes de las razas Holstein mestizo y Normando con el sistema de engorde a pastoreo y a corral (feedlot) en la Finca San José, Tulcán?
- ¿Cuál es el comportamiento conductual de los animales en los dos sistemas y para cada una de las razas?
- ¿Cuál es el tratamiento que menor costo tiene?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las bases teóricas del estudio se sustentan en la recopilación de información bibliográfica y documental sobre los sistemas de alimentación, las razas de toretes Holstein y Normando, así como también se abordarán los antecedentes de investigaciones realizadas en temáticas similares.

2.1 ANTECEDENTES A LA INVESTIGACIÓN

Dentro de los antecedentes investigativos se han recopilado datos sobre diversos estudios que muestran una similitud al tema propuesto.

Grunwaldt y Guevara (2012), determinaron la factibilidad económica de la actividad conjunta de recría y engorde a corral de bovinos para carne en la provincia de Mendoza. La rentabilidad del engorde a corral mejoró al integrarse con la recría.

Elizalde (2015) menciona que el confinamiento estratégico de los bovinos es una herramienta útil para lograr la terminación de animales destinados al consumo interno y a la exportación. El autor consideró el sistema de confinamiento de corrales de engorde o terminación y los de recría o engorde de los terneros post destete. La utilidad de estos encierres consiste permitir un mejor aprovechamiento del forraje y reducir la edad a la faena. Para su aplicación es necesario considerar los factores que afectan su resultado económico tales como la característica de las dietas utilizadas, los niveles de consumo y la eficiencia de conversión.

González (2016) realizó una evaluación económica de una engorde de toretes en dos sistemas de alimentación. El autor evaluó económicamente el engorde de toretes en dos sistemas de alimentación: uno bajo el sistema silvopastoril intensivo (sspi) y otro bajo un sistema tradicional de confinamiento (stc). En el estudio se utilizaron 78 toretes, divididos equitativamente en los sspi y stc, en Apatzingán, Michoacán, México. Para la evaluación se utilizaron los indicadores del valor actual neto (VAN), la Tasa interna de retorno (TIR), entre otros. Los indicadores económicos obtenidos para el sspi fueron positivos y para el stc resultaron negativos. Se observó que no fue rentable la engorda de toretes en el trópico Michoacano bajo el stc; sin embargo, fue viable económicamente bajo un sspi. En este estudio se observa que la comparación entre ambos sistemas de engorde se realizó bajo parámetros económicos, comparando el beneficio obtenido y la inversión aplicada.

Hernández, Rebollar, Mondragón, Guzmán y Rebollar (2016) en su estudio *Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México*, analizó los datos de 40 productores de ganado en corral (feedlot). El objetivo de este trabajo fue analizar los costos y la competitividad de la producción bovina engordada en corral (feedlot) mediante la metodología de la matriz de análisis de política. Los productores con engorde a corral (feedlot) obtuvieron una alta competitividad, lo que dejó un margen de ganancia positivo, por lo que la actividad fue rentable y competitiva.

Además, se han encontrado otros estudios de corte similar elaborados en idioma inglés:

Oliveira, y otros (2016) en su estudio *Feed efficiency and enteric methane production of Nellore cattle in the feedlot and on pasture* evaluaron el rendimiento del corral de engorde y de pastizales y analizaron además, el consumo de alimento residual del corral de engorde sobre la producción de metano. Para esto estudiaron 73 animales, considerando una tercera parte para consumo de alimento residual bajo, medio y alto. En la prueba de rendimiento del corral de engorde, la ingesta de materia seca (IMS) de los animales con bajo Consumo Residual de Alimento (CRA) fue 9.4% y 19.7% menor que la de los animales con CRA medio y alto, respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencia en IMS y, en consecuencia, en CRA en pastos entre los animales clasificados como CRA bajo, medio y alto.

Díaz, y otros (2017) en su estudio *Productive performance of Holstein calves finished in feedlot or pasture* evaluó el desempeño de terneros Holstein en dos sistemas de alimentación (corral de engorde o pasto). Los investigadores dividieron 43 animales con 58 días de edad y 57 kg promedio en dos tratamientos: 23 animales en corral con ensilaje de maíz más concentrado a base de maíz y harina de soja (en una proporción de 40:60); y 20 animales en pastos cultivados: raigrás italiano (*Lolium multiflorum*) y mijo perla (*Pennisetum americanum*) según la época del año, suplementados con el mismo concentrado de corral de engorde al 1% del peso corporal. Los animales se sacrificaron con 200 kg. Los animales del corral de engorda tuvieron una mayor ingesta total y nutrientes digeribles totales, lo que resultó en una ganancia diaria promedio más alta (0.949 vs 0.694 kg día). Los terneros Holstein tienen un rendimiento mejorado en el corral de engorde.

Da Silva, y otros (2018) en la investigación titulada *Feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics of Nellore cattle submitted to different feeding frequencies* analizaron la alimentación en corral (feedlot) en diferentes frecuencias y la manera en que esto influye en el rendimiento, las características del canal, el comportamiento alimentario y la morfometría del rumen del ganado Nellore. El estudio se realizó con 48 toros y la observación duró un año. El peso promedio inicial fue de 358,2kg. Se armaron cuatro grupos de 12 toros, a los cuales se alimentó 1, 2, 3 y 4 veces al día. Como resultados los autores encontraron que, a medida que aumentó la frecuencia de alimentación, el peso corporal final y la ganancia diaria promedio aumentó, con un valor de 0,98kg al día al ser alimentados una sola vez, y de 1,14kg en toros alimentados cuatro veces al día. Además, a medida que aumentó la frecuencia de alimentación, el peso canal caliente también aumentó, de 246,9 kg con una alimentación diaria a 258,1 kg con alimentación cuatro veces al día. La recomendación de los autores es alimentar tres veces al día a los toros de un año, en el sistema de corral (feedlot)

Rezagholivanda, y otros (2021) en *Feedlot performance, carcass characteristics and economic profits in four Holstein-beef crosses compared with pure-bred Holstein cattle* compararon el rendimiento en corral (feedlot), las características del canal, y la ganancia económica, en cuatro razas cruzadas Holstein, y terneros Holstein de raza pura. Los cuatro cruces se obtuvieron entre vacas Holstein y toros Angus, Charolais, Limousin, e INRA 95. Se estudiaron 120 terneros, 24 por cada raza por un período de 11 meses. Se utilizó una parcela dividida. Los animales de cada una de las cinco razas (parcelas) se dividieron aleatoriamente en seis corrales de cuatro animales cada uno (que consistían en mitad machos y mitad hembras). Los terneros recibieron dietas de inicio, crecimiento y finalización durante el período experimental. Los resultados indicaron que la ganancia diaria promedio fue significativamente mayor en los terneros cruzados que en los terneros Holstein de raza pura. Los terneros mestizos Charolais y los Holstein puros tuvieron un consumo de materia seca significativamente menor que otros híbridos y, como resultado, la tasa de conversión alimenticia en estos terneros fue notablemente más favorable en comparación con otros grupos. Los cálculos económicos demostraron que el beneficio más alto respectivo para todo el período experimental perteneció a los cruces de Charolais y Holstein. Por lo tanto, se corroboró la hipótesis de que los terneros de cruces de carne con Holstein y la carne

de vacuno tendrían una mayor productividad económica que los terneros Holstein de raza pura.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Nutrición del ganado bovino

Con respecto a la composición de la alimentación del ganado, Holstein Foundation (2015, pág. 8) menciona como nutrientes esenciales al agua, energía, vitaminas y minerales.

- Agua: El ganado necesita acceso a agua de alta calidad a diario puesto que cerca del 71 al 73% del peso no graso es agua. Además, el agua ayuda a procesar el alimento, transportar nutrientes a través de su sistema, a ocurrir reacciones químicas y a mantener la temperatura corporal. En el caso de las vacas productoras de leche la ingesta es aún mayor.
- Energía, en forma de: Carbohidratos, proteína y grasas. De acuerdo con Holstein Foundation (2015, pág. 9) las grasas proveen la mayor cantidad de energía por libra de comida, siguiéndole las proteínas y los carbohidratos:

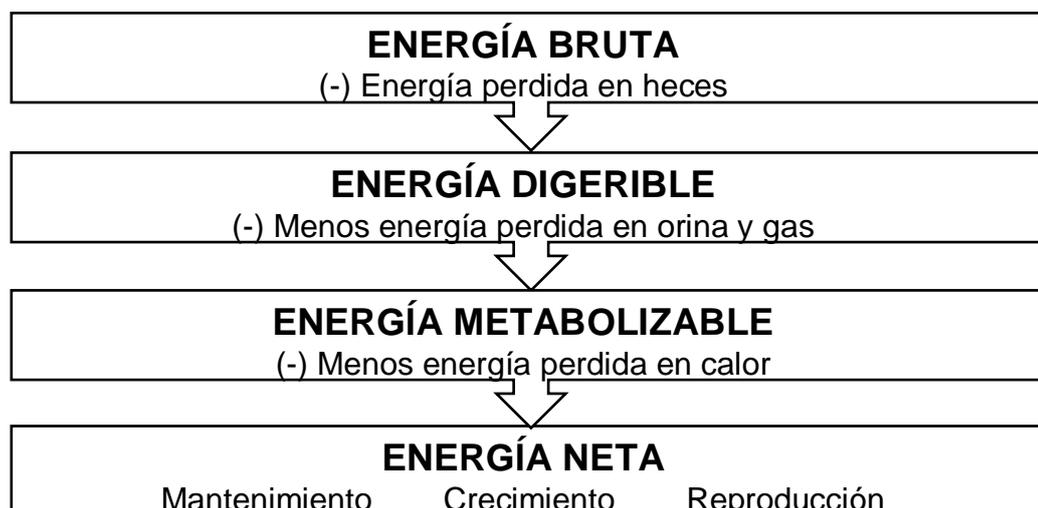


Figura 1. Requerimientos de mantenimiento de energía

Fuente: (Holstein Foundation, 2015)

Los requerimientos de mantenimiento de energía del ganado son los necesarios para mantener su cuerpo, y estos deben tratar de ser cubiertos antes de cualquier

crecimiento, o en el caso de vacas lecheras, antes de la producción o la preña. La energía bruta es el monto total de energía ingerida por el ganado, esa cantidad, menos la energía perdida en heces da como resultado la energía digerible, posteriormente se pierde más energía en la orina y los gases como el metano lo que da como resultado la energía metabolizable. Por último, algo de energía se pierde en forma de calor durante las reacciones químicas que se producen en el cuerpo del ganado. La energía restante es la energía neta. Esta energía neta es la que el animal puede utilizar para funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción.

- Vitaminas: como compuestos necesarios para el funcionamiento de procesos críticos, intervienen en la absorción y metabolismo de carbohidratos, proteínas, grasas y minerales.
- Minerales: como calcio, fósforo, cloro, magnesio, potasio, sodio y azufre.

De acuerdo con Bavera (2006) la salud del bovino es el resultado de la interacción del sistema conformado por el suelo-planta-animal-manejo, por tanto, cualquier afectación en la misma podría estar relacionada con un déficit en los nutrientes del suelo o de la planta; o en su lugar, por un manejo deficiente del suelo, de la planta o del bovino. Estas deficiencias se asocian con los minerales, los cuales, si bien conforman entre el 4 y 6% del cuerpo del animal, cumplen funciones muy relevantes en la bioquímica nutricional.

De acuerdo con Rivera (1999) la nutrición en una planta está dada por dos grupos de elementos químicos, los elementos mayores o macroelementos y los microelementos. A su vez, estos nutrientes pasan al animal, de forma que una deficiencia en el suelo, afecta a la planta, que a su vez afecta al animal.

Los macroelementos son un factor clave para los procesos fisiológicos y biológicos de los bovinos según Bavera (2006) y se denominan como elementos mayores porque su presencia en el organismo refleja concentraciones altas, por sobre los 70 mg por kilogramo de peso, mientras que por debajo de dicha cantidad se consideran elementos menores o microelementos.

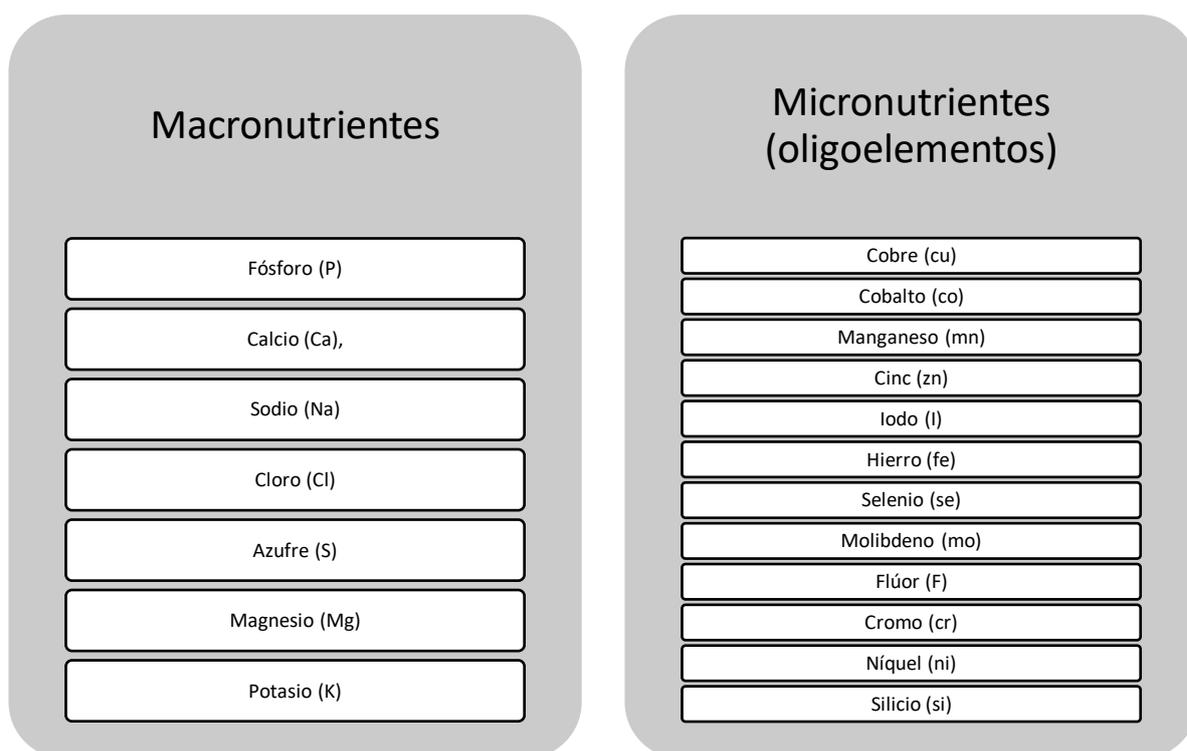


Figura 2. Macro y micronutrientes esenciales en el rumiante

Fuente: Bavera (2006)

Estos macronutrientes cumplen una función plástica en el organismo pues forman parte de los tejidos, huesos y tendones, mientras que los microelementos poseen una función reguladora. En cuanto a otros oligoelementos, es probable que existan, pero sus requerimientos sean tan bajos que una alimentación básica siempre es suficiente para suplirlos. En cambio, los nutrientes señalados en la Figura 2 pueden mostrar deficiencia en el animal si también existe deficiencia en la planta o suelo. En el siguiente cuadro se muestra la concentración promedio de minerales en el organismo, medidos con relación a los kilogramos de masa viva:

Tabla 1. Concentración promedio de minerales en el rumiante

Mineral	%
Calcio	1,90
Fósforo	0,90
Potasio	0,25
Azufre	0,20
Sodio	0,15
Cloro	0,10

Magnesio	0,05
Micronutrientes	0,04

Fuente: (Bavera G. , 2006)

La deficiencia en estos nutrientes tiene múltiples efectos, siendo entre los más comunes la reducción del crecimiento, o una disminución en la producción de leche o cambios en el comportamiento referente a apetito, digestibilidad o fertilidad, entre muchos otros problemas como se muestra en la Tabla 4:

Tabla 2. Principales problemas por deficiencia en macro y micronutrientes

	P Fósforo	Ca Calcio	Cl Na Cloruro de Sodio	S Azufre	Mg Magnesio	K Potasio	Cu Cobre	Co Cobalto	I Iodo	Mn Manganeso	Zn Zinc	Se Selenio	Fe Hierro	F Flúor	Cr Cromo
Reducción del crecimiento	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		X
Disminución producción de leche	X	X	X	X			X	X	X		X				X
Reducción apetito y digestión	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X		
D isminución fertilidad	X						X	X	X	X	X	X	X		
Anemia							X	X				X	X		
Cojera							X				X	X			
Pezuñas deformadas											X				
Problemas de equilibrio								X		X					
Alopecia											x				
Decoloración de pelo							X								
Bocio									X						
Degeneración muscular												X			
Pica	X		X			X	X								
Tetania	X	X			X	X									
Problemas dentales, caries, exóstosis														x	

Fuente: (Bavera G. , 2006)

2.2.2 Alimentación del ganado bovino

La alimentación de ganado se realiza, de forma tradicional, mediante el método natural, es decir, el pastoreo. Este método se entiende como el consumo directo del pasto que existe en el campo que realiza el ganado según su propia necesidad según

San Miguel (2003). Según este autor, es el método más barato y sencillo de alimentación, puesto que el alimento se origina por medio de la fotosíntesis de organismos autótrofos (productores primarios) que no tienen valor directo para el hombre en productos útiles o valiosos para él, pero que generan una rentabilidad mediante productos derivados del animal que los consume como (carne, leche, cueros, lana, trabajo, etc.). Por tanto, si bien el sistema tiene falencias en cuanto a la pérdida de energía y algunos nutrientes, valoriza recursos que inicialmente no tienen valor, en este caso, el forraje. Además, otros autores señalan también la potencial utilización de especies arbóreas como parte del sistema de alimentación forrajero aunque, en la práctica, su uso aún es deficiente (Sosa, Pérez, Ortega, & Zapata, 2004).

La alimentación se puede realizar mediante diversos sistemas, entre los cuales puede señalarse:

- Pastoreo continuo o libre:

El pastoreo libre se basa en permitir al ganado que pascie en áreas grandes sin control o racionalización de su alimento. En este sentido, es el propio animal quien selecciona la cantidad de su dieta y selecciona el producto, por lo que consumirá las plantas que perciba como más agradables. No obstante, existe cierto grado de control que puede lograrse con podas selectivas, o entresacada generalizada propia de la selvicultura. Entre sus ventajas se halla el bajo costo y mantenimiento que requiere, además de proveer un ambiente más natural y tranquilo al ganado, o que puede tener efectos beneficiosos en su ingestión y producción. Otra ventaja es que el ganado generalmente aprovechará la hierba que esté en su mejor estado de calidad (Ososo, Martínez, & Castro, 2000).

- Pastoreo rotacional o racional:

El pastoreo rotacional es un sistema que aprovecha prados, praderas y pastos leñosos, mediante los cuales se busca optimizar el uso de biomasa, y asegurar su perpetuación por medio de una división en parcelas por las que se hace rotar al ganado (San Miguel, 2003). Así, se busca lograr que siempre existan parcelas con alimento en cantidad y calidad suficiente para que el ganado lo aproveche.

- Pastoreo racionado o en franjas:

Este tipo de pastoreo surge del pastero racionado, pero en este la ocupación de cada franja es de 1 día o menos, con esto se pretende controlar la ración de alimento que recibe el animal. De acuerdo con San Miguel (2003) se trata de una generalización del pastoreo con estacas, en la que se fija a cada animal a una estaca clavada al suelo mediante una cuerda para controlar el espacio en el cual puede alimentarse.

- Pastoreo diferido:

El pastoreo diferido es un sistema de regulación que puede aplicarse a los otros sistemas, y que se diferencia en el hecho de que propone el retraso del momento en que se inicia la alimentación. Generalmente implica que el pasto no es utilizado como alimento sino hasta después que alcanza su óptima producción en cantidad y calidad, momento en que se produce la floración y fructificación de las plantas y la consiguiente diseminación y enterramiento de semillas que efectúa el pastoreo. Así, se pretende que siempre exista alimento disponible o en crecimiento.

2.2.2.1 Pastoreo

El pastoreo es el sistema de alimentación en el que el ganado se cría y alimenta a partir de la vegetación silvestre que crece de manera natural. Según Rúa (2016) el pastoreo es un sistema que puede trabajarse con todo tipo de animales, rumiantes, aves, porcinos y conejos, entre otros. El punto central de este sistema es la capacidad de producción natural del suelo de hierbas o pastos, leguminosas, o arbustos y árboles que puedan ser usados como forraje; o en su lugar, suelos que puedan ser plantados con este tipo de plantas para la alimentación ganadera.

Graillet y otros (2017) encontraron en el sistema de pastoreo, una ganancia en toretes, oscilante entre 398 y 494 gramos/día, no obstante, también reportaron una menor cantidad de alimento durante el día en comparación al sistema de engorde a corral.

Según Clarke (1983) el manejo de un sistema de pastoreo requiere el control y planificación para asegurar que el suelo tiene períodos de recuperación de forma que el alimento no escasee. El autor señala tres aspectos a tener en cuenta:

- La capacidad máxima de producción de forraje nutritivo y agradable al paladar del animal, tanto en épocas secas como lluviosas.
- La conservación de la pradera en condiciones propicias de producción para las especies deseadas y menos propicias para especies invasoras o indeseables.
- El lograr un equilibrio entre gramíneas y leguminosas para satisfacer los niveles requeridos de nitrógeno.

De acuerdo con Baroli (2009) el pastoreo puede realizarse de dos maneras: de manera continua o rotativa. En el pastoreo continuo el ganado se mantiene todo el tiempo en el mismo lote, y el consumo y producción de la hierba en el suelo, siguen un ciclo natural. En el pastoreo rotativo los animales van turnándose en diferentes parcelas con diversa intensidad de uso, desde horas a días; para asegurar que la hierba alcance una producción con la mayor productividad en tamaño, cantidad y nutrición.

Respecto al manejo del pastoreo Clarke (1983) sugiere considerar seis aspectos relevantes: defoliación, factor luz, fase reproductiva, equilibrio de las especies, control de malezas y factor animal.

- Defoliación: La intensidad, frecuencia y el tipo de animales que están en el sistema de pastoreo, influyen en la permanencia y productividad del suelo. Según Clarke (1983) no existe un rango de altura ideal para la defoliación pues cada especie es diferente. Con la hierba Rye grass perenne, se logra una alta producción con una gran intensidad de retoños en una pradera corta, que con una densidad menor de retoños más grades a una altura mayor. Hay que considerar según el autor, que una defoliación intensa limita la producción y afecta la supervivencia de las plantas debido a:
 - Se reduce la superficie fotosintética y por ende la formación de hidratos de carbono esenciales para la raíz y los retoños, lo que frena el crecimiento, como también la capacidad para absorber agua y minerales.
 - La planta defoliada absorbe menos agua y por ende menos minerales. No obstante, esto es relevante en épocas secas.

- El pastoreo continuo puede dañar la corona de la planta, que es de donde surgen los nuevos macollos (de los cuales surgen nuevos sistemas de raíces), pues mueren y se reemplazan anualmente.
- Factor luz. Si la humedad, fertilidad del suelo y temperatura son adecuadas, el crecimiento de la pastura depende de la luz. Con una luz adecuada el crecimiento es rápido y constante hasta un punto en que la sombra que se genera, sumado a las pérdidas de hojas por putrefacción, no trae aumento neto de la producción según Clarke (1983).
- Fase reproductiva: La resiembra para perpetuar la especie es menos eficiente que la conservación de las plantas por el manejo y el estímulo de reproducción vegetativa y macollaje (brotes secundarios que generar sus propias raíces). Ciertas plantas de cereales y de praderas anuales han sido mantenidas en crecimiento durante varios años según Clarke (1983). Lo vital es asegurar que las plantas no se debiliten por floración vigorosa y desarrollo de semilla, a tal punto que no puedan formarse y establecerse nuevos macollos.
- Equilibrio de especies: en la pradera se producen cambios dinámicos y reacciones entre plantas y especies, sobre todo cuando compiten por nutrientes, agua y luz.
- Control de malezas: en ocasiones el control de maleza requiere el pastoreo intenso, pero no tanto como para afectar a las especies deseadas, y esto debe hacerse considerando la época de florecimiento en el caso de plantas anuales.
- Factor animal: el comportamiento del animal puede influir en el suelo, pues al pisar las plantas las defolia y hace circular los nutrientes al suelo, pero no agrega fertilidad. Los nutrientes evacuados, especialmente nitrógeno, son reutilizados por las plantas lo que puede compensar las pérdidas en el ciclo y estimular a las gramíneas según Clarke (1983).

2.2.2.1.1 Forraje Pastos (Gramíneas)

El forraje utilizado en el caso de estudio es el Rye grass, una planta gramínea. De acuerdo con Beguet y Bavera (2001) en la gramínea cada macollo es una unidad que

se torna independiente, la cual genera sus propias raíces, macollos y hojas. A excepción del maíz, las gramíneas producen varios macollos. En el macollo está el ápice, un cilindro pequeño formado por varios segmentos originados por división de células de la parte terminal del ápice. Los segmentos no se elongan en la fase vegetativa por lo que el ápice se mantiene en la base del macollo, cerca del suelo y por debajo de la altura de corte o pastoreo.

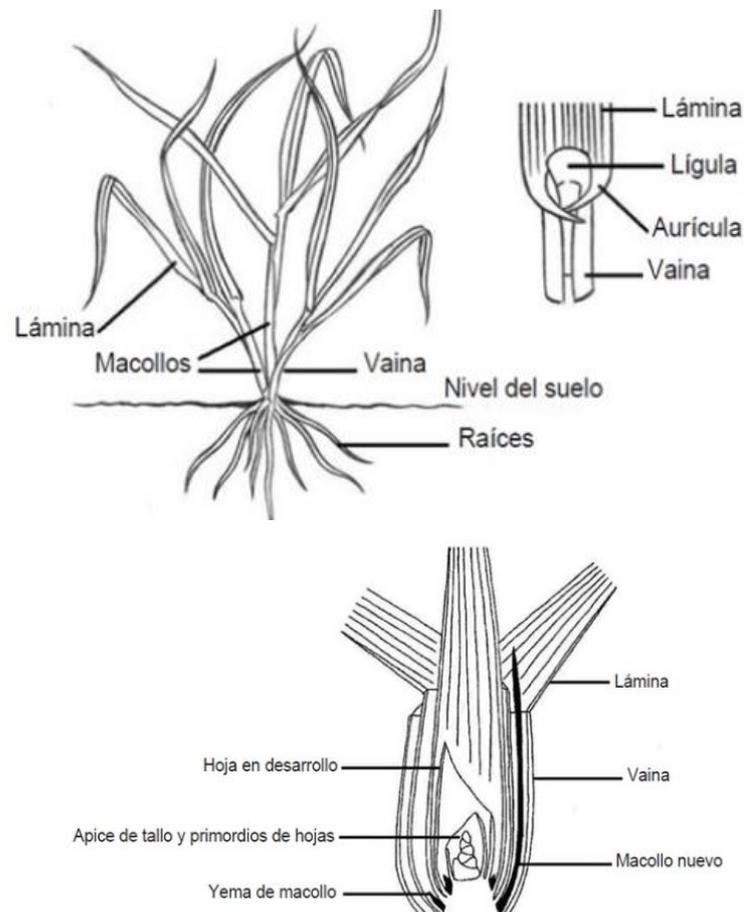


Figura 3. Partes principales de las gramíneas

Fuente: (Demanet, 2014)

A medida que los ápices generan nuevos segmentos, los segmentos antiguos producen hojas en forma de vaina, cubriendo a los segmentos jóvenes y el domo apical. Así, cada segmento sucesivo origina nuevas hojas dentro de las vainas de las hojas más antiguas según Beguet y Bavera (2001).

Cuando el animal consume las hojas o estas son cortadas, nuevas hojas crecen, pero esta velocidad depende de la energía o productos energéticos almacenados por la

planta. Estos recursos son convertidos para la respiración y procesos de crecimiento. Cuando se genera una defoliación intensa la respiración de la planta supera a su capacidad de fotosíntesis, por lo cual emplean los hidratos de carbono reservados para el crecimiento, estos hidratos se almacenan en el pseudotallo en las gramíneas, y en la raíz en el caso de las leguminosas. Por tanto, la altura de defoliación afecta el índice de área foliar (expresión de la relación entre el área de las hojas y la superficie de suelo) y el nivel de reservas su la altura es muy baja. Si el animal consume los hidratos de carbono que la planta reserva, esta no persistirá a un pastoreo intenso y continuo.

Si existen períodos de descanso y ocupación, el pasto cortado tendrá tiempo de crecer y el animal consumirá el rebrote y no el tallo. Según Beguet y Bavera (2001) el tiempo puede variar dadas las condiciones climáticas, del suelo y la especie. Hay que considerar que, si el ganado se mantiene en el lote un tiempo mayor al que le toma a la planta crecer, el animal consumirá el rebrote cuando está tierno lo que causará el agotamiento de las reservas de la planta hasta que esta muera.

De acuerdo con Anomale, y otros (2016, pág. 3) los recursos para forraje pueden clasificarse en:

- Campo o pastizal natural: conjunto de especies nativas o no, pero NO cultivadas.
- Artificial o cultivado: Pasturas, verdeos de invierno, verdeos de verano, diferidos. El hombre define la comunidad de especies.
- Residuos de cosecha: rastrojos de maíz, sorgo, etc.
- Transferencia de forrajes: forrajes conservados o reservas como heno, silo, granos.

Estos autores también mencionan que las gramíneas perennes, a la que pertenece el Ryegrass (la especie utilizada en el experimento), se asocian bien con leguminosas. El ryegrass o raigrás (*Lolium perenne*) es una gramínea de pequeño porte. “Es una de las gramíneas más difundidas en climas templados y húmedos. Muy exigente en agua y nutrientes. Se adapta muy bien a bajas temperaturas. No resiste en ambientes cálidos y secos” (Anomale, y otros, 2016, pág. 7).

2.2.2.2 Corrales de engorde (feedlot)

Frente a la poca disponibilidad de alimento, e incluso, ante la carencia de nutrientes, existen los regímenes mixtos de alimentación, o la utilización alternativa de la estabulación o corrales (San Miguel, 2003). De acuerdo con Elizalde (2015) el sistema de engorde a corral (feedlot) se relaciona, en los últimos años, con variaciones operadas en el precio del grano y del producto logrado aunque con algunas modificaciones atribuidas al cambio en las preferencias del consumidor y/o al efecto de la concentración de las ventas de carne en determinadas bocas de expendio que exigen uniformidad en la entrega de animales y de tamaño de los cortes.

El objetivo de los corrales de engorde es mejorar la ganancia de peso frente a alimentación a pasto donde pueden existir limitante en la cantidad y calidad del forraje producido.

De acuerdo con Pordomingo (2004) la ganancia de peso difiere entre sistemas de alimentación y según la etapa de vida del animal. Así, en terneros y terneras para faena en un sistema de engorde a corral (feedlot) se puede esperar una ganancia de entre 1 a 1,2 kg/día con dietas basadas en grano entero, pellet de girasol, forraje de mediana calidad y suplementos macrominerales. Esta categoría de animales convierte entre 4,5 a 5,5kg de alimento en kilo de aumento de peso. En los novillos el aumento de peso puede ir entre los 1,3 a 1,5 kg/día. En animales adultos Elizalde, Parra, y Duarte (2003) reportaron un promedio de ganancia en corral de 1,07 kg/día.

Existen diversos factores que afectan la producción y rentabilidad de los corrales y estos pueden ser:

- Eficiencia de conversión (relación entre cantidad consumida de alimento por animal y por día y la ganancia de peso –kilogramos de peso por animal por día).
- Edad
- Sexo del animal
- Raza
- Estado nutricional previo
- Concentración de energía de la dieta
- Procesamiento del grano
- Fibra

- Contenido proteico de la dieta

De acuerdo con Ricalde, Mendoza, y Crosby (1998) en el sistema de engorde a corral uno de los aspectos más importantes es el programa de recepción del animal, el cual debe considerar el consumo de alimento, la composición mineral en la nutrición, el prevenir y tratar enfermedades metabólicas, y el uso de suplementos alimenticios. Además, uno de los problemas que pueden presentarse con frecuencia en este tipo de sistema, es el estrés al que está sometido el animal recién llegado, por ejemplo Ricalde, Mendoza, y Crosby (1998) señalan que en estas condiciones el animal puede llegar a comer menos del 1% de su peso vivo en materia seca, lo cual se agrava si tiene algún problema de salud. Por ende, la transición a un sistema de engorde por corral debe ser planificada y evaluando de manera continua la condición de los animales.

Otro aspecto a tener en cuenta es la hidratación en el animal. Sobre esto Noffsinger, Lukaszewicz, y Hyder (2015) mencionan que los requisitos para la rehidratación oportuna incluyen acceso a agua limpia y fresca, total confianza en el nuevo entorno y confianza en los nuevos cuidadores. Según estos autores el ganado que no confía en su nuevo espacio se resiste a confiar en el suministro de agua. Los cuidadores deben ser conscientes de que las interacciones adecuadas entre el cuidador y el ganado pueden tener un impacto positivo en la distribución del corral y la voluntad de beber de forma agresiva, ante lo cual puede optarse por instalar medidores de flujo de tanque que permitan el monitoreo de la ingesta diaria de agua. La ingesta media de agua puede variar de 25 a 35 Litros / cabeza / día.

Noffsinger, Lukaszewicz, y Hyder (2015) opinan que para que el sistema de engorde a corral funcione de manera efectiva, el ganado no puede ser simplemente colocado y esperar que se adapten, al contrario, necesita un proceso de aclimatación. Este proceso tiene por objetivo la reducción del estrés. Para estos autores los signos de estrés son muchos y los animales estresados exhiben una combinación de estos signos. El ganado estresado a menudo desconfía de su entorno y de su nuevo cuidador, y suelen mantenerse junto al rebaño y congregarse en un rincón elegido de su nuevo corral. Estos animales conciben todo lo que ven como una amenaza en su línea de visión y es reacio a pasar o enfrentarse a un manejador. Estos animales suelen rechazar viajar en línea recta y se mueven en círculos sin rumbo fijo. El ganado

estresado puede o no vocalizar o mostrar una disminución del llenado abdominal, y según Noffsinger, Lukaszewicz, y Hyder (2015) uno de los principales efectos negativos de los animales estresados es que ocultan sutiles signos de lesiones y enfermedades. El ganado bovino es una especie de presa y no desea ser identificado por lo que considera una amenaza, por tanto, hasta que el ganado no confíe en su cuidador, el cuidador es visto como una amenaza y el ganado no presenta síntomas de enfermedad de manera clara.

Respecto a la composición de los alimentos para el uso en sistemas de alimentación en corral, estos deberían integrar tanto el uso de grano como un forraje base, con ingredientes nitrogenados, minerales y aditivos según Ricalde, Mendoza, y Crosby (1998). Por lo mismo, es habitual el uso combinado de los pastos estibados, forraje o suplementos basados en grano u otros.

2.2.2.2.1 Ventajas y desventajas del sistema a corral (feedlot)

Entre las ventajas de este sistema, de acuerdo con Simeone y Beretta (2018) se menciona que el uso de alimentación por corral (feedlot) mostró un peso mayor a la salida del corral que los animales en autoalimentación, además de que también mostraron un mayor tiempo diario destinado al consumo de alimentos. Por otro lado, este sistema permite mayor control en las raciones que recibe cada animal, e incluso, facilita evaluar la ingesta de nutrientes. Además, facilita el aislamiento de animales enfermos para su alimentación con necesidades específicas de nutrientes.

Entre sus desventajas se encuentra la necesidad de contar con instalaciones y con alimentos que produzcan altos rendimientos. Según Morón (2009) cuando se elige la zona hay que dar a los animales el alimento más barato y más fácil de conseguir y dentro de estos los de más alta energía. Para obtener una alimentación barata hay que lograr altos índices de conversión. Por tanto, debe evaluarse la disponibilidad de alimento propio, o contar con proveedores que provean un alimento atractivo en cuanto a su relación costo beneficio.

Por otro lado Mader, Davis, y Brown (2006) mencionan como una de las desventajas en la alimentación por corral al estrés térmico, principalmente en épocas secas o de verano, lo que impacta también en el desempeño, disminuye la satisfacción animal y, en condiciones graves, puede provocar la muerte.

2.2.2.2.2 Instalaciones

Debido al estrecho margen de beneficio en los corrales de engorde el diseño y la construcción del mismo deben tener en cuenta tanto el costo de construcción como el diseño para aprovechar al máximo la mano de obra (USAID Inma Agribusiness Program, 2008). Entre los aspectos que deben tomarse en cuenta, según el USAID Inma Agribusiness Program (2008) se mencionan:

- Sitio

El sitio que se escoja debe tener un buen drenaje con una pendiente adecuada lejos del cobertizo de sombra, el comedero y la rejilla de heno con fácil acceso al agua. La cubierta de almacenamiento de heno y el almacenamiento de grano debería estar cerca del comedero, pero de fácil acceso a las vías de acceso para la recepción de nuevo producto.

- Tamaño

El tamaño del corral de engorda está determinado por el número de novillos que se van a encerrar. Como referencia cada novillo debería contar con un mínimo de 24 metros cuadrados de espacio abierto y 10 metros cuadrados de área sombreada. El espacio adicional reducirá el estrés social entre los animales.

- Agua

Es esencial un suministro abundante de agua fresca, limpia y de buena calidad. El agua debe estar en un abrevadero y lejos del suelo, para ayudar a mantenerla limpia y libre de estiércol y orina. El agua de mala calidad, incluida la contaminación por pienso, polvo y heces, conduce a una reducción en la ingesta de agua y a tasas de ganancia más lentas.

Los abrevaderos deben colocarse en un área separada, lejos de las rejillas de heno y los comederos. Deben encontrarse elevados a unos 70 cm del suelo con una base de cemento de 3 m en el suelo alrededor de la cubeta. Eso permitirá eliminar el estiércol diario con facilidad y evitará un problema de barro cerca del agua cuando los novillos derramen agua. La artesa debe ser lo suficientemente grande para permitir un fácil acceso a la cantidad de novillos que se alojarán. El USAID Inma Agribusiness Program (2008) recomienda que el abrevadero tenga entre 2,5 y 3 m de largo y al menos 60

cm de ancho por cada 50 cabezas. El abrevadero debe limpiarse al menos una vez al día y con mayor frecuencia si se contamina con estiércol u otra suciedad. La ingesta media de agua por novillo al día es de unos 50 litros. Sin embargo, si el clima es caluroso la ingesta será mayor.

- Comederos

El USAID Inma Agribusiness Program (2008) recomienda un espacio mínimo de 25 a 30 cm de espacio por novillo, y de preferencia debe ser colocado en el sector opuesto al cobertizo de sombra. Es recomendable que el comedero se extienda por todo el ancho del lote o que tenga un tamaño aproximado de 20 m de largo para 50 novillos. Si hay más de 50 novillos puede agregarse 25 cm por cabeza. Debe ser lo suficientemente largo para que todos los animales alojados en el corral puedan comer granos al mismo tiempo.

La mezcla de cereales se administrará dos veces al día. Son posibles varias configuraciones para evitar que los comederos se detengan en el comedero o salgan del lote de alimentación. Se recomiendan tubos de acero o aberturas de cabeza de madera resistentes. Los tubos pueden ser verticales o inclinados, pero deben ser ajustables para que el espacio entre ellos cambie para animales más grandes o más pequeños. Los conductos por los que comen los animales deben estar separados unos 25 cm y ser ajustables (no se pueden soldar). O se pueden usar tuberías paralelas que estén lo suficientemente cerca para que los animales puedan pasar la cabeza, pero no escapar.

- Estructura

El corral puede ser abierto, techado o parcialmente techado según Arronis (2015), y esto dependerá de las condiciones del clima. El corral tiene una estructura similar a la expuesta en la siguiente figura:

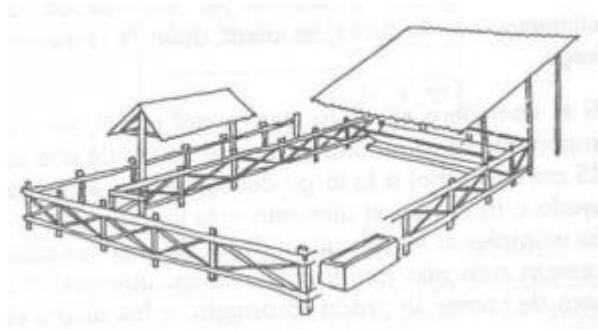


Figura 4. Ejemplo de Corral

Fuente: (Arronis, 2015, pág. 16)

Con relación a las instalaciones, Morón (2009) sugiere que lo relevante es que estas sean prácticas, que den comodidad al animal, con una superficie recomendada de entre 15 y 25 m² por cabeza si la zona es seca, si es húmeda entre 30 y 50 m² por cabeza. Además, el suelo en el que se asienta el corral es un aspecto relevante, pues en lo posible, no debe existir barro al encontrarse en estudios que puede afectar el engorde de los animales al provocar una sensación de incomodidad. De preferencia Arronis (2015) sugiere que los suelos deben ser en pendiente hacia la dirección opuesta de los comederos, para evitar que el agua de lluvia se acumule.

Por último, otra de las desventajas es que los animales no se adapten al sistema, por lo que puede optarse por tener un corral de readaptación en el que los animales puedan realizar una pastura temporal antes de ingresar nuevamente al corral, no obstante, esto aplica en fincas en las que se haya optado por un sistema exclusivamente de corral.

2.2.2.3 Riesgos en los sistemas de pastoreo

De acuerdo con Anrique, Molina, Alfaro, y Saldaña (2014, pág. 14) uno de los aspectos que pueden ser una desventaja, es la dificultad para controlar el aporte nutricional, el cual depende de la cantidad y variedad de forraje disponible. Si este es elevado el ganado se portará selectivo y consumirá aquel que sea más proteico y energético, y con menos fibra. Además, este tipo de sistema de alimentación, al depender del pasto o pradera, es susceptible a las limitaciones del medio ambiente, tales como sequías,

fríos, pocas lluvias, entre otros, lo que reducirá la disponibilidad de alimento, y afectará la composición nutricional de los existentes.

Además, en la alimentación pastoril existen varios riesgos debido a la potencial presencia en los suelos, de plantas no deseadas. Anrique, Molina, Alfaro y Saldaña (2014) mencionan los siguientes riesgos:

Tabla 3. Riesgos en el sistema de alimentación tradicional por pastoreo

Riesgos por exceso de nitrógeno en forraje	Riesgos asociados a plantas forrajeras	Riesgos asociados a plantas tóxicas
Meteorismo por amoniaco. Toxicidad por amonio. Toxicidad por ingestión de urea en exceso. Toxicidad por nitratos.	Intoxicación por consumo en floración o en exceso por Col forrajera y otras <i>brassicas</i> . Hypomagnesemia por bajos niveles de magnesio en la sangre. Intoxicación por oxalatos presentes en hojas de remolacha y malezas+. Intoxicación por solanina presente en plantas como papa, tomate y otras.	Cicutas. Dedalera. Helecho común. Hierba de San Juan. Huévil. Palqui. Senecio. Chamico. Tejo.

Fuente: (Anrique, Molina, Alfaro, & Saldaña, 2014, págs. 83-85)

Existen riesgos por el uso de insecticidas en el forraje lo que puede producir efectos en la salud del ganado.

2.2.3 Factores conductuales

Según Machado (2011) las condiciones en las que el ganado vive pueden afectar su estado de relajación o estrés. El animal puede ponerse nervioso y, por ende, mermar su potencial de rendimiento lo que tiene por efecto la disminución de la ganancia de peso diaria y aumento en el número de peleas. Esta misma autora sugiere que, a fin de evitar conflictos entre los toretes, estos deben permanecer juntos y en descanso hasta que se establezca un orden social. No obstante, las peleas son una parte natural del comportamiento social del bovino, pues “controla el espacio entre individuos y determina cuáles serán los machos que realizarán los apareamientos en el año” (2011,

pág. 51). Por su lado Manteca (2006) también señala que las peleas entre el ganado se deben a relaciones de dominancia, aunque también pueden producirse comportamientos agresivos más sutiles, como el desplazamiento de un animal por causa de otro, sin casi contacto físico.

Además, es importante conservar el espacio individual frente a otros miembros de su especie. Hay que considerar que el ganado es un animal de presa según Machado (2011) por lo que huye de los atacantes, lo que está asociado al concepto de círculo o zona de fuga, que es el espacio entorno al animal que, en caso de que sea invadido, provocará que este se aleje del invasor (Humane Slaughter Association, 2020). No obstante, esta zona de fuga puede incrementarse si los factores de estrés o que causan temor al animal, aumentan. Esto en parte, también se produce por la visión casi periférica del ganado según Grandin (1985). De acuerdo con Machado (2011) el ganado necesita siempre tener espacio, una salida y tiempo para poder relajarse.

2.2.4 Holstein Mestizo

De acuerdo con Castro (2002) la raza Holstein es originaria de Holanda, y destaca por ser la raza más conocida y de las más grandes en producción lechera. Bavera (2011) es un poco más específico y señala que esta raza se origina en Holanda en la zona al norte y al sur del río Zuyder-Zee, en las actuales provincias de Frisia y Holanda del Norte, siendo esta una región húmeda, de vegetación abundante y clima marítimo benigno. Este autor menciona, además, que se tienen indicios de especie con una antigüedad de 2000 años, cuando su producción láctea ya era mayor al promedio normal de la época.



Figura 5. Holstein

Fuente: (EcuRed, 2018)

Bavera (2011) menciona que la selección intensa de esta raza comienza en Estados Unidos cuando un barco con vacas Holstein llega a Boston. Al observar su alta

producción un comerciante llamado Winthrop Chenery adquiere una y empieza a importar muchas otras, lo que logra la difusión de la raza.

En cuando a sus características físicas, poseen un color blanco con manchas negras principalmente. Castro (2002) los define como animales grandes y fuertes, su cabeza es larga, y también fina y estrecha y con perfil recto. Su lomo es rectilíneo y con grupa ancha. Posee gran capacidad respiratoria y un vientre amplio para procesar gran cantidad de alimento.

Bavera (2011) les atribuye las siguientes características:

Tamaño relativamente grande; precocidad mediana; esqueleto fuerte; mantas musculares no muy desarrolladas; aspecto anguloso; ubre desarrollada; pelaje overo negro bien definido, con manchas negras repartidas en el cuerpo y extremidades blancas. Hay animales muy tapados de negro y otros muy blancos. Su vientre, patas y cola deben ser blancos. Las manchas negras en las extremidades son aceptadas. El negro en la parte superior y laterales del cuerpo es muy conveniente en zonas donde los pastos son propensos a producir fotosensibilización. Cuernos medianos. De las razas lecheras explotadas en el país es la más pesada. Tiene exigencias en cuanto a adaptación al medio y con respecto a la alimentación. Tiene un buen período de lactancia, con una producción de grasa butirosa que puede estar cerca del 4 %. Es la raza lechera que tiene el menor porcentaje de grasa, pero la mayor producción total (Bavera, 2011, pág. 248)

Su peso promedio en machos adultos es de 1000 kilogramos, y en las hembras adultas es de 700 kilogramos, mientras que en su altura (a la cruz) pueden llegar a los 150 cm. Las características ideales esperadas en esta raza son:

Tabla 4. Características esperadas en la raza Holstein

Criterio	Descripción
Cabeza	Descarnada, ojos grandes y brillantes, orejas alerta.
Cuello	Largo y tableado, delgado, unido suavemente a la espalda, descarnado en la garganta y sin grasa en el gargantón y base del pecho.
Cruz	Bien definida y angulosa, con las vértebras dorsales ligeramente sobresalientes con relación a las paletas.
Costillas	Bien apartadas entre sí, de hueso plano, ancho y largo.
Flancos	Profundos y refinados.

Muslos	Vistos de lado, rectos o ligeramente curvos; vistos de atrás, bien apartados entre sí cediendo amplio espacio para la ubre y su inserción posterior.
Piel	Fina y plegable, con pelo fino.
Ubre	Suave y plegable, libre de grasa o edema.
Huesos	Planos, fuertes y sin tosquedad.

Fuente: (Ganadería, 2020)

Respecto a su comportamiento, se los considera animales dóciles y mansos.

2.2.1 Normando

En cuanto a la raza normando, esta es originaria de Francia, de la región de Normandía, donde según Bavera (2011) se tiene suelos fértiles y buena calidad de pastos con clima marítimo suave y húmedo, con temperaturas medias regulares. Esta raza se destina principalmente a la producción de leche y derivados lácteos por el alto contenido de grasa de su leche. En cuanto a peso, es mayor al de la raza Holstein, reportándose un promedio de entre 700 a 800 kilogramos para hembras adultas y una altura de 1,40 a la cruz, y hasta 1100 kilogramos para machos adultos y 1,50 de alto. El pelaje que tienen suele ser moteado en todos rojos o negros, con una cabeza blanca con frecuencia, y contorno oscuro en los ojos, piel blanca y hocico oscuro. También hay variedades con piel dorada y secciones blancas (Giménez, 2015).



Figura 6. Normando

Fuente: (Razas Bovinas de Colombia, 2017)

Se los considera como animales rústicos y fuertes, con un buen metabolismo para la deglución y conversión de alimentos, de modo que, en el caso de las vacas, requieren menor alimento concentrado para alcanzar una producción equivalente a la de otras razas.

De acuerdo con Bavera (2011) entre sus características se tiene:

Es una raza doble propósito que en Francia tiene mucha repercusión. El pelaje es overo colorado con chorreaduras negras (barcino o atigrado). El colorado va desde el bayo hasta el rojo oscuro. Posee anteojeras. Cuernos que bajan

desde su nacimiento y luego se encorvan delante de la frente. En su país de origen es una raza doble propósito (carne y leche). Allí está muy organizada su selección, buscándose animales de 4.500 a 5.000 kg leche/año, con 700 kg de peso a edad adulta y buena conformación. Es relativamente rústica. Su carne posee veteado. La característica de la apertura pelviana y la ligera inclinación del anca, explican el hecho de que prácticamente no tiene problemas al parto. (Bavera, 2011, pág. 141)

El ganado Normando tiene buenas cualidades de engorde y puede cebarse en prados o en corrales con piensos suplementarios o mediante una combinación de ambos sistemas. Los animales que se envían al matadero son terneros de 2 a 4 meses de edad (que pesan entre 100 y 200 kilogramos), toros y vacas que han terminado su vida activa, o bueyes de 3 años de edad que pesen de 650 a 700 kilos, peso vivo (Razas Bovinas de Colombia, 2017). La ganancia de peso post-destete es, en promedio, de 435 gramos diarios.

Las características esperadas son:

Tabla 5. Características esperadas en la raza Normando

Criterio	Descripción
Cabeza	Región facial recta, de longitud media y está convenientemente redondeada, morro ancho y levantado hacia arriba
Cuello	Ancho, no muy largo
Cruz	Cruz y dorso ancho
Costillas	Costillas rectas
Flancos	Lomo ancho
Muslos	Presentan buena musculatura que llega hasta los jarretes
Piel	Piel medianamente gruesa y ligeramente suelta
Ubre	Buen tamaño y conformación
Huesos	Planos, fuertes y sin tosquedad.

III. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 Enfoque

El enfoque del estudio fue cuantitativo. Para Alayza (2017) el enfoque cuantitativo permite manejar datos numéricos y procesarlos para obtener nueva información que permita responder a las preguntas de investigación, o probar hipótesis como señala Maldonado (2018).

Así, este enfoque se aplicará en el uso de datos sobre las razas y los sistemas de alimentación, que permitirán ser comparados para demostrar el rendimiento de cada sistema.

3.1.2 Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo experimental, ya que permitió comparar los diferentes sistemas de alimentación y las diferentes razas mediante una clasificación de tratamientos.

La investigación fue de tipo correlacional, pues los datos que se obtuvieron se sometieron a una prueba estadística para demostrar, que tanto influye el sistema de alimentación en la ganancia de peso, al comparar los dos sistemas.

3.2 HIPÓTESIS

- H0. El sistema de engorde no influye en los parámetros productivos y conductuales de los toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando.
- HA. El sistema de engorde influye en los parámetros productivos y conductuales de los toretes de las razas Holstein Mestizo y Normando.

3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Definición de las variables

- **Sistema de engorde:** El sistema de engorde se refiere a la tecnología de producción mediante el cual se regula la dieta de los animales (Estrada, 2010), en este caso, se analizó el sistema de alimentación tradicional y el sistema de engorde a corral (feedlot).

- **Raza:** es el “grupo homogéneo, subespecífico, de animales domésticos que poseen características externas definidas e identificables que permiten distinguirlos a simple vista, de otros grupos definidos de la misma manera en la misma especie” (Scherf, 1997, pág. 195). se trata de la raza específica a la que corresponde cada torete del estudio, en este caso se tuvo las razas Holstein mestizo y Normando.
- **Ganancia de peso:** La ganancia de peso es la variación positiva o negativa (pérdida) de peso por animal según una unidad de tiempo específica, o el indicador que define el peso parcial o final de los animales en ceba (Tapia & Díaz, 2016).
- **Pastoreo:** se basa en permitir al ganado que pascie en áreas grandes sin control o racionalización de su alimento, es un sistema de producción y alimentación animal que utiliza los recursos naturales (FAO, 2021) .
- **Sistema de engorde a Corral (feedlot):** es un sistema de producción para engorde intensivo donde los animales están confinados y se les entrega su comida de acuerdo a sus necesidades nutricionales (Vencius, 2020).
- **Holstein Mestiza:** es originaria de Holanda, y destaca por ser la raza más conocida y de las más grandes en producción lechera, se caracteriza por tener un color blanco con manchas negras (Castro, 2002).
- **Normando:** es originaria de Francia, de la región de Normandía. Es una raza de doble propósito para la producción de leche y carne (Bavera G. , 2011).
- **Condición Corporal:** Es un sistema de clasificación según la apreciación visual, va en una escala de 1 a 5 indica el estado nutricional del animal (Kabaleski, 2013).
- **Costo:** es el gasto económico que representa la fabricación o producción de un producto (FAO, 1998).
- **Presencia de peleas:** si un animal agrede a otro (Chambers & Grandin, 2001).
- **Intento de fuga:** Los intentos que un animal hace por escapar del corral o del potrero donde fue asignado (Chambers & Grandin, 2001).
- **Voracidad:** come mucho con ansiedad el alimento que se imparte diariamente (RAE, 2021).
- **Presencia de enfermedades:** Alteración leve o grave, del funcionamiento normal del organismo del animal (Chambers & Grandin, 2001).

3.3.2 Operacionalización de variables

Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables.

Tipo de variable	Variable	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable independiente	Sistema de engorde	Pastoreo (Tradicional)	Observación	Libro de campo
		A corral ("feedlot")		
	Raza	Holstein mestiza		
		Normando		
Variable dependiente	Parámetros productivos	Ganancia semanal de peso		
		Peso final		
		Condición Corporal		
		Costos		
	Parámetros conductuales	Presencia de peleas		
		Intento de fuga		
		Voracidad		
		Presencia de enfermedades (Morbilidad)		

3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Métodos

El método que se utilizó fue el inductivo el mismo que implica un "razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación práctica sea de carácter general" (Bernal, 2006, pág. 56).

3.4.2 Técnicas

La técnica de recopilación de datos fue la observación, pues esta técnica permite "observar y recoger datos mediante su propia observación" (Rodríguez, 2005, pág. 98). Se aplica la observación debido a que mediante la misma se obtendrán los datos de los sistemas de engorde y de la ganancia de peso.

3.4.3 Fuentes de información

Para el desarrollo del estudio se tomó en cuenta las siguientes fuentes de información.

- Fuentes primarias: De acuerdo con Grande (2009) son las fuentes creadas por el investigador para un estudio concreto. En este caso la información se recopiló directamente de observaciones y mediciones a los sistemas de engorde utilizados, y a la cantidad de toretes de las razas Holstein mestizo y Normando que formaron parte del estudio.
- Fuentes secundarias: Se trata de toda la información que ha sido producida por una persona o institución ajena al estudio. Así, la información secundaria se obtuvo de bibliografía especializada, artículos académicos e investigaciones en temas relacionados con los sistemas de engorde y con las razas de toretes Holstein mestizo y Normando. Además, se utilizó la información registrada en documentación de la Finca San José.

3.5 Análisis estadístico

- Localización

El estudio tuvo lugar en la Finca San José, ubicada en la ciudad de Tulcán, parroquia Tulcán, provincia del Carchi.



Figura 7. Imagen satelital de la Finca San José

Las coordenadas señaladas para esta Finca, según el Geo portal del INEC son:

Tabla 7. Coordenadas de la Finca

Punto	Norte	Este
1	89374,92	192177,61
2	90009,24	192304,05
3	90413,58	192789,09

Fuente: Geo portal del INEC

Su principal actividad es el engorde de ganado vacuno para faena de carne y al momento cuenta con 40 animales, entre los que existen toretes de las razas Holstein mestizo y Normando.

La finca se encuentra a una altura de 2950 msnm, teniendo un clima frío con variaciones durante el año de entre 8° y 18° C. La topografía se compone principalmente de potreros con pasto natural y pasto azul.

3.5.1 Población y muestra

La muestra estuvo compuesta por veinte toretes de las razas Holstein mestizo y Normando, de los cuales diez fueron el grupo de control que se mantuvieron en el sistema actual de engorde por pastoreo controlado con cerca eléctrica, mientras los otros diez se sometieron al sistema de engorde a corral (feedlot).

3.5.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico se efectuó mediante el lenguaje de programación estadística R. Inicialmente, se verificó que no existan datos atípicos, para lo cual, se obtuvieron las distancias de Mahalanobis para cada variable y mediante estas, en conjunto con los cuantiles de la distribución chi cuadrada para un *pvalue* de 0,999, se estableció un puntaje de corte, mediante el cual se determinó que no exista observaciones atípicas en la base de datos.

Una vez definida la base de datos se procedió a verificar los supuestos de dependencia lineal, homogeneidad de pendientes de regresión y el hecho de que la covariable, en este caso el peso inicial, es independiente de los efectos de los tratamientos efectuados.

Una vez que los supuestos fueron alcanzados satisfactoriamente, se procedió a realizar el ANCOVA, y en caso que se presente significancia (*pvalue* < 0,05) en las variables evaluadas se procedió a realizar las pruebas posteriori para identificar los grupos donde se manifiesta esta diferencia significativa. Para esto, se efectuó la

prueba “aka Least-Square means test” (Estimated Marginal Means) del paquete *emmeans* de R, con ajuste de Bonferroni. Cabe recalcar que en este análisis se emplean las medias marginales o medias de los mínimos cuadrados, debido a que estas no dependen de la covariable, es decir remueven del análisis el efecto del peso inicial con el que llegó el ganado.

También, en este estudio se abordó el aspecto comparativo (correlación) de las variables empleadas en el estudio, con la intención de determinar el tipo de relación que existe entre las mismas y si esta relación es lo suficientemente fuerte para concluir que las variables tienen un comportamiento similar o dependiente.

En este análisis de correlación se incluyeron las variables de la sumatoria de ocurrencias de y condición corporal, peleas, fugas, voracidad y presencia de enfermedad para cada observación. Considerando que la muestra es no paramétrica el test de correlación empleado fue el Test de Spearman para todas las posibles parejas de variables. Los resultados de este análisis se presentarán en conjunto con los histogramas, curvas de densidad, scatterplot y líneas de tendencia de cada una de las parejas de variables,

Para la interpretación de la correlación se consideraron los intervalos de correlación de Spearman que establecen que un p-value de 0 a 0,20 para correlaciones muy bajas, de 0,20 a 0,40 se tiene una correlación baja, de 0,40 a 0,60 se tiene una correlación moderada, de 0,60 a 0,80 se tiene una correlación alta y de 0,80 a 1 una correlación muy alta, y en el mismo sentido para correlaciones negativas.

Adicionalmente, se realizó el análisis progresivo de cada variable continua, con el fin de identificar el comportamiento o patrón de las variables dependientes en función de las variables independientes (raza y método) durante el tiempo que duró el ensayo.

- Definición de los tratamientos

Para la presente investigación se consideró como factor A, el sistema de alimentación y como factor B la raza. El experimento constó de 4 tratamientos y 5 repeticiones. Las repeticiones estuvieron conformadas por un animal que fue considerado como unidad experimental.

Tabla 8. Los tratamientos y sus factores

Factor A	Factor B	Tratamientos
Pastoreo	Holstein mestizo	T1
Corral (feedlot)	Holstein mestizo	T2
Pastoreo	Normando	T3
Corral (feedlot)	Normando	T4

La recolección de la información se la realizó mediante el siguiente proceso:

- Definición de línea base:
 - Medición del peso inicial de los toretes que formaron parte del estudio.
 - Registro del animal y estado nutricional previo.
 - Definición de condiciones, características y observaciones de ambos sistemas al momento de la muestra.
- Toma de datos semanales de parámetros productivos:
 - Se realizó la toma de datos de los toretes una vez por semana los días lunes, esto incluyó:
 - Toma de peso al inicio del día
 - Registro de la condición Corporal de cada animal de acuerdo a una escala establecida de 1 a 5
 - Con estos datos se buscó conocer la ganancia de peso, y la condición corporal de cada animal.
- Toma de datos semanales de comportamiento:
 - Se registró la conducta de cada animal en ambos sistemas, los días lunes en un tiempo de cinco horas a partir de las ocho de la mañana. Se realizó la medición los lunes al efectuarse un levantamiento de datos por semana, así como también ajustando el mismo día para realizar la toma de los parámetros productivos y no intervenir por el manejo de los animales en su comportamiento.
 - Se tomó nota si hubo o no peleas, intento de fuga, voracidad al momento de impartir el alimento y presencia de enfermedades, para establecer la conducta de los animales en cada uno de los sistemas
- En cada toma de datos se registró la fecha y hora

La información recopilada se ingresó en una hoja de cálculo. Los datos permitieron realizar una comparación entre la evolución de peso por animal, por grupos de animal

(agrupándolos según el tipo de sistema utilizado). Se realizó la comparación de la ganancia de peso total y promedio, tanto diario como a lo largo del estudio.

Además, se analizaron aspectos condicionantes que podrían haber influido en la ganancia de peso en ambos sistemas, como el clima o el estado de salud de los animales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Tratamiento de datos y verificación de supuestos

Se verificó que no existan datos atípicos, para lo cual, se obtuvieron las distancias de Mahalanobis para cada variable y mediante estas, en conjunto con los cuantiles de la distribución chi cuadrada para un *pvalue* de 0,999, se estableció un puntaje de corte de 12,1831, mediante el cual se determinó que, no existen observaciones atípicas por lo que la base de datos se mantuvo en 20 observaciones.

Empleando a la raza como variable independiente y al peso final del ganado como variable dependiente, se verificaron los supuestos paramétricos de normalidad, linealidad, homogeneidad y homocedasticidad mediante las pruebas de Shapiro, Q-Q plot, F-test y Breusch-Pagan. En la prueba de Shapiro se obtuvieron p-values de 0.632 y 0.8914, por lo que se alcanzó el supuesto de normalidad. La Figura 8 presenta el diagrama de cuantiles Q-Q plot donde se observa que los cuantiles teóricos presentan una marcada tendencia lineal respecto a los residuos estandarizados de la muestra. La prueba de homogeneidad se efectuó mediante el comando `var.test` donde se obtuvo un p-value de 0.7916 por lo que se acepta la homogeneidad de varianzas. Finalmente, en la prueba de Breusch-Pagan se obtuvo un p-value de 0.7251 por lo que se aceptó el supuesto de homocedasticidad.

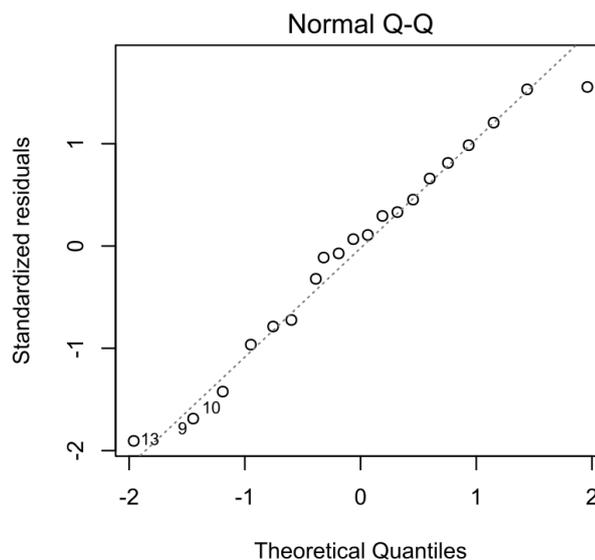


Figura 8. Q-Q plot del peso final del ganado para distintas razas

4.1.2 Análisis de covarianza para el peso final - raza

Se verificó los supuestos de dependencia lineal, homogeneidad de pendientes de regresión y el hecho de que la covariable, en este caso el peso inicial, es independiente de los efectos de los tratamientos efectuados. Los supuestos fueron alcanzados de manera satisfactoria mediante las pruebas pertinentes, por lo que se obtuvieron las curvas de regresión mostradas en la Figura 8

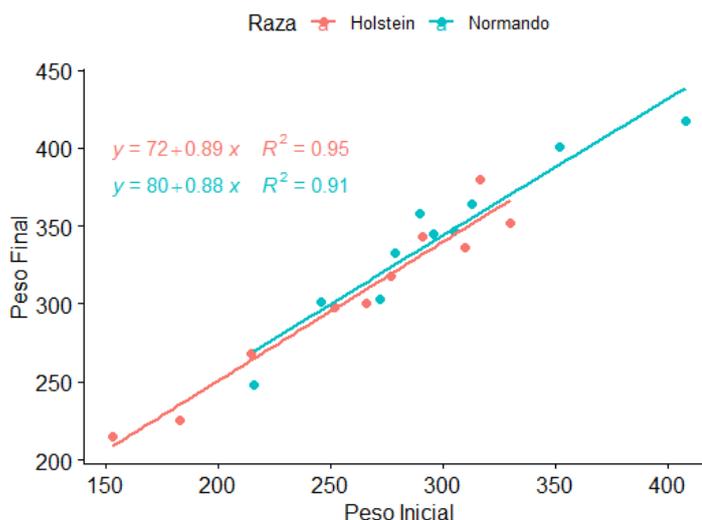


Figura 9. Gráfica de regresión empleada en el ANCOVA para el peso final por raza con el peso inicial como covariable

A continuación, tomando al peso final como variable dependiente, la raza (holstein mestizo y normando) como variable independiente y al peso inicial como covariable (factor), se efectuó el ANCOVA sobre la base de datos obteniéndose una correcta dependencia con la covariable pero no se obtuvo significancia, con un $p - value$ de 0,542. Por lo que se puede afirmar que no existen diferencias significativas de peso final en función de la raza ante la exclusión del efecto de la covariable.

4.1.3 Análisis de covarianza para el peso final - método

Se verificó los supuestos de dependencia lineal, homogeneidad de pendientes de regresión y el hecho de que la covariable, en este caso el peso inicial, es independiente de los efectos de los tratamientos efectuados. Los supuestos fueron alcanzados de manera satisfactoria mediante las pruebas pertinentes, por lo que se obtuvieron las curvas de regresión mostradas en la Figura 10.

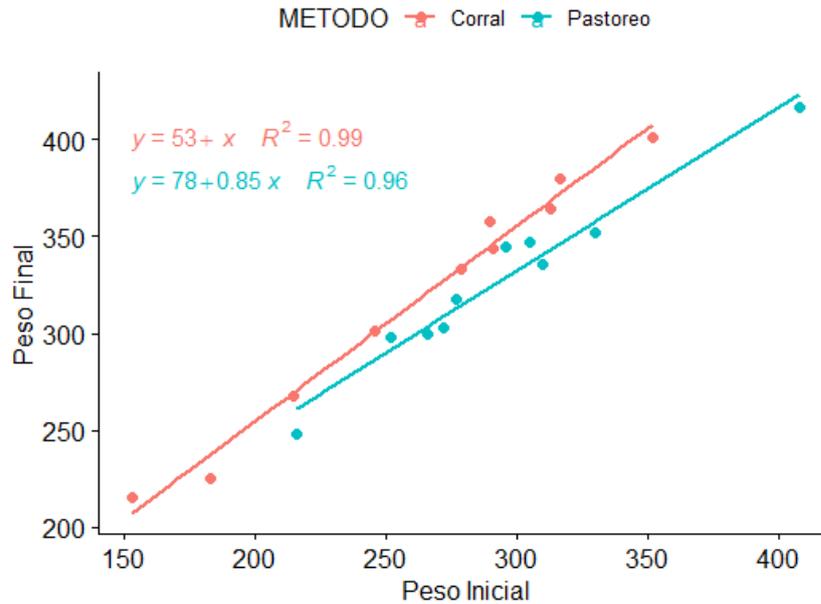


Figura 10. Gráfica de regresión empleada en el ANCOVA del peso final para cada método con el peso inicial como covariable

Posteriormente, tomando al peso final como variable dependiente, el método (corral o pastoreo) como variable independiente y al peso inicial como covariable (factor), se realizó el ANCOVA sobre la base de datos, obteniéndose una correcta dependencia con la covariable, y se puede observar que existen diferencias significantes en el peso final obtenido en el ganado ante el uso de los distintos métodos, con un $p - value$ de 0,000164.

Como se obtuvo un nivel de significancia adecuado en el análisis ANCOVA, se procedió a realizar la prueba “aka Least-Square means test” (Estimated Marginal Means) del paquete *emmeans* de R, con ajuste de Bonferroni, cuyos resultados indican que existe una diferencia significativa para los diferentes métodos empleados. Con base en lo anterior y el valor de las medias marginales, presentadas en la Figura 11, se puede concluir que el método de corral produce mayores valores de peso final en el ganado, con un $p - value$ de 0,00038, que el método de pastoreo.

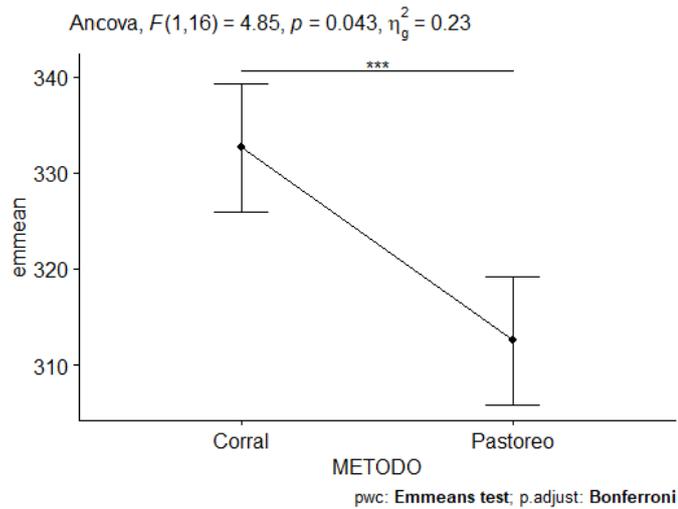


Figura 11. Medias marginales y rangos de error para la prueba ANCOVA de peso final en función del método empleado

4.1.4 Análisis de covarianza para el peso final - tratamientos

Se verificó los supuestos de dependencia lineal, homogeneidad de pendientes de regresión y el hecho de que la covariable, en este caso el peso inicial, es independiente de los efectos de los tratamientos efectuados. Los supuestos fueron alcanzados de manera satisfactoria mediante las pruebas pertinentes, por lo que se obtuvieron las curvas de regresión mostradas en la Figura 12.

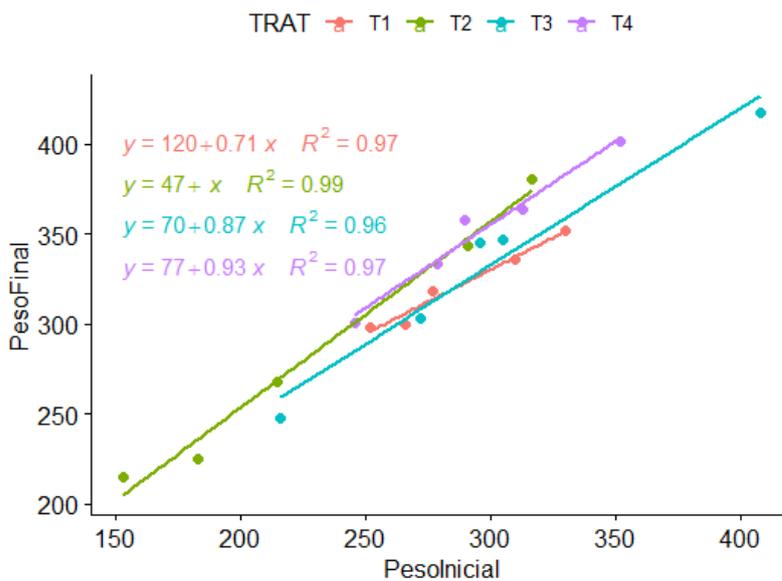


Figura 12. Gráfica de regresión empleada en el ANCOVA del peso final para cada tratamiento con el peso inicial como covariable

Tomando al peso final como variable dependiente, al tratamiento como variable independiente y al peso inicial como covariable (factor), se efectuó el ANCOVA sobre la base de datos obteniéndose una correcta dependencia con la covariable, y se puede visualizar que existen diferencias significantes en el peso final obtenido por tratamiento, con un $p - value$ de 0,006.

Como se obtuvo un nivel de significancia adecuado en el análisis ANCOVA, se procedió a realizar la prueba aka Least-Square means test (Estimated Marginal Means) del paquete *emmeans* de R, con ajuste de Bonferroni, cuyos resultados indican que existe una diferencia significativa para algunas parejas de tratamientos. Se obtuvo diferencias significantes en el peso final del ganado al comparar el tratamiento 1 con el 4, con un $p - value$ de 0,00387. También, se obtuvieron diferencias significantes al comparar el peso final del ganado con el tratamiento 3 respecto al 4, obteniéndose un $p - value$ de 0,00344.

Con base en lo anterior y el valor de las medias marginales, presentadas en la Figura 13, se puede concluir que el tratamiento 4 y el tratamiento 2 produce mayores valores de peso final en el ganado que el tratamiento 1, y que el tratamiento 3. Pero no se observan diferencias entre ellos.

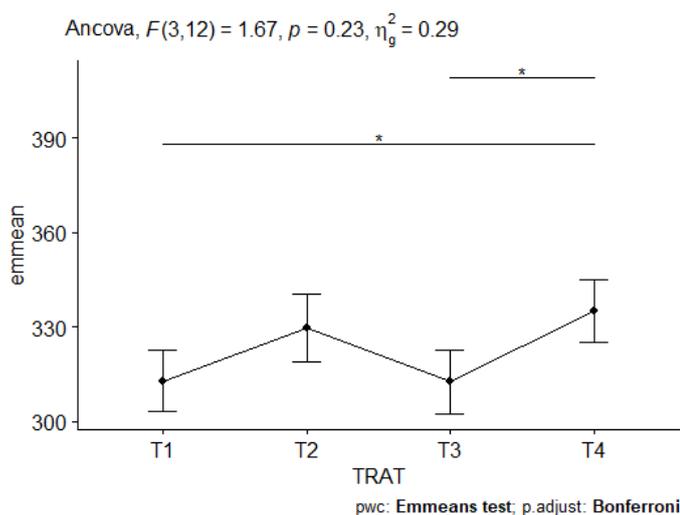


Figura 13. Medias marginales y rangos de error para la prueba ANCOVA de peso final en función del método empleado

4.1.5 Análisis de correlación

Las pruebas de correlación ejecutadas sobre la base de datos del experimento permitieron determinar que el peso final presenta una correlación muy alta con la condición corporal con un valor de 0,87 y la voracidad presenta una correlación alta con la presencia de fugas con un valor de 0,59. Además, se puede observar que el peso final y la condición corporal presentan una correlación negativa baja con la ocurrencia de fugas con un valor de - 0,28 y - 0,21 respectivamente.

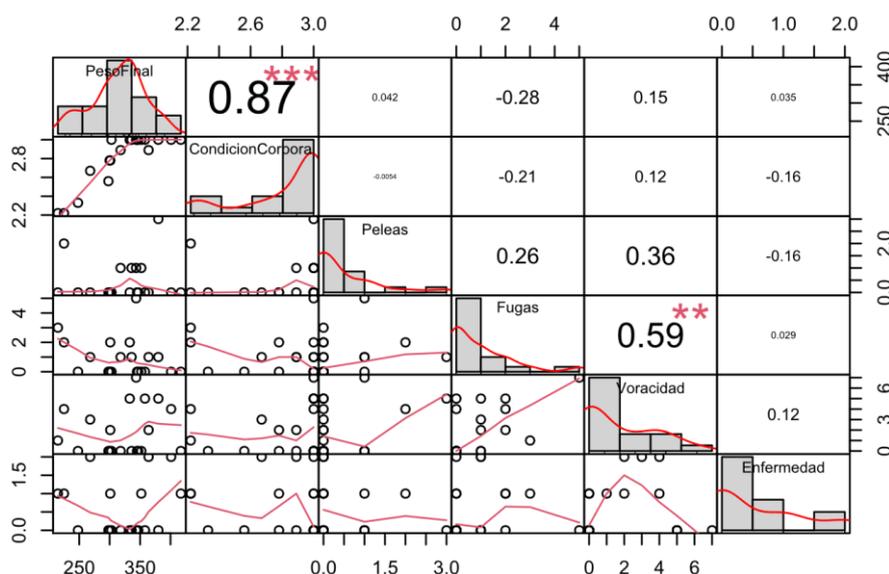


Figura 14. Pruebas de correlación de Spearman, histograma, curva de densidad, curva de tendencia y diagrama de dispersión de las variables numéricas empleadas en la base de datos

4.1.6 Análisis progresivo de la condición corporal por raza y por método

Como se muestra en la gráfica 15 del análisis progresivo de la condición corporal en relación al peso final y la raza se puede observar que la raza Holstein mestizo como la Normando presentan un comportamiento similar con una caída en la condición en la semana 6 de la raza Normando y una caída en la semana 8 en la raza Holstein mestizo.

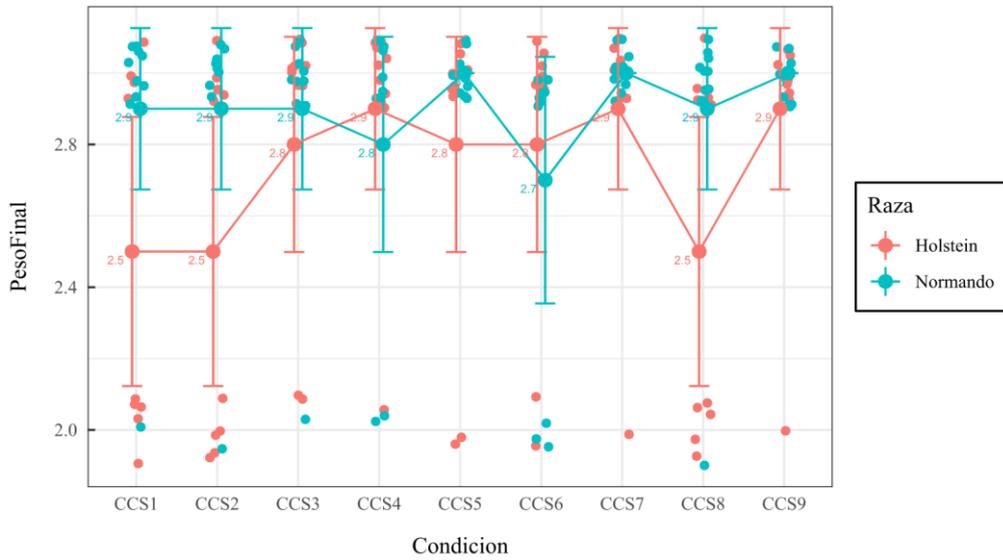


Figura 15. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la condición corporal, para cada raza, registrada durante las 9 semanas

En la gráfica 16 del análisis progresivo de la condición corporal en relación al peso final y al método se observa que la condición corporal de los individuos en la sexta y octava semana presenta una caída, en los dos métodos.

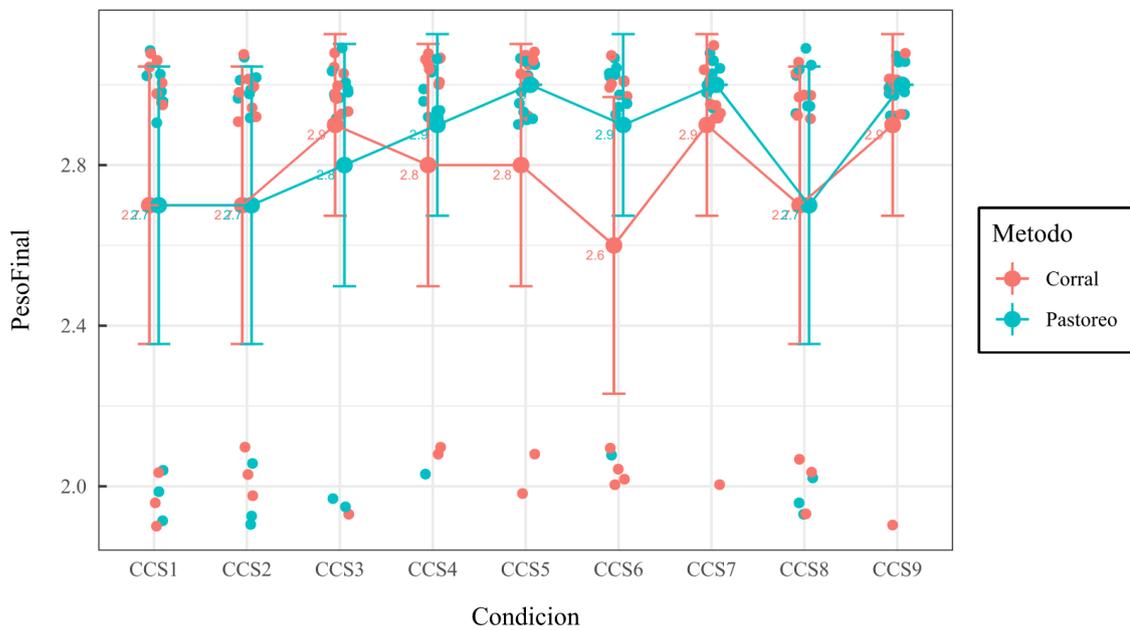


Figura 16. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la condición corporal, para cada método, registrado durante las 9 semanas

4.1.7 Análisis progresivo de la presencia de peleas por raza y por método

Como se muestra en la gráfica 17 del análisis progresivo de la presencia de peleas en relación a la raza se puede observar que la raza Holstein mestizo presenta mayor ocurrencia de peleas que la normando durante las dos primeras semanas, pero luego estas desaparecen.

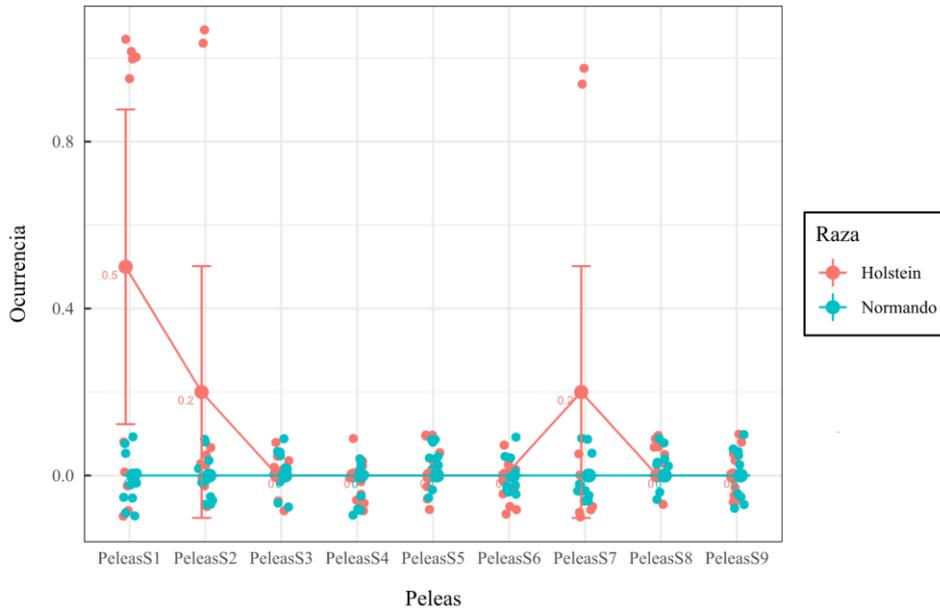


Figura 17. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de peleas, para cada raza, registrada durante las 9 semanas

En la gráfica 18 del análisis progresivo de la presencia de peleas en relación al método se observa que la ocurrencia de peleas se presenta indistintamente del método sea este corral o pastoreo, por lo que la ocurrencia de peleas puede atribuirse a la raza mas no al método.

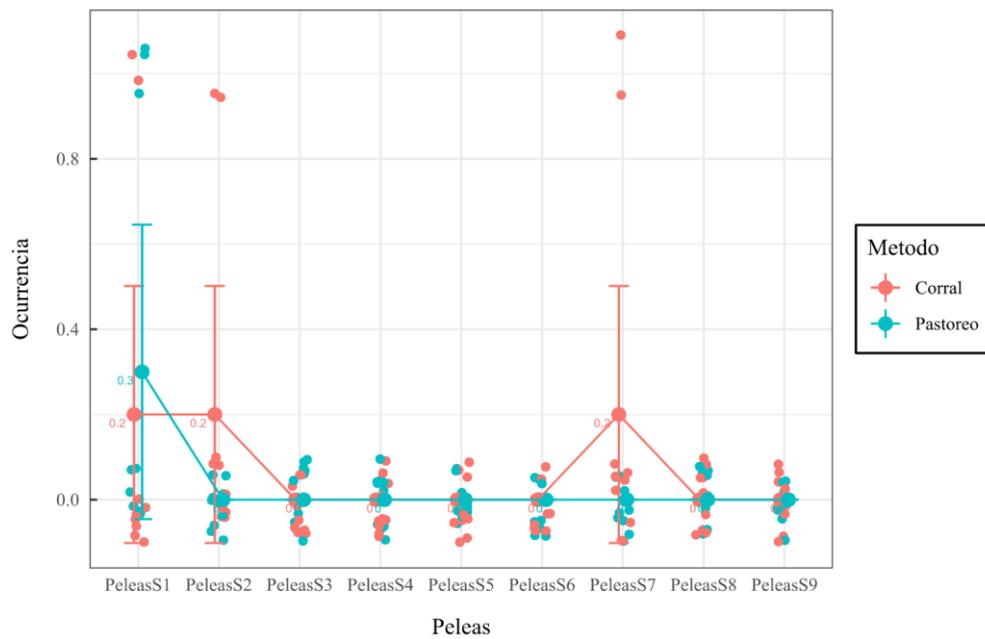


Figura 18. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de peleas, para cada método, registrada durante las 9 semanas

4.1.8 Análisis progresivo de la presencia de fugas por raza y por método

Como se muestra en la gráfica 19 del análisis progresivo de la presencia de fugas en relación a la raza, se puede observar que tanto las razas Holstein mestizo como Normando presentaron un patrón de fugas similar durante el ensayo.

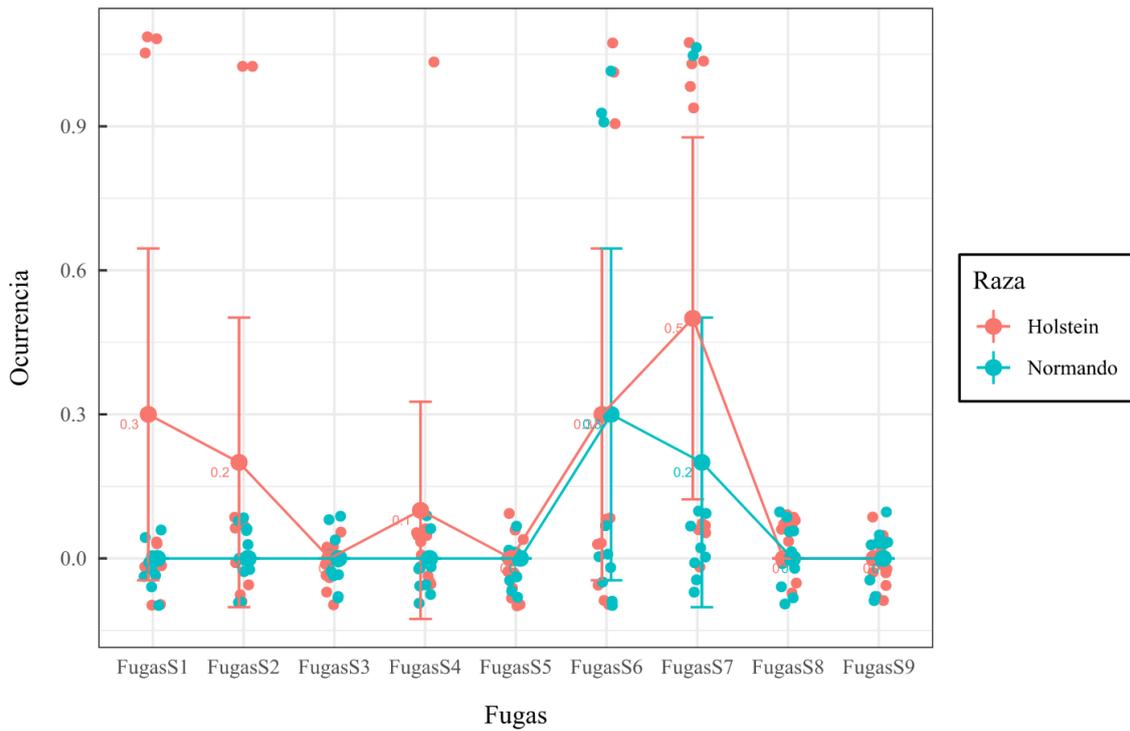


Figura 19. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de fugas, para cada raza, registrada durante las 9 semanas

En la gráfica 20 del análisis progresivo de la presencia de fugas en relación al método, se observa que la ocurrencia de fugas se presenta en mayor cantidad en el método a corral, por lo que la ocurrencia de fugas se puede atribuir al método (corral) que a la raza.

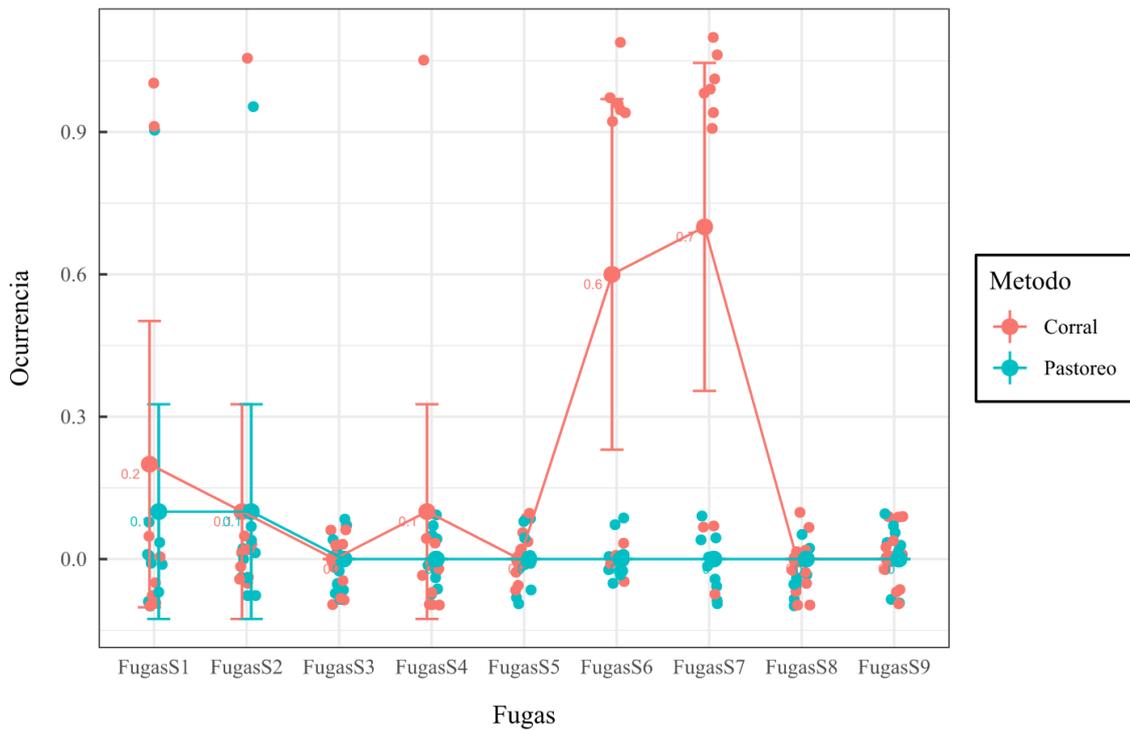


Figura 20. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de fugas, para cada método, registrada durante las 9 semanas

4.1.9 Análisis progresivo de la presencia de voracidad por raza y por método

Como se muestra en la gráfica 21 del análisis progresivo de la presencia de voracidad en relación a la raza, se puede observar que tanto las razas Holstein mestizo como Normando presentaron un patrón de voracidad similar durante el ensayo.

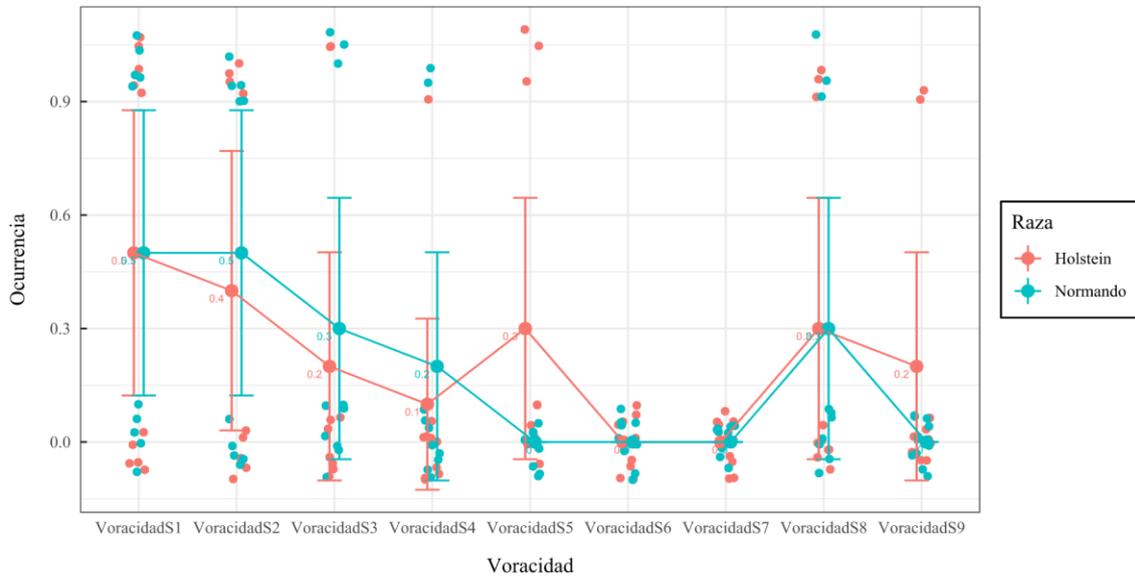


Figura 21. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de voracidad, para cada raza, registrada durante las 9 semanas

En la gráfica 22 del análisis progresivo de la presencia de voracidad en relación al método, se observa que la ocurrencia de voracidad se presenta en mayor cantidad en el método a corral que a pastoreo, por lo que la voracidad se puede atribuir al método (corral) que a la raza.

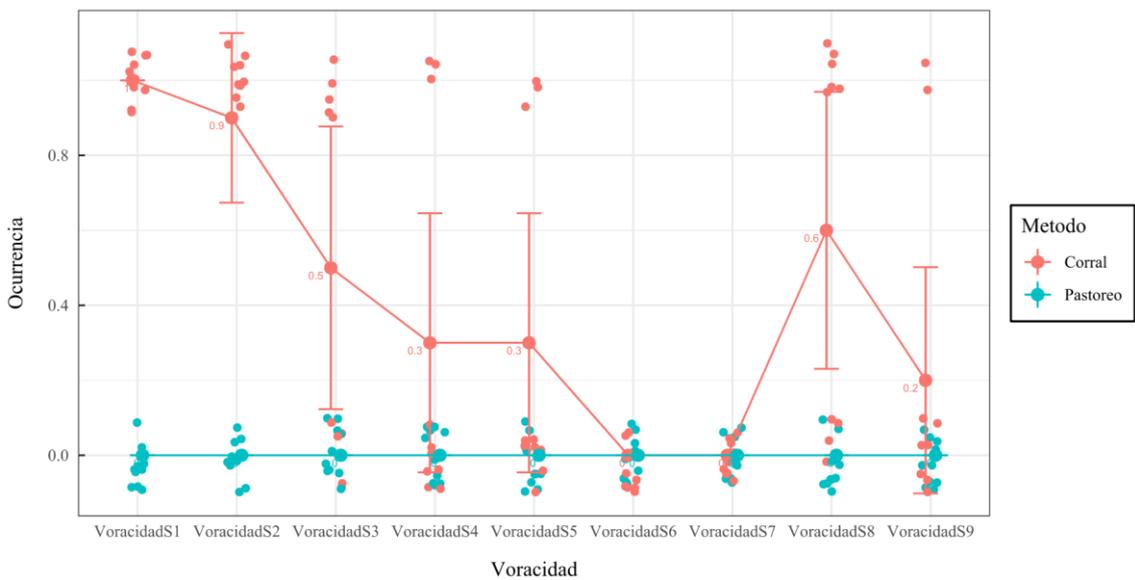


Figura 22. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de voracidad, para cada método, registrada durante las 9 semanas

4.1.10 Análisis progresivo de la presencia de enfermedad por raza y por método

Como se muestra en la gráfica 23 del análisis progresivo de la presencia de enfermedad en relación a la raza, se puede observar que tanto la raza Holstein mestizo como normando presentaron un patrón de enfermedad similar durante el ensayo.

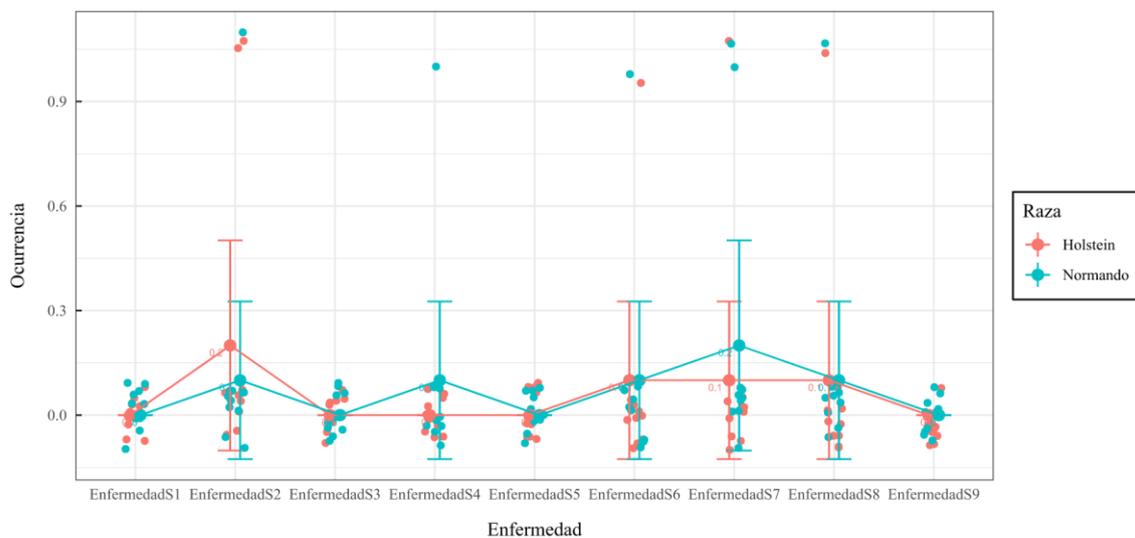


Figura 23. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de enfermedad, para cada raza, registrada durante las 9 semanas

En la gráfica 24 del análisis progresivo de la presencia de enfermedad en relación al método, se observa que la ocurrencia de enfermedad se presenta en mayor cantidad en el método a corral que a pastoreo, por lo que la ocurrencia de enfermedad se puede atribuir al método (corral) que a la raza.

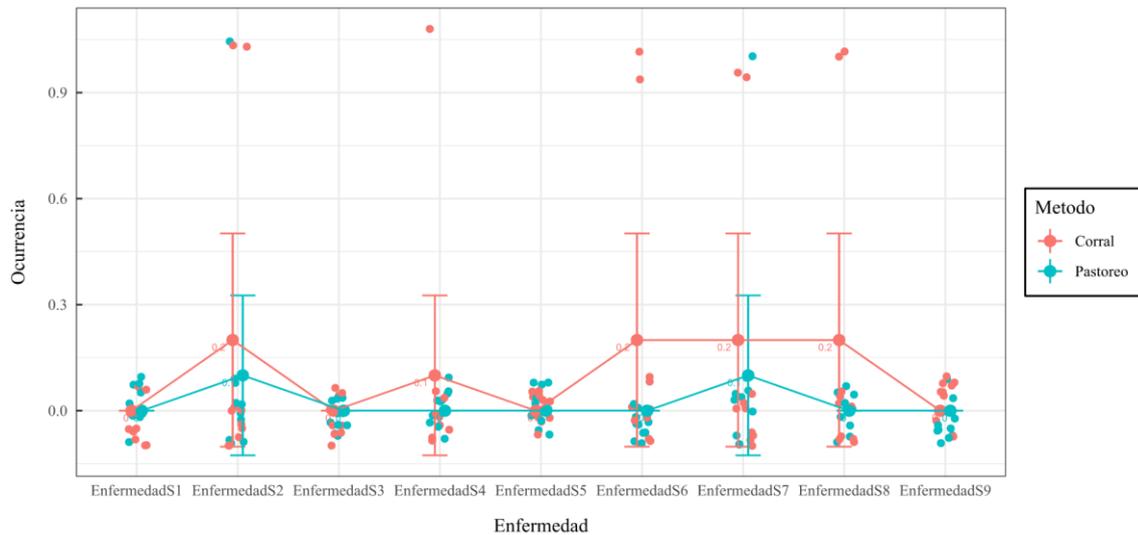


Figura 24. Diagrama de puntos, medias y errorbars de la ocurrencia de enfermedad, para cada método, registrada durante las 9 semanas

4.1.11 Análisis de costos

Para realizar el análisis de costos se debe considerar que en ambos sistemas se manejó la misma cantidad y calidad de alimento, por tanto, el costo de materia prima no varía; no obstante, esto se hizo así porque el experimento tuvo como objetivo evaluar netamente al sistema y no a la alimentación.

En la Tabla 9 se presenta primero el cálculo del costo total de alimentación, considerando un peso de 6,8 kilos de alimento en materia seca al día y un costo de USD 0,05. En total el costo asciende a 95,2 por 5 animales. Posteriormente se realizó el cálculo del costo asociado a mano de obra. En el caso del sistema de engorde a corral (feedlot) el personal se ocupa de cortar y recoger el alimento y colocarlo en el corral lo que toma cerca de 2 horas al día, mientras que en el método de pastoreo el personal se encarga de cambiar agua, vigilar a los animales y guiarlos al campo en las mañanas y de regreso en las tardes, lo que le toma cerca de 1 hora. El costo por hora se calculó considerando el valor de la jornada de USD 12 y se dividió para 8 horas, dando un valor de 1,5. El total para para la mano de obra es de USD 263,2 en el sistema de engorde a corral (feedlot) y 179,2 en pastoreo.

Por último, se sumó el peso inicial de cada grupo de muestreo y se restó del peso final para obtener la diferencia. El costo total se dividió para el peso y así se obtuvo el costo por kilo en cada sistema:

Tabla 9. Análisis de costo comparativo entre sistema de engorde a corral (feedlot) y Pastoreo

	Unidad	Corral (feedlot)		Pastoreo	
		Holstein mestizo	Normando	Holstein mestizo	Normando
Costo unitario alimentación	Dólar	0,05	0,05	0,05	0,05
Cantidad alimento	Kilos/día MS	6,80	6,80	6,80	6,80
Días del experimento	Unidad	56	56	56	56
Costo total materias primas por animal	Dólar	19,04	19,04	19,04	19,04
Número de animales	Unidad	5	5	5	5
Costo total por alimentación	Dólar	95,20	95,20	95,20	95,20
	Unidad	Método 1 raza 1	Método 1 raza 2	Método 2 raza 1	Método 2 raza 2
Tiempo de trabajo Mano de obra directa al día	Horas/día	2,00	2,00	1,00	1,00
Costo hora Mano de obra	Dólar	1,50	1,50	1,50	1,50
Días del experimento	Unidad	56	56	56	56
Costo total mano de obra	Dólar	168,00	168,00	84,00	84,00
Costo total asociado al método de alimentación durante el experimento	Dólar	263,20	263,20	179,20	179,20
	Unidad	Método 1 raza 1	Método 1 raza 2	Método 2 raza 1	Método 2 raza 2
Suma peso inicial	Kilos	1.435,00	1.497,00	1.159,00	1.480,00
Suma peso final	Kilos	1.612,00	1.673,00	1.305,50	1.634,00
Suma peso ganado	Kilos	177,00	176,00	146,50	154,00
	Unidad	Método 1 raza 1	Método 1 raza 2	Método 2 raza 1	Método 2 raza 2
Costo por kilo	Dólar	1,49	1,50	1,22	1,16

El costo por kilo en el método 1 se ubica en USD 1,49 y 1,50 para las dos razas del estudio, mientras que el método 2 se encuentra entre USD 1,22 y 1,16 por cada kilo ganado. De acuerdo con el costo el sistema de engorde a corral (feedlot) es más costoso, aunque su ganancia de peso es mayor. No obstante, hay que recalcar que, en caso de implementar el sistema, el número de animales que ingresaría sería mayor, por lo que el rubro referente a mano de obra se devengaría con mayor facilidad, lo que reduciría el costo unitario por kilo.

4.2 DISCUSIÓN

La ganadería es de vital importancia a nivel mundial, ya que se utiliza la cría de ganado para su exportación y comercio, la demanda de este producto genera que el productor se integre en un contexto de recursos naturales finitos, contribución a los medios de subsistencia, seguridad alimentaria a largo plazo y respuesta al cambio climático, además del desarrollo de estrategias de control eficiente de ganancia de peso en relación a su alimentación como son los sistemas de engorde a corral (feedlot).

Para la variable peso final en relación a la raza no se encontró diferencias significativas ya que se obtuvo un $p - value$ de 0,542. Sin embargo, cabe mencionar que en la presente investigación tanto el peso inicial como el final en la raza Holstein mestizo al ser una raza lechera frente a la Normando siendo una raza doble propósito dio lugar a una diferencia de 100kg. De acuerdo a Alvarado y Rodas (2016), esta variación puede deberse a que la raza Normando posee mayor porcentaje de grasa y proteína superior a la Holstein.

En la variable peso final en relación al método (corral (feedlot) o pastoreo) si hay diferencias entre los métodos ($p - value$ de 0,00038), donde el mayor valor se presenta en el sistema de engorde a corral (feedlot), de igual forma el análisis de los tratamientos para el peso final indica que hay diferencias entre tratamientos ($p - value$ de 0,00344) siendo el T2 y T4 los mejores, asociando este resultado al sistema de engorde a corral (feedlot). De acuerdo a Elizande, (2015) para un sistema de engorde a corral (feedlot) se debe tomar en cuenta las características de las dietas, niveles de consumo y la eficiencia de conversión los cuales interactúan con el tipo de animal, estos aspectos son claves para óptimos resultados en una modificación del peso final y rendimiento de los toretes, de acuerdo a lo mencionado existirá una ganancia mayor de peso. Esto se comparó en terneros de diferente peso en diversos sistemas de alimentación, y comprobó que al cabo de 4 meses los terneros más livianos criados a corral alcanzaron un peso similar al obtenido por los terneros con peso inicial más alto alimentado mediante pastoreo. Otros estudios no han encontrado esta misma variación, y por el contrario han observado desempeños muy similares lo que hace al pastoreo muy competitivo (National Sustainable Agriculture Information Service, 2009), no obstante, es de notar que influyen aspectos como la calidad de los pastos e incluso el clima, por lo que el desempeño de ambos sistemas puede variar según la

ubicación, por otro lado, vale citar a Morón que en 2009 el mismo que observó una ganancia de peso diaria por animal de 1,0948 kilogramos mediante alimentación por confinamiento, frente a un valor de 0,722 kilogramos de ganancia diaria en pastoreo tradicional, en bovinos de raza cebú. En este caso, la productividad del sistema de engorde a corral (feedlot) muestra ser mucho mayor a la del pastoreo.

Las pruebas de correlación ejecutadas permitieron determinar que el peso final presenta una correlación muy alta con la condición corporal con un $p - value$ de 0,87 y la voracidad presenta una correlación alta con la presencia de fugas con un $p - value$ de 0,59. De acuerdo con Osorio y Vinazco (2010) la condición corporal influye en el comportamiento productivo, así, una pérdida de condición corporal CC movilizará las reservas corporales a la prioridad de sobrevivir, pero si la CC mejora, dichas reservas se destinarán al crecimiento y por ende, a la ganancia de peso. Pasmay (2017) también observó que a mayor condición corporal, mayor también el peso del animal.

Con respecto a la voracidad en relación a su peso Martínez y Velasco (2016), mencionan que la alimentación bajo las condiciones de dieta que se requiera debe ser un proceso de aclimatación ya que de lo contrario podría causar estragos indeseados. De igual forma, si el bovino pierde el apetito, ante un brusco cambio de la dieta, llegará el momento en que se moldeará a los nuevos sabores de cada producto. Lo relevante es que la nutrición integre todos los requerimientos para un óptimo desarrollo productivo.

Además, se puede observar que el peso final y la condición corporal presentan una correlación negativa baja con la ocurrencia de fugas con un $p - value$ de - 0,28 y - 0,21 respectivamente. Las fugas representan un gasto energético, por tanto, la correlación negativa se explica en que, a mayor ocurrencia de fugas menor el peso, si bien esta correlación es leve, por lo que el impacto en la ganancia de peso es bajo. De igual manera en el análisis progresivo en relación a la presencia de fugas, y voracidad se observa mayor ocurrencia de fugas y voracidad en el método, siendo la mayor frecuencia en el sistema de engorde a corral (feedlot), indistintamente de las razas. De acuerdo a Martínez y Velasco (2016), los animales sufren un estrés al experimentar una dieta diferente por lo cual puede presentar pérdida de apetito además de atravesar por un periodo de alta presencia de parásitos, pérdidas en su corporalidad y productividad serán notorias en poco tiempo.

El análisis progresivo de la condición corporal en relación al peso final para las razas y el método muestran una caída de las variables en la semana 6 y 8, atribuido a la temporada de lluvias.

El análisis progresivo de la presencia de peleas en relación a la raza y al método muestran mayor ocurrencia de peleas en la raza Holstein mestizo durante las dos primeras semanas, pero luego estas desaparecen, no encontrando efecto del método para esta variable. Dicho comportamiento surgido en las primeras semanas de adaptación al sistema, puede ser la respuesta del animal al estrés o ansiedad por el cambio, considerando que la raza Holstein es más propensa a peleas. Flores (2014), señala que las causas principales pueden deberse a condiciones que afectan a la salud del animal, condiciones que se relacionan con el alojamiento de otros animales y la mayor densidad de animales que presentan estos sistemas de engorde a corral (feedlot).

El análisis progresivo de la presencia de enfermedades en relación a la raza y al método muestran mayor ocurrencia en el sistema de engorde a corral (feedlot), observándose una mayor ocurrencia en la semana 6 y 8 del ensayo, atribuido a la temporada de lluvias. De acuerdo a Davies y Ceconi (2018), para una alimentación de engorde a corral (feedlot), se debe tomar en cuenta aspectos meteorológicos según su ubicación, algunos de ellos son la radiación solar, temperatura, velocidad del viento y sombra, siendo factores relevantes para evitar enfermedades o estrés en el animal, incidiendo en el peso corporal y respiración, de esta manera se estaría utilizando la energía destinada a la producción en adaptación. También se debe tomar en cuenta medidas de bienestar animal en el caso de cambio de estación (invierno-verano), en donde exista un buen manejo de las instalaciones, alimentación, sanidad y alojamiento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El análisis de los tratamientos para el peso final se observa diferencias entre tratamientos ($p - value$ de 0,00344) siendo el T2 y T4 los mejores, asociando este resultado al sistema de engorde a corral (feedlot), más no a las razas en estudio.
- Para el peso final en relación a la raza no se encontró diferencias significativas ya que se obtuvo un $p - value$ de 0,542.
- En la variable peso final en relación al método (corral o pastoreo) si hay diferencias entre los métodos ($p - value$ de 0,00038), donde el mayor peso final se presenta en el sistema de engorde a corral (feedlot).
- Se obtuvo una correlación muy alta entre el peso final y la condición corporal con un valor de 0,87, además, se observa una correlación alta entre la voracidad con la presencia de fugas con un valor de 0,59.
- Se puede observar que el peso final y la condición corporal presentan una correlación negativa baja con la ocurrencia de fugas con valores de - 0,28 y - 0,21 respectivamente.
- El análisis progresivo de la condición corporal en relación al peso final para la raza y el método muestran una caída de las variables en la semana 6 y 8, atribuido a la temporada de lluvias.
- El análisis progresivo de la presencia de peleas en relación a la raza y al método muestran mayor ocurrencia de peleas en la raza Holstein mestizo durante las dos primeras semanas, pero luego estas desaparecen, no encontrando efecto del método para esta variable.
- En el análisis progresivo presencia de fugas, y voracidad en relación a la raza y al método se observa mayor ocurrencia de fugas y voracidad en el método, siendo la mayor frecuencia en el sistema de engorde a corral (feedlot), indistintamente de las razas.
- El análisis progresivo de la presencia de enfermedades en relación a la raza y al método muestran mayor ocurrencia en el sistema de engorde a corral (feedlot), observándose una mayor ocurrencia en la semana 6 y 8 del ensayo, atribuido a la temporada de lluvias.

- En el análisis de costo se puede observar que el sistema de engorde a pastoreo es el que menores costos representa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda con el propósito de producción de carne al ganado de raza Normando, debido a su temperamento y comportamiento productivo.
- El sistema de engorde a corral (feedlot) es el que mejor se adapta sobre el comportamiento productivo de las razas tanto Holstein mestizo como Normando, a pesar de tener un costo elevado en relación al pastoreo, pero que se compensa por una mayor ganancia de peso.
- Realizar futuras investigaciones probando otras razas, etapas productivas de los bovinos en los que sea más eficiente el engorde a corral.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayza, C. (2017). *Iniciarse en la investigación académica*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Anomale, M., Peñafort, C., Bocco, O., Macor, L., Bruno, M., & Bagnis, E. (2016). *Recursos forrajeros*. Obtenido de Cátedra Producción Bovina de Carne II: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/210-Recursos_forrajeros_UNRC.pdf
- Anrique, R., Molina, X., Alfaro, M., & Saldaña, R. (2014). *Composición de alimentos para el ganado bovino*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22.
- Arronis, V. (2015). *Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación y suplementación estratégica en pastoreo*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Baroli, M. (2009). Manejo del pastoreo. *Notiganadero*, 2(20).
- Bavera, G. (2006). *Suplementación mineral y con nitrógeno no proteico del bovino a pastoreo* (Tercera ed.). Ed. del autor.
- Bavera, G. (2011). *Razas Lecheras Bovinas*. Obtenido de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/a_curso_produccion_bovina_de_carne/7B-19-Capitulo-XIX-Razas-lecheras.pdf
- Bechtel, W. (7 de diciembre de 2018). *Cattle on Feed Numbers: A Look Around the World*. Obtenido de Drovers: <https://dy604qses7th.cloudfront.net/markets/cattle-feed-numbers-look-around-world>
- Beguet, H., & Bavera, G. (2001). *Fisiología de la planta pastoreada*. Obtenido de Curso de Producción Bovina de Carne: <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf

- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México: Pearson Educación.
- Böll, H. (2014). El peso de la carne. *Atlas de la carne*, 16-19.
- Cardoza, C. G., Hernández, L. B., & Medrano, N. A. (2017). *Evaluación de Bloques Multinutricionales en la alimentación de ganado de doble propósito en ordeño*. Tesis, Universidad El Salvador.
- Castro, Á. (2002). *Ganadería de leche: enfoque empresarial*. EUNED.
- Cecconi, I., Davies, P., Méndez, D., & Elizalde, J. (2018). Recría de Terneros a corral, ganancia de peso, peso de ingreso y manejo de la alimentación. *RTA*, 10(38), 34-39.
- Chambers, P., & Grandin, T. (2001). *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganad*. FAO.
- Clarke, E. (1983). Manejo de Pasturas. *Conferencia. Nuestro Holando*, (págs. 269:18-22). Buenos Aires, Argentina.
- da Silva, J., Barbosa, T., Stefano, M., de Oliveira, C., Batista, I., Mariano, D., . . . Domingues, D. (2018). Feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics of Nellore cattle submitted to different feeding frequencies. *Scientia Agricola*, 75(2), 121-128.
- Demagnet, R. (2014). *Adaptación de las plantas al pastoreo*. Universidad de la Frontera.
- Di Marco, O. (1998). Gasto energético de los vacunos en el pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1(1), 22-24.
- Di Marco, O., & Aello, M. (2003). *Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/01-costo_energetico_de_actividad_en_pastoreo_efecto.pdf

- Diaz, A., Menezes, L., Paris, W., Dos Santos, P., Biesek, R., Mafioletti, R., & Marchesan, R. (2017). Productive performance of Holstein calves finished in feedlot or pasture. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (Anuales de la Academia Brasileña de Ciencias)*, 89(3).
- Drouillard, J. (2018). Current situation and future trends for beef production in the United States of America — A review. *Asian-Australas J Anim Sci*, 31(7), 1007-1016.
- EcuRed. (2018). *Holstein*. Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Holstein>
- Elizalde, J. (2015). *Impacto del uso de los sistemas de alimentación a corral como estrategia para el engorde de bovinos para carne*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Elizalde, J., Parra, V., & Duarte, G. (2003). *Resultados de engordes a corral de vacunos realizados en diferentes sistemas de producción de carne*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal : https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/06-resultados_engorde_a_corral.pdf
- Estrada, S. (2010). *Manejo productivo de un Sistema Intensivo de engorde bovino "feedlot" en la Hacienda Meyer Ranch (Dakota del Norte, Estados Unidos)*. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Caldas, Colombia.
- Evolution International. (2019). *Cruzamiento*. Obtenido de Evolution international: http://www.evolution-int.com/sites/default/files/catalogs/cruzamiento_es_2019_evolution_international.pdf
- FAO. (1998). *Costos de producción*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>
- FAO. (2021). *Pastoreo*. Obtenido de Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza: <http://www.fao.org/policy-support/policy-themes/pastoralism/es/>
- Ganadería. (2020). *Holstein*. Obtenido de Ganadería.com: <https://www.ganaderia.com/raza/Holstein>

- Giménez, J. (2015). *Raza Bovina NORMANDO*. Obtenido de Pregón Agropecuario: <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=7454>
- Giner, R., Chavez, M., Chavez, I., & Negrete, L. (1988). Hábitos de comportamiento y gasto energético de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano abierto del altiplano central. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 26(2).
- Góngora, J. (2006). *Evaluación del comportamiento productivo, reproductivo y composición de la leche en vacas normando puras y en diferentes porcentajes de sangre, en la finca Chuguacá, municipio de San Francisco*. Ciencia Unisalle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Colombia.
- González, J. (2016). Evaluación económica de una engorda de toretes en dos sistemas de alimentación. *Revista Ciencia Ergo Sum*, 23(2), 154-162.
- Graillet, E., Arieta, R., Aguilar, M., Alvarado, L., & Rodríguez, N. (2017). *Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal : https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/108-Ganancia_de_peso%20.pdf
- Grande, I. (2009). *Fundamentos y Técnicas de investigación*. España: ESIC Editorial.
- Grandin, T. (1985). *La conducta animal y su importancia en el manejo del ganado*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/24-conducta.pdf
- Grunwaldt, E., & Guevara, J. (2012). Rentabilidad de la actividad conjunta de recría y engorde a corral de bovinos para carne en la provincia de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*, 44(2).
- Hernández, J., Rebollar, A., Mondragón, J., Guzmán, E., & Rebollar, S. (2016). Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México. *Revista Investigación y Ciencia*(69), 13-20.
- Holstein Foundation. (2015). *World of Dairy Cattle Nutrition*. Obtenido de Holstein Foundation: <http://www.holsteinfoundation.org/education/workbooks.html>

- Humane Slaughter Association. (2020). *Zona de Fuga*. Obtenido de Humane Slaughter Association: <https://www.hsa.org.uk/zona-de-fuga/zona-de-fuga>
- Kabaleski, C. (2013). *Condición Corporal en Ganado de Carne*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/50-Condicion_Corporal_Carne.pdf
- Machado, M. (2011). Etología Bovina. *Universidad de Cuenca*, 36(39).
- Mader, T., Davis, M., & Brown, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84, 712-719.
- Maldonado, J. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas, cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Manteca, X. (2006). *Comportamiento de alimentación del bovino lechero*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/02-Comportamiento_alimentacion.pdf
- Mijares, H., Hernández, O., Mendoza, G., Vargas, L., & Aranda, E. (2012). Cambio de peso de toretes en pastoreo en el trópico: respuesta a suplementación con bloque multinutricional. *Universidad y ciencia*, 28(1).
- Morón, L. (2009). *Ventajas y desventajas de los sistemas de pastoreo y confinamiento en la producción de carne en raza Cebú en el Departamento del Cesar*. Universidad de La Salle, Argentina.
- National Sustainable Agriculture Information Service. (2009). Raising Dairy Heifers on Pasture. *ATTRA*. Obtenido de https://parasitology.cvm.ncsu.edu/vmp991/dairy/supplement/dairy_heifer.pdf
- Noffsinger, T., Lukasiewicz, K., & Hyder, L. (2015). Feedlot Processing and Arrival Cattle Management. *Vet Clin Food Anim*.
- Oliveira, L., Ruggieri, A., Branco, O., Cota, R., Canesin, H., Costa, H., & Mercadante, M. (2016). Feed efficiency and enteric methane production of Nelore cattle in the feedlot and on pasture. *Animal Production Science*, 58(5).

- Osorio, J., & Vinazco, J. (2010). El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. *Biosalud*, 9(2), 56-66.
- Ososo, K., Martínez, A., & Castro, P. (2000). Desarrollo de sistemas eficientes de producción de carne de calidad. *Feagas*(17), 48-63.
- Pasmay, W. (2017). *Evaluación de la condición corporal y el rendimiento de la canal de los bovinos faenados en el Camal Municipal de la ciudad de Riobamba*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador.
- Piaggio, L. (2010). Suplementación y engorde a corral. Resultados, desafíos. Necesidades de investigación. *Agrociencia*, 14(3), 77-81.
- Piedra, A. (2011). *Comportamiento y bienestar animal de la vaca lechera y su relación con la eficiencia reproductiva*. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Pordomingo, A. (2004). *Engorde a corral*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/78-feedlot.pdf
- Pordomingo, A., Kent, A., Pordomingo, A., Volpi, G., & Allende, M. (2010). Efecto del nivel de alimentación en recría a corral sobre la respuesta animal en el pastoreo subsiguiente. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(2), 131-141.
- RAE. (2021). *Voraz*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/voraz>
- Razas Bovinas de Colombia. (2017). *Normando*. Obtenido de Razas Bovinas de Colombia: <https://razasbovinasdecolombia.weebly.com/normando--normande.html>
- Rezagholivanda, N. H., M, K., Mokhtarzadeh, S., Dehghana, M., Y, M., Sadighi, F., . . . Rajaei, A. (2021). Feedlot performance, carcass characteristics and economic profits in four Holstein-beef crosses compared with pure-bred Holstein cattle. *Livestock Science*, 244.
- Ricalde, R., Mendoza, G., & Crosby, M. (1998). Manejo nutricional en corrales de engorda. *Vererinaria México*, 29(3), 291-297.

- Rivera, G. (1999). *Conceptos Introductorios a la Fitopatología*. EUNED.
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de investigación*. México: Universidad Javeriana Autónoma de Tabasco.
- Rosenstein, L. (29 de octubre de 2020). *Cuál es la ganancia de peso según el procesado del grano en el feedlot*. Obtenido de Valor Carne: <https://www.valorcarne.com.ar/cual-es-la-ganancia-de-peso-segun-el-procesado-del-grano-en-el-feedlot/>
- Rúa, M. (2016). *¿Qué es el pastoreo?* Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/201-Que_es_el_pastoreo.pdf
- San Miguel, A. (2003). *Apuntes de Pastoreo*. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Silvopascicultura, España.
- Scherf, B. (1997). *Lista Mundial de Vigilancia para la Diversidad de los Animales Domésticos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/v8300s/v8300s0c.html>
- Simeone, A., & Beretta, V. (2018). Evaluación del sistema de autoconsumo en el suministro de dietas sin fibra larga a terneros alimentados a corral. *Agrociencia Uruguay*, 22(2), 1-9.
- Sosa, E., Pérez, D., Ortega, L., & Zapata, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*, 42(2), 129-144.
- Tapia, G., & Díaz, M. (2016). *Ganancia diaria de peso y evaluación del desarrollo del aparato reproductor en vaquillas comparando Nutriplex® Fós Reprodução®*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano .
- USAID Inma Agribusiness Program. (2008). *Beef feedlot Management Guide*. Obtenido de USAID: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADR842.pdf
- Vargas, B., Marín, Y., & Romero, J. (2012). Comparación bioeconómica de grupos raciales Holstein, Jersey y HolsteinxJersey en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2).

Vencius, M. (2020). *¿Qué es un feedlot?* Obtenido de ABC Rural:
<https://elabcrural.com/que-es-un-feedlot/>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos de proteína y energía en bovinos

Peso vivo kg	Ganancia diaria (Kg)											
	0		0,5		0,75		1,0		1,25		1,5	
	PC	PM	PC	PM	PC	PM	PC	PM	PC	PM	PC	PM
Novillos												
150	227	99	528	230	666	290	796	346	916	399	1028	447
200	281	122	572	249	704	306	828	361	944	411	1052	458
250	332	145	613	267	741	323	861	375	973	423	1077	469
300	381	166	653	284	778	339	895	389	1003	437	1104	480
350	428	186	694	302	815	355	929	404	1035	451	1134	493
400	473	206	734	319	853	371	965	420	1069	465	1166	507
450	516	225	775	337	892	388	1003	436	1106	481	1202	523
500	559	243	816	355	933	406	1043	454	1145	498	1240	540
550	600	261	857	373	975	424	1085	472	1187	517	1282	558
600	641	279	900	392	1018	443	1129	491	1232	536	1328	578
Toretos												
150	227	99	559	243	710	309	852	371	985	429	1108	482
200	281	122	601	261	746	325	883	384	1011	440	1129	491
250	332	145	641	279	782	340	914	398	1037	451	1151	501
300	381	166	681	296	818	356	946	412	1065	464	1176	512
350	428	186	720	313	854	372	979	426	1096	477	1204	524
400	473	206	760	331	891	388	1014	441	1129	491	1235	538
450	516	225	800	348	930	405	1052	458	1165	507	1270	553
500	559	243	841	366	970	422	1091	475	1204	524	1308	569
550	600	261	883	384	1012	441	1133	493	1246	542	1351	588
600	641	279	926	403	1056	459	1178	513	1291	562	1397	608

Requerimientos de proteína de bovinos en crecimiento-engorde (gr/día) (Anrique, Molina, Alfaro, & Saldaña, 2014, pág. 77)

TORETES		Ganancia diaria (Kg)					
Peso Vivo Kg	0	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	
Ración con 2.8 Mcal/kg de EM							
150	5.7	7.7	8.9	10.5	12.5	15.3	
200	7.0	9.2	10.7	12.5	14.8	17.9	
250	8.2	10.7	12.4	14.4	17.0	20.4	
300	9.3	12.1	14.0	16.2	19.1	22.9	
350	10.4	13.5	15.5	18.0	21.1	25.3	
400	11.4	14.8	17.0	19.7	23.1	27.6	
450	12.4	16.0	18.4	21.3	25.0	29.8	
500	13.3	17.2	19.8	22.9	26.8	32.0	
550	14.2	18.4	21.1	24.4	28.6	34.0	
600	15.1	19.6	22.4	25.9	30.3	36.0	
Ración con 2.4 Mcal/kg de EM							
150	5.96	8.14	9.66	11.65	14.50	-	
200	7.28	9.82	11.55	13.82	16.99	-	
250	8.50	11.39	13.35	15.90	19.41	-	
300	9.65	12.88	15.07	17.89	21.77	-	
350	10.75	14.30	16.71	19.81	24.05	-	
400	11.81	15.68	18.29	21.66	26.25	-	
450	12.82	17.00	19.82	23.44	28.37	-	
500	13.81	18.28	21.30	25.17	30.43	-	
550	14.76	19.52	22.73	26.84	32.41	-	
600	15.70	20.73	24.12	28.46	34.33	-	

Requerimientos de energía metabolizable (EM) en toretes en crecimiento-engorde (Mcal/día) (Anrique, Molina, Alfaro, & Saldaña, 2014, pág. 79)

Anexo 2. Fotografías del corral y el ganado

Holstein Mestizo sistema de engorde a corral (Feedlot)



Holstein Mestizo pastoreo



Normando sistema de engorde a corral (Feedlot)



Normando pastoreo

