

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Efecto de diferentes niveles de alfalfa (*Medicago sativa*) y triticale
(*x Triticosecale L.*) en dietas balanceadas para terneros de raza
Holstein friesland, Salcedo, Cotopaxi**

Evelyn Carolina Velasteguí Mayorga

Ingeniería en Agronomía

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniera en Agronomía

Quito, 22 de mayo de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Efecto de diferentes niveles de alfalfa (*Medicago sativa*) y triticale (*x Triticosecale L.*) en dietas balanceadas para terneros de raza *Holstein friesian*, Salcedo, Cotopaxi

Evelyn Carolina Velasteguí Mayorga

Nombre del profesor, Título académico

Victoria Alomía Hinojosa, PhD.

Quito, 22 de mayo de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Evelyn Carolina Velasteguí Mayorga

Código: 00112358

Cédula de identidad: 1803391638

Lugar y fecha: Quito, 22 de mayo de 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La alimentación es uno de los factores más importantes dentro de la ganadería de leche, no solo porque define la productividad y reproducción del hato, sino también, porque es uno de los costos más altos dentro de la producción. El objetivo del estudio fue determinar un adecuado crecimiento y desarrollo en terneros de 0 a 2 meses, alimentados con materias primas no tradicionales como triticale y alfarina. El estudio se realizó en la Hacienda Guachala, en la provincia de Cotopaxi. Se utilizaron 20 terneros Holstein mestizos calostrados, a los cuales se los aleatorizó en 3 tratamientos y un control. Los tratamientos usados fueron: tratamiento 1 o control, tratamiento 2 o concentrado con 7,5% de reemplazo de alfarina más triticale, tratamiento 3 o concentrado con 10% de alfarina más triticale y tratamiento 4 o concentrado comercial. A la ingesta diaria se añadió 4 litros de leche de ordeño diarios, agua y heno de alfalfa a libre disposición. Para el análisis de los resultados se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos, 5 repeticiones y un total de 20 unidades experimentales; además, se realizó la prueba de Tukey. En los resultados del estudio, no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos para las variables altura a la cruz y perímetro torácico, sin embargo, para las variables peso y longitud corporal sí se obtuvo diferencia significativa donde el mejor tratamiento fue el T3 (concentrado con 10% de alfarina más triticale). Por lo que se concluye, que las dietas con diferentes porcentajes de alfarina y triticale permiten incrementar el peso, longitud corporal, perímetro torácico y altura a la cruz en terneros a los 2 meses de vida.

Palabras clave: crecimiento, terneros, alimento concentrado, alfarina, triticale

ABSTRACT

Feed is one of the most important factors in dairy farming, not only because it defines the productivity and reproduction of the herd, but also because it represents one of the highest production costs. The objective of the study was to determine adequate growth and development in calves from 0 to 2 months, fed with non-traditional raw materials such as triticale and *alfarina*/alfalfa meal. The study was carried out at Guachala farm, in the Cotopaxi province. Twenty colostrated crossbreed Holstein calves were used, which were randomized into 3 treatments and a control. The treatments used were: treatment 1 or control, treatment 2 or concentrate with 7.5% replacement of alfalfa meal plus triticale, treatment 3 or concentrate with 10% alfalfa meal plus triticale and treatment 4 or commercial concentrate. To the daily intake, 4 liters of daily milking milk, water and alfalfa hay were added at free disposal. For the analysis of the results, a Completely Random Design (DCA) was used, with 4 treatments, 5 repetitions and a total of 20 experimental units, in addition, the Tukey test was performed. In the study results, no significant difference was obtained between treatments for the variables height at the withers and chest circumference, however, for the variables weight and body length, a significant difference was obtained where the best treatment was T3 (concentrated with 10 % alfalfa meal plus triticale). Therefore, it is concluded that diets with different percentages of alfalfa meal and triticale allow increasing weight, body length, chest girth and height at the withers in calves at 2 months of life.

Keywords: growth, calves, concentrate feed, *alfarina*/alfalfa meal, triticale

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.2 Justificación.....	13
II. MARCO TEORICO.....	14
2.1 Fundamentos anatómicos del aparato digestivo del ternero.....	14
2.2 Fisiología digestiva en terneros: formación del coagulo y digestión de carbohidratos, proteínas y grasas.....	15
2.3 Características nutricionales y dieta recomendada para terneros en etapa inicial.....	16
2.4 Programa de alimentación para terneros lactantes.....	17
2.5 Insumos utilizados en la elaboración de concentrados.....	19
2.5.1 Maíz.....	20
2.5.2 Soya.....	20
2.5.3 Alfarina.....	22
2.5.4 Triticale.....	22
2.6 Interacción entre granos.....	23
III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	24
3.1 Objetivo general.....	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
3.3 Hipótesis.....	24
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1 Localización del estudio.....	25
4.2 Clima.....	25

4.3 Población de animales.....	25
4.4 Infraestructura.....	25
4.5 Tratamientos.....	25
4.6 Alimentos.....	26
4.7 Manejo del experimento.....	28
4.7.1 Alimentación.....	28
4.7.2 Recolección de datos.....	29
4.7.2.1 Peso.....	29
4.7.2.2 Altura a la cruz.....	29
4.7.2.3 Longitud corporal.....	30
4.7.2.4 Perímetro torácico.....	30
4.8 Método estadístico.....	30
4.8.1 Diseño experimental.....	30
4.8.2 Variables de respuesta.....	31
4.8.2.1 Peso corporal.....	32
4.8.2.2 Altura a la cruz.....	33
4.8.2.3 Longitud corporal.....	33
4.8.2.4 Perímetro torácico.....	33
V. RESULTADOS.....	34
5.1 Longitud corporal inicial.....	34
5.2 Longitud corporal final.....	35
5.3 Altura a la cruz inicial.....	36
5.4 Altura a la cruz final.....	36
5.5 Perímetro del tórax inicial.....	37
5.6 Perímetro del tórax final.....	38

5.7 Peso inicial.....	39
5.8 Peso final.....	40
5.9 Peso final e inicial.....	41
VI. DISCUSIÓN.....	43
VII. CONCLUSIONES.....	46
VIII. RECOMENDACIONES.....	47
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 composición nutricional de la soya	21
Tabla 2 formulación de los tratamientos usados	27
Tabla 3 composición química del lactorumen	27
Tabla 4 composición química de los tratamientos	28
Tabla 5 esquema del anova del experimento	31
Tabla 6 valores de referencia para parámetros de crecimiento en terneras	31
Tabla 7 equivalencias entre las medidas de circunferencia torácica y pesos corporales hasta los 101,6 kg	32
Tabla 8 análisis de la variancia para la variable longitud corporal inicial	34
Tabla 9 análisis de la variancia para la variable longitud corporal final	35
Tabla 10 análisis de la variancia para la variable altura a la cruz inicial	36
Tabla 11 análisis de la variancia para la variable altura a la cruz final	36
Tabla 12 análisis de la variancia para la variable perímetro del tórax inicial	37
Tabla 13 análisis de la variancia para la variable perímetro del tórax final	38
Tabla 14 análisis de la variancia para la variable peso inicial	39
Tabla 15 análisis de la variancia para el peso final	40
Tabla 16 análisis de la variancia para la diferencia entre peso final e inicial	41

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica. 1 diagrama de manejo	29
Grafica. 2 variable longitud corporal inicial	34
Grafica. 3 variable longitud corporal final	35
Grafica. 4 gráfica de barras para la variable altura a la cruz inicial	36
Grafica. 5 variable altura a la cruz final	37
Grafica. 6 variable perímetro del tórax inicial	38
Grafica. 7 variable perímetro del tórax final	39
Grafica. 8 variable peso inicial	40
Grafica. 9 variable peso final	41
Grafica. 10 diferencia entre peso final e inicial	42

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2021) reportó que en Ecuador existen un total de 4.34 millones de cabezas de ganado vacuno, de las cuales, 1.1 millones tienen hasta un año de edad. En esta última estadística se encuentran los animales en la etapa de destete, la cual, dependiendo de factores importantes como el manejo y la alimentación a nivel de finca, esta puede durar de dos a cuatro meses. Considerando el tiempo y la inversión utilizada en esta etapa, es de gran interés, terminar con los mejores pesos y medidas. Si no se logra un incremento en el peso adecuado y pronto para el destete, disminuye la edad del primer servicio, y, por ende, disminuye el ciclo de producción de leche del animal y con ello menor tiempo para el retorno de la inversión realizada. Así mismo, un animal que no es bien nutrido en etapas iniciales no logra obtener mejoras en las tasas de concepción y en el porcentaje de abortos, así como también influye en la condición corporal y la aparición de la pubertad en novillas (Ybalmea, 2015).

Los cultivos de maíz, soya y trigo son fundamentales para la elaboración de concentrados, pero, en general los rendimientos de estos cultivos en el país son bajos. En cuanto al maíz el déficit para el 2022 fue de 160 mil toneladas y en el caso de la soya la producción local solo abastecerá al 1,5% nacional (Revista maíz soya, 2022). Hoy en día, la falta de materia prima en la industria de alimentos concentrados es una problemática constante al momento de elaborarlos. La producción nacional no abastece la demanda del mercado interno, por esto, se acude a importar la mayor parte de componentes utilizados en las formulaciones, derivando así, al incremento de precio del producto final.

Por lo tanto, es necesario buscar nuevas opciones para abaratar costos y que estratégicamente puedan rendir igual o mejores resultados en el animal de destino, de esta forma se podrán utilizar al momento de escases o alza de los precios a nivel internacional.

1.2 Justificación

La producción animal se basa en seis pilares que son fundamentales que se interrelacionen entre si para determinar la eficiencia y rentabilidad del sistema, estos son: nutrición, reproducción, sanidad, bienestar animal, genética y recursos humanos (Meléndez y Bartolomé, 2017).

Tobón (2015) señala, que la crianza de terneras es una de las etapas de mayor cuidado dentro de la explotación ganadera, no solo porque representa aproximadamente el 20 % del total de gastos de la operación de una finca, sino también por ser el futuro productivo y el retorno de la inversión. Elizondo-Salazar y Vargas-Ramírez (2015) indican que de este 20% destinado a la crianza en la finca, entre el 31.8% y 64.3% representan el rubro de alimentación y el 20.53% representan la leche. Por lo que es importante ser eficientes y eficaces en los componentes que se formulan en las dietas. Si optimizamos cada uno de estos factores dentro de esta etapa, mayores retornos reproductivos y productivos se podrán lograr en etapas subsiguientes.

Es por esto que se busca reemplazar en cierta proporción los ingredientes con un alto contenido nutricional y de producción local. En este estudio se reemplazo el maíz por triticale y la soya por la alfarina, con la finalidad de incrementar la cantidad de energía que el animal requiere proveniente de la soya y el maíz. Cada uno de los componentes nutritivos que se incluyeron dentro de la mezcla del concentrado tuvieron una influencia en los parámetros productivos del animal.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos anatómicos del aparato digestivo del ternero

El sistema digestivo de los bovinos reacciona y cambia frente a los estímulos de los alimentos que va ingiriendo después de su nacimiento. La superficie epitelial se desarrolla más lentamente, siendo la superficie interna del rumen lisa durante la etapa fetal, sin papilas visibles (Correa Alarcón, 2006). Inicialmente cuando la dieta es estrictamente líquida los bovinos son monogástricos, es decir, usan en las primeras semanas principalmente la sección del abomaso y en semanas posteriores con la transición a sólidos van desarrollando el resto de los compartimentos hasta finalizar con una correcta función de su rumen, que será el compartimento principal hasta el final de su ciclo de vida. Se puede observar en el tiempo como se va modificando el desarrollo externo e interno del sistema digestivo. En el desarrollo externo, primero con la aparición de la mucosa de los compartimentos, seguido del esbozo de las hojas del omaso, que continúa a los pliegues del abomaso y las crestas del retículo, para finalmente tener las vellosidades del rumen (Correa Alarcón, 2006). En el desarrollo interno se observan los compartimentos gástricos que son: abomaso, retículo, omaso y rumen. El abomaso o estómago verdadero, es donde el ternero inserta enzimas en los alimentos para iniciar con los procesos de digestión (Tobón, 2015).

El abomaso es el principal estómago hasta que se desarrolla el rumen juntamente con los demás compartimentos para interactuar juntos y lograr una mejor digestión y absorción de los nutrientes. El retículo sirve como una barrera protectora impidiendo que partículas diferentes al bolo alimenticio avancen hacia otros compartimentos. El omaso convierte al alimento en partículas más pequeñas y finas para permitir una mejor digestión de nutrientes que continúan en el abomaso, y finalmente en el intestino donde se da la absorción de nutrientes (Martín-Alonso et al., 2018).

2.2 Fisiología digestiva en terneros: formación del coagulo y digestión de carbohidratos, proteínas y grasas

En las primeras semanas de vida de los bovinos el alimento predominante es la leche o el sustituto lácteo, que es su principal fuente de proteínas en dicho momento. Para digerirlo, el organismo del ternero ingiere el alimento y tarda entre 1 a 10 minutos en coagularlo, esto se debe principalmente a la caseína y la pepsina presente en el abomaso. El abomaso con el ingreso de la leche cambia de un pH 2.1 a pH 4.5-6, recuperando sus valores de pH a las 3 horas, estos cambios producen una digestión más lenta y eficiente. Después del proceso enzimático, los componentes son separados y dirigidos al intestino para el proceso de absorción. La lactosa a diferencia de las proteínas como la caseína y la grasa es digerida rápidamente produciendo energía para el ternero (Tobón, 2015).

La digestión de alimentos es un proceso mecánico y químico para que el organismo pueda aprovechar los nutrientes que ingiere. El proceso mecánico se da por la masticación, la maceración y los movimientos de contracción del aparato digestivo. El proceso químico se da por la acción de enzimas que actúan, bajo condiciones específicas como pH y temperatura, sobre el alimento desdoblado las moléculas grandes en pequeñas para ser absorbidas en el intestino. La producción de enzimas como la amilasa salival o pancreática para la degradación de carbohidratos es limitada. Sin embargo, el ternero las primeras semanas produce grandes cantidades de lactasa para desdoblar, su fuente principal de energía a esa edad que es la lactosa proveniente de la leche que ingiere como alimento principal. A medida que van ingresando alimentos sólidos la producción de lactasa disminuye e incrementa la producción de amilasas (Mendoza Martínez y Ricalde Velasco, 2016).

Con el paso a la fase rumiante, los microorganismos presentes en el intestino producen enzimas celulolíticas capaces de hidrolizar la celulosa en celobiosa o glucosa presente en las plantas, su fuente principal de energía hasta el final del ciclo de vida. Las grasas son hidrolizadas desde

que inicia el proceso de digestión con la lipasa salival, hasta llegar al intestino donde el proceso de digestión continua con la lipasa pancreática (Cueva, 2014). Finalmente, así como reacciones metabólicas y movimientos voluntarios e involuntarios de su mismo organismo es como logra el animal aprovechar los nutrientes ingeridos.

2.3 Características nutricionales y dieta recomendada para terneros en etapa inicial

El organismo del animal necesita agua y nutrientes como carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales en medidas exactas para cumplir con todas sus funciones vitales. El agua no es un nutriente, sin embargo, cumple funciones vitales en el organismo por lo cual su disponibilidad diaria es imprescindible. El nutriente más importante en la dieta son los carbohidratos y las proteínas, ya que son la principal fuente de energía para el organismo y se la atribuye para mantenimiento y ganancia de peso. Al dosificar proteína y carbohidratos es necesario tener en cuenta la dosis requerida para mantenimiento y para crecimiento; los requerimientos de mantenimiento constituyen pérdidas obligatorias de nitrógeno, mientras que los de crecimiento se refieren al nitrógeno retenido en los tejidos (Elizondo-Salazar, 2013). Los componentes restantes como grasas, vitaminas y minerales se dosifican en menores cantidades en la porción requerida. Las vitaminas y minerales son importantes para la formación de catalizadores y enzimas, en reacciones de respiración celular, sistema nervioso, síntesis de proteínas, metabolismo y reproducción (Unión Ganadera regional de Jalisco, 2023).

La dieta de arranque suministrada diariamente debe ser palatable y proporcionar mínimo de energía neta para mantenimiento 1.89 Mcal/kg y de energía neta para ganancia de peso 1.19 Mcal/kg. En cuanto a micronutrientes una dieta balanceada debe contener una cantidad mínima de 0,64% de Calcio, 0,4% de Fosforo, 1000 I.U./lb de Vitamina A, 140 I.U./lb de Vitamina D y 25 I.U./lb de vitamina E (Semex, 2003).

Según Cerdas-Ramírez "más importante que el contenido de nutrientes es estimar, en la forma más precisa posible, el consumo máximo de alimento y nutrientes que el animal puede tener,

de acuerdo con la condición fisiológica, la calidad del alimento y los efectos ambientales” (2013). Es decir, considerando todas las variables que puedan modificar el consumo del alimento del animal, es importante estimar la cantidad de alimento que va a ingerir y con esta cantidad realizar los cálculos necesarios para dosificar los nutrientes. En el presente caso en estudio, la alimentación se realiza con alimentos líquidos y sólidos como son leche y concentrado respectivamente. La leche contiene nutrientes para el animal por lo cual se lo considera al momento de formular las necesidades nutricionales que el animal necesita que se complemente con el concentrado.

Elizondo-Salazar en el 2013 menciona que “Los alimentos líquidos continuarán siendo la principal fuente de nutrientes para mantenimiento y crecimiento hasta que las terneras estén consumiendo más de 0,45 kg de alimento balanceado por día. Sin embargo, bajo un buen manejo en las fincas lecheras, las terneras deberían estar consumiendo una apreciable cantidad de nutrientes provenientes del concentrado hacia la tercera y cuarta semana de vida”. Por ejemplo, para un animal de 60kg donde se desea que tenga un incremento de peso de 0,40kg/día, debe ingerir 0.5 kg de materia seca proveniente de la leche y 0.5kg provenientes del concentrado para tener 43gramos día de proteína aparentemente digerible solo para mantenimiento y 142 gramos al día de proteína aparentemente digerible tanto para mantenimiento como para ganancia de peso. Para animales con peso entre 30-80kg, ganancia de peso deseada entre 0.1-0.6 kg/día y una dieta de leche o suplemento lácteo y complementada con concentrado, los valores respectivos para la ingesta de proteína se incluyen en anexos 1 (Elizondo-Salazar,2013).

2.4 Programa de alimentación para terneros lactantes

El alimento debe ser concentrado para seguir un programa de alimentación enfocado al continuo mejoramiento de las condiciones corporales del animal, satisfaciendo los requerimientos nutricionales en cantidad y calidad. En cuanto a la cantidad, los animales que

no logran consumir la cantidad adecuada de concentrado después del destete pierden peso de manera brusca y presentan dificultades para recuperarse (Tobón, 2015).

Es óptimo que lo suministrado permita ganancias de peso de 800g/día. Para pasar al destete el animal debe consumir al menos 1200 gramos de concentrado iniciador y el alimento para esta siguiente etapa de destete debe presentar mayores cantidades de proteína, alrededor de 25%, para suplir la proteína presente en la leche que se deja de suministrar (Mendoza Martínez y Ricalde Velasco, 2016).

Sumado a esto, niveles altos o bajos de alimentación puede desencadenar ciertos problemas en el desarrollo del animal, como por ejemplo sobrealimentar antes de la pubertad o hasta el parto puede afectar negativamente el crecimiento del tejido secretor de la glándula mamaria y subalimentar al animal puede provocar que el animal recurra a reservas corporales para lograr cubrir con sus necesidades priorizando procesos fisiológicos vitales, afectando el crecimiento y desarrollo de estructuras anatómicas y procesos fisiológicos (Almeyda, 2013).

Por otro lado, se debe asegurar calidad en la selección de las materias primas, teniendo alto contenido nutricional e inocuo para que no afecte patológicamente al animal. Los efectos de una nutrición inadecuada pueden afectar la condición corporal, aumentar la incidencia de anestro y disminuir la tasa de concepción (Meléndez & Bartolomé, 2017).

Concisamente, el alimento iniciador es un elemento clave en el eslabón de la cadena de crianza, por lo que, se debe evaluar a profundidad todos los componentes que en él incluyen como cantidad y calidad de nutrientes (Cerdas-Ramírez, 2013).

A partir de la segunda semana de vida, el ternero puede ser incentivado con alimentos sólidos junto con los líquidos para que a partir de la estimulación oral el animal pueda ir ingiriendo otras texturas y con el paso de los días ingerir mayores cantidades sólidas incentivando además características en la estructura de su aparato digestivo. Los terneros comienzan a rumiar a la

segunda o tercera semana de edad, pasando de lactante a rumiante de acuerdo a la influencia de estímulos que recibe de la dieta (Ghezzi, et al., 2000).

La ingesta de alimentos sólidos como el alimento concentrado o forrajes como heno promueven el crecimiento de la capa muscular de rumen y mantienen la salud del epitelio, debido a la producción de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico) que incentivan el desarrollo de las papilas del rumen y así la funcionalidad del rumen (Mendoza Martínez y Ricalde Velasco, 2016). Los ácidos grasos además proveen energía, solo 70% de la energía calórica utilizada por el rumiante proviene del ácido acético (Tobón, 2015). Es por lo cual necesario, realizar en las primeras semanas incentivos para incluir a la dieta alimentos sólidos en los suministros de alimento del ternero, provocando con esto un mejor desarrollo de estructuras internas del aparato digestivo, aprovechamiento de nutrientes, producción de ácidos grasos y con ellos energía para el animal (Mendoza Martínez & Ricalde Velasco, 2016).

2.5 Insumos utilizados en la elaboración de concentrados

El incluir alimentos concentrados dentro de la dieta permite incluir nutrientes que faltan en el alimento diario. que incluyen dieta láctea y forrajes. Además, para que el animal logre conseguir los nutrientes que necesita en su etapa de crecimiento es necesario estimular el consumo de alimento concentrado a partir de la segunda semana de edad, mediante esto se lograra dosificar desde ese momento macronutrientes y micronutrientes necesarios para el organismo en crecimiento.

Las materias primas cumplen diversas funciones entre ellas ser fuente de proteínas, energía, fibra, vitaminas y minerales; macronutrientes y micronutrientes necesarios para el metabolismo del animal. La eficiencia de un alimento concentrado inicia desde la selección adecuada de las materias primas a usarse para su elaboración, donde se escogen ingredientes con alto valor nutricional, adecuado costo, alta biodisponibilidad y eficiencia en el organismo al digerirse. En ganadería de leche las primeras etapas se buscan fuentes que satisfagan las necesidades de

formación y desarrollo del sistema muscular, esquelético, digestivo, y demás para que el animal alcance su inicio productivo en las mejores condiciones y lo más tempranamente posible. Se busca nutrir adecuadamente a la ternera y promover un desarrollo anticipado de la capacidad fermentativa del rumen- retículo que permita que el estómago de la ternera pase lo más pronto posible de un proceso enzimático hacia un proceso fermentativo (Almeyda, 2012). Para la elaboración del concentrado en estudio se tomaron en cuenta fuentes tradicionales como el maíz, soya y fuentes no tradicionales como el triticale y la alfarina

2.5.1 Maíz.

La organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) (2018) colocan al maíz como una gramínea cuyo contenido nutricional varía dependiendo de factores edafoclimáticos, fertilización y cosecha. Es muy utilizado como fuente principal de energía en la elaboración de alimentos concentrados, por presentar alto contenido de almidón y fibra posee alto contenido energético en comparación con otros cereales,. En cuanto a su fracción proteica presenta valores bajos en aminoácidos como lisina y triptófano, sin embargo, en aminoácidos como metionina, isoleucina, leucina y fenilalanina tiene altos porcentajes.

2.5.2 Soya.

La soya o soja es una leguminosa cuyo grano presenta alto porcentaje de proteína de alta calidad y cuyas grasas al ser de origen vegetal presenta características hipocolesterolemiantes. La harina de soya utilizada tradicionalmente se encuentra en dos formas, la que contiene 44% de proteína cruda (PC) y la decorticada con 48-50% de PC, y el aceite es usualmente extraído por solventes durante el procesamiento, esta última corre menor riesgo de oxidación en el momento de almacenamiento (Colina, León, Castañeda, 2017).

La soya está considerada como un superalimento, puesto que contiene proteínas de alta calidad y alto contenido de grasas poliinsaturadas. En cuanto a la fracción proteica es variada y presenta todos los aminoácidos esenciales, es decir, aminoácidos que el cuerpo no produce por lo que

es necesario consumirlos en la dieta. El aminoácido más abundante es la lisina y los de menor cantidad la metionina, el ácido glutámico, arginina, leucina, isoleucina y valina, los cuales al unirse a los cereales en mezclas para alimentos concentrados logran complementarse ya que los cereales presentan valores superiores en estos aminoácidos de bajas cantidades en las leguminosas. En cuanto a su fracción lipídica está integrada por el 14% de ácidos grasos saturados, y el restante de 86% son ácidos grasos insaturados distribuidos en ácido oleico 22%, ácido linoleico 55%, ácido linoleico 8% y fosfolípidos, esteroides y tocoferoles (Conejo Aguilar, 2017).

La composición química de la soya varía dependiendo de la calidad del grano, la fertilización del cultivo, las condiciones de crecimiento del cultivo, así como el estado en que fue cosechado, y procesado. En la tabla N.1 se coloca la composición nutricional del grano de soya crudo.

Tabla 1 Composición Nutricional de la soya

Composición nutricional	Unidad	Soya
Proteína	g	38
Energía	kcal	422
Carbohidratos	g	30
Fibra	g	5
Ceniza	g	6
Lípidos totales	g	18
Colesterol	mg	0

Fuente: (Conejo Aguilar, 2017)

La soya es una fuente de gran valor nutricional, sin embargo, en Ecuador su producción es deficiente en cantidades industriales por lo que se requiere importar, lo cual demanda un costo extra y lo hace escaso en el mercado. La producción local está regulada por el MAGAP, quien

fija el precio mínimo de sustentación de soya anualmente en 30 dólares el valor por tonelada. Lo cual incrementa el precio del alimento concentrado final. Todo esto hace necesaria la búsqueda de nuevas fuentes proteicas como la alfarina (MAGAP, 2019).

2.5.3 Alfarina.

La alfarina es la harina obtenida después de un proceso de henificación o secado natural de la alfalfa. La alfalfa es una leguminosa perenne cuyo mayor uso es el de forrajes en ganadería por presentar un alto contenido de proteínas. Es mayormente usado como forraje verde, heno, ensilado, pellets y otros (Álvarez - Vásquez, et al., 2017). En cuanto a su contenido nutricional presenta 50% de pared celular; la composición de la fibra es equilibrada, incluyendo por término medio un 8% de pectinas, un 10% de hemicelulosas, un 25% de celulosa y un 7% de lignina, por ello asegura un rápido tránsito digestivo, un aporte significativo de fibra soluble y una alta capacidad tampón (Conejo Aguilar, 2017). Además, presenta alta palatabilidad.

2.5.4 Triticale.

El triticale es un cereal que resulta del cruzamiento interespecífico entre el trigo y el centeno. Los estudios sobre mejoramiento se iniciaron en 1962 en México y hasta la fecha se tienen variedades mejoradas que lo convierten cada vez más en un cereal atractivo para la producción animal. El grano posee menos fibra cruda que el grano de avena, similar en proteína a trigo, cebada y avena y equivalente en contenido de energía que la cebada (Castrileo, 2018). Castrileo toma como preferente en tamaño ideal para la ingesta el grano con molienda gruesa (tamiz 10mm) para evitar acidosis. De igual manera, Rojas (1991) menciona en su estudio de engorda de novillos que al aumentar triticale en las raciones los niveles de digestibilidad de la materia seca y energía metabolizable aumentaron significativamente y en forma inversa lo hizo la fibra. Del mismo estudio Castrileo concluye que el triticale no aumenta la ingesta debido a la alta concentración energética, sin embargo, si aumenta sostenidamente el incremento de peso diario de los novillos y en forma conjunta la eficiencia en conversión hasta un nivel de inclusión

del 30% (2018). Presenta alta palatabilidad y valor nutricional, además de su uso como pastoreo directo, puede ser henificado, ensilado o consumido como grano (Martini, 2015).

2.6 Interacción entre granos

El alimento concentrado después de ser una mezcla de nutrientes es además una mezcla de texturas que permiten desarrollar anatómicamente el sistema digestivo y estimular la secreción de enzimas digestivas, provocando desarrollo del rumen, incremento en la capacidad de fermentación y maximiza la eficiencia en el uso de ácidos grasos volátiles como productos de la fermentación; todo esto repercute en el aprovechamiento de nutrientes y por ende en el desarrollo y crecimiento de tejidos y estructuras óseas en el animal (Elizondo-Salazar & Vargas-Ramírez, 2014).

En la etapa de crianza de terneros es beneficioso utilizar concentrados por la relación de texturas que se encuentran en presentación física del alimento. Dietas con concentrado estimulan el consumo de materia seca y proveen de altas concentraciones de ácidos grasos requeridos para el desarrollo papilar óptimo, lo que no ocurre en dietas basadas en suministro de forrajes en este periodo (Elizondo-Salazar y Castro-Flores, 2012). Alteraciones mecánicas como molienda y químicas como adición de enzimas influyen en el funcionamiento del rumen; a mayor superficie expuesta del alimento, las enzimas pueden tener mayor contacto con las partículas y así incrementar la digestibilidad del alimento (Elizondo-Salazar y Castro-Flores, 2012).

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de diferentes dietas con base en alfalfa y triticale en terneros de 2 meses de edad.

3.2 Objetivos específicos

- Formular dos dietas para terneros con la utilización de alfarina y triticale al 7,5% y 10% de reemplazo y compararlas con dos dietas comerciales.
- Cuantificar la ganancia de peso, longitud corporal, altura a la cruz y perímetro del tórax en el desarrollo de los terneros a los 2 meses.
- Seleccionar la mejor dieta para lograr el mayor incremento de peso y medidas corporales en los terneros a la edad de dos meses.

3.3 Hipótesis

Las dietas con diferentes porcentajes de alfarina y triticale permiten incrementar el peso, longitud del cuerpo, perímetro torácico y altura a la cruz en terneros a los 2 meses.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización de estudio

El presente estudio se llevo a cabo en la "Hacienda Guachala" en la parroquia Salache Rumipamba del cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi-Ecuador. Ubicada a una altitud de 2700 m.s.n.m., 1° 1' 18" de latitud sur y 78° 36' 34" de longitud oeste.

4.2 Clima

El cantón Salcedo cuenta con precipitación anual de 1946mm, temperatura promedio anual de 12°C, humedad relativa 66% y con nubosidad mayormente despejado (Aeropuerto internacional de Cotopaxi, 2021).

4.3 Población de animales

De una población de 60 terneros existentes en la hacienda, se utilizó una muestra de 20 terneros Holstein mestizos nacidos entre el 19 de febrero al 8 de marzo del 2021 y con un peso promedio de 35 kg.

4.4 Infraestructura

La experimentación se realizó en un galpón cerrado. Se utilizaron 20 corrales con medidas de 1,5 metro de ancho por 1,5 metro de longitud, cercados por paredes de cemento con una puerta metálica de ingreso; provistos de 3 recipientes para el agua/leche, alimento concentrado y heno. Esto permitió un manejo más uniforme en cuanto a sanidad, condiciones atmosféricas y alimentación.

4.5 Tratamientos

Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en cubículos y estos asignados al azar a una de las cuatro raciones experimentales. Cada ternero fue asignado a un corral constituyendo una unidad experimental. La identificación de cada animal se la realizó mediante aretes rotulados dependiendo el tratamiento y la repetición.

Se realizó cuatro tratamientos:

- Tratamiento uno: o testigo fue el concentrado de suministro constante en la hacienda con formulación sin alfarina ni triticales,
- Tratamiento dos: fue el alimento concentrado con reemplazo de alfarina y triticales al 7,5%
- Tratamiento tres fue el alimento concentrado con reemplazo de alfarina y triticales al 10%,
- Tratamiento cuatro: fue un alimento comercial. El alimento elegido fue de la marca ProGanado para terneros en etapa inicial. Este alimento contiene 18% proteína cruda, 2,5% de grasa cruda, 8% de fibra cruda, 8% de ceniza y 13% de humedad (Pronaca, 2021). Se lo puede suministrar a partir del cuarto día de vida del animal y puede ser ingerido con leche y heno.

Adicional a esto, para un manejo más rápido se identificó en los corrales a cada tratamiento por colores siendo amarillo el tratamiento 0 o control, azul el tratamiento 1, rojo el tratamiento 2 y verde el tratamiento 3.

4.6 Alimentos

Fueron formuladas dos raciones difiriendo cada una en su porcentaje de alfarina y triticales, una sin ningún aporte de alfarina y triticales y una cuarta dieta de concentrado comercial. A partir del día 35 se ofreció a libidum heno de alfalfa. Las formulaciones de las dietas se basaron en las composición expresada en las tablas 2 y 3.

Tabla 2 Formulación de los tratamientos usados

Ingredientes	Fórmula original (kg)	Fórmula con 7,5% de alfarina mas triticales (kg)	Formulación 10% de alfarina mas triticales (kg)
Maíz	600	497	525
Soya	200	175	196
Lactorumen	100	100	67
Afrechillo	100	78	12
Alfarina	0	75	100
Triticales	0	75	100

*la formula original se refiere a la formulación usada en la finca sin ningún reemplazo de alfarina y triticales, en cambio, las otras dos formulaciones tienen la formulación original con reemplazos en su composición de 10% y 7,5% de alfarina y triticales.

Tabla 3 Composición química del Lactorumen

Nutrientes	Lactorumen	Ración	
Proteína	22,00	18,00	%
Fibra	1,00	3,00	%
Grasa	17,00	5,00	%
TDN	82,00	80,50	%
Calcio	6,5	0,80	%
Fosforo	1,80	0,60	%
Lactosa	15,00	1,50	%
Sodio	1,20	1,15	%

(Adilisa, 2021).

*Lactorumen es una mezcla de proteínas lácteas, aislado de soya, harina de pescado, fosfato monocálcico, suero de leche, acidificante, secuestrante de micotoxinas, antioxidantes, vitaminas, minerales, oxitetraciclina, aglomerante, probiótico y excipiente (Adilisa, 2021).

Tabla 4 Composición química de los tratamientos

Nutriente	Fórmula original (%)	Fórmula con 7,5% (%)	Formulación 10% (%)
Proteína	17,5	17,5	17,5
TDN	82,9	75	75
Lisina	0,9	0,88	0,87
Metionina	0,27	0,26	0,26
Calcio	0,72	0,8	0,73
Fósforo	0,53	0,52	0,41
Sodio	0,15	0,15	0,11
Grasa	4,12	3,94	4,31
Cenizas	3,39	3,83	3,73
Fibra cruda	2,96	4,45	4,4
FDA	5,54	7,52	7,6
FDN	13,25	15,27	14,6
Lactosa	1,5	1,5	1

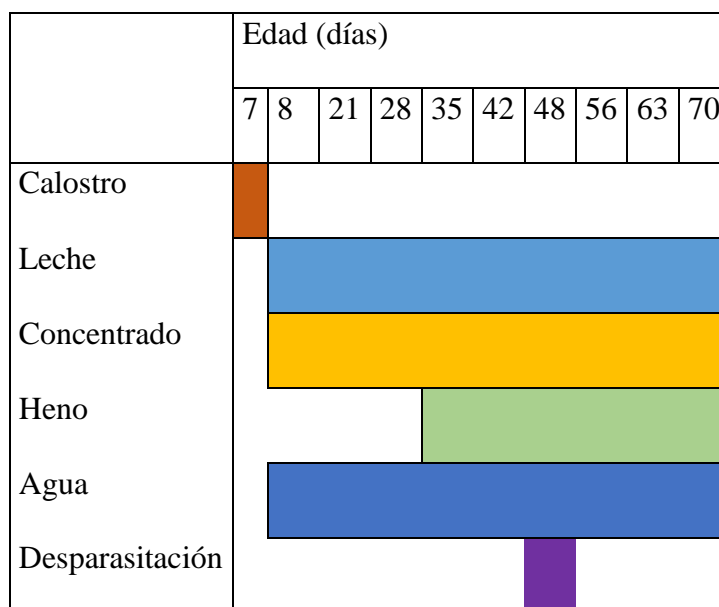
*Las siglas TDA se refieren a nutrientes digestibles totales, FDA se refieren a fibra detergente ácido y FDN se refieren a Fibra detergente neutra

4.7 Manejo del experimento

4.7.1 Alimentación.

La alimentación se suministró durante dos horarios. Iniciando en la mañana con el suministro de 2 litros de leche y una medida de alimento concentrado que iba desde 50g a 1000 g, junto con agua a las 8am. Por la tarde, a las 3 pm, de igual forma se suministró 2 litros de leche y

heno a partir de los 35 días. En el caso de existir sobrantes de la ración anterior, se retiró, peso y registro para reducir la cantidad consumida diaria; y luego se suministró una nueva ración. De la misma manera, los recipientes de agua fueron aseados e incorporado agua diariamente.



Gráfica. 1 Diagrama de manejo

4.7.2 Recolección de datos.

4.7.2.1 Peso.

Se midió dos veces, la primera al momento del nacimiento del ternero y la segunda al finalizar la experimentación a los 60 días de vida. Para su evaluación se utilizaron dos métodos que son: con cinta bovino-métrica y con bascula.

4.7.2.2 Altura a la cruz.

Para esta variable se utilizó una regla. Se realiza la medición desde la cruz hasta el piso. “La cruz es el punto más alto en la espalda localizado en la base del cuello y entre los hombros” (Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2021). Se la midió dos veces, la primera al momento del nacimiento del ternero y la segunda al finalizar la experimentación a los 60 días de vida.

4.7.2.3 Longitud corporal.

Se utilizó la cinta bovino-métrica para tomar la medida desde la punta del encuentro (cabeza del húmero) hasta el isquion (tuberosidad isquiática) (Vargas y Manrique, 2017). Se la midió dos veces, la primera al momento del nacimiento del ternero y la segunda al finalizar la experimentación a los 60 días de vida.

4.7.2.4 Perímetro torácico.

Se utilizó cinta bovinométrica para tomar del contorno alrededor del tórax. Se la midió dos veces, la primera al momento del nacimiento del ternero y la segunda al finalizar la experimentación a los 60 días de vida.

4.8 Método estadístico

Los factores en estudio fueron materias primas calóricas y proteicas no tradicionales: triticale (x *Triticum secale* L.) y alfarina (*Medicago sativa*). Se utilizaron 4 tratamientos que fueron T0: Alimento control, es decir sin triticale y alfarina, T1: Alimento control con reemplazo al 10% de la ración calórica con triticale y alfarina, T2: Alimento control con reemplazo al 7,5% de la ración calórica con triticale y alfarina y T3: Alimento comercial en el mercado.

4.8.1 Diseño experimental.

Para el análisis de los resultados se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos, 5 repeticiones y un total de 20 unidades experimentales. Además, se realizó la prueba de Tukey. Así mismo se estimó el coeficiente de variación y los errores estándar de las medias y de las diferencias entre medias.

Tabla 5 Esquema del ANOVA del experimento

Fuentes de variación (FV)	Grados de libertad (GL)
Total	19
Tratamientos	3
Error experimental	16

4.8.2 Variables de respuesta.

Adecuados procesos de manejo, alimentación y sanidad aseguran un efectivo desarrollo fisiológico y anatómico de los animales. Para un mejor control de estos procesos, se cuantificaron diferentes variables como son: peso corporal con báscula, altura a la cruz, longitud corporal y perímetro torácico.. La comparación de los valores medidos respecto a la Tabla 6, con valores de referencia permitió evaluar el método de crianza y realizar correctivos ajustes de ser necesarios.

Tabla 6 Valores de referencia para parámetros de crecimiento en terneras

	Rango inferior				Rango superior			
Edad (meses)	Peso corporal (kg)	Ganancia diaria (kg)	Altura (cm)	Longitud corporal (cm)	Peso corporal (kg)	Ganancia diaria (kg)	Altura (cm)	Longitud corporal (cm)
0	42,22	0,68	75	80	42,22	-	75	80
1	63,11	0,68	80	85	63,11	0,68	80	85
2	83,99	0,82	85	92,5	83,99	0,68	85	92,5
3	109,87	0,82	90	97,5	107,14	0,77	90	97,5

Fuente: (Semex, 2003).

4.8.2.1 *Peso corporal.*

Es el indicador mayormente usado, sin embargo, por sí solo no representa el estado nutricional de los terneros (Semex, 2003). Es útil para la selección y para verificar salud y manejo de los terneros y puede ser cuantificado con báscula o con cinta bovinométrica.

Para la medición con cinta bovinométrica se obtuvo el peso midiendo la circunferencia de la cavidad torácica. Con el fin de relacionar los dos pesos se utilizó la tabla N7.

Tabla 7 Equivalencias entre las medidas de circunferencia torácica y pesos corporales hasta los 101,6 Kg

Perímetro torácico (cm)	Peso corporal Holstein (kg)
68,6	37,2
71,1	37,4
73,7	38,6
76,2	40,6
78,7	43,5
81,3	46,7
83,8	51,7
86,4	56,2
88,9	61,2
91,4	67,1
94,0	73,9
96,5	80,3
99,1	87,1
101,6	94,3
104,1	101,6

Fuente: (Semex, 2003).

4.8.2.2 Altura a la cruz.

Se realiza la medición desde la cruz hasta el piso. “La cruz es el punto más alto en la espalda localizado en la base del cuello y entre los hombros” (Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2021).

4.8.2.3 Longitud Corporal.

Medida tomada desde la punta del encuentro (cabeza del húmero) hasta el isquion (tuberosidad isquiática) (Vargas y Manrique, 2017). Esto permite tener valoraciones esqueléticas y así poder diagnosticar mejor el desarrollo del animal.

4.8.2.4 Perímetro torácico.

Medida tomada alrededor de la circunferencia del tórax (Contreras, et al., 2020).

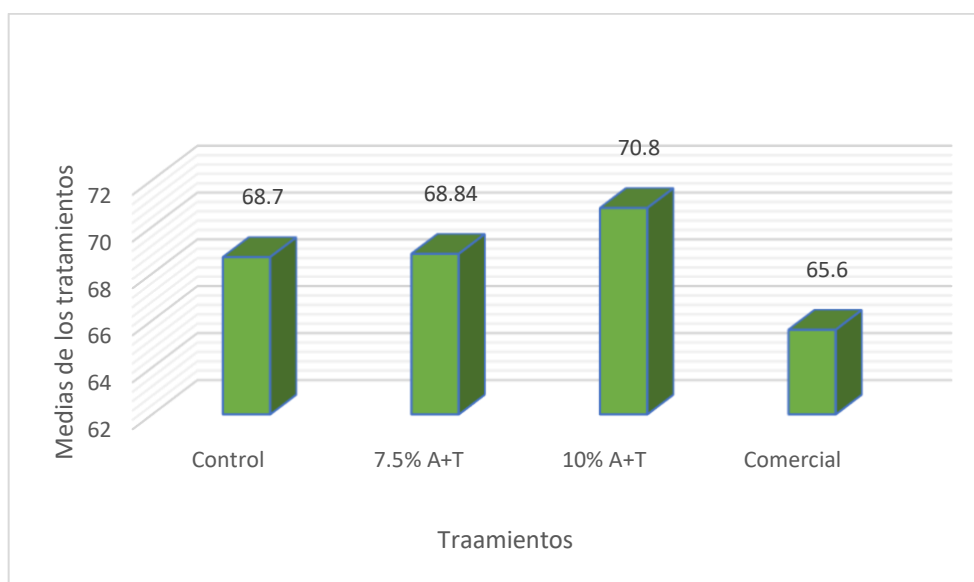
V. RESULTADOS

5.1 Longitud corporal inicial

Tabla 8 Análisis de la variancia para la variable longitud corporal inicial

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	305.49			
TRATAMIENTOS	3.00	69.27	23.09	1.56 ns	3.24
ERROR EXP	16.00	236.21	14.76		

El análisis de la variancia para longitud corporal inicial (Tabla 8) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 5,61% y el error estándar de 1.72



Gráfica. 2 Variable longitud corporal inicial

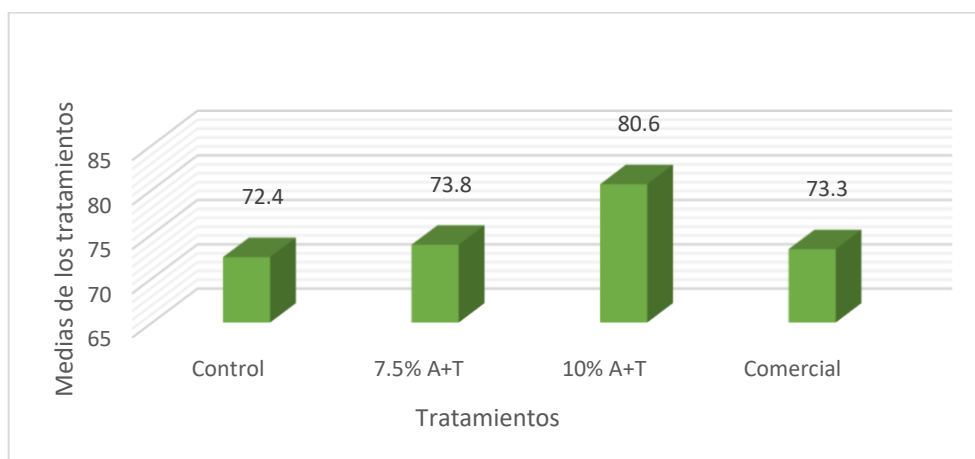
En el gráfico 2 los tratamientos con mayor magnitud fueron: tratamiento 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticale); tratamiento 2 (Concentrado con reemplazo al 7.5% de alfarina + triticale) y el tratamiento con menor media fue el tratamiento 4 (concentrado comercial).

5.2 Longitud corporal final

Tabla 9 Análisis de la variancia para la variable longitud corporal final

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	459.74			
TRATAMIENTOS	3.00	212.24	70.75	4.57*	3.24
ERROR EXP	16.00	247.50	15.47		

El análisis de la variancia para longitud corporal final (Tabla 9) presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 5,24% y el error estándar de 3.93. Según la prueba de Tukey se determino que el mejor tratamiento fue el 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticale) con una media de 80,6 (Grafico 2).



Grafica. 3 Variable longitud corporal final

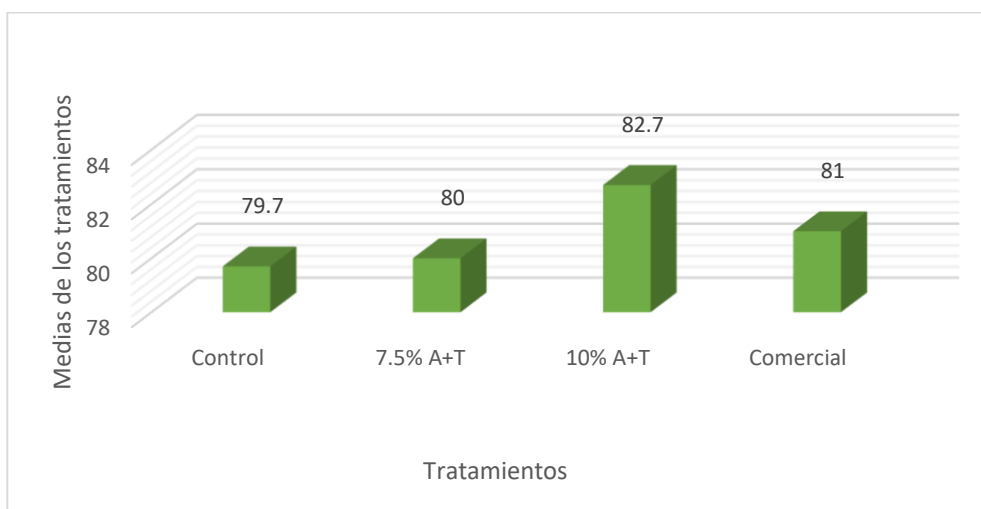
En el gráfico 3 indica que el mejor tratamiento fue el tratamiento 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticale) seguido por el tratamiento 2 (Concentrado con reemplazo al 7,5% de alfarina + triticale) y superan al tratamiento con menor magnitud que es el tratamiento 1 (control).

5.3 Altura a la cruz inicial

Tabla 10 Análisis de la variancia para la variable altura a la cruz inicial

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	266.55			
TRATAMIENTOS	3.00	27.45	9.15	0.61ns	3.24
ERROR EXP	16.00	239.10	14.94		

El análisis de la variancia para la variable altura a la cruz inicial (Tabla 10) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 4,78% y el error estándar de 1.73.



Grafica. 4 Gráfica de barras para la variable altura a la cruz inicial

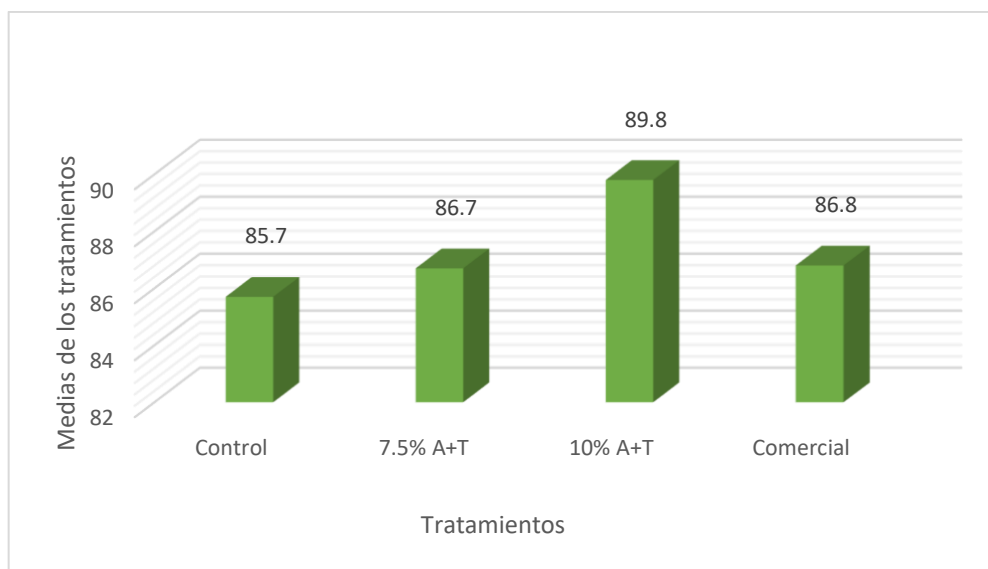
En el gráfico 4 indica que el mejor tratamiento fue el tratamiento 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticale) seguido por el tratamiento 4 (Concentrado comercial) y superan al tratamiento con menor magnitud que es el tratamiento 1 (control).

5.4 Altura a la cruz final

Tabla 11 Análisis de la variancia para la variable altura a la cruz final

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	324.75			
TRATAMIENTOS	3.00	47.05	15.68	0.90ns	3.24
ERROR EXP	16.00	277.70	17.36		

El análisis de la variancia para la variable altura a la cruz final (Tabla 11) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 4,77% y el error estándar de 4.17.



Grafica. 5 Variable altura a la cruz final

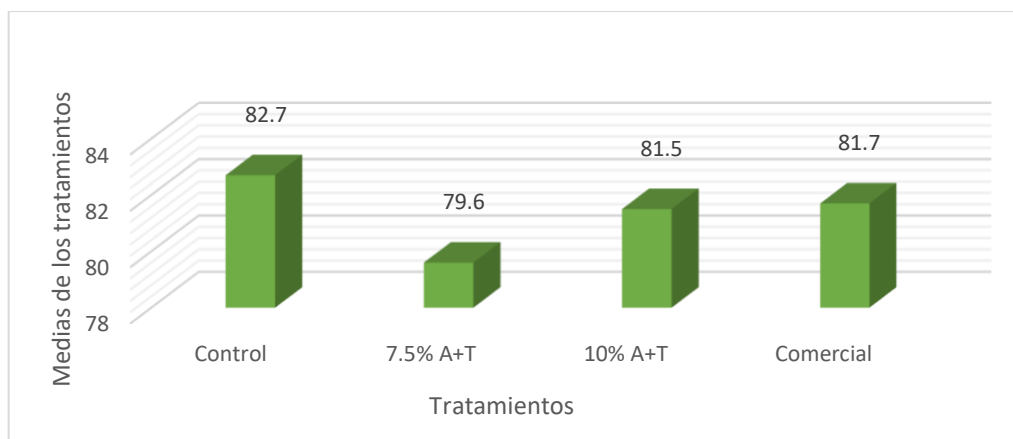
Según el gráfico 5 el mejor tratamiento fue el tratamiento 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticale) seguido por el tratamiento 2 y 4 (Concentrado con reemplazo al 7.5% de alfarina + triticale y concentrado comercial respectivamente) y superan al tratamiento control con menor magnitud.

5.5 Perímetro del tórax inicial

Tabla 12 Análisis de la variancia para la variable perímetro del tórax inicial

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	334.94			
TRATAMIENTOS	3.00	25.14	8.38	0.43ns	3.24
ERROR EXP	16.00	309.80	19.36		

El análisis de la variancia para la variable perímetro del tórax inicial (Tabla 12) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 5,41% y el error estándar de 1,97.



Grafica. 6 Variable perímetro del tórax inicial

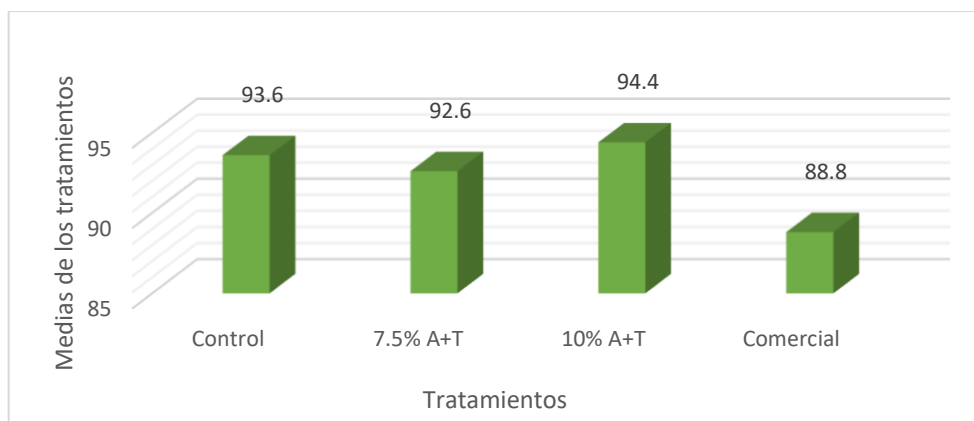
En el gráfico 6 se presenta los diferentes tratamientos donde el de mayor magnitud fue el tratamiento 1 (Control) seguido por el tratamiento 2 (Concentrado comercial) que superan al tratamiento de menor magnitud que es el tratamiento 2 (Concentrado con reemplazo al 7.5% de alfarina + triticale).

5.6 Perímetro del tórax final

Tabla 13 Análisis de la variancia para la variable perímetro del tórax final

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	375.05			
TRATAMIENTOS	3.00	92.15	30.72	1.74ns	3.24
ERROR EXP	16.00	282.90	17.68		

El análisis de la variancia para la variable perímetro del tórax final (Tabla 13) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 4,55% y el error estándar de 1,88.



Grafica. 7 Variable perímetro del tórax final

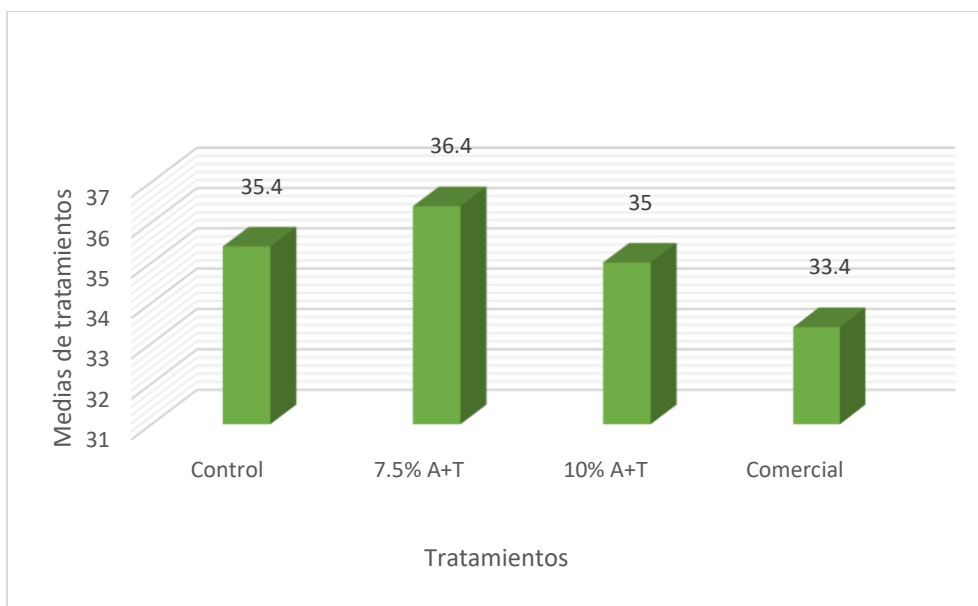
En el gráfico 7 se presentan los diferentes tratamientos donde el tratamiento de mayor magnitud fue el tratamiento 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticale) seguido por el tratamiento 1 (control) que superan al tratamiento 4 (Concentrado comercial) que fue el de menor magnitud.

5.7 Peso inicial

Tabla 14 Análisis de la variancia para la variable peso inicial

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	334.94			
TRATAMIENTOS	3.00	25.14	8.38	0.43ns	3.24
ERROR EXP	16.00	309.80	19.36		

El análisis de la variancia para la variable altura a la cruz inicial (Tabla 14) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 14,15% y el error estándar de 2,22.



Grafica. 8 Variable peso inicial

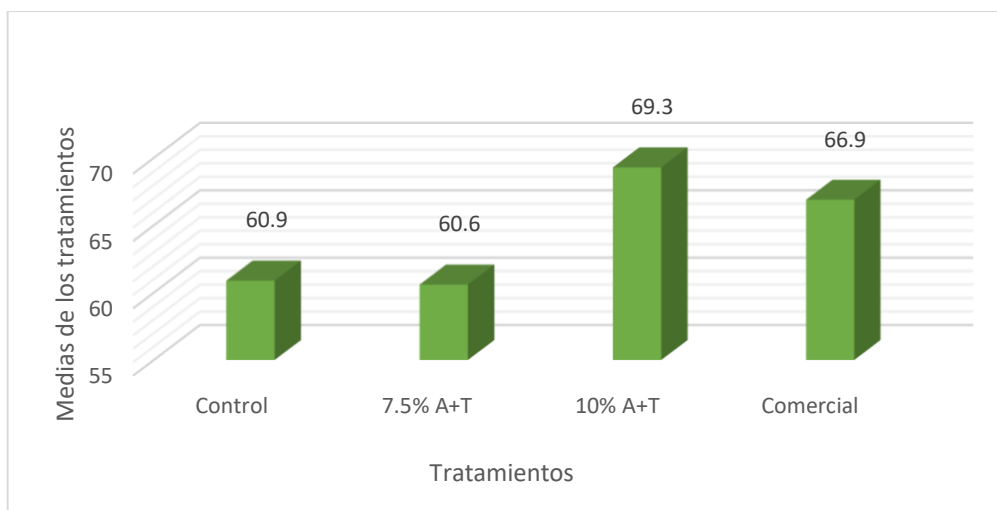
En el gráfico 8 se presentan los diferentes tratamientos donde la media con mayor magnitud fue el tratamiento 1 (control) seguido por el tratamiento 4 (Concentrado comercial) que superan al tratamiento 2 (Concentrado con reemplazo al 7.5% de alfarina + triticale) de menor magnitud.

5.8 Peso final

Tabla 15 Análisis de la variancia para el peso final

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	375.05			
TRATAMIENTOS	3.00	92.15	30.72	1.74ns	3.24
ERROR EXP	16.00	282.90	17.68		

El análisis de la variancia para la variable peso final (Tabla 15) no presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 12,78% y el error estándar de 3,68.



Grafica. 9 Variable peso final

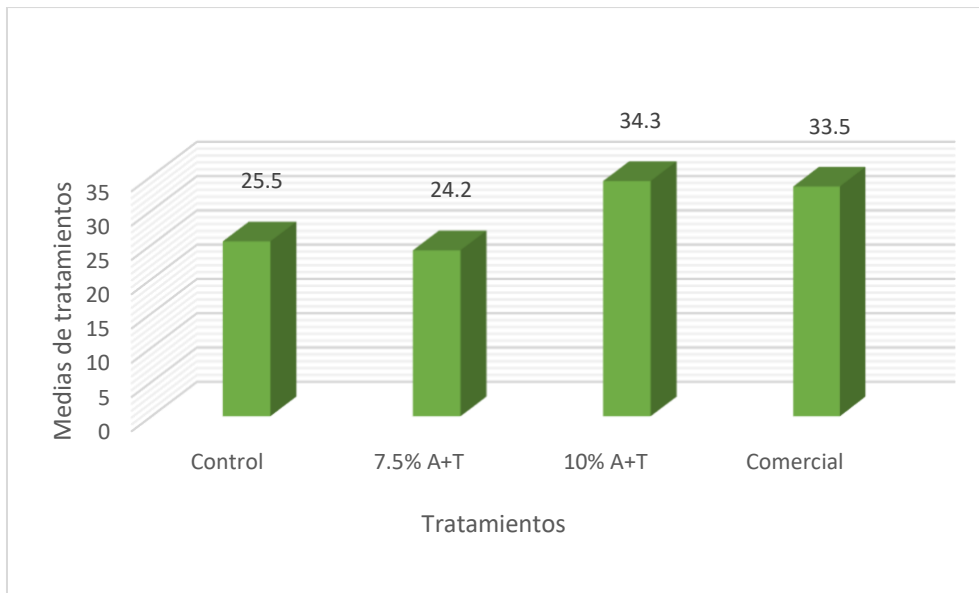
En el gráfico 9 se presenta la diferencia entre medias donde la media de mayor magnitud fue el tratamiento 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticales) seguido por el tratamiento 4 (Concentrado comercial) que superan al tratamiento de menor magnitud que es el tratamiento 1 y 2 con iguales medias (Concentrado con reemplazo al 7,5% de alfarina + triticales y Concentrado control respectivamente).

5.9 Peso final e inicial

Tabla 16 Análisis de la variancia para la diferencia entre peso final e inicial

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	VALOR P
TOTAL	19.00	781,44			
TRATAMIENTOS	3.00	415,34	138.45	6,05*	3.24
ERROR	16.00	366,1	22,88		

El análisis de la variancia para la diferencia entre peso final e inicial (Tabla 16) presenta diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para tratamientos (diferentes concentrados); el coeficiente de variación fue de 16,28% y el error estándar de 2,14.



Grafica. 10 Diferencia entre peso final e inicial

En el gráfico 10 se presenta la diferencia entre medias donde la media de mayor magnitud fue la del tratamiento 3 (Concentrado 10% de alfarina + triticales) seguido por el tratamiento 4 (Concentrado comercial) que superan al tratamiento de menor magnitud que es el tratamiento 2 (Concentrado 7,5% de alfarina + triticales). Según la prueba de Tukey se determinó que el mejor tratamiento fue el 3 (Concentrado con reemplazo al 10% de alfarina + triticales) con una media de 34,3 (Gráfico 9).

VI. DISCUSIÓN

De los cuatro tratamientos de diferentes raciones alimenticias evaluadas en este estudio solo el tratamiento 3 (concentrado con reemplazo del 10% alfarina mas triticales) presento diferencia significativa en las variables de longitud corporal y peso. En cambio, para las variables altura a la cruz y perímetro torácico el tratamiento 3 no tuvo diferencia estadísticamente significativa con los tratamientos 1 (concentrado control), 2 (concentrado con reemplazo del 7,5% alfarina mas triticales) y 4 (concentrado comercial); sin embargo, resulto ser cuantitativamente mayor a los otros tratamientos, por lo que al tener mejores resultados se pudo notar cuantitativamente que fue el mejor tratamiento para estas variables.

El tratamiento 3 (concentrado con reemplazo 10% alfarina mas triticales) reporta mejores resultados que los demás tratamientos. Se obtuvo un valor de altura a la cruz de 87,25 cm similar al obtenido por Rodríguez-Salgado et al. (2021) de 85 cm. Esto se debe, a que adicional a las diferentes dietas para la alimentación de los terneros se incluyo leche y forraje. Además, los resultados obtenidos en el presente estudio tienen concordancia con el estudio de Elizondo-Salazar (2012) quien obtuvo 85 cm a las 8 semanas de vida, esto podría deberse a la presentación física de alimento en base a harina y no a extrusado. Elizondo-Salazar (2012), indica que la presentación física del alimento influye en el desarrollo ruminal y por ende en la asimilación de los nutrientes y su aprovechamiento representado en medidas bovinométricas. Por otra parte, los resultados tienen concordancia a los obtenidos por Morteiro y Young (2014) que obtuvieron valores de altura final 107,3 cm a 106,5 cm y contenidos de proteína 16% y 19% a los tres meses de vida. Ellos concluyen que el contenido de proteína ideal fue de 17% de proteína bruta lo que es similar al utilizado de 17,5% de proteína bruta.

En la variable de peso se pudo encontrar diferencias estadísticamente significativas para el incremento de peso en cada ternero. Mediante prueba de separación de medias se pudo obtener como mejor tratamiento el tratamiento 3 (concentrado con reemplazo del 10% de alfarina +

triticale). El peso promedio fue de 64,43 kg, y el incremento promedio fue de 29,38kg en 60 días. Estos resultados son semejantes a los reportados por Rodríguez-Salgado et al. (2021) donde la ganancia promedio de peso fue de 23,25 kg con dietas a base de heno y leche, y suplementadas con raciones de alimentos fermentados altos en proteína. Estos valores son cercanos a los obtenidos por Leites et al. (2022) donde los terneros a los 69 días fueron destetados con pesos de 80,1+/- 10,1 kg. Leites et al. (2022) realizaron la experimentación, utilizando concentrado comercial y heno de alfalfa. Los resultados obtenidos en la presente experimentación son comparables con los obtenidos por Elizondo-Salazar y Castro-Flores (2012) donde en animales destetados a las ocho semanas de vida el peso final fue de 53kg en dietas con harinas mas forraje. Ybalmea (2015) menciona que las dietas para que sean eficientes y poder finalizar con un destete temprano, se debe usar concentrados de inicio unido con otros líquidos (leche) y voluminosos (heno, forraje, pastos) proporcionando nutrientes para el crecimiento de terneros. Además, considera que es necesario que el concentrado tenga como fuente principal cereales que no afecten el pH ruminal como el maíz y el trigo; en este estudio como cereal el maíz y el triticale. También, considera que las harinas de forraje como la alfarina al tener diferentes texturas en el concentrado, pueden influir en un mejor desarrollo de las papilas ruminales, necesarias para garantizar la motilidad, el desarrollo muscular y la reducción de la incidencia de enfermedades metabólicas ruminales, como la paraqueratosis e hiperqueratosis. Por otra parte, Mendoza Martínez y Ricalde Velasco (2016) mencionan que en cuanto al peso se obtienen mejores resultados al incrementar en la dieta alimentos fibrosos como heno, que fue utilizado en el presente estudio.

Para la variable de perímetro torácico y longitud corporal se obtuvo un valor de 92,35 cm y 75,03 cm respectivamente, el cual no difiere en gran medida de los obtenidas por Vargas y Manrique (2017) donde relacionan las medidas bovinométricas y su proporcionalidad con el peso de los animales en Colombia, son de importancia para obtener un adecuado perímetro

torácico para albergar órganos vitales y los animales puedan ser mas eficientes, adaptables y vigorosos. Por otro lado, Hoffman (1997) reporta valores semejantes en su estudio, donde relaciona peso en kg con perímetro torácico y largo del cuerpo que para un peso entre 61,2kg y 67,1kg el perímetro torácico debe estar entre 88,9 cm y 91,4 cm y la longitud corporal 85cm.

VII. CONCLUSIONES

- Para todas las variables en evaluación en este estudio el mejor tratamiento fue el tratamiento 3 (concentrado con reemplazo de 10% de alfarina mas triticales).
- Para la variable longitud corporal el tratamiento que presento diferencia significativa fue el 3 (concentrado con reemplazo de 10% de alfarina mas triticales) donde se obtuvo 80,6 cm, seguido del segundo tratamiento (concentrado con reemplazo de 7,5% de alfarina mas triticales) de 73,8 cm y el de menor magnitud fue el concentrado control de 72,4 cm.
- Para la variable altura a la cruz no se encontró diferencia significativa, sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento fue el 3 (concentrado con reemplazo de 10% de alfarina mas triticales) donde se obtuvo 89,8 cm, seguido del cuarto tratamiento (concentrado comercial) de 86,8 cm y el de menor magnitud fue el concentrado control de 85,7 cm.
- Para la variable perímetro del tórax no se encontró diferencia significativa, sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento fue el 3 (concentrado con reemplazo de 10% de alfarina mas triticales) donde se obtuvo 94,4 cm, seguido del primer tratamiento (concentrado control) de 93,6 cm y el de menor magnitud fue el concentrado comercial de 88,8 cm.
- Para la variable peso el tratamiento que presento diferencia significativa fue el 3 (concentrado con reemplazo de 10% de alfarina mas triticales) donde se obtuvo 69,3 kg, seguido del cuarto tratamiento (concentrado comercial) de 66,9 kg y el de menor magnitud fue el concentrado control de 60,9kg.

VIII. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda lo siguiente:

- Incrementar el numero de dietas en evaluación incorporando mayor proporción de triticale y alfarina.
- Extender el tiempo de experimentación donde el animal pueda ingerir mayor cantidad de concentrado.
- Incrementar el numero de animales
- Realizar análisis bromatológicos de los tratamientos en cada preparación.
- Medir la cantidad de heno ingerido diariamente por cada ternero.
- Agregar análisis de como se ve influenciado el desarrollo y pH del rumen con la ingesta de los diferentes tratamientos de concentrado.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adilisa (2021). Productos aditivos: Lactorumen. *Adilisa*. Extraído desde <https://www.adilisa.com/productos/aditivos/>
- Aeropuerto Internacional de Cotopaxi. (2021). Weather spark. *Datos históricos meteorológicos*. Extraído desde <https://es.weatherspark.com/h/s/149844/2021/2/Datos-históricos-meteorológicos-del-otoño-2021-en-el-Aeropuerto-Internacional-Cotopaxi-Ecuador#Figures-ObservedWeather>
- Correa Alarcón, F. (2006). Estudio del desarrollo de los estómagos de los rumiantes. *Universidad de Granma, Unidad Docente Santiago de Cuba*. Extraído desde https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/71-estomagos_rumiantes.pdf
- Almeyda Matías, J. (2012). Manual técnico producción de ganado vacuno lechero en la sierra. *Agrobanco*. Extraído desde <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-d-ganado.pdf>
- Almeyda Matías, J. (2013). Manual de manejo y alimentación de vacunos-parte I: recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. *Engormix*. Extraído desde https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/134-Manual_manejo_1.pdf
- Álvarez-Vásquez, P., Hernández, A., Mendoza, S., Rojas, A., Wilson, C., Alejos, J. (2017). Producción de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) A cuatro años de establecidas. *Scielo*. Extraído desde <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n6/2521-9766-agro-52-06-841.pdf>

- Caastrileo, A. (2018). Rol del triticale en la alimentación de ganado bovino. *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 391. Extraído desde <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6724>
- Cerdas Ramírez, R., (2013). Formulación de raciones para carne y leche. desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, XIV(29),128-153. ISSN: 2215-2458. Extraído desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66629448009>
- Colina, J., León, M., Castañeda, A. (2017). Composición química e indicadores de calidad del frijol de soya (*Glycine max*) integral procesado con vapor para la alimentación de aves y cerdos. *Archivos latinoamericanos de nutrición: Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 67 (1). Extraído desde <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v67n1/art07.pdf>
- Conejo Aguilar, L. (2017). Evaluación del efecto de tres fuentes de proteína vegetal (soya-alfarina-algodón) en el alimento balanceado para cerdos landrace (*sus scrofa*) en etapa de crecimiento y engorde en la comunidad de quinchuquí - otavalo. *Universidad Técnica del Norte*. Extraído desde <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6863>
- Contreras, J., Cordero, A., Reymundo, B., Ramos, H., Curasmas, J. y Delgado, A. (2020). Correlación fenotípica y estimación del peso vivo en bovinos criollos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1). Extraído desde <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17546>
- Cueva, D. (2014). Efecto de dos aditivos prebióticos y pro bióticos en el crecimiento y condición corporal en terneras Holstein Friesian, Tumbaco, Pichincha. *Repositorio Universidad Central del Ecuador*. Extraído desde <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2482/1/T-UCE-0004-56.pdf>

- Elizondo-Salazar, J.A. y Castro-Flores, P. (2012). Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos. *Agronomía Mesoamericana* 23(2):343-352. ISSN: 1021-7444.
- Elizondo-Salazar, J.A. (2013). Requerimientos de Proteína para terneras de lechería. *Nutrición Animal Tropical*, 7(1): 40-50. ISSN: 2215-3527/2013
- Elizondo-Salazar, J.A. & Vargas-Ramírez, A.M. (2014). Determinación de consumo de alimento balanceado y agua, y medidas de crecimiento en terneras Holstein en una finca lechera comercial. *Nutrición Animal Tropical*, 8(2): 36-50. ISSN: 2215-3527/2014.
- Elizondo-Salazar, J.A. & Vargas-Ramírez, A.M. (2015). Determinación del costo de la crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería comercial especializada. *Nutrición Animal Tropical*, 9(2): 1-10. ISSN: 2215-3627/2015
- FAO. (2018). Agricultura Outlook 2018-2027. FAO. Extraído desde https://www.fao.org/3/i9166e/i9166e_Chapter3_Cereals.pdf
- Ghezzi, M.D., Lupidio, M.C., Castro, A.N.C., Gomez, S.A., Bilbao, G.N., Landi, G.N. (2000). Desarrollo morfológico del estomago en terneros alimentados con dos sustitutos lácteos. *SciELO*, 19, 0716-9868. doi: 10.4067/S0716-98682000000100003
- Hoffman, P.C. (1997). Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*, 75(3), 836-845. Extraído desde <https://doi.org/10.2527/1997.753836x>
- INEC, 2021. Boletín técnico: encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, 2020. INEC. Extraído desde https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- Leites Ezquerria, M., Silveira Zaballa, G., Suanes Telechea, J. (2022). Efecto de la sustitución de monensina sódica por aceites esenciales o levaduras sobre la performance de terneros destetados precozmente y alimentados a corral con dietas concentradas. *Universidad de*

- la Republica*. Montevideo. Udelar. Extraído desde <https://hdl.handle.net/20.500.12008/36548>
- MAGAP, (2019). Resumen ejecutivo de los diagnósticos territoriales del sector agrario. *Ministerio de Agricultura*. Extraído desde https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Resumen-Ejecutivo-Diagnósticos-Territoriales-del-Sector-Agrario_14-08-2020-1_compressed.pdf
- Martín-Alonso, M., Cal-Pereyra, L., Fernández-Caso, M., González Montaña, J. (2018). Anatomía, fisiología, manipulación y aplicaciones veterinarias del surco reticular. *Scielo*. Extraído desde <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4453>
- Martini, E.M. (2015). Triticale (*Triticum aestivum*). Alternativas de usos en nutrición humana y animal. *Repositorios latinoamericanos*. Extraído desde <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2335235>
- Meléndez, P., Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: revisión. *Scielo*. Extraído desde http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711242017000400
47
- Mendoza Martínez, G., Ricalde Velasco, R. (2016). *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano*. ISBN: 978-607-28-1031-0
- Pronaca. (2021). Proganado terneras inicial. *Procampo*. Extraído desde <https://www.procampo.com.ec/index.php/proganado-terneras-inicial>
- Revista maíz soya. (2022). Ecuador presenta déficit de maíz duro. *Revista maíz soya*. Extraído desde <https://www.maizsoya.com/lector.php?id=20201015>
- Rodríguez-Salgado, A., Rodríguez-Molano, C., Borrás-Sandoval, L. (2021). Evaluación de parámetros zootécnicos en terneros suplementados con un alimento fermentado en

- estado sólido. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 19 (1). 153-166. Doi: [https://doi.org/10.18684/BSAA\(19\)153-166](https://doi.org/10.18684/BSAA(19)153-166)
- Rojas, C., Catrileo, A. y Letelier, A. (1991). Niveles de triticale en raciones de engorda de novillos Hereford. *Agricultura Técnica* 51(1): 9- 14. Chile.
- Semex. (2003). *Manual para la cría efectiva de novillas*. Otoño 2003. España.
- Tobón, I. (2015). Evaluación de la eficiencia de un alimento iniciador en terneras de tres fincas del trópico alto de Antioquia. *Corporación Universitaria Lasallista*. Extraído desde http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1802/1/Evaluacion_eficiencia_alimento_iniciador_ternerass.pdf
- Unión Ganadera Regional de Jalisco, (2021). Crecimiento de terneras. *Unión Ganadera Regional de Jalisco*. Extraído desde http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=400
- Unión Ganadera regional de Jalisco. (2023). El uso de las vitaminas A, D Y E en la alimentación del ganado. *Unión Ganadera regional de Jalisco*. Extraído desde https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=484
- Vargas, S., Manrique, C. (2017). Relación de medidas bovinométricas y su proporcionalidad con el peso de animales Senepol en Colombia. *Rev.MVZ Córdoba* 22(3):6320-6333. ISSN: 0122-0268. DOI: 10.21897/rmvz.1136
- Ybalmea, R. (2015). Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista cubana de ciencia agrícola*, 49(2), 141-151.
- Morteiro, I., Young, I. (2014). Evaluación del efecto del nivel de proteína en la dieta de terneros de destete precoz alimentados en confinamiento. *Universidad de la Republica*. Uruguay. Extraído desde <https://hdl.handle.net/20.500.12008/8776>