

CONSUMO RESIDUAL DE ALIMENTO (RFI) EN LA RAZA CHAROLAIS

RESIDUAL FEED INTAKE (RFI) IN THE CHAROLAIS BREED

	¹ Julio Usca *	julio.usca@esPOCH.edu.ec
	¹ Ivan Flores	cesar.flores@esPOCH.edu.ec
	¹ Mauricio Chavez	mauricio.chavez@esPOCH.edu.ec
	¹ Maria Baquero	maria.baquero@esPOCH.edu.ec

¹ Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador.

E-mail: * julio.usca@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en analizar sistemáticamente fuentes bibliográficas, criterios por parte de expertos, acerca de las investigaciones y resultados que se han llevado a cabo en el estudio del Consumo Residual de Alimento RFI en la raza Charoláis.

Para el análisis de los documentos se establecieron algunos criterios de selección, los cuales fueron de utilidad para la recolección de información que se utilizó durante el proceso de la investigación, por lo cual se planteó los siguientes parámetros: información con un nivel de validez alto es decir que estas se encuentran en formatos reconocidos y mejor valorados académicamente como lo son revistas, artículos científicos, tesis y documentos científicos donde el 100% de información pertenecen a los últimos cinco años, en idiomas tanto en español, portugués como en inglés se emplearon criterios de búsquedas incluyen los siguientes descriptores: "Charoláis" y "RFI".

Por lo que se concluye que a través del análisis y procesamiento de la información de las bases científicas se determina que las variables que se utiliza para determinar el consumo residual de alimento son: Peso inicial Ajustado (PIA), Peso final Ajustado (PFA), Ganancia diaria de peso (GDPA), consumo diario en base seca (CDBS) y Conversión Alimenticia (CA) las cuales son obtenidas en un proceso de estabulación de los ejemplares mientras dure la prueba de comportamiento.

Palabras clave: RFI, charoláis, CRA, novillos, peso ajustado.

ABSTRACT:

The objective of this research was to systematically analyze bibliographic sources, criteria by experts, about the research and results that have been carried out in the study of Residual Feed Intake RFI in the Charolais breed.

For the analysis of the documents, some selection criteria were established, which were useful for the collection of information that was used during the research process, for which the following parameters were proposed: information with a high level of validity, that is to say that these are in recognized and better academically valued formats such as magazines, scientific articles, theses and scientific documents where 100% of the information belongs to the last five years, in Spanish, Portuguese and English languages, search criteria were used including the following descriptors: "Charolais" and "RFI".

Therefore, it is concluded that through the analysis and processing of the information of the scientific bases it is determined that the variables used to determine the residual feed consumption are: Adjusted initial weight (AIW), Adjusted final weight (AFW), Average daily gain (ADG), daily consumption on dry basis (DMI) and Feed efficiency (FE) which are obtained in a process of stabling the specimens for the duration of the behavioral test.

Palabras clave: RFI, charolais, steers, adjusted weight.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne, actividad popular y prácticamente desarrollada en toda la región, es considerada un área socioeconómica importante para el desarrollo de las campañas, ha sido y sigue siendo fuertemente desafiada en términos de su eficiencia productiva y su impacto ambiental; De hecho, el pastoreo de ganado vacuno es una actividad muy amplia, en zonas reconocidas como áreas socioeconómicas de gran importancia para el desarrollo un área que ha sido cuestionada sobre el RFI.

Sin embargo, para reconocer sus verdaderas dificultades, es necesario evaluar aspectos internos como el proceso de crianza y la presión sobre los recursos naturales, baja productividad y rentabilidad económica, poca visibilidad comercial, labor social tímida, débil evolución de la situación actual de la ganadería cárnica en la región.

También se espera que los mayores aumentos en la demanda de productos cárnicos en general provengan de los países en desarrollo (la población aumentará de alrededor de 6 mil millones en 2015 a alrededor de 6 mil millones).

2. MATERIALES Y MÉTODOS (Metodología)

2.1 Búsqueda de Información bibliográfica.

La metodología descriptiva fue aplicada para el desarrollo de la presente investigación, en la cual implica analizar sistemáticamente fuentes bibliográficas, criterios por parte de expertos, acerca de las investigaciones y resultados que se han llevado a cabo en el estudio del Consumo Residual de Alimento RFI en la raza Charoláis y sus diferentes cruzaes raciales, la misma que podrá ser utilizada y replicada para posteriores investigaciones.

Para iniciar con la redacción de la investigación se tomó en cuenta que el 100% de las investigaciones sean desarrolladas desde el año 2015 en adelante, dichos datos se tomó en cuenta gracias a la importancia de sus resultados para contribuir en la presente trabajo, lo cual fue tomado de varias fuentes confiables como artículos científicos, artículos de revisión, revistas especializadas, libros y trabajos de titulación, para su búsqueda se utilizaron plataformas digitales como: Google, Google académico, Scielo, Dialnet, entre otras.

2.2 Criterios de selección

Para el análisis de los documentos se establecieron algunos criterios de selección, los cuales fueron de utilidad para la recolección de información que se

utilizó durante el proceso de la investigación, por lo cual se planteó los siguientes parámetros: información con un nivel de validez alto es decir que estas se encuentran en formatos reconocidos y mejor valorados académicamente como lo son revistas, artículos científicos, tesis y documentos científicos donde un 100% de información pertenecen a los últimos cinco años, en idiomas tanto en español, inglés y portugués; en lo referente al ámbito geográfico se centró en países como México, Brasil, Uruguay, Canadá y EEUU además de tomar en cuenta documentos fácilmente accesibles con información de calidad.

Como criterios de búsquedas incluyen los siguientes descriptores: "Charoláis", "CRA", "Novillo" y "RFI". Estas palabras claves fueron combinadas de diversas formas al momento de la exploración con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Al realizar la búsqueda de los documentos, en cada una de las bases de datos, se preseleccionaron varios artículos y documentos de los cuales se escogió aquellos que se encontraron con más relación de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión.

Hay que mencionar que no se tomaron en consideración para el análisis aquellos documentos que no cumplen con la información adecuada. Las estrategias de búsqueda se detallan a continuación:

- Raza Charoláis
 - Carne y calidad sensorial de los principales músculos de novillos Angus, Charolais y mestizos Angus con alto y bajo consumo de alimento residual.
 - Common and diet-specific metabolic pathways underlying residual feed intake in fattening Charolais yearling bulls. (2021, 21 diciembre).
 - Higgins, M. G. (2019, 26 junio). The effect of breed and diet type on the global transcriptome of hepatic tissue in beef cattle divergent for feed efficiency - BMC Genomics.
 - Mukiiibi, R. (2020, 9 noviembre). Bovine hepatic miRNAome profiling and differential miRNA expression analyses between beef steers with divergent feed efficiency phenotypes.
- RFI
 - Evaluación del efecto de medidas alternativas de ganancia de peso corporal y consumo de materia seca para el cálculo del consumo residual de alimento en ganado bovino pura raza Charolais y Red Angus en crecimiento. (2015, 1 julio).
 - Relationship between feed efficiency and slaughter traits of French Charolais bulls. (2019, 8 abril).

Journal of Animal Science.

- Relaciones fenotípicas y genéticas del comportamiento alimentario con el consumo de alimento, el rendimiento del crecimiento, la eficiencia alimenticia y las características de mérito de la canal en novillos Angus y Charolais. (2014, 1 marzo).

2.3 Métodos para la sistematización de la información

Constatando a través de la literatura revisada el efecto positivo sobre el uso del consumo residual de alimento como un indicador de eficiencia en la producción de Ganado de carne, los estudios publicados sobre este indicador usado en la Raza Charoláis como productora de carne, se destacan como Garza-Brenner (1), quienes en sus investigaciones reportan el RFI en la raza Charoláis quienes han realizado su investigación con cruces raciales con la raza Charoláis como Charoláis x Brahman. La información fue sistematizada mediante gráficas, tablas que fue fundamental para la realización de los resultados discusiones y conclusiones.

3. RESULTADOS

3.1 Consumo residual de alimento (RFI) en la raza Charoláis

3.1.1 Variables para el cálculo del Consumo Residual de Alimento

Las variables analizadas en las diferentes investigaciones fueron las siguientes:

PIA: Peso inicial ajustado: Es el indicador del peso inicial ajustado del animal.

PFA: Peso final ajustado: Es el indicador del peso final ajustado del animal.

GDPA: Ganancia diaria de peso ajustado: Es el indicador que determina el peso parcial final de los animales en engorde.

CDDBS: Consumo diario en base seca: se expresa como la cantidad de materia seca que el animal ingirió durante un día; Factores dependientes: del animal que es la capacidad de gestión aparte de los alimentos igual digestibilidad. La estimación del consumo voluntario de materia seca es un factor importante considerar en evaluación de un forraje como fuente de nutrientes para los ovinos; también permite tener conocimiento de la cantidad de nutrientes que los animales están consumiendo y compararlos con los necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales.

CA: Conversión Alimenticia: Es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que la consumen.

RFI: Consumo residual de alimento: El RFI es un criterio alternativo para la evaluación de la eficiencia alimenticia neta.

3.1.2 Consumo Residual de Alimento RFI

Se observó que la raza Charoláis presentó la mayor conversión alimenticia, demostrando que, bajo las condiciones llevadas del experimento, la raza Charoláis es menos eficiente en términos de conversión alimenticia, al requerir un mayor consumo de alimento (5.91) para desarrollar un kilogramo de peso vivo, esto se lo observa también al tener un RFI positivo significa que consume más alimento del esperado.

Para el siguiente estudio, se evaluó las mismas variables anteriores en 28 animales, pero en tres grupos raciales: 481 Charoláis, 36 Charoláis x Brahman.

A continuación, se muestran los valores: como se observa en la tabla 1

Tabla 1. Grupo Raciales con constantes para determinar el RFI

Raza	N	PIA(Kg)	PFA(Kg)	GDPA(Kg)	CDDBS(Kg)	CA	RFI	Autor
Charoláis	60	355± 7.15	473± 7.21	0.95±0.19	9.26±1.37	7.85±0.80	0.80±0.18	Kayser-Glaze et al. (2015)
Charoláis	32	217.20±7.12	394.50±7.79	1.53±0.04	9.00±0.20	5.91±0.15	-0.165±0.13	Garza- Brenner et al. (2019)
Charoláis	69	297.4±13.4	416.1±9.2	1.7±0.1	10.1±0.4	8.50±0.64	0.04±0.11	Herrera-Camacho et al. (2018)
Charoláis	145	238 ± 7.46	372±6.58	5.58 ±0.89	7.04±1.09	7.62±0.61	0.89±0.65	Cassady etal. (2016)
Charoláis	175	267 ± 6.46	392±7.56	1.79 ±0.24	8.03±1.06	5.71±0.54	0.86±0.67	Cassady etal. (2016)
Charbray	36	275.3±13.2	395.7±8.7	1.7±0.1	9.9±0.4	8.22±0.64	0.07±0.081	Herrera- Camacho et al. (2018)

Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos demuestran que el RFI es una medida alternativa de la eficiencia en la alimentación que es independiente del crecimiento y del tamaño corporal, y da la oportunidad de identificar al ganado más eficiente, para así seleccionar a los mejores ejemplares en base a la eficiencia alimenticia.

Así también, dado que los novillos evaluados en este estudio tienen tanto eficiencia alimenticia neta como conversión alimenticia similar, se recomienda la selección de novillos con las características deseadas tanto para crecimiento como para eficiencia alimenticia evaluada mediante RFI que se puede llevar a cabo dentro de cada grupo.

Los resultados, por lo tanto, demuestran que las razas especializadas para la producción de carne y sus cruces presentan mejor desempeño en crecimiento, tomando en cuenta siempre si se les proporcione la alimentación adecuada, por lo que se considera una buena alternativa de cruce para los productores haciendo uso de la raza Charoláis.

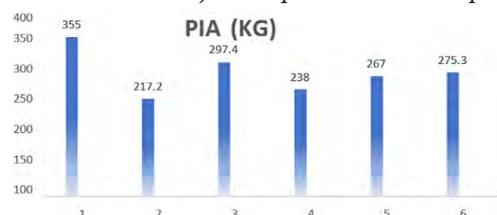
Se obtuvo como resultado una relación entre los genes y los procesos biológicos asociados con la variación, por lo que la ingesta residual de alimento es un rasgo complejo con una heredabilidad moderada. La dirección de la correlación entre la RFI y la expresión génica en algunos casos se invirtió entre los tejidos. Por ejemplo, los niveles bajos de proteólisis en el músculo se asociaron con una alta eficiencia en toros en crecimiento.

4. DISCUSIÓN

4.1 Peso inicial ajustado

En la figura 1, se puede observar que al utilizar 517 ejemplares de la raza Charoláis tuvieron un peso promedio de $274,98 \pm 48,32$ kg. Estos valores pueden variar de acuerdo a la línea genética de bovinos Charoláis que se estudien. Ancho (especialmente en las regiones posteriores a la mitad del dorso) y de buena profundidad, cuenta con contornos redondeados y musculosos. Posee garganta sin papada, y en general no acumula grasas debajo de la piel. Sus patas son bien aplomadas y separadas, con huesos sólidos; y sus brazos, fuertes y anchos.

Figura 1. Peso inicial ajustado para el inicio de la prueba.



Nota. Elaboración propia.

Para analizar los pesos vivos de los animales, la edad es uno de los factores determinantes que se debe tomar en cuenta para que las estimaciones de los factores genéticos sean confiables. Cualquier comparación entre pesos vivos de los animales, que se base sobre índices genéticos o directamente sobre los mismos pesos, impone la necesidad de que los pesos detectados a diferentes edades sean comparables. Este problema puede ser solucionado multiplicando los pesos por específicos coeficientes de ajuste que buscan eliminar de los datos productivos la variabilidad debida a la edad.

4.2 Peso Final Ajustado

En la figura 2 se puede observar que al utilizar 517 ejemplares de la raza Charoláis tuvieron un peso promedio de $407,22 \pm 35,14$ kg. Estos valores son superiores a los demás autores debido a que la raza Charoláis es un animal de biotipo productora de carne, es un animal voluminoso, largo y de tamaño moderado.

Figura 2. Peso final ajustado para el inicio de la prueba



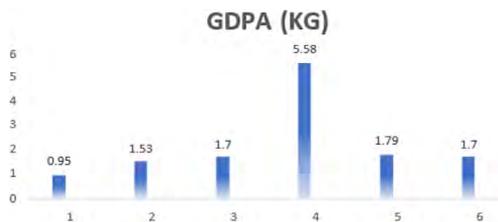
Nota. Elaboración propia.

El comportamiento productivo de una especie animal depende de factores genéticos y medio ambientales como la especie, raza, peso vivo, edad, sexo, desarrollo gastrointestinal, actividad nictemeral, además conjugándose factores como la palatabilidad del alimento, la estructura física, la forma de distribución de las comidas, la disponibilidad de agua, la temperatura ambiental, etc. La composición del peso variará con la necesidad del animal, en consecuencia, las necesidades se centrarán en la producción y luego en el mantenimiento corporal.

4.3 Ganancia Diaria de Peso

Al analizar la variable ganancia diaria de peso los valores presentados por (2), donde los toretes de la Raza Charoláis ganaban 5.58 ± 0.89 kg/día estos valores siendo superiores a los presentados a los demás autores. Como se puede observar en la figura 3.

Figura 3. Ganancia Diaria de Peso Ajustada



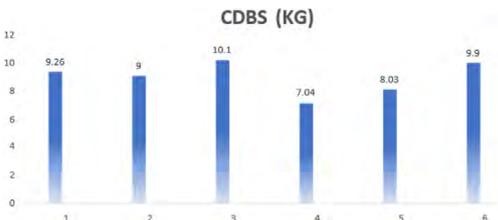
Nota. Elaboración propia.

Los datos de la presente investigación son notablemente superiores, debido a que el medio ambiente es un factor que afecta la eficiencia productiva por diversas causas, como son el permanente estrés calórico, pasturas pobres, escasez o exceso de agua, aspectos todos relacionados con épocas y fases críticas del animal y también a la edad de los animales.

4.4 Consumo Diario en Base Seca

La figura 4 reporta un consumo diario en base seca de $10,1 \pm 0,4$ estos valores son superiores a las demás investigaciones esto debido a que la determinación del consumo voluntario de materia seca por los animales es indispensable para determinar su capacidad productiva y su estado nutricional.

Figura 4. Consumo de Alimento en Base Seca



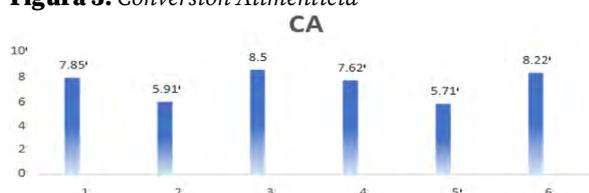
Nota. Elaboración propia.

El incremento en degradabilidad ruminal de la dieta puede explicar el aumento de consumo de MS en bovinos. La ingestión máxima de MS se produce cuando la digestibilidad de la dieta se encuentra entre el 66 y el 68 % (3).

4.5 Conversión Alimenticia

En la figura 5 los ejemplares utilizados en la investigación realizada por (1), se observa que los animales son más eficientes con $5,91 \pm 0,15$.

Figura 5. Conversión Alimenticia

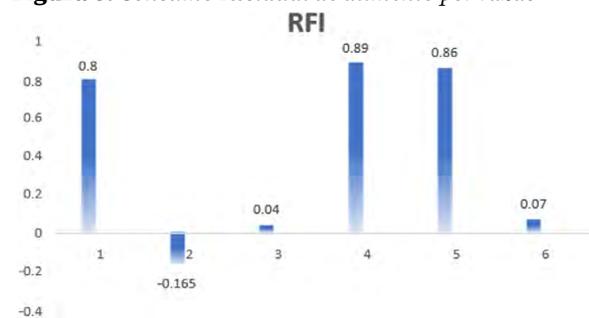


Nota. Elaboración propia.

4.6 Consumo Residual de Alimento

En la figura 6, se puede observar que la investigación realizada por (1), ya que al utilizar 32 animales de la Raza Charoláis con un RFI -0,165 estos animales son más eficientes versus a los animales que fueron objeto de las investigaciones de los otros autores, los resultados obtenidos demuestran que el RFI es una medida alternativa de la eficiencia en la alimentación que es independiente del crecimiento y del tamaño corporal, y da la oportunidad de identificar al ganado más eficiente, para así seleccionar a los mejores ejemplares en base a la eficiencia alimenticia.

Figura 6. Consumo Residual de alimento por razas



Nota. Elaboración propia.

Los resultados, por lo tanto, demuestran que las razas especializadas para la producción de carne presentan mejor desempeño en crecimiento, tomando en cuenta siempre si se les proporciona la alimentación adecuada, para los productores haciendo uso de la raza Charoláis.

5. CONCLUSIONES

A través del análisis y procesamiento de la información de las bases científicas se determina que las variables que se utiliza para determinar el consumo residual de alimento son: Peso inicial Ajustado (PIA), Peso final Ajustado (PFA), Ganancia diaria de peso (GDPA), consumo diario en base seca (CDBS) y Conversión Alimenticia (CA) las cuales son obtenidas en un proceso de estabulación de los ejemplares.

Mediante el análisis de la información de varios autores los cuales utilizan la fórmula de la regresión para la determinación del Consumo Residual de Alimento en condiciones de estabulación donde la información de las variables fueron tomadas con mayor exactitud con la utilización de sistemas informáticos, la aplicación de la regresión lineal fue aplicada para todas las investigaciones.

Los resultados obtenidos en el presente estudio

sugieren que el comportamiento de consumo aún no podría ser utilizado como un criterio de selección independiente, pero proporciona cierta comprensión de la variación en la eficiencia de conversión del alimento que permitiría mejorar su estimación.

El contar con sistemas de monitoreo basados en radio frecuencia para la determinación del CMS permite llevar a cabo estudios de comportamiento y, por tanto, mejorar la predicción de la eficiencia sin costo adicional. En general, los animales más eficientes emplean menos tiempo en su alimentación) y consumen menos kg de materia seca por comida.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Higgins K&F. The effect of breed and diet type on the global transcriptome of hepatic tissue in beef cattle divergent for feed efficiency. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-019-5906-8>.
- Chen F&C. Phenotypic and genetic relationships of feeding behavior with feed intake, growth performance, feed efficiency, and carcass merit traits in Angus and Charolais steers Get access Arrow. [Online].; 2014 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6926>.
- Taussat S&K. Relationship between feed efficiency and slaughter traits of French Charolais bulls Get access Arrow. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.1093/jas/skz108>.
- Zhiqiang BC&W. Meat and sensory quality of major muscles from Angus, Charolais, and Angus crossbred steers with high and low residual feed intake. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.1139/cjas-2019-0012>.
- Smeding BR&T. Common and diet-specific metabolic pathways underlying residual feed intake in fattening Charolais yearling bulls. [Online].; 2021 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-03678-x>.
- Kayser G&W. Evaluation of the effect of alternative measurements of body weight gain and dry matter intake for the calculation of residual feed intake in growing purebred Charolais and Red Angus cattle1. [Online].; 2015 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8337>.
- Mukiibi J&V. Bovine hepatic miRNAome profiling and differential miRNA expression analyses between beef steers with divergent feed efficiency phenotypes. [Online].; 2020 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-73885-5>.
- Bishop H&. Genetic variation in residual feed intake and its association with other production traits in British Hereford cattle. [Online].; 2000 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00122-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00122-0).
- Villagómez L&. Manual de prácticas de manejo para el ganado de engorda en el rancho Puente La Reyna. La Antigua, Ver. [Online].; 2011 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Hernandez-2011._Manejo-de-ganado.pdf.
- Inchausti E&. Bovinotécnia Explotación del ganado bovino. Primera ed. Buenos Aires: INCHAUSTI D, E.C.T. ; 1997.
- Editorial INTAGRI. Fases de Alimentación para Bovinos de Engorda. Serie Ganadería. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/fases-de-alimentacion-para-bovinos-de-engorda>.
- Dekkers. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. [Online].; 2004 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://doi.org/10.2527/2004.8213_supplE313x.
- Mahecha A&M. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. [Online].; 2016 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323791>.
- Medina. EFICIENCIA ALIMENTICIA NETA EN BECERRAS DE LOS GRUPOS RACIALES CRIOLLO, ANGUS X CRIOLLO Y HEREFORD X ANGUS. [Online].; 2016 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewi_hbmw382EAXWps4QIHbikCE8QF-noECBwQAQ&url=http%3A%2F%2F repositorio.uach.mx%2F171%2F1%2FTesis%2520Edgar%2520Enrique%2520Medina%2520Ortega1.pdf&usg=AOvVaw2DE1VHZ291l7C7cTrnPTfw&opi=899.
- Nkrumah B&O. Different measures of energetic efficiency and their phenotypic relationships with growth, feed intake, and ultrasound and

- carcass merit in hybrid cattle. [Online].; 2004 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/2004.8282451x>.
16. Nkrumah W&O. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. [Online].; 2007 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2006-767>.
 17. Basarab O&. Residual feed intake and feed efficiency: Differences and implications. [Online].; 2004 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228717001_Residual_feed_intake_and_feed_efficiency_Differences_and_implications.
 18. OECD. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026. [Online].; 2018 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es.