



## Prueba de Toros para Eficiencia de Conversión 2021

La alimentación representa el mayor costo de toda producción ganadera, lo cual puede alcanzar proporciones entre 65 a 85% de los costos totales, por lo que su optimización es fundamental para garantizar la sustentabilidad productiva.

### ¿Qué es el consumo residual?

Más de la mitad de alimentación es destinada para cubrir los gastos de mantenimiento, tanto en rodeos adultos como animales en crecimiento. Independientemente de la raza y tamaño animal, se han encontrados importantes variaciones entre individuos en cuanto a la magnitud de estos gastos (Montaño-Bermudez et al., 1990). Por lo tanto, identificar y seleccionar aquellos animales con mayor grado de eficiencia en utilización del alimento tendrá un alto impacto en todo el ciclo productivo, no solamente

en la terminación a corral sino también en los gastos de mantenimientos y eficiencias del rodeo adulto.

Consumo Residual (RFI por sus siglas en inglés, Residual Feed Intake) es una medida de eficiencia alimenticia, es decir, una medida que relaciona la cantidad de alimento necesaria por unidad de producto generado, ya sea ganancia de peso o producción de leche. Su implementación data desde los años 60 (Koch et al., 1963); y surgió para permitir la comparación de eficiencia alimenticia entre animales de distinto tamaño y por lo tanto diferentes requerimientos de mantenimiento entre ellos.



El valor de RFI es calculado individualmente como la diferencia entre el consumo real menos el consumo esperado. Este último es el resultado de un modelo matemático de regresión múltiple que tiene en cuenta el aumento diario de peso vivo y el peso metabólico, calculado a partir del peso vivo medio durante el periodo de evaluación. Los animales con menor RFI son considerados más eficientes comparados a sus pares dentro de una prueba, un valor de RFI negativo indica que ese individuo consumió menos de lo esperado para su nivel productivo, y por lo tanto es más eficiente transformando los nutrientes en producto, aumento de peso. Lo contrario, es un individuo con un valor positivo de RFI.

Más adelante en el tiempo, Basarad et al. (2003) demostraron que parte de la variación de RFI puede ser explicada por diferencias en la composición corporal de los animales. Es decir, que el gasto energético necesario para producir un aumento de peso es mayor a medida que aumenta el nivel de engrasamiento, por lo que se propuso ajustar el valor de RFI con una medición de engrasamiento sobre el final del periodo de evaluación, lo cual se realiza en las pruebas de RFI actuales.

Las pruebas destinadas a obtener el valor de RFI, generalmente constan de 60 días de prueba con 21 días previos de acostumbramiento, durante



el transcurso de la prueba es necesario medir el consumo individual de alimento y luego ajustarlo a base seca, recolectar los pesos individuales al comienzo y final de la prueba, y asegurar que todos los animales de la prueba estuvieron sujetos a las mismas condiciones ambientales y de manejo de modo de garantizar que las diferencias observadas son propias de cada individuo y no influenciadas por factores externos.

### **Importancia.**

Uno de los aspectos importantes de este rasgo fenotípico es que tiene una moderada heredabilidad. En la literatura son reportados valores entre 0.28 a 0.58 de heredabilidad (Arthur and Herd, 2008), lo cual está altamente correlacionado con con-

versión alimenticia, pero se mantiene independiente de la ganancia diaria de peso y del tamaño metabólico por estar incluido en sus cálculos, es decir, se mantiene independiente del nivel productivo. De esta manera, seleccionar toros por este carácter tendrá un alto impacto en la eficiencia alimenticia de su progenie sin afectar el nivel productivo y tamaño del rodeo. Distinto es el caso al seleccionar animales por el valor de conversión alimenticia, por lo cual existe una tendencia que, al seleccionar individuos con mejor conversión alimenticia, resultarán en rodeos con mayor peso a madurez y con mayores gastos en mantenimiento (Arthur and Herd, 2008).

En un ensayo realizado en Australia, evaluaron un grupo de vaquillonas y toros desde post-destete durante 120 días por el carácter de RFI.

## Prueba de Toros para Eficiencia de Conversión 2021

Al finalizar la prueba, seleccionaron el 50% de hembras con RFI negativo y las cruzaron con el top 5% de toros con mejor RFI (negativos), lo opuesto se realizó con las hembras con RFI positivo las cuales fueron cruzadas con el 5% toros con peor RFI (positivos). De esta manera, se generaron dos grupos de terneros según el RFI de sus padres, que fueron terminados en corrales de feedlot. Ambos grupos de novillos fueron terminados según dos destinos, livianos (372 kg) o pesados (510 kg). Durante la terminación a corral aquellos novillos hijos de padres con valores negativos de RFI obtuvieron menor o igual consumo de alimento, con igual o mayor ganancia de peso y con una mejora en la conversión del 7.2 u 8.3% en uno y otro destino de engorde (Richardson et al. 1998). Es decir, el impacto

productivo de seleccionar individuos con mejores valores de conversión es importante, y puede traer enormes ganancias al sistema productivo. El parámetro de RFI permite la selección de animales por mejor eficiencia de conversión sin afectar el tamaño y requerimientos de mantenimiento del rodeo.

Además de la heredabilidad, este carácter ha demostrado tener una alta repetibilidad a lo largo de ciclo productivo. Así, al evaluar terneras post-destete por RFI en corrales con una ración concentrada, el grupo de terneras con RFI negativo mostraron ser más eficientes como vacas de segunda lactancia en pastoreo, y también continuaron siendo más eficientes al año posterior encerradas nuevamente con consumo ad libitum (Herd et al. 2011). Es decir, evaluar individuos jóvenes en crecimiento y en

condiciones de encierre, no limita que sus efectos aparezcan solo bajo esas condiciones sino que se pueden observar en distintas etapas productivas y manejos de alimentación.

Otro aspecto importante a considerar sobre este carácter es su relación con la emisión de metano, algunos trabajos han demostrado que al reducir un 1 kg de RFI, reduce la emisión de metano diaria alrededor del 8% (Hegarty et al. 2007; Fitzsimons et al. 2013).

La evaluación de RFI brinda una herramienta de selección con un altísimo impacto productivo y ambiental pero que bajo ningún punto de vista se deberá considerar aislado en la selección sino que se debe agregar al conjunto de rasgos y herramientas de selección que se vienen utilizando desde hace tiempo.

## **CENAB, Prueba RFI 2021: Hereford Centro Oeste.**

En las instalaciones del Centro Experimental de Nutrición Animal Biofarma (CENAB), Jesús María, Córdoba, se llevó a cabo una prueba con 33 toros Hereford provenientes de 15 cabañas que fueron alojados en 2 corrales con 2 comederos inteligentes por corral para medición de consumo individual. La prueba transcurrió desde el 7 de octubre de 2021 hasta el 4 de enero de 2022.

### **Alimentación.**

La alimentación fue repartida en dos o tres turnos diarios, de acuerdo con los requerimientos de consumos. La prescripción de la ración se realizó con el objetivo de que los comederos siempre tengan disponibilidad de comida. Las raciones utilizadas contenían un moderado nivel de energía, alto contenido de proteína metabolizable y cubrían todos los requerimientos vitamínicos mineral con el objetivo de permitir a los animales mostrar su potencial de crecimiento, pero evitando un sobre engrasamiento sobre los toros. Durante el transcurso de la prueba se realizaron controles



**Comedero inteligente para medición de consumo individual.**

semanales de la materia seca de la dieta para el cálculo de consumo de materia seca.

### **Evolución de peso.**

Previo a comenzar la prueba se realizó un periodo de acostumbramiento de 21 días. Al comienzo de la prueba se efectuó doble pesada individual en días consecutivos, una sola pesada intermedia al día 28 de la prueba, y otra doble pesada individual en días consecutivos sobre el final, día 68 y 69. Las pesadas se realizaron a primera hora de la mañana antes de la alimentación. Todos los datos de pesos individuales están tal

cual registrados en la balanza, y no se le aplicó ningún desbaste.

### **Ultrasonografía.**

Al comienzo de la prueba y al final, se realizaron determinaciones de grasa intramuscular (GI, expresado en %), espesor de grasa dorsal (EGD, en mm), espesor de grasa de cadera (EGC, mm) y área de ojo de bife (AOB, cm<sup>2</sup>), realizadas por ecografista certificada, y su interpretación fue realizada en el Centro de Interpretación de Imágenes Ecográficas (CIIE) con sede en la Unidad de Genética Animal del INTA Castelar.

# Prueba de Toros para Eficiencia de Conversión 2021

## Cálculo de consumo residual.

Fórmula de RFI ajustando por espesor de grasa dorsal (Basarad et al. 2011)

$$\text{CMS} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{PVO.75} + \beta_2 \cdot \text{ADPV} + \beta_3 \cdot \text{EGD} + \varepsilon \text{ (RFI)}$$

Donde CMS: consumo de materia seca, PVO.75: peso vivo metabólico, es igual a la potencia de 0.75 del peso vivo medio durante la prueba, y EGD: espesor de grasa dorsal.

## Resultados.

De los resultados en general de los toros, se remarca el gran potencial de crecimiento expresado, sin observar efectos adversos sobre la integridad de las pezuñas y estado corporal.

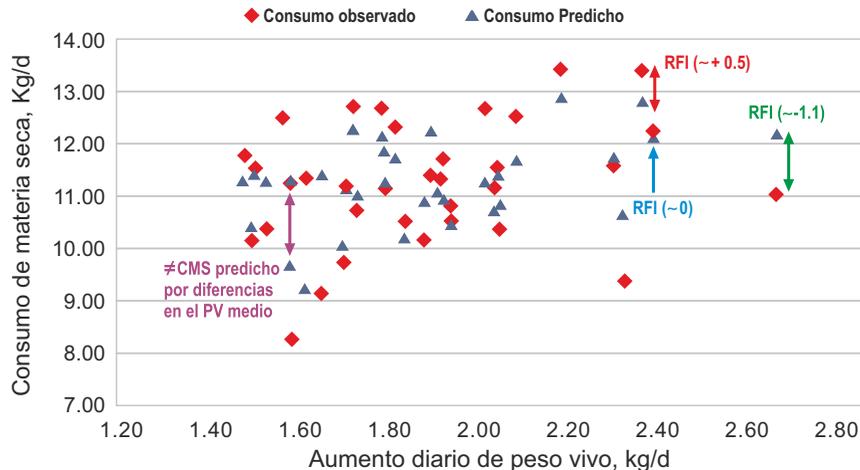
En cuanto a los análisis individuales de consumo residual, se destaca la posibilidad de visualizar diferencias considerables entre individuos en cuanto a valores de eficiencia y potencial de crecimiento. Las estimaciones de consumos requeridos son obtenidas a partir de los datos de los



Ítem	Promedio	Mín.	Máy.
Peso vivo promedio al ingreso, kg	360	247	465
Edad al ingreso, días	396	339	438
Edad ingreso, meses	13	11	15
Nacimiento	13/09/20	10/11/20	03/08/20
Peso vivo final, kg	524	411	622
Consumo de materia seca prom. kg/d	10.7	8.0	12.9
CMS promedio, % PV medio	2.5%	1.8%	3.3%
Consumo de materia seca total, kg/d	851	644	1032
Aumento total de peso, kg	164	131	216
Aumento diario de peso, kg/d	2.02	1.60	2.66
Conversión de alimento, kg	5.56	3.96	6.93

**Tabla 1. Desempeño de los toros Hereford durante su estadía en el CENAB.**

33 toros utilizados sobre los cuales se calcula el consumo necesario para lograr un aumento de peso dado, con un nivel de grasa dorsal dado y mantener su tamaño metabólico (consumo predicho), por lo tanto el valor por sí mismo de RFI se debe interpretar dentro de la misma población. En este caso, la mayor utilidad de los resultados estará dentro de cada cabaña al comparar entre individuos y líneas genéticas según su desempeño y eficiencia alimenticia; y como raza al diseñar un programa de evaluación y mejoramiento que incluya este carácter.



## Interpretación de los resultados de RFI.

El valor de RFI expresa kilos de consumo diario de materia seca de más (valor de positivo) o de menos (valor negativo) con respecto al consumo predicho, negativo quiere decir que necesitó menos alimento para lograr ese aumento de peso y mantener su tamaño metabólico (**Ilustración 1**).

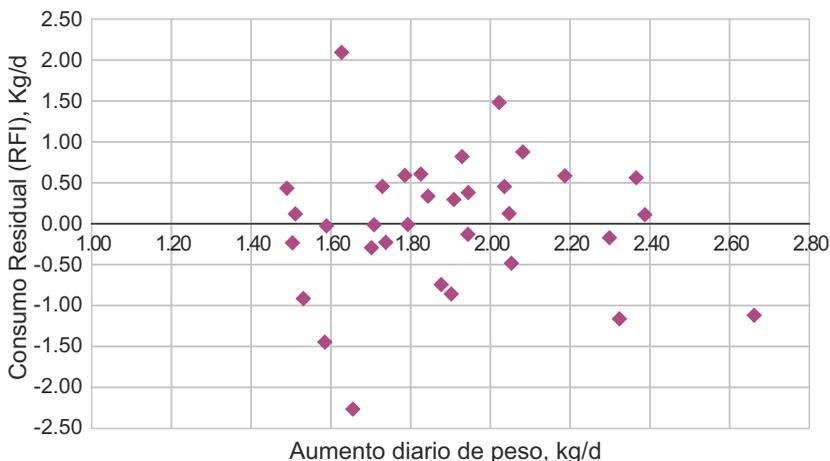
Tomando un ejemplo para entender mejor el valor de RFI se puede tomar al comparar los toros ID 18 con ID 31 (**Tabla 2**). Ambos toros tuvieron una similar ganancia de peso (1.90 y 1.91, respectivamente) y consumo de materia seca (11.46 y 11.37 kg/d, respectivamente), por lo tanto el resultado de conversión alimenticia es muy similar entre ellos 6.04 para el toro 18 y 5.95 para el toro 31. Cuando se analiza la eficiencia alimenticia

## Ilustración 1. Consumos observados y predichos según el aumento de peso diario, e ilustración de consumos residual positivos, neutros y negativos.

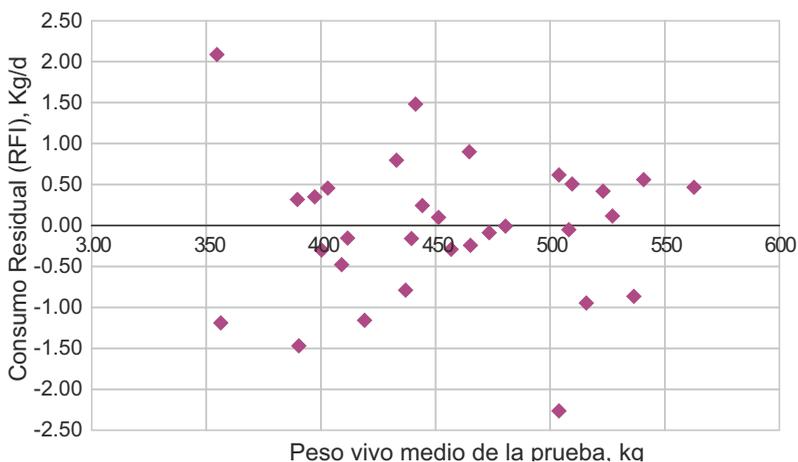
con el parámetro de consumo residual (RFI) el resultado es distinto, principalmente debido a diferencias en el tamaño de cada toro. El toro 18, tiene un peso metabólico de 111.3 kg. (peso medio<sup>0.75</sup> = (535.3)<sup>0.75</sup>) mientras que para el toro 31 el peso metabólico es de 96.7 kg. (peso medio<sup>0.75</sup> = (443.8)<sup>0.75</sup>), esto hace que, incluso teniendo una ganancia de peso similar, el consumo predicho o requerido para un toro y el otro sea distinto 12.55 vs 11.04 kg/d. Teniendo en cuenta que el consumo observado entre ambos toros fue similar, el resultado de RFI resulta muy diferente entre ambos, -1.09 kg/d para el toro 18 y +0.33 kg/d para el toro 31. Este ejemplo ilustra como en el valor de RFI contempla los requerimientos de consumo para mantenimiento metabólico y permite comparar entre individuos de distinto tamaño.

## Prueba de Toros para Eficiencia de Conversión 2021

Por último, para entender la relación con el nivel productivo, se podría tomar al toro 20 y toro 19 (**Tabla 2**). Si bien el toro 20 tuvo menos consumo (10.38 vs. 12.62 kg/d MS), debido a las diferencias en el aumento de peso (ID 20: 1.53 vs ID 19: 2.08 kg/d) hizo que este toro tenga peor valor de conversión (ID 20: 6.79 vs ID 19: 6.06). Por lo tanto, en base a este valor el toro 19 sería más eficiente, sin embargo, cuando se considera el RFI resulta lo opuesto. El consumo predicho entre ambos toros es similar porque si bien hay grandes diferencias en aumento de peso, el toro 20 es en promedio 51 kg más pesado y mayor medición de grasa dorsal, lo que estima un mayor consumo necesario para mantenimiento. Como dijimos anteriormente el toro 20 resultó con menor consumo observado, y por lo tanto por diferencia, el valor de RFI es menor (ID 20: -0.74 vs ID 19: +1.05 kg/d) quiere decir



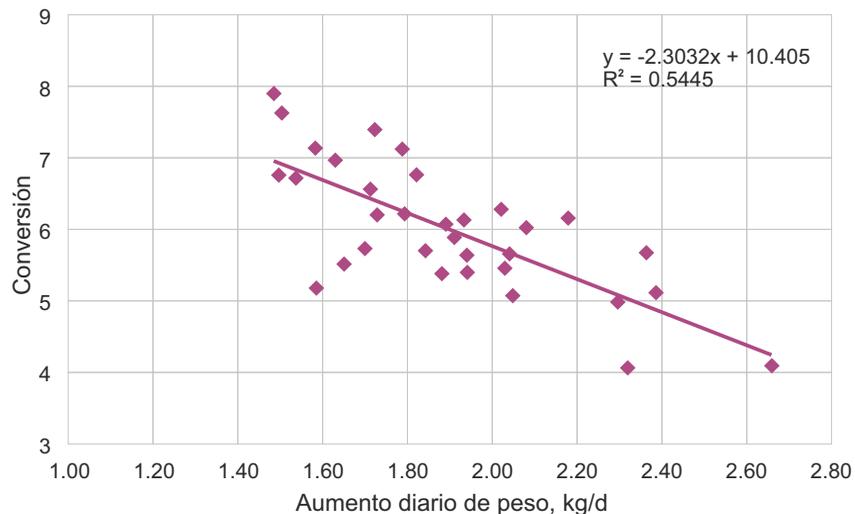
**Ilustración 3. Consumo residual en relación al aumento diario de peso. El valor RFI se mantiene independiente de la ganancia de peso.**



**Ilustración 4. Consumo residual en relación al tamaño animal (peso vivo medio). El valor RFI se mantiene independiente de la ganancia de peso.**

que según el cálculo de RFI el toro 20 requiere 1.79 kg menos alimento por día que el toro 19, para lograr su respectivo aumento de peso.

De esta manera, con esta serie de ejemplos se puede identificar como el parámetro de RFI te permite comparar eficiencia de conversión alimenticia independientemente del nivel productivo de cada individuo (**ilustración 2 y 3**), y si solamente basamos la comparación en la conversión alimenticia (kilos de alimento necesarios para lograr un kilo de ganancia de peso) tenderíamos siempre a seleccionar animales de mayor ganancia de peso (**Ilustración 2**) y mayor consumo diario, y tenderíamos a elevar el peso a madurez del rodeo (Arthur and Herd, 2008).



**Ilustración 5. Relación entre conversión de alimento (consumo materia seca por cada unidad de aumento de peso) y aumento de peso.**

## Prueba de Toros para Eficiencia de Conversión 2021

### TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 2. Resultados de la prueba 2021 de eficiencia alimenticia de Toros Hereford. Ordenados en base al resultado de RFI ajustado por espesor de grasa dorsal, de menor (mayor eficiencia) a mayor consumo residual (menor eficiencia).

Toro ID	Cabaña	Edad	Peso Inicial	Peso día 30	Peso Final	CMS	CMS %PV	ADPV	Conversion	Comienzo de la prueba				Final de la prueba				RFI ajustado por EGO	
										AOB, cm2	GI, %	EGD, mm	EGC, mm	AOB, cm2	GI, %	EGD, mm	EGC, mm	CMS Predicho	RFI
6	15	351	447	518	561	9.15	1.82%	1.65	5.54	68.0	3.8	4.6	7.6	76.3	4.0	7.6	10.4	11.44	-2.296
22	15	450	336	387	446	8.24	2.11%	1.59	5.20	61.0	3.8	4.1	6.4	71.8	4.1	7.1	13.2	9.83	-1.587
16	4	327	417	511	511	11.09	2.65%	2.66	4.17	43.7	3.8	2.8	4.3	68.1	4.0	6.4	7.9	12.30	-1.214
18	1	402	470	542	601	11.48	2.14%	1.90	6.04	70.5	3.6	3.6	5.1	80.9	3.8	10.2	11.9	12.55	-1.094
12	4	275	346	436	436	9.48	2.68%	2.32	4.07	46.3	4.0	1.8	2.8	68.9	4.2	3.6	4.1	10.54	-1.076
20	7	450	462	522	568	10.38	2.01%	1.53	6.79	69.5	3.2	2.8	4.8	74.4	3.5	5.1	9.1	11.12	-0.740
7	14	403	371	428	502	10.16	2.33%	1.88	5.40	61.5	3.1	2.3	4.3	68.3	3.5	3.6	6.9	10.71	-0.553
30	12	354	341	393	459	9.80	2.45%	1.70	5.76	46.1	3.0	2.3	5.6	60.6	3.7	8.6	11.4	10.31	-0.588
27	3	400	412	483	536	11.22	2.37%	1.80	6.25	61.9	3.0	3.8	5.6	73.7	3.3	9.7	14.0	11.55	-0.327
2	2	364	338	409	480	10.40	2.55%	2.05	5.08	54.6	2.9	2.0	4.1	66.2	3.3	3.8	7.1	10.70	-0.301
21	11	435	405	455	525	10.81	2.32%	1.73	6.24	64.3	3.4	3.6	6.4	76.6	3.6	5.3	11.9	10.92	-0.112
4	11	440	360	438	519	11.85	2.65%	2.30	5.06	55.6	3.3	2.8	4.3	75.5	3.6	5.1	7.6	11.72	-0.073
13	1	391	421	487	539	11.19	2.33%	1.71	6.55	67.0	3.3	2.0	4.8	74.2	3.6	7.4	15.5	11.25	-0.060
32	15	437	344	413	479	10.57	2.57%	1.94	5.45	47.7	3.2	2.3	4.1	69.9	3.4	4.6	8.4	10.59	-0.021
10	14	406	453	520	563	11.30	2.22%	1.59	7.12	78.6	2.6	4.6	5.6	80.6	3.0	6.9	9.1	11.30	-0.007
29	11	444	404	460	508	10.22	2.24%	1.50	6.81	67.9	3.2	2.5	5.6	85.5	3.4	3.8	5.8	10.21	0.009
33	6	373	369	463	534	12.24	2.71%	2.39	5.13	70.2	3.0	2.3	5.1	87.5	3.3	6.1	5.6	12.14	0.104
17	10	435	475	532	579	11.54	2.19%	1.51	7.66	75.6	3.7	5.6	5.6	84.4	3.9	7.1	9.1	11.39	0.147
1	8	402	381	428	522	11.55	2.56%	2.04	5.66	49.1	3.5	2.5	3.3	65.7	4.1	5.6	7.6	11.40	0.151
25	2	391	326	390	453	10.53	2.71%	1.84	5.73	52.6	2.9	2.0	4.1	57.7	3.2	7.4	8.6	10.35	0.183
31	6	380	378	438	510	11.37	2.58%	1.91	5.95	71.6	3.1	2.3	3.3	82.5	3.5	5.6	7.1	11.04	0.331
8	5	411	471	528	574	11.77	2.25%	1.49	7.92	68.6	3.3	5.1	9.9	80.9	3.9	8.4	15.5	11.41	0.359
11	13	443	465	550	616	13.51	2.50%	2.18	6.18	70.3	3.4	3.0	5.6	85.9	3.7	9.4	13.5	13.12	0.381
14	10	386	426	526	590	13.42	2.64%	2.36	5.68	80.1	3.3	2.5	5.6	79.8	3.7	8.6	7.6	13.02	0.401
3	15	437	330	395	464	10.87	2.74%	1.94	5.60	48.6	3.4	2.3	4.1	56.8	3.5	4.3	6.9	10.38	0.493
26	3	430	441	504	567	12.35	2.45%	1.82	6.79	67.7	3.0	3.3	4.8	74.6	3.5	8.1	9.7	11.83	0.520
5	8	389	332	394	473	11.23	2.79%	2.03	5.52	52.6	4.3	2.3	2.3	71.4	4.9	5.1	6.9	10.71	0.523
9	5	417	478	538	602	12.73	2.36%	1.79	7.12	65.9	2.9	3.3	7.9	82.8	3.3	8.1	10.7	12.21	0.527
28	1	394	503	560	622	12.79	2.27%	1.72	7.42	79.7	3.0	2.3	4.3	85.2	3.4	5.8	7.9	12.14	0.649
23	9	366	425	499	511	11.77	2.72%	1.93	6.11	54.1	3.5	1.8	4.8	67.4	3.7	5.1	6.4	10.88	0.894
19	9	392	467	536	536	12.62	2.72%	2.08	6.06	66.1	3.2	1.8	4.8	77.9	3.5	4.8	7.6	11.57	1.049
15	8	443	371	448	511	12.76	2.89%	2.02	6.32	80.1	3.5	3.6	3.6	74.8	4.1	6.1	9.1	11.27	1.490
24	12	359	298	347	411	11.36	3.21%	1.62	7.00	44.8	3.2	3.6	4.3	59.7	3.5	9.1	11.4	9.60	1.758
Promedio		408.2	392.7	459.1	524.0	11.26	2.48%	1.89	6.04	61.3	3.3	3.0	5.0	74.1	3.7	6.5	9.3	11.3	0.0



## Conclusiones.

De la siguiente prueba nos permitió identificar la variabilidad que existe entre individuos de una misma raza, Hereford, y edad similar. Se destaca la posibilidad de medir variables más allá de ganancia de peso, como consumo de materia seca e identificar individuos superiores en base a este carácter. Esto le permitirá incluir el rasgo de eficiencia alimenticia al programa de mejoramiento genético, aspecto fundamental a considerar en la sustentabilidad productiva y ambiental, teniendo en cuenta que la alimentación representa entre el 65 a 85% de la inversión de todo sistema ganadero. 



## Referencias bibliográficas.

Arthur, J. P., and Herd, R. M. 2008. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37:269-279.

Basarab, J. A., Colazo, M. G., Ambrose, D. J., Novak, S., McCartney, D., and Baron, V. S. 2011. Residual feed intake adjusted for backfat thickness and feeding frequency is independent of fertility in beef heifers. *Canadian Journal of Animal Science*. 91:573-584.

Basarab, J. A., Price, M. A., Aalhus, J. L., Okine, E. K., Snelling, W. M., Lyle, K. L. 2003. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 83:189-204. <https://doi.org/10.4141/A02-065>.

Fitzsimons, C., Kenny, D. A., Deighton, M. H., Fahey, A. G., McGee, M. 2013. Methane emissions, body composition, and

rumen fermentation traits of beef heifers differing in residual feed intake. *Journal of Animal Science*. 12:5789-5800.

Hegarty, R. S., Goopy, J. P., Herd, R. M., & McCorkell, B. 2007. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *Journal of Animal Science*, 85:1479-1486.

Herd, R. M., Arthur, P. F., & Archer, J. A. 2011. Associations between residual feed intake on ad-libitum, pasture and restricted feeding in Angus cows. In *Proceedings of the Association for Advancement of Animal Breeding and Genetics*. 19:47-50.

Koch, R. M., Swiger, L. A., Chambers, D., and Gregory, K. E. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 22:486-494.