

UNIVERSIDAD DE LA EMPRESA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**EVALUACIÓN DEL EFECTO ASOCIATIVO DE LOS
GRANOS EN DIETAS A CORRAL EN NOVILLOS
HEREFORD DE 18 MESES DE EDAD**

Tesistas:

Jaime Javier Montaner

José Ignacio Viganó

*TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero/a Agrónomo/a.*

MONTEVIDEO

2020

**EVALUACIÓN DEL EFECTO ASOCIATIVO DE LOS
GRANOS EN DIETAS A CORRAL EN NOVILLOS
HEREFORD DE 18 MESES DE EDAD**

Tutor:

Lic. Álvaro Fros

Tesistas:

Jaime Javier Montaner

José Ignacio Viganó

Montevideo, Uruguay

2020

HOJA DE APROBACIÓN

Título de la tesis:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO ASOCIATIVO DE LOS GRANOS EN DIETAS
A CORRAL EN NOVILLOS HEREFORD DE 18 MESES DE EDAD**

Tesis aprobada por:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nota final: -----

Fecha: -----

Autor: -----

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrarias y todo su equipo, por brindarnos todas las herramientas necesarias para nuestra formación como Ingenieros Agrónomos.

A nuestro tutor y amigo Lic. Álvaro Fros, por su enseñanza, tiempo, dedicación y su entero compromiso desde el inicio de este proyecto.

Al personal del campo experimental de la FCA-UDE por su colaboración en las tareas del ensayo.

Al Ing. Agr. MSc Gustavo Capra, Lic. Biol. MSc Ernesto Elgue e Ing. Agr. MSc Ximena Lagomarsino, integrantes del Departamento de Investigación, por su guía, correcciones y sugerencias en todo este proceso.

A los veterinarios, Dr. Marcelo Antúnez, Dr. Adolfo Ruete y Dr. Daniel Jaime por sus asesoramientos a lo largo del período experimental.

Al laboratorio BIOTECH Uruguay, por su colaboración con la urea recubierta Alltech® utilizada en este ensayo.

A los amigos que estuvieron siempre presentes con una ininterrumpida motivación y colaboración en este trabajo.

A nuestras familias, nuestro pilar fundamental, por su constante apoyo y por su contribución con la más desinteresada inversión a nuestra formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
HOJA DE APROBACIÓN	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE TABLAS.....	V
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN	4
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	7
4.1.1. Producción ganadera en Uruguay	7
4.1.2. Intensificación de los sistemas ganaderos	8
4.1.2.1. Encierro a corral de la recría.....	13
4.2. DIETAS EN LOS ENCIERROS A CORRAL.....	17
4.3. TRASTORNOS METABÓLICOS OCASIONADOS POR EL CONSUMO DE DIETAS DE ALTA CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA ..	23
4.4. EL EFECTO ASOCIATIVO DE GRANOS	24
5. HIPÓTESIS.....	28
6. OBJETIVOS.....	29
6.1. OBJETIVO GENERAL	29
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
7. MATERIALES Y MÉTODOS	30
7.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO	30
7.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
7.3. FORMULACIÓN DE LAS RACIONES	32
7.3.1. Composición de las raciones utilizadas	34
7.3.2. Procesado de los granos utilizados en los tratamientos	37
7.3.2.1. Sorgo	37

7.3.2.2.	Cebada	38
7.3.3.	Elaboración de las raciones en el predio	38
7.4.	REALIZACIÓN DEL ENSAYO	38
7.4.1.	Ingreso de los animales al predio	38
7.4.2.	Período de acostumbramiento.....	39
7.4.3.	Período experimental.....	40
7.5.	DETERMINACIONES EN EL ENSAYO	41
7.5.1.	Manejo de la alimentación durante el estudio.....	41
7.6.	DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	42
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
8.1.	RESULTADOS DESCRIPTIVOS PARA LAS VARIABLES GANANCIA DIARIA, KILOGRAMOS GANADOS Y RELACIÓN DE CONVERSIÓN	43
8.2.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS VARIABLES GANANCIA DIARIA (KG), CANTIDAD DE KILOGRAMOS GANADOS Y RELACIÓN DE CONVERSIÓN	47
9.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	51
10.	CONCLUSIONES	52
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
12.	ANEXOS	69

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Evolución del peso vivo (kg) de animales en distintos sistemas de producción.	10
Figura 2. Peso de proteína y de grasa a medida que el animal aumenta de peso.	14
Figura 3. Gráfica representativa de la conversión de kg de alimento a medida que aumenta el peso (kg) del ganado vacuno.	15
Figura 4. Curvas de crecimiento con distinto manejo nutricional de la recría.....	17
Figura 5. Porcentaje de desaparición en horas del almidón de distintos granos en el rumen.	22
Figura 6. Gráfico de cajas para la variable ganancia diaria (kg / día) para cada tratamiento.	45
Figura 7. Gráfico de cajas de la variable cantidad de kg ganados para ambos tratamientos.	46
Figura 8. Gráfico de barras de la variable relación de conversión (kg / kg) por tratamiento.....	47

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Utilización digestiva del almidón de granos de cereales en rumiante (TGI = tracto gastrointestinal).....	20
Tabla 2. Ordenamiento al azar de los tratamientos	31
Tabla 3. Composición de los tratamientos.....	35
Tabla 4. Composición del núcleo vitamínico y mineral	37
Tabla 5. Representación de las etapas del período de acostumbamiento con los % y kg de alimento suministrado por animal	40

Tabla 6. Ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg) para ambos tratamientos.....	44
Tabla 7. Resultados promedio de las variables ganancia diaria (kg), cantidad de kilogramos ganados y relación de conversión.....	48
Tabla 8. Comparación de resultados obtenidos en el ensayo con trabajos de similares características	50

EVALUACIÓN DEL EFECTO ASOCIATIVO DE LOS GRANOS EN DIETAS A CORRAL EN NOVILLOS HEREFORD DE 18 MESES DE EDAD

1. RESUMEN

Las combinaciones de granos de diferente degradabilidad ruminal en dietas de encierro a corral han demostrado obtener mejores resultados productivos, debido a la manifestación de efectos asociativos entre granos de diferente tipo o grado de procesamiento. La bibliografía afirma a su vez, que ciertas combinaciones de granos contribuyen a la reducción de algunos desórdenes metabólicos, como es el caso de la acidosis, que pueden ser causados por la alimentación en este tipo de sistema de producción. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto asociativo de los granos sobre los parámetros productivos en dietas de recría a corral en novillos Hereford de 18 meses de edad. El ensayo se realizó durante el período de invierno por un total de 98 días. El mismo, incluyó un experimento con dos tratamientos (T1 y T2) basados en raciones isoproteicas e isoenergéticas. En el T1 se suministró una ración mezcla de dos granos (sorgo y cebada), mientras que en el T2 se empleó una ración a base de un solo grano (sorgo). En ambos tratamientos se usaron 15 novillos de sobre año (18 meses), de la raza Hereford de 220 ± 16 kg de peso vivo promedio y se evaluó el efecto de ambas dietas sobre la ganancia diaria, cantidad de kg ganados y la relación de conversión. El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar. A partir de los resultados analizados, se pudo observar que no existieron diferencias significativas entre T1 y T2 para la variable ganancia diaria (kg) y cantidad de kg ganados (p valor $> 0,05$) pero si hubo diferencias significativas (p valor $< 0,05$) para la variable relación de conversión entre ambos tratamientos. Los resultados obtenidos permiten concluir que el efecto

asociativo de una ración mezcla sorgo y cebada influyó positivamente en la relación de conversión en novillos Hereford de 18 meses de edad.

Palabras clave: Novillos de 18 meses de edad, dietas isoproteicas e isoenergéticas, efecto asociativo, eficiencia productiva, engorde invernal.

EVALUATION OF THE ASSOCIATIVE EFFECT OF GRAINS IN DIETS OF 18-MONTH-OLD HEREFORD STEERS UNDER FEEDLOT REARING

2. SUMMARY

Combinations of grains with different ruminal degradability in feedlot diets have shown improved productive results due to the associative effects between different types of grains or degree of processing. Certain grain combinations contribute to reduce some metabolic disorders like acidosis which may be produced by the feeding method in this production system. The objective of this study was to evaluate the associative effect of different grains on the production parameters of a rearing diet of Hereford steers 18-month-old kept under a feedlot system. The experiment was conducted during 98 days in the winter season. The two treatments were based on isoproteic and isoenergetic grain feeds, one consisting of sorghum and barley and the other sorghum alone. Fifteen steers 220 ± 16 kg liveweight were assigned to each treatment, assessing daily weight gain, and total weight gain and feed conversion ratio, using a complete randomized design. Results indicated no significant differences between both treatments for daily weight gain and total weight gain ($P > 0,05$), and significant differences in both treatments ($P < 0,05$) for the feed conversion ratio variable. It is concluded that the associative effect

of a sorghum and barley feed had a positive effect on the feed conversion ratio of 18-month-old Hereford steers.

Keywords: 18-month-old steers, isoproteic and isoenergetic diets, associative effect, productive efficiency, cattle winter fattening

3. INTRODUCCIÓN

En Uruguay existen 44.355 predios donde el rubro principal es la explotación ganadera, con un stock Bovino de 11.411 miles de cabezas, según el Anuario Estadístico del 2020. Esta dotación se sustenta sobre 12.871 miles de hectáreas dedicadas a la ganadería, donde cabe señalar que de este total, 11.238 miles de hectáreas son de campo natural, representando un 87 % de la superficie mencionada (DIEA, 2020).

Producto de lo anterior, en un alto porcentaje del stock vacuno y dentro de este los rodeos de recría, la alimentación es en base a pasturas naturales, que presentan limitaciones nutricionales debido a las variaciones en cantidad y calidad del forraje en el año (Berretta et al, 2000), preponderantemente en invierno donde la oferta forrajera no es suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales y obtener una favorable evolución del peso vivo (PV) (Cibils y Fernández, 1997). De acuerdo a Pigurina et al (1998), el invierno es una época crítica donde se constata un bajo crecimiento de la pastura, simultáneamente con elevados requerimientos nutricionales por parte de los animales y la disponibilidad de forraje en dicha época del año dependerá del crecimiento del mismo en las estaciones anteriores, sobre todo en el otoño. Reafirmando lo anterior, Pereira (2011) subraya que las pasturas naturales presentan un gran problema productivo, ya que en los meses de invierno, coincidente con el período post destete, tienen una productividad muy baja, un pico de producción en primavera, luego otro en otoño aunque más bajo y en verano la productividad es muy variable y sujeta a distintos factores, como son el tipo de suelo y el régimen pluviométrico.

Uno de los principales problemas que enfrentan los sistemas de producción ganadera en nuestro país es el manejo nutricional ineficiente durante la etapa de recría, lo cual determina una elevada edad de faena de los novillos y si esos déficits nutricionales mencionados se presentan por

períodos prolongados en animales jóvenes, como se puede dar en campos naturales, se puede comprometer el desarrollo del animal (Montes, 2017).

Como señala Moreira Da Costa (2017), la mayoría de estos establecimientos recriadores utilizan casi en forma exclusiva el campo natural como base de la alimentación y en esas condiciones los animales crecen por debajo de sus potenciales de crecimiento, manteniendo bajas ganancias diarias o pérdidas de peso en algunas estaciones del año. Esto determina que sea un sistema de largo plazo, de baja eficiencia productiva y a su vez en ese proceso, la categoría de recría, es una más, de una larga escalera de edades en el proceso productivo, dejándose de lado la alta eficiencia que tienen los animales de bajo peso para la conversión de alimento a kg de PV. En los últimos años han surgido distintos factores que inciden para que estos sistemas se intensifiquen desde el punto de vista productivo, propiciando períodos de recría y engorde más cortos que determinan menores edades de faena y como consecuencia, una mayor rotación de capital.

Uno de los factores mencionados anteriormente, es que el área dedicada a la ganadería viene en una sostenida disminución (DIEA, 2015). En las últimas décadas esta área se redujo en más de un millón de hectáreas, debido al sostenido crecimiento de la forestación y la agricultura de secano. Cada vez hay menos área física para una producción ganadera extensiva. La reducción en el área ganadera debida a la expansión agrícola, hace cada vez más necesaria la intensificación de los sistemas productivos para mantener los niveles de productividad. Pero también se debe tomar en cuenta que las nuevas áreas ganaderas presentan un menor nivel productivo ya que se destinan los suelos de mayor potencial para la agricultura (Soares de Lima et al, 2013).

Se suma a esto, la creciente demanda del mercado cárnico por cortes de calidad con características intrínsecas y extrínsecas distintas a las que se pueden lograr con el sistema extensivo tradicional de producción ganadera.

Para el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA, 2014), los caracteres organolépticos son cada vez más de extrema importancia, ya que el consumidor se ha hecho más exigente y la competencia en el sector se basa mucho en estos caracteres. Esta situación genera la necesidad de una intensificación de los sistemas como así también de investigaciones sobre nuevas herramientas, tecnologías y procesos que apunten a una producción más eficiente, competitiva y que acompañe a los cambios en los escenarios de la ganadería. Lanfranco et al (2004) aseveran que en los últimos tiempos el mercado de la carne en todo el mundo ha tenido cambios sustanciales, debido entre otras cosas a cambios de estilos de vida, cambios en dietas, demandas por otros productos y modificaciones en los hábitos de las sociedades.

Surge como alternativa el encierro de animales jóvenes, el cual posee ventajas frente a la producción ganadera a campo. Pero a su vez los encierros presentan algunos obstáculos como ser el elevado costo y la disponibilidad de los ingredientes de las raciones, fundamentalmente de los granos, lo que lleva muchas veces a que se utilicen raciones formuladas en base a un solo grano como fuente energética, siendo la mayoría de las veces un grano de cultivo de verano que desde el punto de vista nutricional presenta deficiencias en el aporte proteico. Es conocido que las proteínas constituyen una de las principales limitantes en la nutrición de bovinos y en particular durante la etapa de crecimiento inicial. Atendiendo los requerimientos nutricionales del rumen y del animal se obtiene mayor productividad, mejor relación de conversión alimenticia, menor costo por unidad producida y un uso más eficiente de los recursos (Mac Loughlin, 2010). Muchas veces es imprescindible el agregado de un compuesto proteico, generalmente proveniente de la industria aceitera, que asegure esa contribución desde el punto de vista nutricional.

La inclusión en la formulación de raciones en encierros, de granos de cultivo de invierno, que se caracterizan por un mayor aporte proteico,

permitiría la sustitución parcial o total de los subproductos mencionados, lo cual contribuiría a balancear las dietas y a una reducción de los costos.

En los encierros a corral luego de la reposición de animales, la alimentación es el principal costo directo del sistema, por lo que la optimización del costo y balance de los componentes dietarios, resulta clave para definir el resultado económico de la actividad (Pordomingo, 2013), lo que justifica su estudio.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

4.1.1. Producción ganadera en Uruguay

Uruguay es uno de los principales productores cárnicos del mundo y su población presenta alto niveles de consumo per cápita de carne vacuna. Varios logros alcanzados en el correr de los años como fueron la trazabilidad, el sistema electrónico de Información de la industria cárnica, inversión en tecnología, status sanitario y la calidad del producto han potenciado la carne uruguaya a los mercados más exigentes (INAC, 2020).

En el Uruguay el sistema de producción de carne bovina se caracteriza por desarrollarse sobre una base pastoril sustentada principalmente en pasturas naturales. Los sistemas de producción ganadera pueden ser extensivos o intensivos. Los extensivos son aquellos que hacen un uso menos intenso de tecnologías de insumos y de procesos. Se caracterizan por una más amplia utilización del campo natural y mejoramientos extensivos. Dentro de un sistema extensivo se pueden definir subsistemas de producción en base a la orientación productiva de cada predio (cría, recría, invernador o ciclo completo) (INIA, s.f). Los sistemas intensivos

hacen referencia a los sistemas ganaderos que aplican tecnologías de insumos (mejoramientos de campos, verdeos, praderas, suplementos y encierros) y/o tecnologías de procesos (manejo de forrajes, categorías y cargas) con el fin de obtener mejores resultados productivos y un sistema más eficiente (Colombatto y Albornoz, s.f). En este tipo de sistema los subsistemas más utilizados son la recría y el engorde (etapa de finalización). En relación a los rubros productivos según DIEA (2020), el 52 % de los productores ganaderos y agrícola ganaderos se dedican a la cría, el 11 % al ciclo completo, el 10 % son invernadores y un 4 % exclusivamente a la recría. Hay un 3 % actualmente de productores solo con existencia de ovinos y un 20 % sin animales.

Las principales razas utilizadas en Uruguay para la producción de ganado vacuno de carne son: Británicas (Hereford y Aberdeen Angus) totalizando aproximadamente un 80 % del rodeo vacuno de carne, siendo el 20 % restante compuesto por razas continentales y sus cruzas, sumadas a índicas y sintéticas.

En el año 2019 se faenaron 2,14 millones de cabezas vacunas y el porcentaje de extracción fue de un 20 %. El 84 % de la producción de carne vacuna proviene de sistemas extensivos y de 10 a 15 % corresponde al engorde en corrales.

4.1.2. Intensificación de los sistemas ganaderos

La intensificación es un cambio en la relación entre factores primarios de la producción, tierra, capital y trabajo. De modo que implica un cambio estructural que lleva una modificación en la política y en la estrategia de las empresas (Otero et al, 2007).

El Uruguay presenta una producción de biomasa variable, con oscilaciones estacionales en términos de cantidad y calidad, con un déficit en

la oferta de forraje marcadamente invernal (Carámbula, 1991). El potencial productivo forrajero invernal es un elemento determinante para que exista una restricción nutricional de manera "natural" al igual que las contingencias climáticas (Ferrari, 2011).

Estas deficiencias nutricionales traen aparejado bajas ganancias diarias de peso en promedio durante el año, determinando que los animales alcancen el peso de faena con edad avanzada, convirtiéndose en un sistema de producción de baja rentabilidad. Sumado a esto, la creciente competencia en el sector, el precio de la carne y las exigencias de los mercados promueven la intensificación de este sistema (Becoña y Wedderburn, 2010).

Pigurina (2001) plantea la diferencia en recría a campo natural con pérdidas de peso en el invierno (15-25 kg), mejores ganancias de peso en primavera y moderadas ganancias en verano y otoño (Figura 1). La curva de crecimiento en forma de "serrucho" es característica de la recría a campo y es resultado del bajo nivel de alimentación.

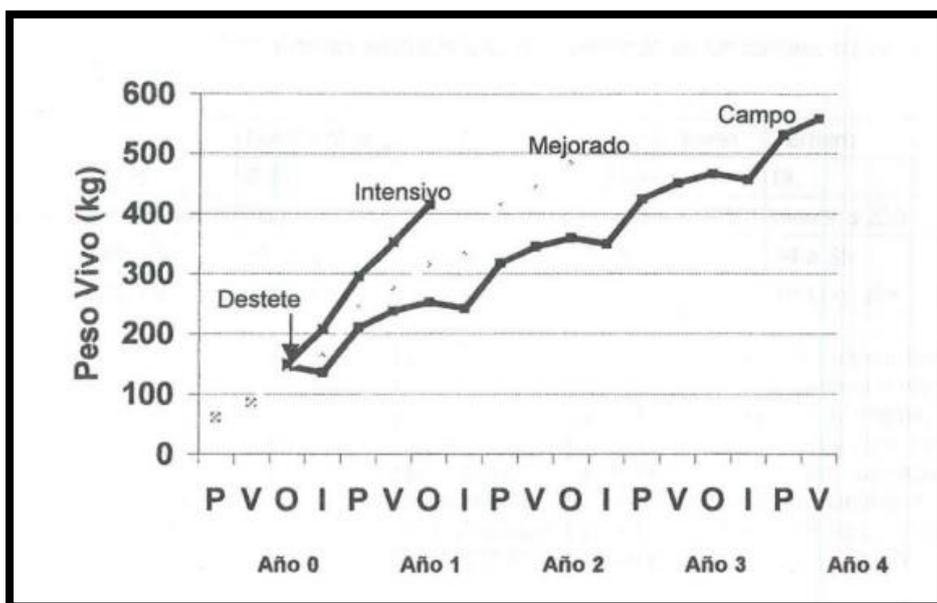


Figura 1. Evolución del peso vivo (kg) de animales en distintos sistemas de producción.
Fuente: Tomado de Pigurina 2001.

Bajo esta óptica, es necesario buscar alternativas de alimentación que permitan levantar esta restricción nutricional, donde el uso de concentrados, ya sea como suplementación o encierro a corral, podrían constituir dos opciones viables (Simeone et al, 2010).

En contrapartida de los sistemas extensivos netamente a campo natural, en el otro extremo tenemos un sistema de producción intensivo basado en el encierro a corral (Banchero et al, 2014).

La intensificación del sistema de producción ganadera, bajo sus distintas denominaciones, feedlot, confinamiento, o engorde a corral, consiste en alimentar animales encerrados en un área restringida y reducida (corral) por un tiempo determinado y con el objetivo de obtener ganancias de peso pre-determinadas, lo que implica ciertamente una restricción de la actividad de pastoreo (Simeone et al, 1996).

El engorde a corral en nuestro país tiene una capacidad de producción de 300.000 a 350.000 vacunos, si la faena es de más de

2 millones, es un poco menos del 20 % de la producción total (Ferrés, citado por Dell’Onte Larrosa, 2020). Los corrales de engorde en Uruguay comenzaron lentamente en el año 1993 en un país que se caracterizaba por la producción de carne a pasto, y hoy el Uruguay está posicionado y es reconocido como país exportador de carne feedlot (Ferrés citado por Antúnez, 2017). Además del mercado interno, Uruguay exporta carne feedlot a varios mercados internacionales y es uno de los proveedores de la cuota 481 de la Unión Europea, la cual tiene como uno de los requisitos principales el encierro a corral (Soares de Lima et al, 2013).

Este sistema altamente intensificado es una alternativa más de producción de carne. En algunos casos es convertir granos a carne, y en otros interesa desde el conjunto del sistema de producción para liberar potreros, eliminar cultivos forrajeros anuales de las rotaciones, incrementar la carga animal del campo, asegurar la terminación y la salida o la edad a faena (Pordomingo, 2004).

Para Colombatto y Albornoz (s.f), el encierro de determinadas categorías durante algún momento del ciclo productivo, aumenta la productividad del sistema y además afirman que los sistemas que incluyen el corral tienen las ventajas de poder mantener altas cargas en los períodos en que el aporte forrajero es insuficiente o con limitantes en cuanto a su calidad y terminar animales con dietas con alta concentración energética, lo que permite maximizar la ganancia de peso (GDP) y la relación de conversión.

Acorde a Santini (2003), los feedlot producen animales homogéneos y con un engrasamiento distinto y cada vez más demandado, lo que permite conseguir mejores precios a la hora de vender los animales, con respecto a los animales terminados a pasto. Este autor alega que la carne producida bajo esta modalidad es de mejor color, más rojizo, más tierna y presenta mayor concentración de grasa intersticial, lo que le da ternura al producto, debido a que los animales crecen a una tasa de ganancia de peso mayor, con una dieta

energéticamente más concentrada. El resultado es un animal terminado más joven.

Para Miranda et al (2013), las principales ventajas de los encierros a corral son la reducida superficie que se necesita para este tipo de sistema de producción, junto a la posibilidad de poder controlar la alimentación y la alta productividad obtenida en un lapso relativamente corto.

Del punto de vista de la eficiencia biológica del proceso de producción de carne, es importante mantener al animal con un óptimo crecimiento a lo largo de las diferentes fases del desarrollo, garantizando de esta forma un menor costo energético por kg de peso producido y la terminación a edades tempranas de los animales (Simeone et al, 2008)

El encierro posibilita asegurar el resultado óptimo de la utilización del grano, comparando con la suplementación a campo que, aun cuando arroje resultados muy buenos en relación de conversión, no garantiza las ganancias logradas en el corral (Ferrari, 2011).

Por otro lado, hay una mayor cantidad de granos y sub-productos agroindustriales en Uruguay, particularmente en zonas tradicionalmente asumidas como “de ganadería extensiva”, debido al aumento de la agricultura (Simeone et al, 2010)

Si bien el encierro a corral es una gran alternativa que surge como sustitución y/o complementación de la alimentación a base de forraje, a su vez este tipo de sistema, tiene su justificación fundamentalmente en determinadas categorías de ganado (Pordomingo et al, 2010).

Intensificar el ritmo de engorde en algunas categorías permite transformarlas rápidamente en categorías de mayor valor, como por ejemplo de terneras a vaquillonas o novillos livianos a novillos más pesados (Otero et al, 2007).

4.1.2.1. Encierro a corral de la recría

La recría es la etapa de desarrollo del animal que va desde el destete hasta el momento del entore en las hembras o el ingreso a la invernada, es decir, a la etapa de engorde en los machos (Montossi, 2020).

La causa del aumento de peso en los vacunos es la retención de energía (RE) en forma de proteínas y grasas en distintos tejidos, lo cual hace que se acumule tejido magro y adiposo. El aumento de peso de los tejidos, es la parte de la energía metabolizable (EM) consumida que no se disipó como calor ($ER = EM - \text{Calor}$) y está retenida en el organismo animal. La producción de calor y la retención de este, son las causas de la ganancia de peso, composición corporal y eficiencia del animal (Di Marco, 2004). En la medida que el vacuno aumenta de peso en el tiempo, la proteína y grasa se acumulan de forma diferencial (Figura 2). En general desde la concepción hasta el destete y continuando en la etapa de recría hay una mayor acumulación de proteínas para que posteriormente, en la etapa de engorde, la grasa se acumule en mayor proporción. Por cada unidad de proteína hay tres de agua, es decir, la proteína representa el 25 % del tejido magro (muscular). Los animales son muy eficientes en convertir alimentos en ganancia de PV cuando son jóvenes. Lo contrario sucede durante el período de engorde (acumulación de grasa) dado que se requiere más kg de alimento por kg de peso ganado. A su vez, a medida que los bovinos aumentan de peso los requerimientos nutricionales son mayores, dado que se relacionan estos con el PV (Veneciano y Frasinelli, 2014).

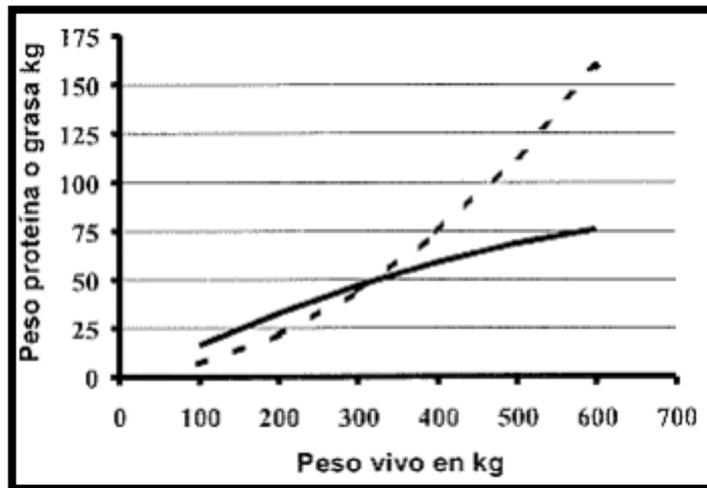


Figura 2. Peso de proteína y de grasa a medida que el animal aumenta de peso.
Nota: Línea punteada corresponde a la grasa y la línea continua a proteína.
Fuente: Owens et al, citado por Di Marco 2004.

Di Marco citado por Pordomingo (2013), asegura que en las categorías de menor peso en comparación con animales de mayor peso, la relación de conversión de alimento por kg de peso ganado es mayor (Figura 3) debido a que se destina una mayor proporción de nutrientes para crecimiento y en menor medida al mantenimiento. En categorías de menor PV, el efecto del mantenimiento de toda la masa corporal es menor, por lo que se puede destinar mayor cantidad de energía consumida al crecimiento y deposición de grasa. A su vez, la composición de la ganancia es de mayor proporción de músculo, hueso y agua que grasa, comparados con animales de mayor edad y peso. Para Pigurina citado por Cibils et al (1997) la recría es la etapa de crecimiento de los animales; restricciones nutricionales severas en este período, afectan el tamaño final del animal adulto. Para este mismo autor las restricciones sobre todo de proteínas son muy frecuentes en el sistema de producción tradicional.

Según Pordomingo (2013), en el engorde de bovinos de carne en confinamiento con alimentación a base de granos las categorías jóvenes, terneros y novillos de hasta 300 kg aproximadamente comparativamente son las más rentables, debido a que, en categorías de terminación, la deposición

de grasa es mayor, por lo que la ganancia es energéticamente “más cara” y se necesita más alimento para aumentar una unidad de peso.

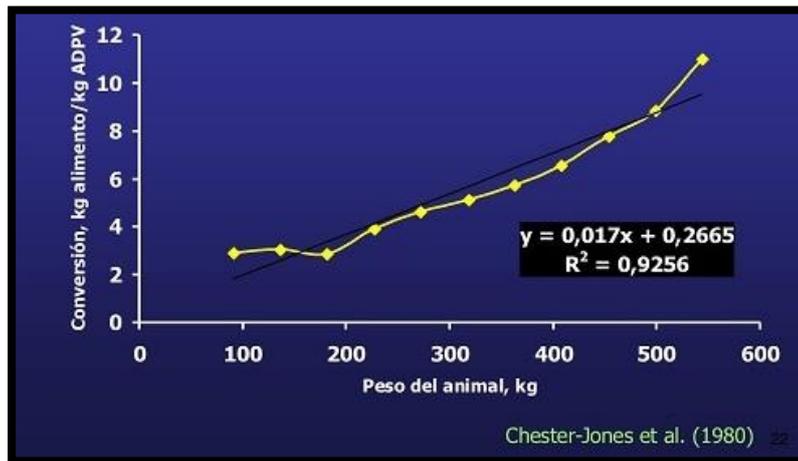


Figura 3. Gráfica representativa de la conversión de kg de alimento a medida que aumenta el peso (kg) del ganado vacuno.

Fuente: Tomado de Colombatto 2012.

En un alto porcentaje de los predios ganaderos de nuestro país, la recría de machos y hembras es postergada frente a categorías de engorde. El primer y segundo invierno son los momentos más críticos de la recría ya que las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad de las pasturas del campo natural en esta etapa causan efectos difíciles de revertir, lo que afecta el comportamiento reproductivo y/o productivo de los animales durante toda su vida (Montossi, 2020).

Esta categoría es muy sensible a una buena o mala alimentación, lo cual determinará su productividad a mediano y largo plazo. Para Llovet et al (2019) la ganancia de peso durante la recría temprana es determinante de la edad de faena, pudiendo incidir en atributos de calidad de la canal y en su precio final.

Baldi et al (2010), aseveran que el encierro en corrales de la categoría de recría, tiene como ventajas además de lo mencionado anteriormente, el

destinar áreas a otras actividades o categorías y acortar el ciclo productivo, según el resultado de una investigación llevada a cabo por estos autores, consistente en evaluar el impacto de diferentes manejos nutricionales durante las etapas de recría y engorde (terminación) en animales de la raza Hereford y su efecto sobre la evolución de peso, deposición de tejidos, relación de conversión y características del producto final. Los animales recriados exclusivamente a corral obtuvieron mejores resultados en la etapa de terminación (mejor relación de conversión, mayor ganancia de PV) así como también mejores valores en el producto final (mayor área de ojo de bife, mayor peso de la canal caliente, mayor espesor de la grasa, mayor presencia de grasa intramuscular), tanto para una terminación de los animales a corral como a pasturas que animales recriados a pasturas y finalizados a corral o pastura.

Varalla (2015) comenta que hace ya unos años se han insertado en los sistemas de producción del Uruguay los corrales de recría como alternativa para mantener una baja carga invernal en los sistemas y obtener un aprovechamiento más eficiente del forraje que se produce en la primavera. A su vez, ratifica que da como resultado tener un animal bien recriado, con buen peso en el momento previo a la explosión del forraje primaveral. Si bien la recría a corral se puede realizar en cualquier momento del año, las ventajas derivadas sobre el sistema se evidencian si se realiza en otoño y/o invierno (Elizalde y Ceconi, citado por Ceconi et al, 2010).

El recriar animales de una forma más eficiente, determina, una reducción en la edad de faena (Figura 4) y por lo tanto un aumento en la eficiencia de producción, que se refleja en el mediano plazo en un mejor resultado económico del sistema. Como la terminación es un proceso "caro", hay que hacer énfasis en la etapa donde el vacuno consume menos kilos de alimento para lograr un kilo de carne. Esto hace que sea cada vez más importante la eficiencia en el proceso de recría (Ferrari, 2011).

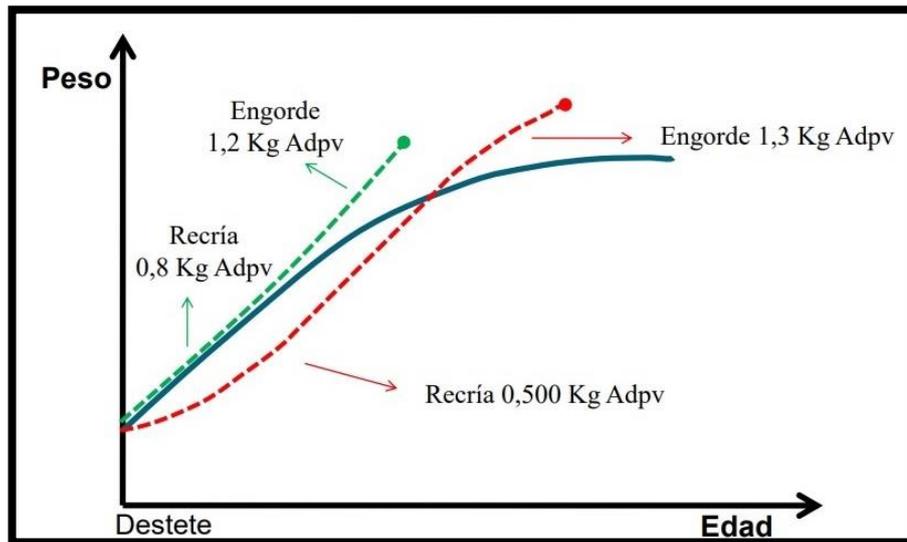


Figura 4. Curvas de crecimiento con distinto manejo nutricional de la recría.

Fuente: Tomado de Sánchez 2017.

En la búsqueda de mayor eficiencia en estos sistemas productivos, cada vez son más importantes los estudios que brinden información científica acerca de diferentes estrategias de alimentación a base de granos y sobre todo estudios enfocados a la optimización de los nutrientes en este tipo de dietas, su correcta formulación y uso para lograr una eficiente producción.

4.2. DIETAS EN LOS ENCIERROS A CORRAL

Las raciones para encierros a corral están compuestas por diferentes fracciones, la energética, generalmente aportada por granos, y contienen menos de 20 % de proteína bruta en la materia, la fracción proteica que contienen más del 20 % de proteína bruta en base seca, entre los cuales se incluyen los derivados de la industria como las harinas y expellers de soja y girasol así como también los suplementos de nitrógeno no proteico (NNP) como la urea (Simeone et al, 1996). La fracción fibra; uno de los problemas en la alimentación a base de granos es la acidosis la cual ocurre si no se incluyen fuentes de fibra que estimulen la rumia. Kreikemeier et al, citado por

Pordomingo (2013) afirman que el principal objetivo de la fibra en estos casos es el de reducir la tasa de consumo y promover la rumia, la salivación y la consecuente producción de buffer ruminal para disminuir el riesgo de acidosis.

El Complejo vitamínico-mineral; las vitaminas A, D y E no son sintetizadas por los microorganismos del rumen por lo cual, deben ser aportadas en las dietas consumida por los rumiantes. Pordomingo (2013), afirma que para garantizar la conversión de alimento a carne en estos planteos no debe obviarse o subestimarse el rol de este suplemento para evitar carencias y deterioro de la conversión.

Los aditivos, los cuales pertenecen a diferentes categorías: los antibióticos (se incluyen los ionóforos como la monensina y lasalocid), probióticos (microbios vivos que benefician a los animales hospedadores mejorando el equilibrio microbiano intestinal) y prebióticos (sustancias que modifican el equilibrio de la población de la microflora estimulando el crecimiento de bacterias beneficiosas y como consecuencia, proporcionando un medio ambiente intestinal más sano) (Mc Donald et al, 2006).

Sumado a lo anterior, a la hora de formular una dieta de encierro a corral de deben contemplar los requerimientos desde el punto de vista animal, de energía metabolizable total (EM total), proteína metabolizable total (PM total), minerales y vitamínicos acorde al PV, ganancia de peso esperada y estimación del consumo. Del alimento, disponibilidad de los mismos, % de materia seca (MS), contenido de EM / kg MS, % de proteína bruta (PB), % proteína degradable en el rumen (PDR), % de proteína no degradable en el rumen (PNDR), % de fibra detergente neutra (FDN) y % de fibra detergente ácida (FDA), adicionalmente el precio (Pordomingo, 2013).

Los requerimientos de los animales varían de acuerdo al peso y los objetivos planteados de ganancia diaria. La ganancia de peso está compuesta por cantidades variables de proteína y grasa. Las diferencias en cuanto a la proporción de un tejido u otro están dadas fundamentalmente por el tamaño

estructural, el peso de los animales, la alimentación previa y el nivel de ganancia diaria. El objetivo de ganancia diaria de peso para los animales se debe determinar en función del biotipo y objetivos de crecimiento tisular. Maximizando la relación de conversión y potencial de ganancia de peso que poseen los animales jóvenes durante la etapa de crecimiento (recría), promoviendo la retención de proteínas (tejido muscular), sin propiciar una temprana deposición de tejido graso, por lograr altas tasas de ganancia de peso. Contrariamente al encierro para terminación, en el cual el animal debe alcanzar el grado de engrasamiento requerido para obtener la terminación adecuada, en relación a los requerimientos de la industria frigorífica. Por lo tanto, se debe proporcionar al animal una dieta totalmente distinta a la requerida en la etapa de engorde logrando una ganancia no mayor a los 750 g a 900 g por día (Ferrari, 2011).

La elección del tipo de grano a utilizar es de suma importancia a los fines de armonizar (equilibrar) la disponibilidad de energía y proteína a nivel de rumen (Gagliostro, 2005). Los granos de cereales son esencialmente concentrados energéticos cuyo componente fundamental de la materia seca es el almidón (Herrera-Saldana et al, 1990).

Un parámetro importante a tener en cuenta a la hora de la elección de una adecuada ración es la degradabilidad y digestibilidad que poseen los distintos granos. Los granos de cereales tienen un comportamiento diferente en cuanto a su degradabilidad en el rumen y su post digestibilidad. Esto se debe a sus diferentes estructuras, composiciones y a los distintos tipos de almidones que poseen (Pordomingo, 2013). La fermentación ruminal es el proceso fundamental para generar la energía necesaria para el crecimiento y engorde (Owens et al, citado por Pordomingo 2013).

Dependiendo del tipo de grano seleccionado para ser incorporado a una ración y su procesamiento, la velocidad e intensidad de digestión del

almidón en el rumen varía significativamente y esto puede tener efectos en la producción de carne (Gagliostro, 2005).

Morgan y Campling (1978) y Phillippeau et al (1999) aseguran que el grano de menor tasa de degradación en el rumen es el sorgo y a su vez el de mayor escape a la fermentación ruminal, seguido por el maíz y en menor medida la avena, cebada y trigo, los cuales contienen almidones de mayor degradabilidad ruminal (Tabla 1). Herrera-Saldana et al (1990) afirman que los granos de trigo y cebada poseen un almidón de mayor degradabilidad ruminal que el sorgo y el maíz.

Tabla 1. Utilización digestiva del almidón de granos de cereales en rumiante (TGI = tracto gastrointestinal)

	Rumen		Intestino	Total TGI
	Desaparece	No desaparece	Desaparece	Desaparece
	%			
Sorgo	64	36	63	87
Maíz	76	24	66-80	92-95
Trigo	89	11	85	98
Cebada	87	13	73	96
Avena	92	8	76	98

Fuente: Adaptado de curso Nutrición Animal Fagro 2012

Cabe señalar que como se observa en la tabla anterior (Tabla 1), los granos de menor degradación en el rumen presentan menor digestibilidad total del almidón en todo el tracto digestivo.

Los almidones cuya degradabilidad en el rumen es menor, como el caso del grano de sorgo, reducen el consumo total de MS. La capacidad de

absorción total y el consumo de energía podría mejorarse utilizando mezclas de granos con propiedades digestivas diferentes (cebada-maíz, maíz seco-húmedo) (Gagliostro, s.f).

La degradabilidad ruminal de los granos está relacionada con el tipo de endosperma que contenga el almidón. Los de invierno (cebada, avena y trigo) poseen almidón de alta degradabilidad en el rumen debido al mayor porcentaje de endosperma harinoso a diferencia de los granos de verano (maíz y sorgo) que son de baja degradabilidad, debido a la mayor presencia del endosperma córneo el cual contiene gránulos de almidón rodeados por una matriz proteica densa y continua que los hacen duros y resistentes a la acción de los microorganismos ruminales (Aello, 2019). El sorgo y el maíz tienen una estructura proteica entre gránulos que impide la rápida exposición al líquido del rumen y retrasa el ataque microbiano (Rooney y Plugfelder, citado por Pordomingo, 2013). Para Gagliostro (2005) el maíz y el sorgo presentan un 72 % de contenido de almidón y la cebada se encuentra en rangos de 57 % y 58 %. El mismo autor afirma que los granos de cereales forrajeros están sometidos a una constante fermentación en el rumen y la cantidad de almidón que es digerida en el rumen suele variar entre un 50 a un 94 % dependiendo del tipo de grano de cereal utilizado y de su procesamiento. Hay distintos tipos de procesados, dentro de los cuales los más utilizados son: quebrado, aplastado, molido, ensilado con alto contenido de humedad y rolado. El efecto buscado con el procesamiento de los granos es la alteración del sitio de digestión del almidón, intestino-rumen y a su vez aumentar el porcentaje digerido en ambos sitios (Montiel y Elizalde, 2004). La utilización del almidón por parte de los microorganismos ruminales, esto es, mayor disponibilidad de energía para los microorganismos, puede mejorarse notablemente a través de un procesado adecuado, fundamentalmente con un tratamiento que disminuya el tamaño de las partículas de los granos como el quebrado y la molienda (Baldi et al, 2008). Para una máxima digestión del almidón, los cereales de maíz y sorgo deben ser procesados con mayor

intensidad (molido, quebrado), para cebada y trigo poco procesamiento es requerido (pisado) para aumentar la degradación microbiana del almidón en el rumen (Corona y Mendoza, 2017).

Esto concuerda con lo afirmado por Montiel y Elizalde, 2004, los cuales establecen que los granos de sorgo contienen un almidón menos accesible a la degradación enzimática de los microorganismos ruminales respecto a otros granos, por lo cual, es un grano que debe ser sometido a un procesamiento para mejorar la eficiencia de utilización del mismo y la magnitud de respuesta de este grano al procesamiento es mayor que en los granos de cebada. A su vez Gagliotro (2005) asevera que varios trabajos de investigación han demostrado que el almidón contenido en diferentes materias primas se degrada a nivel ruminal con distinta intensidad y velocidad (Figura 5).

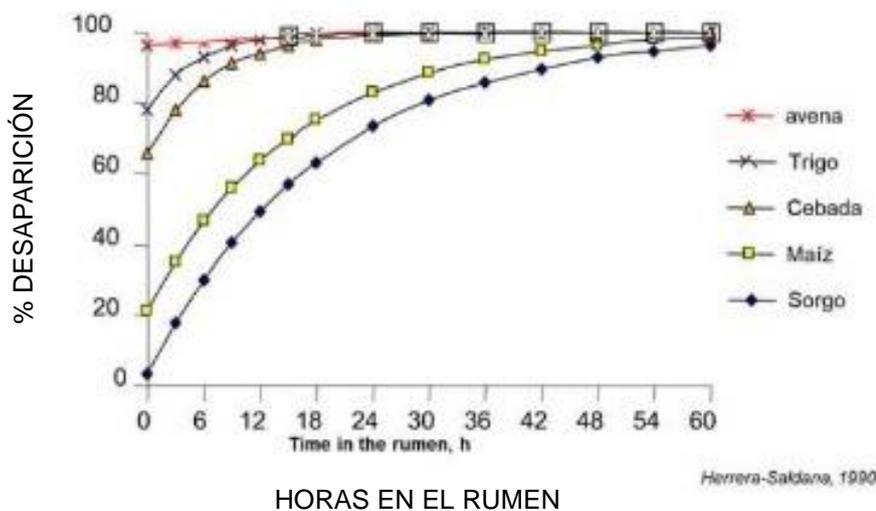


Figura 5. Porcentaje de desaparición en horas del almidón de distintos granos en el rumen.
Fuente: Adaptado de Herrera-Saldana et al 1990.

La figura 5 es una gráfica realizada por Herrera-Saldana et al (1990) a partir de los resultados de un ensayo in situ sobre la degradación del almidón en el rumen. El gráfico muestra el porcentaje de degradación del almidón de los distintos granos más utilizados en dietas de corral a medida que pasan las

horas luego del suministro de los mismos a los animales. Se observa que el sorgo es de degradación más lenta y sostenida en el tiempo y la cebada en cambio presentó un porcentaje de degradación mayor en menos tiempo. Los autores sostienen que el conocer el comportamiento de los distintos granos en el rumen permitiría combinarlos de acuerdo a su distinta velocidad de degradación, teniendo en cuenta además su mayor aporte proteico (como es el caso de los granos de trigo, cebada y avena); junto a suplementos proteicos podría ser una herramienta de gran ayuda a la hora de pensar en una ración para mejorar la eficiencia de utilización de nutrientes y por consiguiente mejorar el rendimiento animal.

4.3. TRASTORNOS METABÓLICOS OCASIONADOS POR EL CONSUMO DE DIETAS DE ALTA CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA

La alimentación con concentrados puede ser un factor de riesgo para que se produzcan desordenes digestivos que no siendo infecciosos, pueden traducirse en pérdidas productivas por disminución de la relación de conversión, o directamente por muerte de animales (Miranda et al, 2013). Dentro de estos desordenes digestivos la acidosis ruminal es el trastorno que más problemas causa.

La acidosis es el resultado del desbalance en el rumen que surge por una ingesta alta en hidratos de carbono y de almidón de fácil digestión. Un consumo elevado por parte de los animales de concentrados de rápida degradación provoca una marcada proliferación de los organismos que fermentan el almidón (flora amilolítica), lo que resulta en una producción de grandes cantidades de AGV. Estas altas concentraciones de AGV intraruminales producidas traen como consecuencia directa una baja del pH y lastima o erosiona la superficie de absorción (las paredes del rumen), al ser menos eficiente la absorción, el pH desciende más aún. También aumenta la carga de ácido láctico y esto reduce la motilidad del rumen. Otro factor que provoca una baja del pH ruminal es el déficit de saliva causado por una menor

rumia debido a la carencia de fibra en el alimento. El descenso del pH por debajo de los valores normales (6.0), desencadena una serie sucesiva de eventos que pueden culminar con la muerte de los animales afectados (Sienra, s.f).

Un estudio realizado por Banchemo et al (2014), que consistió en el relevamiento de datos de 71 encierros a corral en el Uruguay, indica que el porcentaje de mortandad de los animales en los encierros es de 0,41 % a 1 % y en la casuística de causas la encabeza la acidosis con un 34,3 % seguido por problemas podales (27,4 %), clostridiosis (25,7 %), urolitiasis (22 %) y problemas respiratorios (10 %).

4.4. EL EFECTO ASOCIATIVO DE GRANOS

La mezcla de granos genera mejor conversión de alimento a aumento de peso (Fulton et al, 1979; Kreikemeier et al, 1987; Stock et al, 1987; Gross et al, 1988). Los motivos se centran en los efectos de la mezcla de almidones de diferentes tasas de degradabilidad en el rumen y fracciones pasantes hacia el tracto inferior, la complementariedad de la composición de la fracción proteica de los granos y los efectos de la palatabilidad y textura de la dieta (Pordomingo, 2013).

Según el trabajo realizado por Pordomingo et al, citado por Pordomingo (2010) que consistió en la comparación de tres tratamientos, dos con un solo grano y un tercero con mezcla de dos granos, concluyó que el tratamiento con mezcla de granos obtuvo un mayor aumento diario de peso y un mayor aumento de PV al final de trabajo. Además de esto, con la utilización de raciones con más de un grano se obtiene la ventaja de poder obtener dietas isoproteicas e isoenergéticas de menores costos ya que se reduce la utilización de componentes proteicos los cuales tienen un elevado costo.

Stock et al, citado por Mendoza et al (2018) concluyeron que los efectos de una alimentación *ad libitum* de raciones de maíz con alto contenido

de humedad con sorgo seco rolado sobre novillos en finalización alimentados con esta mezcla de sorgo seco y maíz húmedo, fueron más eficientes que aquellos alimentados con cada grano por separado (efectos cuadráticos, $P < 0,05$).

Otro estudio sin embargo arrojó resultados casi nulos en mezcla de granos como fue el estudio de Teeter et al, citado por Mendoza et al (2018) en el cual no encontraron diferencia en novillos alimentados con una combinación de 50 % de maíz seco rolado y 50 % de maíz con alto contenido de humedad. Sindt et al, citado por Mendoza (2018) utilizaron en su investigación esta misma mezcla (maíz húmedo y maíz seco) en diferentes proporciones y en este caso sí obtuvo un resultado positivo en los novillos con dieta mezcla de granos. Para Gagliostro (2005) los granos de cebada contienen un almidón que es utilizado en un 93,6 % en el rumen y a una velocidad (32,2 % / hora post-suplementación) y los granos de sorgo solo un 52 % de su almidón estará disponible a nivel de rumen y a una velocidad de digestión mucho menor (4,4 % por hora) lo que significa 7,3 veces más lenta que la cebada.

Pordomingo et al, citado por Pordomingo 2010, compararon una ración mezcla de maíz aplastado (54 %) y cebada aplastada (37 %) y una segunda ración en base a un solo granos maíz aplastado. Las diferencias fueron, 12 kg de PV más para la ración con combinación de granos, 98 g más de ganancia diaria y una relación de conversión menor que la ración que contenía un solo grano; una diferencia, aunque baja, a favor de la ración mezcla.

Siguiendo en la misma línea, un trabajo presentado por Kviatkovski, (2010), el cual consistía en el seguimiento de un encierro a corral en la provincia de Chaco, Argentina, por un total de 78 días durante el invierno, en el cual se utilizaron 48 terneros alimentados con una ración en base a combinación de granos de maíz quebrado y sorgo molido, concluye que el

encierro en corral de esta categoría durante el invierno y alimentados con raciones combinando granos se obtienen resultados productivos positivos.

Mendoza et al (2018), presentó una recopilación de trabajos en los cuales se comparaban raciones con efectos asociativos de granos en encierros a corral como el de Stock (1998), en Nebraska, Estados Unidos, en donde se utilizaron tratamientos con distintas combinaciones de granos y en diferentes proporciones. Un ensayo fue con una dieta compuesta por maíz con alto contenido de humedad y sorgo seco rolado en distintas proporciones (T1 = 100:0; T2 = 75:25; T3 = 50:50; T4 = 0:100), la ganancia diaria fue superior a medida que se aumentaba el efecto asociativo de granos en la dieta, también el resultado de la relación de conversión mejoró a medida que se igualaban las proporciones de granos. Otra dieta estudiada por el mismo autor fue en base a la combinación de maíz rolado y trigo rolado donde los resultados promedio también fueron superiores para la variable ganancia diaria (1,30 kg vs. 1,25 kg) y menores para relación de conversión (6,8 kg vs. 7,14 kg) en los tratamientos donde se logró un efecto asociativo de los granos que en los tratamientos cuya composición base fue de un solo grano.

Leibovich et al (2009) en Texas, Estados Unidos, concluyeron que la mezcla de granos de maíz termoprocesados, granos de maíz rolados con grano de sorgo húmedo proveniente de destilería en dietas de feedlot se pueden mejorar hasta en un 20 % más los resultados productivos.

Uno de los desórdenes nutricionales más importante de los encierros a corral es la acidosis, la cual está causada por una rápida producción y absorción de ácidos a través de las paredes del rumen cuando los animales consumen demasiados granos con alto contenido de almidón o azúcares en un corto período (Camps y González, 2002). Lanzas, citado por Mendoza et al (2018), establece que las combinaciones de granos de trigo, con otros granos producen mejores resultados como la reducción de acidosis subaguda

debido a la dilución del grano de trigo con granos de menor fermentabilidad y a la presencia de efectos asociativos.

Mendoza et al, citado por Mendoza et al (2018) concluyeron luego de hacer algunos ensayos que la combinación de maíz con altos contenidos de humedad y sorgo seco rolado, incrementaron la población de protozoarios y otro estudio de los mismos autores demostró que los protozoarios reducían la tasa de digestión del almidón en el rumen, es decir, que ciertas combinaciones permiten condiciones ruminales que estimulan la población de protozoarios y que éstos a su vez reducen la cantidad de almidón digerido en el rumen y la producción total de ácidos orgánicos, aumentando así la digestión del almidón en el intestino delgado y subsecuentemente, disminuye la acidosis subaguda.

Sin embargo, no se dispone de información nacional de trabajos comparativos usando raciones formuladas sobre la base de un solo grano en relación a otras utilizando dos o más granos con diferente tasa de degradabilidad asociado a los resultados productivos.

5. HIPÓTESIS

Ho: La utilización de la combinación de dos granos en la alimentación de novillos durante la etapa de recría en sistema de confinamiento, NO mejora la ganancia diaria y la relación de conversión con respecto a la alimentación en base a un solo grano.

Ha: La utilización de la combinación de dos granos en la alimentación de novillos durante la etapa de recría en sistema de confinamiento, mejora la ganancia diaria y la relación de conversión con respecto a la alimentación en base a un solo grano.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño productivo de novillos Hereford durante la etapa de recría en sistema de alimentación en confinamiento, comparando dos tratamientos con raciones formuladas en base a un solo grano y la mezcla de dos granos.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico 1: Evaluar la ganancia de peso vivo diaria en novillos Hereford durante la etapa de recría en sistema de alimentación en confinamiento, alimentados en base a un solo grano (sorgo) y la mezcla de dos granos (sorgo y cebada).

Objetivo específico 2: Medir la cantidad de kg ganados en novillos Hereford durante la etapa de recría en sistema de alimentación en confinamiento a nivel de lote en base a un solo grano (sorgo) y la mezcla de dos granos (sorgo y cebada).

Objetivo específico 3: Estimar la relación de conversión a nivel de lote de novillos Hereford durante la etapa de recría en sistema de alimentación en confinamiento en base a un solo grano (sorgo) y la mezcla de dos granos (sorgo y cebada).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de la Empresa, ubicado en el departamento de Canelones, Uruguay, ruta 62, km 55,5, latitud -34.444467°, longitud -56.315384°, altitud 41 metros, a 10 km de la ciudad de Canelones, Uruguay, seccional 1° del mismo departamento.

7.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se compararon dos tratamientos, T1, Ración mezcla de dos granos (Sorgo más Cebada) y T2 Ración sobre la base de un solo grano (Sorgo), raciones isoproteicas e isoenergéticas, correspondiendo 15 animales al T1 y 15 animales al T2.

Se utilizaron 30 terneros de la raza Hereford de 224 (+/-16) kg de PV, nacidos en la primavera del 2017, 18 meses de edad, provenientes del mismo origen, con el mismo manejo y de la misma línea genética. Los 30 animales fueron adjudicados a dos tratamientos y tres repeticiones por tratamiento con 5 animales cada uno, seleccionados completamente al azar (Tabla 2). La asignación de alimento fue de un 3 % del PV. El trabajo de campo tuvo una duración de 98 días desde del 20 de junio hasta el 28 de setiembre del 2019.

Tabla 2. Ordenamiento al azar de los tratamientos

N° Corral	Tratamiento	Cantidad Animales (n)
1	T1	5
2	T2	5
3	T2	5
4	T1	5
5	T2	5
6	T1	5

Se asignaron 6 corrales con una superficie de 25 m² por animal, en un lugar localizado estratégicamente (ver anexo 1), con adecuada pendiente, para reducir la anegación y formación de barro, a su vez, se le realizó una canaleta de desagüe a cada uno de los corrales. Se utilizaron comederos fabricados de medias tarrinas plásticas, asegurando un frente de comedero de 72 cm animal; medida superior al mínimo recomendado por Pordomingo (2013). Se instaló un bebedero con boya cada 2 corrales. La instalación de los bebederos fue en los extremos opuestos a la ubicación de los comederos para evitar la contaminación del agua con ración. Los 6 corrales fueron armados dentro de otro corral de mayores dimensiones para la contención de los animales frente a un posible escape de su respectivo corral. Se dejaron dos corrales sobre los costados, de igual tamaño que los otros, como corrales de reserva o para tratamientos sanitarios. Si bien Pordomingo (2013) asegura que en encierres a corral temporarios o de pequeña escala, el diseño de la distribución de las instalaciones es de escasa relevancia, en este ensayo se trató de respetar todo lo recomendado por la bibliografía sobre las instalaciones en este tipo de sistemas, para asegurar tanto un adecuado

desarrollo del ensayo como también contemplar en la mayor medida posible el bienestar animal así como la facilidad y seguridad de las personas.

7.3. FORMULACIÓN DE LAS RACIONES

Las dietas de ambos tratamientos fueron formuladas a través del método de cuadrado de Pearson, que determina los porcentajes de cada uno de los ingredientes que componen las dietas que se utilizaron. Contemplando cubrir todos los requerimientos nutricionales de los animales para obtener la ganancia de peso esperada.

Primeramente se estimaron en base a fórmulas de cálculo los requerimientos EM y en base a tablas del NRC del año 1984 los requerimientos proteicos (PC).

$$\text{Metabolismo de Ayuno} = 250^{0,75} \times 77 \text{ kcal} = 4841 \text{ kcal} / 1000 = 4.841 \text{ Mcal EM}$$

A los efectos de los cálculos de requerimiento de energía metabolizable se partió del cálculo del metabolismo de ayuno (que es el valor de pérdida de calor que el animal desprende en condiciones de ayuno). Se tomó como referencia un peso promedio de 250 kg, considerando el peso inicial de 224 kg promedio y un peso final estimado de 300 kg.

$$\text{EMm} = \text{Metabolismo de Ayuno} / km$$
$$\text{EMm} = \text{Energía metabolizable de mantenimiento}$$
$$km = \text{valor de la Eficiencia de utilización de la EM para Mantenimiento}$$

$$\text{EMm} = (4,841 / 0,666 = 7,27 \text{ Mcal})$$

La eficiencia de utilización de energía metabolizable para Mantenimiento (k_m) se obtiene de tablas del NRC, 1984. Siendo en función de la concentración energética de la ración utilizada en el ensayo un valor de 66,6 % (0,666).

A este valor de EMm se le sumó el costo de actividad (C.A), que hace referencia al gasto de energía de los animales dentro de los corrales. En este caso se estimó el 9 % de la EM, que es el mínimo valor que se debe utilizar en estas condiciones de manejo de los animales en encierro.

$$\text{EMm operativo} + \text{C.A} = 7,27 + 0,654 = 7,92 \text{ Mcal}$$

Al valor obtenido de EMm operativo se le sumó el valor de energía metabolizable de ganancia (EMg). Para este caso se le presupuestó una ganancia de 0,8 kg / día.

$$\text{EMg} = 2,45 \text{ Mcal EN (Tabla NRC, 1996) Energía Neta retenida para ese PV y ganancia de peso / Eficiencia de Utilización para la Ganancia de Peso Tabla NRC, 1984 (0,439 = 5,58 Mcal EMg)}$$

$$\text{EM total} = \text{EMm} + \text{C.A} + \text{EMg}$$

$$(5,58 + 7,92 = 13,5 \text{ EM total por día}).$$

La energía total requerida por los animales por día fue de 13,5 Mcal.

C.A = Costo de Actividad

Sobre la base de los cálculos de requerimientos y de la composición nutricional de los distintos alimentos (ver anexo 2) se determinó la cantidad de cada componente a incorporar mediante el método de cuadrado de Pearson.

7.3.1. Composición de las raciones utilizadas

Las raciones formuladas para cada tratamiento constaban de 4 componentes principales. El concentrado energético (sorgo y cebada), el concentrado proteico (expeller de soja), la fibra (cáscara de arroz) y el complejo vitamínico-mineral junto a los aditivos para el control de acidosis (monensina).

En el T1 (Tabla 3) se incluyó además del sorgo la cebada, la cual tiene mayor y más rápida degradabilidad ruminal. La inclusión de cebada con mayores niveles de proteína que los granos de cereales de cultivos de verano como el sorgo, permite reducir la necesidad de fuentes proteicas adicionales por lo que el porcentaje de expeller de soja incluido en este tratamiento es menor que en el T2.

Desde el inicio del ensayo (20 de junio de 2019) hasta el 24 de agosto de 2019, se utilizó como fuente de fibra cáscara de arroz. Debido a que los animales presentaron un cuadro de acidosis, a partir de esta fecha se decidió sustituir en ambas dietas la fuente de fibra original por fardo picado. Con esta decisión lo que se buscó fue incorporar a los tratamientos una fibra más larga, es decir, fibra físicamente efectiva, para estimular la rumia, la masticación y por lo tanto estimular la producción de saliva la cual contiene sustancias buffer que regulan el pH del rumen. Se utilizaron fardos de mezcla de forrajes y algunos de alfalfa, picados en máquina diseñada para esta función y se incluyó en las raciones en el mismo porcentaje que se incluyó la cáscara de arroz, se mantuvo el mismo porcentaje de fibra en las dietas durante todo el ensayo.

En el T2 (Tabla 3) fue a base de sorgo y no se incluyó la cebada por lo que se aumentó el porcentaje de expeller de soja como fuente proteica.

Tabla 3. Composición de los tratamientos

Componente	T1			T2		
	En base seca (%)	PB (%)	EM Mcal / kg MS	En base seca (%)	PB (%)	EM Mcal / kg MS
Sorgo	32	2,56	1,14	47,45	3,8	1,7
Cebada	18	1,97	0,60	-	-	-
Expeller Soja	19	9,5	0,53	20,38	10,2	0,6
Cáscara de arroz	30	0	0,39	32,17	0	0,43
Optigen	0,58	1,48	0	0,58	1,48	0
Total	100	15,5	2,7	100	15,5	2,7

En ambas dietas se incluyó urea recubierta Optigen® la cual fue aportada por el laboratorio Biotech® Uruguay, con el objetivo de elevar el porcentaje de proteína bruta. La urea recubierta Optigen® es una fuente de nitrógeno no proteico (NNP) diseñada para liberar el NNP en el rumen en forma continuada permitiendo optimizar la producción de proteína bacteriana y la sincronización del uso de los nutrientes. La misma, se compone de un total de 256 % de proteína cruda en base seca (Beraza et al, 2010). Para Pordomingo (2010), la urea es una fuente de nitrógeno utilizada con frecuencia en los encierros a corral para promover la producción de proteína ruminal y reducir la cantidad de harinas proteicas en las dietas.

Niveles de 1 % a 1,2 % de urea son considerados el límite superior de inclusión de urea en dietas de feedlot sin riesgo de intoxicación amoniacal.

En dietas de encierros a corral el grano es el componente mayoritario, donde excede el 65 % del total. El oferente proteico (expellers de girasol o de soja) participa en el mínimo necesario para aportar la proteína que la categoría requiere (Pordomingo, 2004).

Es fundamental en esta categoría controlar el nivel proteico de la dieta para no caer por debajo del 15 % de proteína bruta y mantener la oferta de nitrógeno no proteico (ej. proveniente de urea) por debajo de un tercio del total del nitrógeno ofrecido.

Se incluyeron 7 g por animal por día de complementos vitamínicos-minerales (SportVitam ®) (Tabla 5) y 2mg / kg P.V de monensina (Rumensin ®) como ionóforo en ambos tratamientos.

Tabla 4. Composición del núcleo vitamínico y mineral

Componente	Valor cada 100 g
VITAMINA A	2.000.000 UI
VITAMINA D 3	400.000 UI
VITAMINA E	1000 UI
VITAMINA B1	2000 mg
VITAMINA B2	2000 mg
VITAMINA B6	200 mg
VITAMINA B12	800 mg
NICOTINAMIDA	4000 mg
PANTOTENATO DE CALCIO	1000 mg
HIERRO	1000 mg
COBRE	240 mg
MAGNESIO	480 mg
MANGANESO	140 mg
CALCIO	85.000 mg
FÓSFORO	82.000 mg
ZINC	500 mg
CLORURO DE SODIO	20.000 mg

7.3.2. Procesado de los granos utilizados en los tratamientos

7.3.2.1. Sorgo

La intensidad de procesamiento del sorgo utilizado en el ensayo fue de molido fino para favorecer la degradación a nivel ruminal.

7.3.2.2. Cebada

El grado de procesamiento para el caso de la cebada fue de grano aplastado lo cual es suficiente para favorecer la utilización del almidón por parte de los microorganismos ruminales, dadas las características intrínsecas de los cereales de invierno.

7.3.3. Elaboración de las raciones en el predio

Todos los componentes para la realización de las dietas (sorgo, cebada, expeller de soja, cáscara de arroz, vitaminas y minerales) fueron adquiridos al comienzo del ensayo por única vez, asegurándose así utilizar durante todo el experimento los mismos materiales, con la misma calidad y procedencia.

Previo a la elaboración de las dietas se realizaba un estimativo de la cantidad de alimento a utilizarse en una semana para tener siempre alimento en stock. Se pesaban las cantidades correspondientes de los componentes a utilizar por tratamiento y se procedía al mezclado de los mismos en un mixer.

7.4. REALIZACIÓN DEL ENSAYO

7.4.1. Ingreso de los animales al predio

Previo al traslado de los animales al predio experimental de la FCA, se efectuó una revisión sanitaria por Médico Veterinario consistente en baño preventivo de garrapatas, dosificación con antiparasitarios al igual que vacuna contra clostridiosis, infecciones respiratorias y queratoconjuntivitis. Los animales ingresaron al predio el día 19 de junio de 2019. Permanecieron 24 horas a campo con fardos y agua; al siguiente día se realizó la pesada individual. La asignación de cada animal al respectivo tratamiento, así como

la de cada corral por tratamiento, se realizaron en forma completamente al azar. Finalizada esta tarea se dio inicio al período de acostumbramiento.

7.4.2. Período de acostumbramiento

El rumiante proveniente del pastoreo no está preparado para fermentar y digerir grandes cantidades de almidón, por lo que es de suma importancia realizar una adaptación del rumen; la microflora ruminal debe cambiar de celulolítica (especializada en degradar celulosa) a amilolítica (especializada en degradar almidón), como así también la funcionalidad de las paredes del rumen y el hígado deben adaptarse (Pordomingo, 2010).

Al día dos, luego de llegados los animales al predio, el 20 de junio de 2019, se dio comienzo al período de acostumbramiento por un total de 25 días. En esta etapa, se trata que los animales sufran una modificación paulatina en su flora y fauna ruminal para que pueda digerir las dietas a suministrar en el experimento (Barra, 2005).

El acostumbramiento consistió en ir aumentando gradualmente el porcentaje de grano y bajando recíprocamente el porcentaje de fibra (Tabla 5). El mismo se realizó en dos corrales, cada uno con 15 animales (T1–T2) y se desarrolló en tres etapas con una duración de siete días cada una de las dos primeras etapas y 11 días la última etapa; comenzando con un 70 % de fibra y 30 % de balanceado, luego los niveles se igualaron a la mitad (50 % - 50 %) y se finalizó con una cantidad de 30 % y 70 % respectivamente. Si bien las raciones suministradas tenían su componente fibra como cáscara de arroz, se utilizaron para este período de acostumbramiento fardos de alfalfa como fuente de fibra principal. Se colocaba un fardo de alfalfa entero en aro porta fardo por corral para consumo ad libitum. La primera etapa del acostumbramiento que abarcó del día 1 al 7, se utilizaron 494 Kg de fardo por tratamiento (988 kg totales) correspondientes al 70 % de fibra asignada y 212

kg de ración por lote (423 kg de ración total). La segunda etapa del acostumbramiento que abarcó del día 8 al 14, 705 kg por tratamiento de fardo (50 % fibra) y 353 kg de ración por tratamiento (705 kg totales). La tercer etapa del día 15 al 25, 332 kg de fardo por tratamiento (665 kg totales) (30 % fibra) y 776 kg de ración por tratamiento (1552 kg total) (Ver anexo 3). Durante este período se hizo una lectura diaria de las bostas para mantener un control de la acidosis.

Tabla 5. Representación de las etapas del período de acostumbramiento con los % y kg de alimento suministrado por animal

ETAPAS	FARDO kg / animal	FARDO %	RACIÓN kg / animal	RACIÓN %
Etapa 1	4,704	70	2,016	30
Etapa 2	3,36	50	3,36	50
Etapa 3	2,016	30	4,704	70

7.4.3. Período experimental

Terminado el proceso de acostumbramiento se procedió a realizar un pesaje individual de los animales, previo ingreso de los mismos a los corrales definitivos establecidos anteriormente, donde se llevó a cabo el período de confinamiento el cual tuvo una duración de 73 días, desde el 15 de julio de 2019 al 28 de setiembre de 2019.

7.5. DETERMINACIONES EN EL ENSAYO

El estudio se basó en realizar un seguimiento del consumo del alimento por parte de los animales, la ganancia diaria, relación de conversión y kilogramos ganados por los animales sometidos a los dos tratamientos de raciones para obtener una comparación de los resultados obtenidos.

Los datos de lo ganado (kg) por cada animal se obtuvieron pesando en balanza los animales al inicio y al final del tratamiento. Se realizaron dos pesadas minimizando el estrés producido y gasto energético de los animales. El registro del PV se realizó sin desbaste.

En cuanto a la variable eficiencia de conversión (kg), su resultado surge del cociente entre el total de kg de alimento consumido por los animales (ver anexo 4), correspondiente a cada tratamiento, dividido el total de kg de PV agregado por los animales correspondiente a cada tratamiento.

7.5.1. Manejo de la alimentación durante el estudio

La alimentación de los animales fue “ad libitum”. El procedimiento de reposición de alimento en los comederos para ambos tratamientos, consistió, en la verificación previa de alimento sobrante del día anterior, pesaje con registro del mismo y observación de la composición de dicho alimento para verificar el consumo homogéneo de la totalidad de los componentes de las respectivas raciones.

Para la determinación de la cantidad de alimento a reponer en forma diaria, se calculó la diferencia entre el alimento ofrecido el día anterior y el remanente, completándose de esa forma la cantidad requerida. Este procedimiento no se llevó a cabo los días de lluvia por verificarse que el alimento sobrante contenía grados variables de humedad, descartándose el

mismo. Se diseñó una planilla específica correspondiente a cada corral a los efectos de los registros diarios (ver anexo 5).

Para realizar los ajustes en el suministro de alimento por corral, semanalmente se evaluó la evolución del consumo de alimento modificándose hasta un 5 % en más o en menos en caso de ser requerido. Al inicio del ensayo el alimento se suministró una vez al día por la mañana luego de realizada la lectura de comederos. A partir del 20 de agosto de 2019, la entrega del alimento se hizo en dos veces, por la mañana y por la tarde. Suministrando dos veces por día se minimizó la sobre ingesta de raciones, lo que disminuye entre otras cosas el riesgo de acidosis.

Dentro de la rutina de trabajo se realizó la revisión de la condición general de los animales por evidencias de problemas sanitarios, consumo desparejo, así como la observación de las heces. La bosta es un indicador cualitativo de la interacción animal-dieta y la consistencia de las heces nos brinda información sobre el equilibrio nutricional del bovino lo que lo convierte en un clave indicador si hay presencia de algún desorden alimenticio, como la acidosis (Bavera y Peñafort, 2006). En nuestro país la acidosis representa el 34,3 % en la casuística de enfermedades y el 44 % en las causas de mortandad en los encierros a corral (Bancho et al, 2014). Se verificó diariamente el estado de los bebederos, por correcto funcionamiento y condición higiénica.

7.6. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la obtención de datos y registración de los mismos se tomó como unidad observacional a cada animal y como unidad experimental a cada uno de los 6 corrales.

El modelo estadístico utilizado, corresponde a un diseño completamente al azar.

Se realizó una prueba de normalidad de los datos de las variables estudiadas a través de la prueba Shapiro-Wilks.

En las variables que presentaran distribución normal, las diferencias entre tratamientos fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) con test de medias Tukey.

Para las variables que no presentaran distribución normal fue utilizada la prueba de Kruskal-Wallis con comparación de pares.

El nivel de significancia utilizando fue de 0,05.

El software estadístico utilizado fue Infostat (Di Rienzo et al, 2011)

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos analizados corresponden al período de ensayo en confinamiento (15 de julio de 2019 al 28 de setiembre de 2019) (73 días), no se tuvo en cuenta el período de acostumbramiento (20 de junio de 2019 al 15 de julio de 2019) (25 días).

8.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS PARA LAS VARIABLES GANANCIA DIARIA, KILOGRAMOS GANADOS Y RELACIÓN DE CONVERSIÓN

En la tabla 6 se muestra los resultados descriptivos para las variables ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg) donde se detallan sus medias, desvío estándar y los valores máximos y mínimos. En términos de ganancia diaria el T1 mostró un desempeño de un 8,8 % superior al T2. En relación a la cantidad de kg ganados el T1 mostró un 9,2 % superior en kg agregados que T2. Del análisis de la relación de conversión el T1 arrojó un desempeño superior (menor cantidad de kg de

alimento requerido para convertir en un kg de PV), del orden de 5,3 % menos que T2.

Tabla 6. Ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg) para ambos tratamientos

Variable	T1					T2				
	n	Media	Desvío Estándar	Valor Mín.	Valor Máx.	n	Media	Desvío Estándar	Valor Mín.	Valor Máx.
G.D (kg)	15	1,23	0,27	0,82	1,88	13	1,13	0,23	0,76	1,61
kg ganados	15	89,80	19,73	60	137	13	82,27	16,68	55,50	117,50
Rel. Conv	15	6,46	0,16	6,25	6,60	13	6,80	0,61	5,73	7,14

Nota: G.D: Ganancia diaria (kg/día)
 Rel.Conv: Relación de conversión: kg alimento / kg P.V
 n: Número de animales

La figura 6 presenta los valores de ganancia media diaria para cada uno de los dos tratamientos.

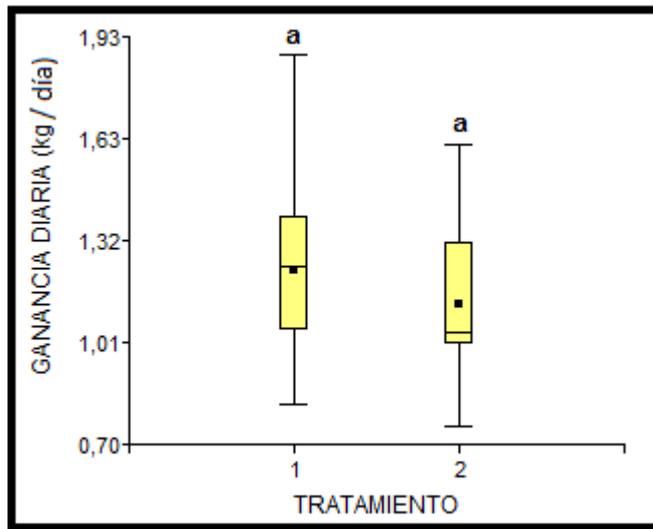


Figura 6. Gráfico de cajas para la variable ganancia diaria (kg / día) para cada tratamiento.

En la variable ganancia diaria en el T2 hubo mayor concentración de los datos obtenidos, así como también una mayor cantidad de valores por encima de la media aritmética (1,15 kg) que en el T1 cuya media es de 1,23 kg. En el T1 se aprecian valores máximos más altos que en T2. La misma letra A en ambos tratamientos indica que no existen diferencias significativas entre medias de T1 y T2 (Figura 7).

En la Figura 7 se presentan los valores medios para la ganancia de peso en el periodo experimental.

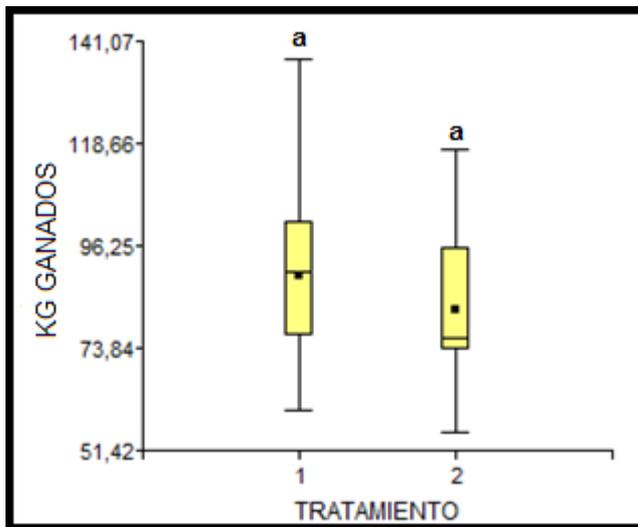


Figura 7. Gráfico de cajas de la variable cantidad de kg ganados para ambos tratamientos.

En la variable cantidad de kg ganados, como se aprecia en la Figura 7, hay mayor concentración de datos en el T2 y además una mayor cantidad de valores por encima de la media aritmética (82,27 kg) que en T1 con una media de 89,80 kg.

En la Figura 8 se representan los valores obtenidos para la variable relación de conversión (kg). Se puede observar la existencia de diferencias significativas entre las medias de ambos tratamientos, (letras distintas en cada tratamiento). En anexo 10 se representan gráficamente las diferencias entre medias de cada corral para esta variable.

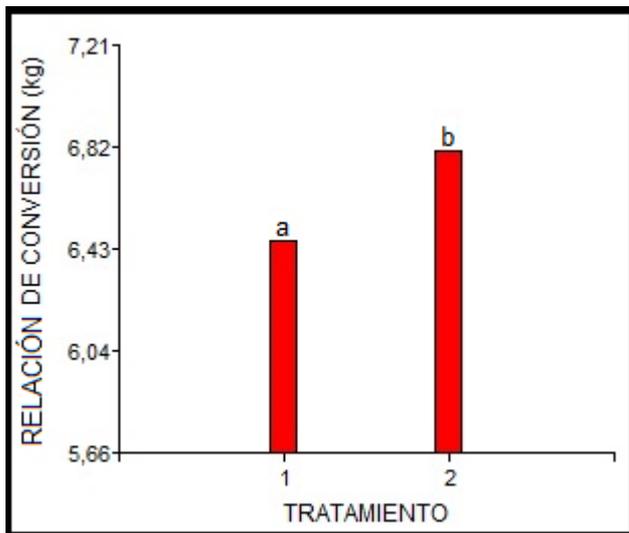


Figura 8. Gráfico de barras de la variable relación de conversión (kg / kg) por tratamiento.

8.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS VARIABLES GANANCIA DIARIA (KG), CANTIDAD DE KILOGRAMOS GANADOS Y RELACIÓN DE CONVERSIÓN

Para las variables cuyos datos presentan normalidad (ver anexo 6) se aplicó el análisis estadístico ANOVA y para la variable relación de conversión se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con comparación de pares.

Los resultados analizados corresponden a los valores promedio por tratamiento, en anexo 9 se muestran los valores de las variables correspondientes a cada corral

En la tabla 7 se resumen los resultados promedio de ganancia diaria (kg), cantidad de kilogramos ganados y relación de conversión para ambos tratamientos. Según el análisis estadístico realizado, ANOVA (ver anexo 7 A) y la prueba de medias Tukey (ver anexo 7 B) no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) para las variables ganancia diaria (kg) y cantidad de kg ganados. Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis para la variable relación de conversión, sí se encontró diferencias significativas de los resultados ($p < 0,05$) (ver anexo 8).

Tabla 7. Resultados promedio de las variables ganancia diaria (kg), cantidad de kilogramos ganados y relación de conversión

	Ganancia Diaria (Promedio) (kg)	Relación de conversión (Promedio) (kg)	Cantidad de kg ganados (Promedio)
Tratamiento 1	1,230 a	6,4 a	89,8 a
Tratamiento 2	1,147 a	6,7 b	82,3 a

Nota: letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre medias.

Contrastando estadísticamente los resultados obtenidos en este estudio, fueron coincidentes con los reportados por Pordomingo et al (2002), quienes compararon sobre un lote de 16 animales en corral, un tratamiento a base de granos de maíz entero y un segundo tratamiento basado en la combinación de granos de maíz entero y granos de avena. Sus resultados mostraron, 112 g más de ganancia diaria promedio (9,2 % superior) a favor de la alimentación en base a combinación de granos, no siendo significativa esta diferencia ($p = 0,062$), así como tampoco se mostraron diferencias significativas ($p = 0,38$) para los kg ganados (9,3 % superior), respecto a la ración en base a un solo grano.

Respuestas similares para las mismas variables a las obtenidas en este ensayo se encontraron en Mendoza et al (2018), en su recopilación de trabajos, donde incluye el elaborado por Stock, (1998), en Nebraska, Estados Unidos, llegó a la conclusión, que a medida que se aumentaba el efecto asociativo de los granos en las dietas mejoraban los valores de los resultados

productivos. A su vez, los resultados obtenidos por Monje, (2002), arrojan una diferencia a favor del tratamiento mezcla de granos vs. un solo grano. Un trabajo realizado por Pordomingo et al, citado por Pordomingo 2010, donde obtuvieron más kg ganados (12 kg), mayor ganancia diaria (98 g más) en una dieta con combinación de granos y una mejor relación de conversión que la dieta con un solo grano. Kviatkovski, (2010), a su vez, en su trabajo de 78 días de encierro a corral alcanzó con el efecto asociativo de granos en la dieta, valores para ganancia diaria, cantidad de kg ganados y relación de conversión (1,128 kg de ganancia diaria, 6,2 kg de relación de conversión y 88 kg de PV ganados), similares a los obtenidos en el T1 de este ensayo. Los resultados de aquellos trabajos analizados estadísticamente coinciden con los obtenidos en la presente investigación, en cuanto a la ganancia diaria, kg ganados y relación de conversión. Los trabajos en los que no se presentan análisis estadísticos, igualmente reportan similitud con los resultados obtenidos en este estudio. (Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de resultados obtenidos en el ensayo con trabajos de similares características

Variable	Ensayo (2019) Uruguay		Stock (1988) a EE.UU		Stock (1988) b EE.UU		Monje (2002) Argentina		Pordomingo et. al (2002) Argentina		Kviatkovski (2010) Argentina
	T1	T2	T1	T2	T1	T1	T2	T1	T1	T2	T2
G.D (kg)	1,23	1,14	1,36	1,28	1,12	1,30	1,25	1,28	1,21	1,33	1,17
Ef. Conv. (kg)	6,4	6,7	6,85	7,39	6,2	6,8	7,14	-	-	-	-
Cantidad de kg ganados	89,8	82,3	-	-	88	-	-	67	107	117	75

Nota: T: Tratamientos.
 G.D (kg): Ganancia diaria (kg).
 R.C (kg): Relación de conversión (kg).
 T1: dietas con combinación de granos.
 T2: Dietas en base a un solo grano.

Si bien durante el período de ensayo se originó un problema de acidosis subaguda en ambos tratamientos, en el T2 con una dieta a base de un solo grano la acidosis se presentó de forma más acentuada (aguda), registrándose dos muertes de animales por esta causa en dicho tratamiento. Confirmando así, lo establecido por la bibliografía sobre la reducción de algunos desordenes digestivos, como la acidosis, logrando un efecto asociativo de granos en las dietas (T1). A partir de la sustitución de la fuente de fibra en base a cáscara de arroz por fardo picado, en la misma proporción, este desorden metabólico se detuvo. Lo que se destaca, la importancia de la utilización de un componente fibra que sea efectivo y en adecuada proporción en dietas de encierro a corral.

Al no encontrarse diferencias significativas en ganancia diaria y kg agregados entre T1 y T2, hace inferir que en estos parámetros, la proporción utilizada de mezcla de dos granos (T1), no es suficiente para la expresión de diferencias estadísticamente significativas. En tanto que sí resultó suficiente para la expresión de diferencias significativas en términos de relación de conversión.

9. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Las Hipótesis planteadas fueron parcialmente confirmadas ya que si bien no se confirmó un mejor resultado en cuanto a ganancia diaria en la dieta con mezcla de dos granos en comparación con la dieta en base a un solo grano, si se confirmó una mejor relación de conversión en la dieta con mezcla de dos granos.

10. CONCLUSIONES

Al comparar los resultados de una ración basada en la combinación de granos (sorgo y cebada) con una ración en base a un solo grano (sorgo), se deduce que no existieron diferencias significativas entre ambas en cuanto a ganancia diaria (kg) y kg de PV ganados, pero si hubieron diferencias significativas en la relación de conversión, donde el efecto asociativo de granos utilizados en el T1 redundó en una mejor relación de conversión de kg de alimento a kg de PV ganado.

La combinación de granos (cebada y sorgo), con distinta velocidad de degradación ruminal determinó la expresión del efecto asociativo de los granos, la cual favoreció la conversión de kg de alimento a kg de PV ganado.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AELLO, M. 2019. Alimentos: caracterización y valor nutricional. (en línea). Argentina. Consultado: 22 May. 2019. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/473736244/Cap-2-Alimentos-Caracterizacion-y-valor-nutricional>
- ANTÚNEZ, P. 2017. Corrales de engorde están diversificando mercados. (en línea). Uruguay. Consultado: 17 Jun. 2020. Disponible en: <https://rurales.elpais.com.uy/ganaderia/corrales-de-engorde-estan-diversificando-mercados>
- ARGENTINA. IPCVA. (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina). 2014. Calidad Organoléptica de la carne vacuna. (en línea). Argentina. Consultado: 10 Jul. 2020. Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=100>
- BARRA, F. 2005. Manejo de la alimentación de animales a corral. (en línea). Argentina. Consultado: 18 Jul. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/01-manejo_alimentacion_a_corral.pdf

BALDI, F.; BANCHERO, G; MIERES, J.; LAMANNA, A.; FERNANDEZ, E.; FORMOSO, F.; MONTOSI, F. 2008. Suplementación en invernada intensiva; ¿hasta dónde hemos llegado? (en línea). Uruguay. Revista INIA. (15): 6. Consultado: 04 May. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2134/1/14432200710133756.pdf>

BALDI, F.; BANCHERO, G.; LA MANNA, A.; FERNÁNDEZ, E.; PÉREZ, E. 2010. Efecto del manejo nutricional post-destete y durante el período de terminación sobre las características de crecimiento y eficiencia de conversión en sistemas de recría y engorde intensivo (en línea). Uruguay. Consultado: 10 Oct. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11869/1/SAD-609p1-13.pdf>

BANCHERO, G.; CHALKLING, D.; MEDEROS, A. 2014. Relevamiento de problemas sanitarios y de manejo durante la terminación en bovinos en sistemas de confinamiento en Uruguay. (en línea). Uruguay. Revista INIA. (52): 200. Consultado: 28 Jul. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6066/1/47-Relevamiento-de-problemas-sanitarios-en-bovinos-en-sistemas.pdf>

BAVERA, G.A.; PEÑAFORT, C.H. 2006. Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. (en línea). Serie Técnica Sitio Argentino de Producción Animal. (61): 1-9. Argentina. Consultado: 15 Jun. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/61-heces_del_bovino_y_relacion_con_la_alimentacion.pdf

BECOÑA, G.; WEDDERBURN, L. 2010. Revisión de los sistemas de producción vacuna a cielo abierto, en Uruguay y Nueva Zelanda y la influencia de factores de conducción contemporáneos internos y externos. (en línea). Uruguay. Consultado: 15 Jun. 2019. Disponible en: https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/13_comparacion_del_impacto_ambiental_en_relacion_a_gases_de_efecto_invernadero_en_sistemas.pdf

BERAZA, D.; EICHIN, M.E.; GALLO, J.A.; SCHNEEBERGER, R. 2010. Evaluación de la fuente proteica en dietas concentradas para novillos y terneros alimentados a corral. Tesis Ingeniero Agrónomo. Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 108 p.

BERRETA, E.J.; RISSO, D.F.; MONTOSI F.; FIGURINA, G. 2000. Campos en Uruguay. En: International Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. 1999. Brasil. Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. United Kingdom: CABI, 2000. 377-394.

CAMPS, D.; GONZALEZ, G. 2002. Acidosis, un problema de las dietas ricas en granos. (en línea). Serie Técnica INTA. (63): 1-4. Argentina. Consultado: 28 Jun. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/63-acidosis.pdf

CARÁMBULA, M. 1991. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. (en línea). Revista INIA. (13): 1-278. Consultado: 04 Oct. 2019. Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807115854.pdf>

CECONI, I.; DAVIES, P.; MÉNDEZ, D.D.; ELIZALDE, J.C.; BUFFARINI, M.A. 2010. El nivel de engrasamiento inicial y la ganancia de peso durante la recría a corral afectan los resultados físicos y económicos del proceso de invernada. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. (30): 51-68. Argentina. Consultado: 03 May. 2020. Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/2632>

CIBILS, R.; FERNÁNDEZ, E. 1997. Suplementación estratégica de la recría vacuna. (en línea). Serie Técnica INIA. (4): 1-4. Uruguay. Consultado: 15 Abr. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3853/1/Cartilla-4-Plan-INIA-1997.pdf>

COLOMBATTO, D.; ALBORNOZ, R.I. (s.f). Tipos y formas de Engorde a corral: Aspectos prácticos. (en línea). Argentina. Consultado: 09 Abr. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/167-Tipos_y_formas_de_Engorde_a_corral.pdf

COLOMBATTO, D. 2012. La terminación a corral en el ciclo completo: cerrando el círculo. (en línea). Argentina. Consultado: 24 Jun. 2020. Disponible en: <https://es.slideshare.net/intacomunicacion/11-terminacion-cccerrandocirculo>

CORONA, L.; MENDOZA, G.D. 2017. Procesamiento de los granos. (en línea). Argentina. Consultado: 02 Set. 2020. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/libromendoza-procesamiento-granos-t40786.htm>

DELL' ONTE-LARROSA, H. 2020. El mercado de la carne de corral está cerrado y se deben de buscar alternativas. (en línea). Uruguay. Consultado: 06 Jun. 2020. Disponible en: <http://www.todoelcampo.com.uy/el-mercado-de-la-carne-de-corrall-esta-cerrado-y-se-deben-buscar-alternativas-15?nid=42922>

DI MARCO, O.N. 2004. Fisiología del crecimiento de vacunos. (en línea). Serie Técnica INTA. (16): 1-8. Argentina. Consultado: 12 Set. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/16-fisiologia_del_crecimiento.pdf

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.;
TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. Infostat versión 2011. Grupo
InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Consultado:
08 Jun. 2020. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>

FERRARI, O. 2011. Recría: una actividad que recobra importancia. (en línea).
Serie Técnica INTA. (55): 1-3. Argentina. Consultado: 20 May. 2020.
Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/55-Recria.pdf

FULTON, W.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. 1979. Adaptations to
high concentrate diet by beef cattle: In Adaptation to corn and wheat
diet. (en línea). Revista Journal of Animal Science. (49): 775-781.
Oxford. Consultado: 05 Jul. 2020. Disponible en:
<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/49/3/775/4699285?redirectedFrom=fulltext>

GAGLIOSTRO, G.A. 2005. Aspectos nutricionales asociados a la
suplementación con granos forrajeros. (en línea). Argentina.
Consultado: 07 Jun. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/43-aspectos_nutricionales_granos.pdf

GAGLIOSTRO, G.A. (s.f). Suplementación Energética con Granos de Cereales Forrajeros. (en línea). Argentina. Consultado: 24 Jun. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/143-granos_forrajeros.pdf

GARCÍA, D. 2016. Aspectos generales sobre el rumen y su fisiología. (en línea). México. Consultado: 27 Feb. 2020. Disponible en : <https://www.ganaderia.com/destacado/Aspectos-generales-sobre-el-rumen-y-su-fisiologia>

GROSS, K.L.; HARMON D.L.; AVERY, T.B. 1988. Net portal nutrient flux in steers fed diets containing wheat and sorghum grain alone or in combination. (en línea). Revista Journal of Animal Science. (66): 543-551. Oxford. Consultado: 11 May. 2020. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3372391/>

GOOGLE EARTH. 2020. Mapa. (en línea). España. Consultado: 09 May. 2020. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

HERRERA-SALDANA, R.E.; HUBER, J.T.; POORE, M.H. 1990. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. (en línea). Revista Journal of Dairy Science. (73): 2386-2393. Consultado: 15 May. 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030290789229>

INIA. (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2015. Durante una sequía o luego de esta puede faltar fibra en la dieta: Cuidemos que esta sea realmente físicamente efectiva (en línea). Uruguay. Consultado: 15 Ago. 2020. Disponible en: http://www.inia.uy/Documentos/Privados/UCTT/Sequ%C3%ADa/Selecci%C3%B3n%20RG%202015/Lecher%C3%ADa/Fibra%20efectiva%20web%20INIA_2015.pdf

INIA. (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). s.f. Sistema Ganadero Extensivo. (en línea). Uruguay. Consultado: 16 Jun. 2020. Disponible en: <http://inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/Sistemas-de-Producci%C3%B3n/Sistema-Ganadero-Extensivo>

KREIKEMEIER, K.K.; STOCK, R.A.; BRINK, D.R.; BRITTON, R.A. 1987. Feeding combinations of dry corn and wheat to finishing lambs and cattle. (en línea). Revista Journal of Animal Science. (65): 1647-1651. Oxford. Consultado: 23 Jul. 2020. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3443584/>

KVIATKOVSKI, L.J. 2010. Engorde a Corral (FEEDLOT). (en línea). Argentina. Consultado: 08 Set. 2020. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-engorde_a_corral.pdf

- LAGUZZI, J.A.; CAFFARATTI, J.P.; MASCIANGELO, W.; RINAUDO, A. 2017. Distribución estacional de mortandades y causas en feedlot (en línea). Argentina. Consultado: 10 Ago. 2020. Disponible en: <http://decisionganadera.com.ar/distribucion-estacional-de-las-mortandades-y-sus-causas-en-engorde-a-corral/>
- LANFRANCO, B.; CRESPO, M.; REYES, L.; RISSO, J.M. 2004. Empezando a conocer el mercado doméstico: análisis de la oferta de productos de carne bovina. (en línea). Serie Técnica INIA. (147): 1-62. Uruguay. Consultado: 09 Dic. 2019. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2891/1/111219240807150118.pdf>
- LEIBOVICH, J.; VASCONCELOS, J.T.; GALYEAN, M.L. 2009. Effects of corn processing method in diets containing sorghum wet distillers grain plus solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle and on in vitro fermentation of diets. (en línea). Revista Journal of Animal Science. (87): 2124-2132. Oxford. Consultado: 08 Set. 2020. Disponible en: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/87/6/2124/4731292?redirectedFrom=fulltext>
- LLOVET, P.; JAURENA, M.; CAZZULI, F.; CARRIQUIRY, E.; VELAZCO, J.I. 2019. La recría en estos tiempos. (en línea). Revista INIA. (56): 16-20. Consultado: 05 May. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12589/1/Revista-INIA-56p16-20.pdf>

MAC LOUGHLIN, J.R. 2010. Déficit de proteínas y ganancia de peso en recría y engorde de bovinos. (en línea). Argentina. Consultado: 28 Abr. 2020. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/36-deficit_proteinas.pdf

MARTÍNEZ, J.A.; HERNÁNDEZ, G.; MENDOZA, G.D. 2017. Aditivos alimenticios en corrales de engorda. (en línea). Argentina. Consultado: 23 Feb. 2020. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/libromendoza-aditivos-alimenticios-t40791.htm>

MC DONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. 2006. Nutrición Animal. Sexta edición. España: Acribia. 587 p.

MENDOZA, G.D.; LEE RANGEL, H.A.; MARTINEZ, J.A.; HERNANDEZ G, P.A. 2018. Mezcla de granos. (en línea). Argentina. Consultado: 05 Mar. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/127-Mezclas_de_granos.pdf Mezcla de granos

MIRANDA, A.; ZIELINSKI, G.; ROSSANIGO, C. 2013. Sanidad en el feedlot. (en línea). Serie Técnica INTA. (96): 1-16. Argentina. Consultado: 20 Ago. 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264693624_Sanidad_en_el_Feedlot

MONTES, E. 2017. La cría de vacunos de carne: La recría como proyecto. (en línea). Uruguay. Consultado: 03 Mar. 2020. Disponible en: https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22238_ipa-cr%C3%ADadevacunos-web-01b.pdf

MONTIEL, M.D.; ELIZALDE, J.C. 2004. Factores que afectan la utilización ruminal del grano de sorgo en vacunos. (en línea). Revista Producción Animal. 24(2): 1-20. Argentina. Consultado: 24 Set. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_granos/13-montielyElizalde.pdf

MONTOSSI, F. 2020. Sistema ganadero extensivo: Recría. (en línea). Serie Técnica INIA. (7): 1-3. Consultado: 25 Feb. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9517/1/Ficha-tecnica-7v5-Alimentacion-invernal.pdf>

MOREIRA DA COSTA, J.A. 2017. Razones y estrategias aplicadas por los productores para realizar la recría de machos. (en línea). En: MONTES, E. Recría de novillos.

MORGAN, C.A.; CAMPLING, R.C. 1978. Digestibility of whole barley and oat grains by cattle of different ages. (en línea). Revista Animal Science. (27): 323-329. Reino Unido. Consultado: 15 Feb. 2020. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/digestibility-of-whole-barley-and-oat-grains-by-cattle-of-different-ages/D952EE7346F1533F17F8A3ABE26A199C>

OTERO, G.; MONJE, A.; GALLI, I. 2007. La intensificación de la ganadería y su impacto ecológico-social. (en línea). Argentina. Consultado: 02 Ago. 2020. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27758/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PEREIRA, M. 2011. Manejo y conservación de las pasturas naturales del Basalto. (en línea). Consultado: 29 Jun. 2020. Disponible en: https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/20_pasturas_d_e_basalto.pdf

PHILIPPEAU, C.F.; LE DESCHAULT DE MONREDON B.; MICHALET, D. 1999. Relationships between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. (en línea). Revista Journal of Animal Science. (77): 238-243. Oxford. Consultado: 20 Abr. 2020. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10064050/>

FIGURINA, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETA, E.J.; MONTOSI, F.; PITTALUGA, O.; FERREIRA, G.; SILVA, J.A. 1998. Características del engorde a campo natural. (en línea). Serie Técnica INIA. (102): 1-9. Uruguay. Consultado: 12 Jun. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7832/1/ST-102-137-145.pdf>

FIGURINA, G. 2001. Sistemas de recría e invernada en Uruguay. (en línea). Revista INIA. 1(6647): 29-35. Consultado: 27 Jul. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6647/1/Jornada-2001.pdf>

PORDOMINGO, A J.; VOLPI LAGRECA, G.; PIVOTTO, L. A.; LENCE, R. 2002. Efecto del procesamiento del grano de maíz y la oferta vitamínica y mineral sobre el crecimiento de terneros destetados precozmente alimentados a corral. (en línea). Serie Técnica INTA. (88): 1-5. Argentina. Consultado: 15 Dic. 2019. Disponible en: http://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/overnada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/22-efecto_procesamiento_maiz.pdf

PORDOMINGO, A.J. 2004. Engorde a corral. (en línea). Serie Técnica INTA. (73): 1-34. Argentina. Consultado: 04 Feb. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/overnada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/78-feedlot.pdf

PORDOMINGO, A.J.; KENT, F.; PORDOMINGO, A.B.; VOLPI LAGRECA, G.; ALENDE, M. 2010. Efecto del nivel de alimentación en recría a corral sobre la respuesta animal en el pastoreo subsiguiente. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 2(30): 131-141. Argentina. Consultado: 26 Feb. 2020. Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/viewFile/2637/2501>

PORDOMINGO, A.J. 2013. Feedlot: Alimentación, diseño y manejo. (en línea). Serie Técnica INTA. (95): 1-170. Argentina. Consultado: 15 May. 2019. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_feedlot_2013.pdf

- SÁNCHEZ, E. 2017. Recría (en línea). Argentina. Consultado: 15 Jun. 2020. Disponible en: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/carne/wp-content/uploads/sites/24/2017/02/Recria-2017.pdf>
- SANTINI, F. 2003. ¿Sistema pastoril o feedlot? (en línea). Serie Técnica INTA. (61). Argentina. Consultado: 06 Feb. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/61-sistema_pastoril_o_feedlot.pdf
- SIENRA, R. s.f. Acidosis en Bovinos. (en línea). Revista Plan Agropecuario. (86): 1-7. Uruguay. Consultado: 17 Ago. 2020. Disponible en: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R86/R86_31.htm
- SIMEONE, A.; BONINO, F.; COSTA, E.; MOYAL, S. 1996. Bovinos de carne: El confinamiento en los sistemas de producción agrícola-ganaderos. (en línea). Revista Cangue. (8): 27-32. Uruguay. Consultado: 05 Jul. 2020. Disponible en: http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue_8/27-32.pdf
- SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2008. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. (en línea). Uruguay. Consultado: 11 Jul. 2020. Disponible en: <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>

SIMEONE, A.; BERETTA, V.; BERIAU, M.E. 2010. Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica: ¿es posible una integración de tipo “ganar-ganar” en la cadena de carne? (en línea). Uruguay. Consultado: 10 Jul. 2020. Disponible en: <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2010.pdf>

SOARES DE LIMA, J.M.; MONTOSI, F.; BANCHERO, G.; BALDI, F.; FERNÁNDEZ, E. 2013. Hacia la ganadería de precisión: análisis económico de diferentes combinaciones de sistemas de recría y terminación. (en línea). Revista INIA. (35): 19-25. Consultado: 25 Jun. 2020. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7067/1/revista-INIA-35-p.19-25.pdf>

URUGUAY. INAC. (Instituto Nacional de Carnes). 2015. Sector cárnico uruguayo: Situación Actual. (en línea). Uruguay. Consultado: 27 Abr. 2020. Disponible en: https://www.inac.uy/innovaportal/file/10495/1/pi_modulo_introduccion_web.pdf

URUGUAY. INAC. (Instituto Nacional de Carnes). 2020. Uruguay, país ganadero. (en línea). Uruguay. Consultado: 09 Jul. 2020. Disponible en: <https://www.inac.uy/innovaportal/v/3104/17/innova.front/uruguay-pais-ganadero#:~:text=Uruguay%20es%20uno%20de%20los,el%20bienestar%20de%20los%20animales.>

URUGUAY. MGAP. DIEA. (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias). 2015. Anuario Estadístico Agropecuario 2015. Uruguay. 215 p.

URUGUAY. MGAP. DIEA. (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias). 2020. Uruguay. Anuario Estadístico Agropecuario 2020. 270 p.

URUGUAY. UDELAR. (Universidad de la República). Facultad de Agronomía. 2012. Nutrición animal 1. (en línea). Montevideo. Consultado: 02 Oct. 2020. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/AlimEnerg.pdf>

VARALLA, D. 2015. Apeo: ¿Cuáles son los números para un ternero a corral de recría? (en línea). Uruguay. Consultado: 23 Jun. 2020. Disponible en: <https://rurales.elpais.com.uy/ganaderia/apeo-cuales-son-los-numeros-para-un-ternero-a-corral-de-recria>

VENECIANO, J.H.; FRASINELLI, C.A. 2014. Cría y recría de bovinos. (en línea). Argentina. Consultado: 10 Oct. 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/177-TextoCriaRecria.pdf

12. ANEXOS

1. Croquis campo experimental FCA-UDE



Fuente: Adaptado de Google Earth.

Referencias:

- Rojo: los 6 corrales utilizados en el ensayo
- Amarillo: los 2 corrales adicionales de reserva
- Azul: perímetro de alambre

2. Análisis de Laboratorio

Muestra	M.S (%)	PB (%) Base seca	EM (Mcal/kgMs)	ENI (Mcal/kgMs)
Cáscara de arroz	89,3	FR	1,33	0,77
Expeller de soja	88,88	50	2,79	1,67
Sorgo	86.80	8,03	3,59	2,11
Cebada	86,41	10,96	3,48	2,05

Fuente: Elaboración propia con los datos proporcionados por el laboratorio.

3. Cronograma del período de acostumbramiento

Día	Fecha	Fardo/cab	Ración/cab	Fardo/Lote	Ración/Lote	Fardo/Total	Ración/Total
1	20-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
2	21-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
3	22-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
4	23-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
5	24-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
6	25-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
7	26-jun	4,704	2,016	70,56	30,24	141,12	60,48
TOTAL				493,92	211,68	987,84	423,36
8	27-jun	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
9	28-jun	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
10	29-jun	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
11	30-jun	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
12	01-jul	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
13	02-jul	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
14	03-jul	3,36	3,36	50,4	50,4	100,8	100,8
TOTAL				352,8	352,8	705,6	705,6
15	04-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
16	05-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
17	06-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
18	07-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
19	08-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
20	09-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
21	10-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
22	11-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
23	12-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
24	13-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
25	14-jul	2,016	4,704	30,24	70,56	60,48	141,12
TOTAL				332,64	776,16	665,28	1552,32

4. Total de kg de alimento consumido promedio por animal en ambos tratamientos durante el ensayo

	Alimento consumido promedio por animal (kg)
Tratamiento 1	579
Tratamiento 2	556

5. Ejemplo de planilla utilizada para registros diarios de suministro de alimento durante el ensayo

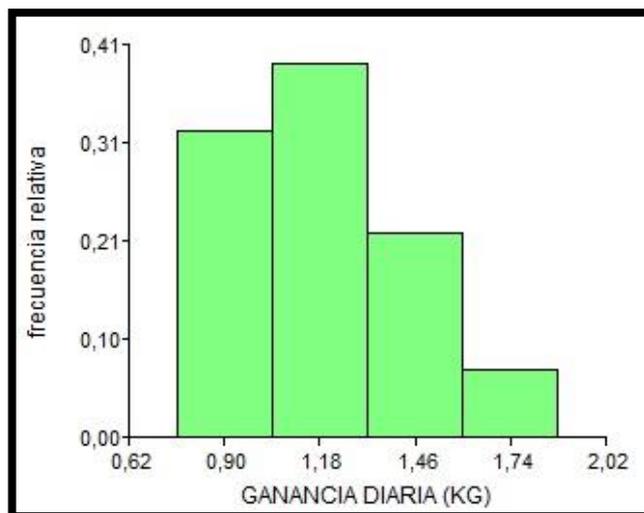
CORRAL 6									
Remanente									
* Se lee al día siguiente del suministro									
* Se anota como remanente del día anterior									
TRATAMIENTO 1									
SUMINISTRO DIARIO (KG)(BF)									
Registro	Fecha Remanente	Fecha Suministro	kg Remanente BF	Observaciones	Ración	Fardo	TOTAL		
41	24/08/2019	25/08/2019	0		29	12	41		
42	25/08/2019	26/08/2019	0		29	12	41		
43	26/08/2019	27/08/2019	0		29	12	41		
44	27/08/2019	28/08/2019	0		30	13,5	43,5		se aumentó ración a 43,5 kg (5%)
45	28/08/2019	29/08/2019	0	lluvia	30	13,5	43,5		
46	29/08/2019	30/08/2019	0	lluvia	30	13,5	43,5		
47	30/08/2019	31/08/2019	1,2	fardo	30	13,5	43,5		
48	31/08/2019	01/09/2019	0		32	14	46		se aumentó ración a 46 kg (5%)
49	01/09/2019	02/09/2019	0	palos	32	14	46		
50	02/09/2019	03/09/2019	0	palos	32	14	46		
51	03/09/2019	04/09/2019	0	palos	32	14	46		
52	04/09/2019	05/09/2019	0		32	14	46		
53	05/09/2019	06/09/2019	0,6		32	14	46		
54	06/09/2019	07/09/2019	0		33	14,5	47,5		se aumentó ración a 47,5 kg (5%)
55	07/09/2019	08/09/2019	0		33	14,5	47,5		
56	08/09/2019	09/09/2019	0	lluvia	33	14,5	47,5		
57	09/09/2019	10/09/2019	0	lluvia	33	14,5	47,5		
58	10/09/2019	11/09/2019	1,2		33	14,5	47,5		

6. Resultados del análisis de normalidad de los datos para las variables cantidad de kg ganados, ganancia diaria y relación de conversión

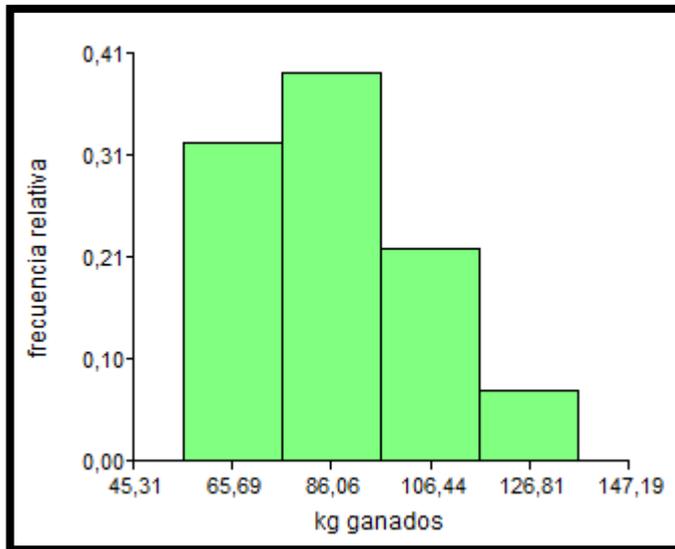
Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Ganancia Diaria (kg)	28	1,18	0,25	0,96	0,6849
Cantidad de kg ganados	28	86,30	18,44	0,96	0,6815
Relación de Conversión (kg)	28	6,62	0,46	0,83	0,0001

6.1. Histogramas de normalidad para las variables ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg)

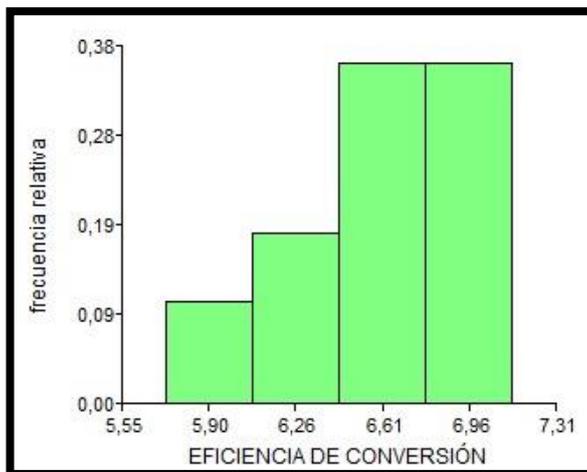
Ganancia diaria



Cantidad de kg ganados



Relación de conversión



7. A) Resultados de los análisis estadísticos ANOVAS para las variables ganancia diaria (kg) y cantidad de kg ganados

Ganancia diaria

Variable	N	R ²	Aj	CV
GAN. DIARIA (KG)	28	0,34	0,18	19,3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,58	5	0,12	2,23	0,088
TRATAMIENTO	0,07	1	0,07	1,43	0,245
CORRAL	0,5	4	0,13	2,42	0,0786
Error	1,15	22	0,05		
Total	1,72	27			

Cantidad de kg ganados

Variable	N	R ²	Aj	CV
KG. GANADOS	28	0,34	0,18	19,29

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3082,3	5	616,46	2,22	0,0882
TRATAMIENTO	394,96	1	394,96	1,42	0,2454
CORRAL	2687,34	4	671,84	2,42	0,0787
Error	6100,37	22	277,29		
Total	9182,67	27			

B) Resultados de los test de medias Tukey para las variables ganancia diaria (kg) y cantidad de kg ganados

Ganancia diaria

Error: 0,0521 gl: 22				
TRATAMIENTO	Medias	n	E.F.	
2	1,15	13	0,07	A
1	1,23	15	0,06	A

Cantidad de kg ganados

Error: 277,2894 gl: 22				
TRATAMIENTO	Medias	n	E.F.	
2	83,74	13	4,75	A
1	89,8	15	4,3	A

8. Resultado del análisis estadístico KRUSKALL WALLIS para la variable relación de conversión

Relación de conversión

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RELACIÓN DE CONVERSIÓN	1	15	6,46	0,16	6,53	5,85	0,0141
RELACIÓN DE CONVERSIÓN	2	13	6,8	0,61	7,12		

Comparación de Pares			
Tratamiento	Ranks		
1	11	A	
2	18,54		B

9. Resultado promedio de las variables ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg) por corral de cada tratamiento

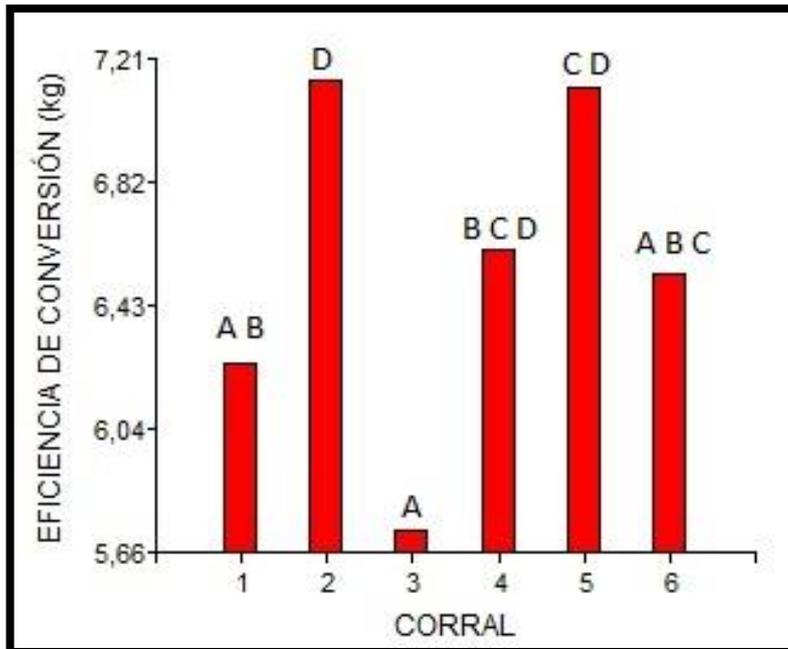
9.1. Resultados promedio de las variables de respuesta (Ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg)) de los 3 corrales pertenecientes al T1

	Ganancia Diaria Promedio (kg)	Relación de conversión Promedio (kg)	Peso vivo INICIAL Promedio (kg)	Peso vivo FINAL Promedio (kg)	Cantidad de kg ganados Promedio
Corral 1	1,412	6,2	231,5	334,6	103,1 kg / animal 515,5 kg total
Corral 4	1,126	6,6	228,4	310,6	82,2 kg / animal 411 kg total
Corral 6	1,152	6,5	219,7	303,8	84,1 kg / animal 420,5 total
Total	1,230	6,4	226,5	316,3	89,8 kg / animal

9.2. Resultados promedio de las variables de respuesta ganancia diaria (kg), cantidad de kg ganados y relación de conversión (kg) de los 3 corrales pertenecientes al T2

	Ganancia Diaria Promedio (kg)	Relación de conversión Promedio (kg)	Peso vivo INICIAL Promedio (kg)	Peso vivo FINAL Promedio (kg)	Cantidad de kg ganados Promedio
Corral 2	0,953	7,1	241	310,6	69,6 kg / animal 348 kg total
Corral 3	1,279	5,7	238	331,3	93,3 kg / animal 280kg total
Corral 5	1,210	7,1	246,5	334,8	88,2 kg / animal 441,5 kg total
Total	1,147	6,7	242,4	324,7	82,2 kg / animal

10. Gráfico de barras de la variable relación de conversión (kg) para cada corral



Nota: Letras distintas entre barras significa que hay diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

11. Información adicional

El manejo inicial pos destete de la recria en condiciones de alimentación a corral en el presente ensayo, no evidenció diferencias significativas entre ambos tratamientos en las variables evaluadas, excepto en la Relación de Conversión que determina la cantidad de kg alimento que se requieren para producir 1 kg de PV. De igual forma esta estrategia de manejo permitió que los animales culminaran el ensayo el 28 de setiembre de 2019, con buen desarrollo en general (ver anexo 12), con una primavera establecida, con una disponibilidad y calidad del forraje en aumento. No estaba dentro de las fronteras de esta investigación realizar un seguimiento estricto a modo de evaluación de la performance productiva de estos animales luego del ensayo, pero igualmente se realizó un acompañamiento del manejo

de los mismos post-ensayo. Los animales estuvieron en campo natural mejorado desde el fin del encierro, 29 de setiembre de 2019, hasta el 10 de agosto del 2020, donde fueron embarcados al frigorífico, alcanzando con 34 meses de edad un promedio de 533 kg en pie (ver anexo 13), según el romaneo de faena del frigorífico, los animales obtuvieron un rendimiento del 53,55 % en cuarta balanza, 285,14 kg de promedio de carcasa, una óptima cobertura y distribución de grasa (grado de terminación 2) y una sobresaliente distribución de masa muscular en la carcasa. Lo que nos lleva a concluir que un adecuado manejo de la etapa de recría, con una intensificación del sistema durante el invierno, con una dieta isoproteica e isoenergética, con una fibra físicamente efectiva y en adecuada proporción, que permitan una ganancia diaria óptima sin excedentes ni restricciones y un manejo post encierro semi-intensificado (mejoramientos), se puede alcanzar un peso de faena alto, más rápido, a una menor edad de los animales y un buen rendimiento en el frigorífico, acelerando así todo el sistema productivo, logrando una mayor eficiencia y productividad del mismo.

12. Estado de los animales a la entrada del ensayo (18 meses) y a la salida del ensayo (21 meses)

12.1. Estado de los animales al inicio del ensayo (20 de junio de 2019) con 18 meses y 224 kg promedio en el campo experimental de la FCA-UDE



12.2. Estado de los animales al finalizar el ensayo (27 de setiembre de 2019) con 21 meses de edad y 320 kg promedio en el campo experimental de la FCA-UDE



12.3. Animal en balanza en la última pesada al finalizar el ensayo (27 de setiembre de 2019) en el campo experimental de la FCA-UDE



13. Animales en campo mejorado previo al embarque al frigorífico
(09 de agosto de 2020) (533 kg promedio)

