

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTOS DE FORMAS ALTERNATIVAS DE TRANSICIÓN  
CORRAL-PASTO DURANTE PRIMAVERA EN TERNEROS  
HEREFORD MANEJADOS A CORRAL (ADT)  
DURANTE INVIERNO**

**por**

**Milagros BAZZINI PERRONI  
Camila GOMEZ RAINIERE**

**Trabajo final de grado  
presentado como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2024**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Directores: -----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Virginia Beretta

-----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Álvaro Simeone

Tribunal: -----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Virginia Beretta

-----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Álvaro Simeone

-----  
Ing. Agr. María Victoria Burjel

Fecha: 18 de marzo de 2024

Estudiante: -----  
Milagros Bazzini Perroni

-----  
Camila Gomez Rainiere

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestros tutores Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone por guiarnos y por el apoyo brindado en cada etapa del proceso, pero sobre todo por la enseñanza que nos permiten llevarnos gracias a esta investigación.

A la Ing. Agr. Natalia Zabalveytia e Ing. Agr. Victoria Burjel, por el apoyo durante el transcurso del trabajo.

A los funcionarios de la EEMAC, especialmente al Sr. Diego Mosqueira, por su constante ayuda en las labores a campo.

Especialmente agradezco a mis padres Maria y Mario y mis hermanos Nicolás, Martín y Agustín por darme la oportunidad de estudiar y por el apoyo incondicional constante durante los años de la carrera, les agradezco y dedico este trabajo, sin ellos no hubiera podido alcanzar este objetivo.

Agradezco en primer lugar a mis padres, Gonzalo y Gladiana por permitirme el privilegio de estudiar y al resto de mi familia por acompañarme y apoyarme hasta el final y no permitirme dudar en ningún momento de alcanzar este objetivo. Sin su constante respaldo esto no hubiera sido posible.

Por último, agradecemos a nuestros compañeros, amigos y aquellas personas que de alguna u otra manera formaron parte de este objetivo, motivándonos en cada etapa del camino.

¡Muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	12
2.2 CONFINAMIENTO DE TERNEROS .....	13
2.3 PERFORMANCE ANIMAL EN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A CORRAL Y POSTERIORMENTE A CAMPO .....	14
2.3.1 <i>Performance a corral</i> .....	14
2.3.2 <i>Performance posterior a pasto</i> .....	16
2.4 EFECTO DEL CAMBIO DE DIETA SOBRE EL AMBIENTE RUMINAL 21	
2.4.1 <i>Ambiente ruminal con dietas a base de concentrados</i> .....	23
2.4.2 <i>Ambiente ruminal con dieta a base de forraje</i> .....	24
2.4.3 <i>Ambiente ruminal en la transición corral a pasto</i> .....	25
2.5 EFECTO DEL CAMBIO DE DIETA SOBRE EL CONSUMO EN PASTOREO.....	26
2.5.1 <i>Consumo de materia seca en pastoreo</i> .....	27
2.5.2 <i>Comportamiento ingestivo en pastoreo</i> .....	30
2.6 ESTRATEGIAS DE TRANSICIÓN ENTRE DIETAS .....	34
2.7 HIPÓTESIS .....	38
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL Y PERÍODO DE EVALUACIÓN .....	39
3.2 SUELO .....	39
3.3 CLIMA .....	39
3.4 INFRAESTRUCTURA.....	40
3.5 RACIONES Y PASTURA.....	40
3.5.1 <i>Ración</i> .....	40
3.5.2 <i>Pastura</i> .....	41
3.6 ANIMALES.....	42
3.7 TRATAMIENTOS.....	42
3.8 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	42
3.9 REGISTROS Y MEDICIONES.....	44
3.9.1 <i>Animales</i> .....	44
3.9.2 <i>Pastura</i> .....	45
3.9.3 <i>Procesamiento de muestras</i> .....	45
3.9.4 <i>Registros climáticos</i> .....	46
3.10 VARIABLES CALCULADAS.....	46
3.10.1 <i>Ganancia media diaria</i> .....	46
3.10.2 <i>Utilización del forraje</i> .....	46
3.10.3 <i>Materia seca</i> .....	46
3.11 ANÁLISIS QUÍMICO.....	46

3.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
4.1	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL.....	49
4.1.1	<i>Caracterización meteorológica del periodo experimental</i> .....	49
4.1.2	<i>Características del forraje ofrecido</i> .....	51
4.2	CRECIMIENTO ANIMAL.....	55
4.2.1	<i>Evolución de peso vivo</i> .....	55
4.2.2	<i>Evolución y Ganancias Medias Diarias de Peso Vivo</i> .....	56
4.3	RESPUESTA DURANTE LA TRANSICIÓN.....	58
4.3.1	<i>Consumo de ración</i> .....	58
4.3.2	<i>Comportamiento ingestivo durante la transición</i> .....	61
4.3.3	<i>pH ruminal</i> .....	65
4.4	CARACTERIZACIÓN DURANTE LA POST TRANSICIÓN.....	66
4.4.1	<i>pH ruminal</i> .....	66
4.4.2	<i>Comportamiento ingestivo post transición</i> .....	67
4.5	DISCUSIÓN GENERAL.....	71
<b>5</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b> <i>Efecto del nivel del grano (80 % vs 50 %) sobre el aumento diario de peso (kg/día) en el corral de recría y en el pastoreo subsiguiente.....</i>	17
<b>Tabla 2</b> <i>Resultados físicos de animales recriados a corral con diferente nivel de engrasamiento inicial, posteriormente engordados a pasto y terminados a corral .....</i>	20
<b>Tabla 3</b> <i>Reportes a nivel nacional del efecto de la transición corral – pasto (gradual, STG vs abrupta, STA) sobre el comportamiento animal .....</i>	36
<b>Tabla 4</b> <i>Efecto del SA y ST sobre la ganancia media diaria (kg/día) para cada tratamiento a medida que fueron avanzando los días de pastoreo durante el periodo experimental .....</i>	38
<b>Tabla 5</b> <i>Medias mensuales históricas de temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR), durante los meses que se realizó el ensayo .....</i>	39
<b>Tabla 6</b> <i>Composición química de las raciones difiriendo en el tipo de aditivo usado en el núcleo (base seca) .....</i>	41
<b>Tabla 7</b> <i>Manejo realizado a la siembra de la pastura .....</i>	42
<b>Tabla 8</b> <i>Condiciones meteorológicas del período experimental y del promedio histórico.....</i>	49
<b>Tabla 9</b> <i>Composición química y botánica de la pastura ofrecida a los animales luego del encierro (Pradera Lotus corniculatus, Trébol Rojo, Bromus catárticus) .....</i>	51
<b>Tabla 10</b> <i>Porcentaje de utilización y disponible de MS semanal del forraje ofrecido .....</i>	54
<b>Tabla 11</b> <i>Efecto del sistema de transición del corral al pasto (abrupto vs gradual) sobre crecimiento de animales en las primeras semanas de pastoreo .....</i>	55
<b>Tabla 12</b> <i>Efecto de los tratamientos sobre la evolución de la ganancia media diaria (kg/día), conforme fue avanzando el periodo experimental .....</i>	57
<b>Tabla 13</b> <i>Efecto del sistema de transición sobre la evolución del consumo diaria de RTM en base seca ofrecida durante última semana de alimentación a corral .....</i>	58
<b>Tabla 14</b> <i>Comportamiento ingestivo de terneras con transición gradual durante la semana de transición .....</i>	62
<b>Tabla 15</b> <i>Efecto del sistema de transición sobre la evolución del pH ruminal conforme avanzaron los días de medición (día 1 al 28) .....</i>	66
<b>Tabla 16</b> <i>Comportamiento ingestivo<sup>1</sup> durante la fase post transición de los grupos STA y STG, abarcando desde el día 7 hasta el día 28 del ensayo.....</i>	67
<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> <i>Efecto de la ganancia de peso a corral sobre la posterior ganancia a pasto .....</i>	35
<b>Figura 2</b> <i>Mapa de los potreros en donde se realizó el pastoreo y posición de parcelas de cada tratamiento .....</i>	43
<b>Figura 3</b> <i>Temperaturas medias (TMed) y precipitaciones (RR) registradas en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, durante el transcurso del ensayo .....</i>	50
<b>Figura 4</b> <i>Evolucion de los componentes leguminosa y gramínea de la mezcla forrajera en las primeras cuatro semanas del periodo experimental .....</i>	52

<b>Figura 5</b> <i>Evolución semanal de la disponibilidad de forraje durante el periodo experimental</i> .....	53
<b>Figura 6</b> <i>Evolución semanal del peso vivo promedio para el STG vs STA durante el periodo experimental</i> .....	56
<b>Figura 7</b> <i>Evolución en el consumo de RTM en base seca ofrecida diariamente durante la transición según el sistema de transición abrupto (STA) o gradual (STG)</i> .....	59
<b>Figura 8</b> <i>Relación entre el consumo de ración (CMS_RT M) y la actividad de pastoreo durante la semana de transición en las terneras con STG</i> .....	60
<b>Figura 9</b> <i>Conducta de los animales del STG en el primer día de transición</i> .....	63
<b>Figura 10</b> <i>Evolución del comportamiento ingestivo y TB durante la semana de transición</i> .....	64
<b>Figura 11</b> <i>Conducta de los animales del STG en el último día de transición</i> .....	64
<b>Figura 12</b> <i>Evolución de los valores de pH para STA y STG con su correspondiente error estándar durante el periodo de experimental</i> .....	65
<b>Figura 13</b> <i>Evolución de la TB según sistema de transición y altura del remanente durante el ensayo</i> .....	69
<b>Figura 14</b> <i>Alteración del Comportamiento ingestivo del STG &amp; STA en el periodo experimental</i> .....	73

## RESUMEN

El ensayo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de la forma de transición en la salida de terneros del corral invernal al pastoreo en la primavera (gradual vs. abrupta) sobre la performance y comportamiento en pastoreo. Fueron utilizadas 30 terneras Hereford con un peso promedio de  $337,5 \pm 32,6$  kg de PV provenientes del rodeo experimental de la EEMAC nacidas en la primavera de 2020, alimentadas a corral durante el invierno con una ración totalmente mezclada y sin fibra larga. El ensayo tuvo una duración de 41 días, del 16 de noviembre al 27 de diciembre de 2021.

Las terneras bloqueadas por tipo de dieta en el corral fueron distribuidas dentro de bloque a dos tratamientos diferenciados por la estrategia de alimentación en la salida del corral al pasto en primavera: sistema de transición gradual (STG) y sistema de transición abrupto (STA). Durante los primeros 6 días del ensayo, los animales del STA se mantuvieron en confinamiento con la RTM como único alimento y los animales del STG, también continuaron en el corral recibiendo la RTM, pero además salieron a pastorear una pradera con una asignación de forraje de 6 kg de MS/ 100 kg de peso vivo, comenzando con 2 h de pastoreo en el primer día e incrementando diariamente 2 horas el tiempo de acceso a la pastura. A partir del día 7, ambos tratamientos dejaron el corral pasando a pastorear la misma pradera como único alimento en la primavera. El manejo fue en franjas semanales e igual asignación de forraje.

Las variables estudiadas durante el ensayo fueron, ganancia media diaria (GMD) estimada mediante regresión a partir del peso vivo (PV) registrado cada 7 días sin ayuno previo, pH ruminal y comportamiento ingestivo. La GMD para los 41 días de evaluación no fue afectada por el tratamiento (0,629 vs 0,581 kg/día para STG vs STA respectivamente,  $P= 0,196$ ). Ambos tratamientos evidenciaron pérdida de peso en la primera semana de pastoreo conjunto (-0,700 kg /día vs -2,87 kg /día,  $p<0,01$  para el STG y STA, respectivamente), revirtiéndose esta respuesta a partir de la tercer semana de pastoreo, por lo que, este efecto residual en la pérdida de peso se fue diluyendo con el paso del tiempo, no observándose diferencias entre tratamientos en la GMD (1,16 kg/día vs 1,11 kg/día,  $P= 0,504$ , para STG y STA, respectivamente).

Para la variable pH ruminal no se obtuvieron diferencias significativas debidas al tratamiento en el día 1, mientras que al día 7 el pH fue menor para STA ( $p< 0,05$ ). Del días 14 en adelante no presento diferencias debidas al tratamiento, ni al día de medición.

Durante las semanas de pastoreo conjunto en la pradera, no hubo diferencias en el comportamiento ingestivo entre ambos tratamientos. El pastoreo fue la actividad principal que ocupó más tiempo. Con el transcurso del tiempo, se observó una disminución en el tiempo dedicado al descanso y un aumento en el tiempo dedicado a la rumia.

Estos resultados evidencian una fase de transición de 14 días, caracterizada por un efecto residual negativo sobre la GMD luego de la salida del corral al pasto que ocurre, independientemente de la modalidad de transición.

*Palabras clave:* terneras, alimentación diferencial del ternero (ADT), corral-pasto, abrupto, gradual, comportamiento

## ABSTRACT

The trial was conducted to evaluate the effect of transition method (gradual vs. abrupt) when calves are moved from winter confinement to spring pasture on performance and grazing behavior. Thirty Hereford heifers with an average weight of  $337.5 \pm 32.6$  kg were used, originating from the experimental herd of EEMAC born in the spring of 2020, fed in confinement during winter with a total mixed ration without long fiber. The trial lasted for 41 days, from November 16th to December 27th, 2021.

Calves, grouped by diet type in the pen, were assigned to two treatments based on the feeding strategy at the exit from the pen to pasture in spring: gradual transition system (STG) and abrupt transition system (STA). During the first 6 days of the trial, STA animals remained confined with the total mixed ration as the sole feed, while STG animals also stayed in the pen receiving the same ration, but additionally went out to graze a pasture with a forage allocation of 6 kg DM/100 kg live weight, starting with 2 hours of grazing on the first day and increasing by 2 hours daily. From day 7 onwards, both treatments left the pen to graze the same pasture as their sole feed in spring. Management was on a weekly strip grazing basis with equal forage allocation.

Variables studied during the trial were average daily gain (ADG) estimated by regression from live weight recorded every 7 days without prior fasting, ruminal pH, and ingestive behavior. ADG for the 41-day evaluation period was not affected by treatment (0.629 vs. 0.581 kg/day for STG vs. STA respectively,  $P=0.196$ ). Both treatments showed weight loss in the first week of grazing (-0.700 kg/day vs. -2.87 kg/day,  $p<0.01$  for STG and STA, respectively), which reversed from the third week of grazing onwards, resulting in no differences between treatments in ADG (1.16 kg/day vs. 1.11 kg/day,  $P=0.504$ , for STG and STA, respectively).

No significant differences in ruminal pH were observed due to treatment on day 1, whereas on day 7, pH was lower for STA ( $p<0.05$ ). From day 14 onwards, no differences were observed due to treatment or day of measurement.

During weeks of grazing together in the pasture, there were no differences in ingestive behavior between treatments. Grazing was the main activity occupying most of the time. Over time, there was a decrease in resting time and an increase in rumination time.

These results indicate a 14-day transition phase, characterized by a negative residual effect on ADG after leaving confinement for pasture, occurring regardless of the transition method.

*Keywords:* heifers, differential calf feeding (DCF), pen-pasture, abrupt, gradual, behavior

## 1 INTRODUCCIÓN

Uruguay tiene una producción de 550 mil toneladas de carne vacuna por año, de las cuales 180 mil se destinan para el consumo interno y 370 mil son exportadas. Las exportaciones se realizan a más de 100 países, y representa la cuarta parte de las exportaciones de bienes del Uruguay. En el año 2022, se exportaron USD 2.634,6 millones de carne bovina representando un 82% en el total de divisas, manteniéndose como el principal rubro dentro del sector (Instituto Nacional de Carne [INAC], s.f.).

Debido a la importancia que toma el sector para la producción del País, se han implementado estrategias para mejorar el nivel de producción, principalmente en la época de invierno donde la producción de forraje no acompaña los requerimientos del animal, debido a la baja disponibilidad en campo natural y crecimiento de las especies de la base forrajera que lo componen. Esto conlleva a que se generen terneros de bajo peso al año de edad, formando en consecuencia novillos más livianos, dificultando su terminación a temprana edad, generando así ciclos más largos y por lo tanto una ineficiencia productiva del sistema (Quintans et al., 1993).

En tal sentido se ha propuesto una tecnología para la solución a esta problemática denominada Alimentación Diferencial del Ternero o “sistema ADT”. Se basa en el manejo de los terneros a corral durante el invierno, donde se les suministra una ración totalmente mezclada con alta proporción de granos, con el objetivo de alcanzar ganancias diarias de 800 g/día (Simeone & Beretta, 2013) para luego salir a pastorear llegada la primavera (Pordomingo, 2008).

Sin embargo, se hipotetiza que terneros alimentados a corral reducen su consumo cuando pasan al pastoreo y en consecuencia se ven perjudicado el aumento de peso, llegando a tener ganancias negativas en las primeras semanas (Pordomingo et al., 2010).

En la modalidad más común al final del invierno, los terneros suelen hacer una transición abrupta del corral al pastoreo. Este cambio repentino, que implica pasar de una dieta altamente concentrada a la alimentación en pasto, junto con el estrés asociado a dicho cambio, podría ser un factor clave que contribuye a explicar la disminución observada en las ganancias. Esto resalta la necesidad de una readaptación gradual al nuevo tipo de alimento y ambiente. En este sentido, la sustitución de la transición abrupta por un proceso más gradual hacia el final del periodo de alimentación en corral se propone como una estrategia para favorecer un mejor desempeño durante el pastoreo (Beretta et al., 2016).

Algunos estudios han evaluado la alteración de la relación voluminoso/concentrado al final del periodo en corral (Baccino et al., 2023, Carrocio et al., 2018) o la remoción gradual de la ración luego de la salida al pastoreo (Bichinque et al., 2022). Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora no son concluyentes. La posibilidad de implementar una transición que promueva un acceso gradual al pastoreo en los últimos días de permanencia en el corral podría representar una forma más integral de adaptación. Este enfoque permitiría que el

rumen se ajuste al cambio en el tipo de dieta, al tiempo que facilita que el animal explore y se adapte al nuevo ambiente de pastoreo de manera más efectiva.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto del acceso gradual al pastoreo durante los últimos días de alimentación a corral (transición gradual) respecto a la forma de transición abrupta en la salida de los terneros del corral al pasto sobre la curva de evolución de peso vivo, ganancia media diaria y comportamiento en pastoreo.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En la recría de ganado vacuno en corrales, es poco común que el ganado regrese al pasto después de la recría, ya que suele pasar directamente al corral de engorde. Por lo tanto, hay escasa investigación sobre la transición del corral al pasto en este contexto.

En tal sentido, el manejo animal durante dicha fase de transición amerita continuar siendo investigado, para desarrollar estrategias que permitan mitigar el impacto del cambio para mejorar el desempeño animal y capitalizar el beneficio del corral (Beretta et al., 2016).

La fase de corral en la recría optimiza la eficiencia de conversión en la edad temprana del animal, especialmente durante la temporada de pastoreo menos eficiente (otoño) y con forraje más costoso (verdeos de invierno) (Pordomingo, 2008).

En los antecedentes del ensayo llevado a cabo por Pordomingo et al. (2008) en Argentina, donde evaluaron el efecto de la concentración energética de las dietas de recría a corral sobre el aumento de peso en pastoreo, encontraron que, la salida del corral al pasto sin una progresiva adaptación del rumen a la digestión del forraje, es decir una adaptación al cambio de dieta, puede perjudicar el posterior aumento de peso en pastoreo. Estos autores reportan pérdidas de peso de 207 g/día en aquellos animales que son alimentados a corral con dietas de alta energía, efecto que se puede agravar aún más si en la dieta de corral la calidad de la fibra es baja. Sugieren que, el tiempo requerido tanto para los cambios necesarios en la microbiota ruminal para que se logre una utilización eficiente del pasto y el tiempo requerido para la adaptación del rumen, serán mayores si en la etapa de recría la dieta fue de alto contenido de almidón y baja en fibra.

En los resultados emergentes en este mismo ensayo encontraron aumentos de peso post-corral muy buenos permitiendo llegar a la primavera con ganancias de 800 g/día o inclusive mayores a esta. De todas maneras, se demostró que estos animales no lograron llegar a igualar las tasas de crecimiento alcanzadas por animales en pastoreo permanente de alta calidad.

El sistema de ADT permite complementar etapas de crecimiento a corral y pastoriles. Para maximizar los resultados, se deberán manejar ganancias diarias de peso dentro del corral moderadas (800-1000 g/día). Los animales más livianos (menos peso) son la categoría más conveniente para criar a corral, si se realizara la cría con terneros más pesados la ganancia de peso debería ser menor respecto a terneros livianos (Ceconi et al., 2018).

A continuación, se describe brevemente aspectos relevantes del confinamiento de terneros y variables asociadas a la performance durante la etapa a corral y post-transición corral-pasto, seguido de antecedentes al cambio de dieta tanto en el ambiente ruminal como el consumo y comportamiento posterior a pasto,

toda información que ha sido generada a través de relevamiento de datos de investigaciones a nivel regional.

## 2.2 CONFINAMIENTO DE TERNEROS

El uso de la estrategia de encierre a corral en empresas agropecuarias ha crecido y evolucionado en forma notoria durante los últimos años, la evolución de estos encierres refiere a incorporar el corral de recría como etapa previa a la fase pastoril (Ceconi et al., 2010).

La recría es una fase muy importante ya que se trata de la etapa de crecimiento del animal, que determina en gran medida el tamaño adulto, es decir, el peso a partir del cual el animal detiene la acumulación de proteína más precisamente de tejido muscular. Por consiguiente, el aumento de peso que se genere a partir de dicho momento se realizará fundamentalmente a expensas de la acumulación de tejido graso (Ceconi et al., 2018).

La recría en Uruguay sobre campo natural se caracteriza por presentar bajas ganancias de peso, problemática asociada al bajo plano nutricional al que son sometidos los terneros. Esto lleva a que los novillos de año y medio sean más livianos dificultando su terminación a los dos años de edad, alargando así la estadía del animal en el establecimiento. En tal sentido que se desarrolla una propuesta tecnológica para la solución a esta problemática denominada Alimentación Diferencial del Ternero o “sistema ADT” en donde ingresan los animales con un peso medio en torno a los 150 kg (Simeone et al., 2008) y permanecen en un período de 90 a 120 días de estadía en el corral para luego salir a pastorear verdeos o pasturas de base de leguminosas al final del invierno (Pordomingo, 2008) con un peso entorno a los 300 kg de peso vivo (Simeone et al., 2008).

La recría a corral de terneros se ha adoptado en numerosos planteos ganaderos como una alternativa para aprovechar las pasturas en primavera y verano con alta eficiencia y reducir significativamente la superficie de verdeos y la suplementación en invierno (Pordomingo, 2008). El encierre estratégico de terneros tiene como objetivo que el animal acumule una determinada cantidad de kilos dentro del corral, puesto que deben diferenciarse de los que en esa misma época se encuentran a campo, para posteriormente ser terminado a pasto sobre verdeos invernales y/o pasturas (Ceconi & Elizalde, 2008).

La alimentación del sistema de ADT se basa en suministrar un alimento distinto al manejo convencional a pasto, con el objetivo de jerarquizar el manejo de esta categoría y potenciar su crecimiento invernal para lograr buenas ganancias combinadas invierno-primaveral, asegurando así que las ganancias en el corral no perjudiquen la posterior performance a pasto durante la primavera (Simeone et al., 2008).

Existen dos tipos de ventajas en los encierres estratégicos. Una ventaja intrínseca es que se aprovecha la elevada eficiencia que presentan los animales jóvenes para convertir alimento en carne. Otras ventajas son aquellas que derivan de su implementación y que impactan sobre el sistema, tales como el poder aumentar la carga en el caso de recría a corral para posteriormente engordar y

terminar a pasto. Además de estas ventajas, los kilogramos logrados durante el periodo de corral permiten reducir o eliminar el encierre de animales en terminación, donde el novillo tiene mayores requerimientos y una menor eficiencia (Ceconi et al., 2010).

Dicha estrategia permite aprovechar el momento de mayor eficiencia de conversión del animal (edad temprana) y el potencial de crecimiento del ternero para lograr altas ganancias en kilogramos que no se logran alcanzar a pasto, debido las características de cantidad y calidad de forraje en la época. En estos encierres, el frame y/o biotipo del ternero, el tipo de dieta, el peso de ingreso del ternero al corral, el periodo de encierre y la calidad del forraje que consumirán los terneros después de la etapa del corral son factores importantes por considerar y que, a su vez, están interrelacionados (Ceconi & Elizalde, 2008).

Existen antecedentes de ensayos en Uruguay llevados a cabo por Simeone et al. (2008) en un promedio de dos años consecutivos de evaluación, en donde evaluaron la estrategia del sistema de ADT a nivel de crecimiento del animal, en el cual encontraron ganancias medias diarias (GMD) de 0,880 kg/animal/día las cuales están asociadas a una eficiencia de conversión (EC) de 6,4:1; con una dieta en donde la relación concentrado: voluminoso era de 80:20. Dichos resultados no solo potencian el crecimiento invernal del ternero sino que además no perjudicaron las ganancias alcanzadas a la salida del corral.

Es importante tener presente que el corral de recría es un corral de crecimiento y que existen factores que hacen variar el nivel de eficiencia, en el sentido de los indicadores productivos no sólo durante esta etapa, sino que también en las etapas subsiguientes (Ceconi & Elizalde, 2008).

## 2.3 PERFORMANCE ANIMAL EN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A CORRAL Y POSTERIORMENTE A CAMPO

### 2.3.1 Performance a corral

Para alcanzar el objetivo de lograr un adecuado tamaño adulto que permita aumentar la producción individual y del sistema, es clave mantener una ganancia de peso y acumulación de grasa a determinado nivel, por lo que en la etapa a corral se debe manejar la alimentación y la categoría para que el animal crezca sin acumular cantidades significativas de grasa. Consecuentemente, el animal debe finalizar la etapa de recría con una estructura ósea y muscular que le permita seguir creciendo hasta lograr el peso y nivel de engrasamiento de terminación (Ceconi et al., 2018).

Son varios los factores que están involucrados con el resultado en la performance a corral; con respecto a la raza animal no es una variable única, en ella se combinan varios factores intrínsecos como tamaño, habilidad para producir o crecer y tasa metabólica. El genotipo del animal y su etapa de desarrollo van a influenciar en las necesidades nutricionales (Preston & Leng, 1989).

Según Wagner et al. (1986) el consumo dentro de una raza está más estrechamente relacionado a la edad del animal que al peso corporal, y es poco probable que cualquier factor controle individualmente el consumo.

Un análisis de datos de campo proveniente de productores permitió identificar una interacción entre la ganancia diaria de peso (GDP) a corral y el biotipo o frame, resultado de una mayor GDP óptima de terneros Bradford (963 g/día) en relación con los mestizos británicos (851 g/día) por ende, los terneros de mayor frame podrían ganar peso a un mayor ritmo durante la etapa de recría a corral sin perjudicar negativamente la GDP posterior a pasto (Ceconi et al., 2022).

En el confinamiento los terneros permanecen consumiendo dietas que se formulan para alcanzar las ganancias deseadas y/o similares a los que se logran en la etapa pastoril. El consumo a voluntad de raciones que presenten menos del 50 % de silaje, es decir raciones energéticamente concentradas (más del 50 % de grano) resultaría en GDP excesivas considerando que es una etapa de crecimiento, en tal sentido que podría afectar negativamente los resultados de todo el ciclo de invernada. De lo contrario, restricciones del consumo voluntario mayores al 30 % podrían resultar en GDP a corral subóptimas, las cuales no serían compensadas por mayores ganancias en la etapa posterior a pasto (Ceconi et al., 2018).

Independientemente de cuál sea el caso referido a los anteriormente mencionados, se debe considerar el peso de ingreso, frame y duración del corral de recría, teniendo presente que, una GDP de 700 g/día podría ser recomendada para animales que ingresan más pesados, de frame reducido, y/o que deben permanecer en el corral por más tiempo, como por ejemplo más de 4 meses (Ceconi et al., 2018).

Otro de los factores importantes a considerar en la performance a corral además de la GDP durante la recría a corral, es el peso con el cual los animales ingresan al corral. Los resultados de un ensayo realizado en la EEA General Villegas del INTA (Ceconi et al., 2010) indicaron que los terneros que comenzaron la recría a corral con 165 kg de peso vivo obtuvieron una ganancia de 1.020g con relación a terneros que ingresaron más pesados con un peso de 219 kg los cuales ganaron 920 g, sin afectar negativamente la GDP posterior a pasto. Además, los terneros más livianos al ingreso al corral consumieron menos kilos de alimento (5,7 vs. 6,2 kg d-1) y fueron más eficientes en convertir el alimento en peso vivo (5,6 vs. 6,6 kg MS: kg GDP).

Para aprovechar el potencial de crecimiento del animal, las GDP durante la etapa de recría deben ser acorde a una etapa de crecimiento y no a un corral de engorde en donde las GDP son elevadas, determinando un menor tamaño adulto por lo que el nivel de terminación será a un peso reducido llevando a la denominación del conocido “ternero bolita”. Por lo contrario, manteniendo una GDP acorde se logrará el nivel de terminación deseado con el consecuente aumento en la producción (Ceconi et al., 2018).

De la experiencia generada en Argentina por Parra et al. (2006) se reporta que, para ganando de biotipo británico sería necesario lograr en la etapa a corral ganancias de peso en torno a los 750-800 g/día para alcanzar un óptimo comportamiento posterior a pasto, alrededor de los 900 g/días manejados a una

asignación de 5% PV en base seca. Otros autores consideran que ganancias de peso a corral de hasta 1000 g/d permitirían una buena eficiencia tanto en la etapa de corral como el posterior desempeño en el campo, pero la conveniencia de obtener ganancias cercanas a 800 o a 1000 g/d dependerá tanto del peso que tengan los animales al ingresar al corral, de la duración del periodo a pasto así como también de las condiciones de calidad y cantidad de las pasturas que consuman los animales en la etapa posterior de pastoreo (Ceconi et al., 2018).

Ceconi y Elizalde (2008) y Pordomingo et al. (2005, 2008) presentaron antecedentes que indican una asociación negativa entre la GDP durante la fase de recría a corral y la ganancia durante la fase posterior a pasto, dicha asociación negativa ocurre cuando la ganancia a corral supera determinado límite, el cual varía en función del biotipo y/o frame del animal. Bajas ganancias posteriores a pasto resultarían en un menor peso de terminación resultando en la necesidad de terminar dichos animales a corral para lograr peso de terminación deseados (Ceconi et al., 2010).

### 2.3.2 Performance posterior a pasto

La salida del corral al pasto durante la época de primavera es el momento del año donde se logran las mejores ganancias de peso debido a que, en esta estación es cuando mayor cantidad de carbohidratos solubles poseen los pastos, y cuando menor es la concentración de nitrógeno no proteico (Santini & Rearte, 1997).

La evaluación de tres años en el conjunto del periodo invierno-primavera sobre el efecto residual del sistema de ADT en la posterior performance de los animales, demostró un efecto significativo en las ganancias medias diarias de la fase de corral sobre la performance en los primeros 28 días a pasto, pero este efecto se reduciría con el transcurso de los días posteriores a la salida del corral, y se perdería al considerar el desempeño en los 90 días de la estación (Simeone et al., 2010).

Pordomingo et al. (2008) indican que, la transición brusca al pastoreo (salida del corral sin una adaptación progresiva al cambio de dieta) de una dieta de elevada energía metabolizable (alto contenido de grano) y consumo sin restricción, resulta en bajas ganancias de peso y hasta pérdida de peso que se podrían extender hasta al menos 2 semanas de iniciado el pastoreo.

Altas ganancias de peso en la fase de corral debido al tipo y volumen de dieta suministrada, pueden afectar la composición corporal de los animales determinando un mayor peso a la salida del mismo lo cual genera mayor nivel de requerimientos energéticos ya sea para mantenimiento como para ganancia de peso vivo, que eventualmente acabaría afectando al desempeño en la fase post- corral a pasto si la oferta de forraje no resulta ser de excelente calidad y cantidad por lo que no se ajustaría a estos requerimientos (Beretta et al., 2016).

Pordomingo et al. (2008) evaluaron el efecto de la concentración energética de las dietas de recría a corral sobre el posterior aumento de peso en pastoreo, para lo cual utilizaron terneros Angus de  $203 \pm 7$  kg de peso vivo, fueron

distribuidos en 3 tratamientos: T1= verdeo de invierno en pastoreo permanente, T2= recría en corral con dietas con alto contenido en grano (80 % de concentrado) durante 104 días y pastoreo de verdeo (el mismo de T1) durante 56 días, y T3= igual a T2 pero con menor contenido de grano y mayor fibra en la fase de corral (50 % de concentrado).

La dieta de confinamiento de dichos animales fue similar en proteína bruta (PB) y difirieron en la oferta energética debido al incremento en el contenido de heno y disminución en el contenido de grano de maíz para pasar de 80 % concentrado a 50 % concentrado. Las dietas fueron diseñadas para que, dependiendo del % de concentrado, se lograran ganancias de 1,200 y 0,900 kg respectivamente. En la siguiente Tabla se puede ver el impacto del porcentaje de grano (80 % vs. 50 %) en el incremento diario de peso (kg/día) durante la fase de recría y en el periodo de pastoreo posterior (Pordomingo et al., 2008).

**Tabla 1**

*Efecto del nivel del grano (80 % vs 50 %) sobre el aumento diario de peso (kg/día) en el corral de recría y en el pastoreo subsiguiente*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>EE</b>
<b>0-104 días</b>	1,008 a	1,261b	1,061 a	0,028
<b>104-160 días</b>	0,894 c	0,248 a	0,370 b	0,024
<b>0-160 días</b>	0,962 b	0,903 b	0,806 a	0,022

*Nota.* Ganancias de peso promedio en la totalidad del ensayo. Tratamientos: T1= verdeo de invierno en pastoreo permanente, T2= recría en corral sobre dietas con alto contenido en grano (80 %) durante 104 días y pastoreo de verdeo (el mismo de T1) durante 56 días, y T3= igual a T2, pero con menor contenido de grano (50%) y mayor fibra en la fase de corral. Tomado de Pordomingo et al. (2008).

Observando los resultados obtenidos del ensayo y representados en la Tabla 1, estos autores destacan la eficiencia individual de los animales de T1, sobre verdes desde el comienzo del ensayo. Vemos que en la totalidad de dicho ensayo (160 días) T1 promedio más de 900 g/día, lo que fue similar a T2 (903 g/día) y superior a T3 (806 g/día).

Resultados emergentes de este ensayo indican que la recría a corral sobre dietas de alta y media energía metabolizable permite aumentos promedios de peso en la etapa de corral muy buenos logrando llegar a la primavera con aumentos igual o superior a 800 g/día. Aunque en el contexto de las dietas que fueron utilizadas en este ensayo, la caída del aumento de peso en la etapa posterior al corral es significativa, en comparación con las tasas de crecimiento logradas por aquellos animales que permanecieron todo el ensayo en pastoreo.

Pordomingo et al. (2008) consideran que la calidad del heno de este ensayo no fue suficiente para sostener una mayor y más equilibrada actividad ruminal celulolítica y permitir una adaptación más rápida a la fermentación del forraje, en tal sentido que, recomiendan la utilización de recursos con mayor tasa de pasaje y

mayor capacidad buffer (silaje de maíz, sorgo o pasturas, heno de alfalfa) ya que podrían resultar en menor depresión post-corral.

Zabalveytia et al. (2019) estudiaron el efecto de la nutrición invernal (pasto vs corral) de terneros sobre el rendimiento posterior en pastoreo de primavera y la eficiencia de conversión para el periodo invierno – primavera. Resultados de esta evolución llevaron a que estos autores concluyeran que la alimentación con concentrado a corral durante el invierno permite mayores ganancias de peso (GMD) con relación a los terneros que pastorean praderas, sin embargo, destacan además que esta alimentación puede afectar el rendimiento del pastoreo subsiguiente en primavera, lo que terminaría afectando la eficiencia de conversión para todo el periodo invierno – primavera.

A su vez Zabalveytia et al. (2019) también evaluaron el efecto de la alimentación a corral y el nivel de forraje en la ración de corral, sobre la posterior ganancia de peso y eficiencia de conversión durante el pastoreo de primavera y para el periodo invierno - primavera. Para dicho estudio se utilizaron 32 terneras Hereford con un peso vivo de  $149 \pm 13$  kg, las cuales fueron asignadas a cuatro tratamientos dietéticos de invierno (110 días): pastoreo de avena 5 kg MS/100 kg PV) y tres raciones de corral (*ad libitum*) que diferían en el nivel de forraje (heno de *Setaria itálica*): 0%, 35% y 70% MS. Luego en primavera (80 días) todos los tratamientos pastorearon en franjas de 7 días una pradera mixta de gramíneas y leguminosas ( $4317 \pm 1009$  kg MS/ha; 6 kg MS/100 kg PV) potreros independientes por repetición.

Los resultados obtenidos de este estudio demostraron que, la eficiencia de conversión en la época de invierno fue menor para los animales que permanecían en corral que para los de pastoreo, y para nivel de forraje 0 % con relación a raciones con mayores contenidos de forraje. Esta última respuesta se vio revertida durante la primavera, donde se observó un mayor valor de eficiencia de conversión para nivel de forraje 0 % debido a una menor GDP. Contrario a esto, considerando el periodo invierno – primavera, los animales del corral y dentro de estos los de nivel de forraje 0 % mostraron mayor GDP, fueron los más eficientes en la conversión y los más pesados al finalizar la primavera.

Resultados de un ensayo en EEA General Villegas del INTA (Ceconi et al., 2010) indican que, animales que ingresaron más livianos al corral de recría posteriormente en la etapa pastoril ganaron peso a un mayor ritmo (552 vs. 521 g/día) de igual manera que, tanto la recuperación del peso vivo como del espesor de grasa dorsal fue más rápida en dicho grupo de animales durante la fase pastoril.

Según Ceconi et al. (2018) para que aquellos animales que fueron más eficientes dentro del corral de recría (livianos) expresen su potencialidad durante la etapa posterior a pasto, se debe realizar un adecuado control del pastoreo (mediciones periódicas de disponibilidad, ajuste de carga, manejo de la asignación, etc.). Establecen además que dependerá de las condiciones climáticas que se presenten durante la etapa pastoril, en tal sentido que si estas fuesen limitantes la GDP a pasto puede ser insuficiente para terminar estos animales antes de que culmine la etapa de pastoreo, con la consecuente necesidad de incluir el corral de terminación. Por lo contrario, si no limitan las condiciones climáticas y el

crecimiento de las pasturas permiten maximizar las GDP a pasto, sería posible evitar dicho corral de terminación.

Existen resultados de un ensayo realizado por Ceconi et al. (2010), en donde confirman este hecho indicando que el 79 % de los animales livianos necesitan ingresar a un corral de engorde para alcanzar el peso y espesor de grasa dorsal de faena en comparación con el 57 % de los animales que ingresaron pesados al corral de recría. Aun así, con la recría a corral de animales más livianos se obtuvo un mejor resultado económico (Ceconi et al., 2018).

Como anteriormente se nombró, existe una relación entre el PV del animal con los niveles de requerimientos de mantenimiento. Elevadas ganancias de peso durante la fase de corral determinan mayor peso vivo a la salida del corral lo que podría afectar la composición corporal de los animales, es decir, mayor deposición de grasa, repercutiendo en mayores requerimientos energéticos a la salida del corral para lograr ganancias de peso vivo deseadas, que eventualmente podrían afectar al desempeño en la fase post-corral a pasto (Beretta et al., 2016).

Durante la etapa pastoril, uno de los factores que podría condicionar la respuesta productiva de los animales, particularmente la GDP, sería el nivel de engrasamiento con el cual los animales finalizan la etapa previa al pastoreo (recría a corral). Factores tales como el engrasamiento de los animales al ingresar al corral de recría, la GDP durante la fase de corral, y la estadía dentro del mismo o la combinación de estos factores, podrían estar afectando ese nivel de engrasamiento (Ceconi et al., 2010). Según lo reportado por los mismos autores en el mismo año, un menor nivel de engrasamiento al ingresar al corral y una ganancia de peso durante la fase de recría alrededor de 800 g/animal/día y hasta unos 1000 g/animal/día, determinaron un menor nivel de engrasamiento a la salida del corral de recría, resultando en un aumento en las ganancias de peso y a su vez, en una mayor producción por animal en la etapa subsiguiente de engorde a pastoreo.

Según Pordomingo (2008) dietas más energéticas sin fuente de fibra larga comúnmente utilizadas en la etapa de recría a corral pueden promover el engrasamiento excesivo del animal por lo que se estaría arriesgando la performance en pastoreo. En tal sentido es conveniente implementar las dietas con oferta restringida (2 al 2,5 % del peso vivo) para que los animales no superen las ganancias de peso por encima de los 1000 g/día.

Debido a la hipótesis del posible efecto negativo de la composición corporal diferente (terneros “más gordos”) en la transición corral-pasto, Simeone et al. (2012) evaluaron el efecto de engrasamiento de 48 terneros hereford con un PV de  $238,8 \pm 33,5$  kg de 11 meses de edad, los cuales se dividieron en dos grupos a la salida del sistema de ADT de acuerdo al espesor de grasa dorsal subcutánea (EGD) a través del uso de ultrasonografía ( $EGD > 3\text{mm}$  ó  $EGD < 3\text{mm}$ ) y se asignaron aleatoriamente a diferentes pastoreo (nativo y mejorado) pastando desde la primavera hasta el otoño. Encontraron que, los animales con mayor EGD tuvieron menores ganancias de peso durante la primavera (0,78 vs 0,88 kg/d,  $P < 0,05$ ). Aun así, estos animales al final del otoño siguiente, previo al ingreso del corral de engorde, fueron más pesados (404 vs 373 kg,  $P < 0,01$ ) y presentaban mayor EGD

(5,7 vs 4,2 mm,  $P < 0,01$ ) en comparación a aquellos animales que a la salida del ADT presentaban menor EGD.

Antecedentes de este mismo ensayo, evidencian la existencia de un efecto indirecto de la alimentación previa (fase de recría a corral) en la performance posterior durante la fase pastoril, dicho impacto parecería presentar mayor relevancia en las primeras semanas posteriores a la salida del corral para luego reducir su efecto en el largo plazo sin perjudicar el resultado final.

Existen, además, datos reportados por Ceconi et al. (2010) donde muestran la existencia de la asociación entre la GDP durante la recría a corral y el nivel de engrasamiento con la posterior performance a pasto. Confirmando que, un menor nivel de engrasamiento al ingresar al corral y una limitada GDP en la etapa de recría a corral, determinaron un menor nivel de engrasamiento a la salida de este lo que resultó en una mayor GDP y en una mayor producción individual durante la fase de engorde a pasto.

Estos autores reportan también que, los animales con menor (Men) nivel de engrasamiento inicial (0,1 cm) requieren de un periodo más prolongado (1,4 meses más) para alcanzar las condiciones de peso y engrasamiento de terminación, respecto a los que iniciaron con un mayor (May) nivel de engrasamiento (0,2 cm). Consideran, además, que es más fácil que el animal logre el peso de terminación antes que el engrasamiento de terminación. Esto se puede ver en la Tabla 2, en donde se presentan los resultados promedios de todo el periodo de internada, desde que los terneros ingresan al corral de recría hasta que salen del corral de terminación.

**Tabla 2**

*Resultados físicos de animales recriados a corral con diferente nivel de engrasamiento inicial, posteriormente engordados a pasto y terminados a corral*

	Engrasamiento inicial	
	Menor (0,1 cm)	Mayor (0,2 cm)
<b>Peso inicial (kg)</b>	161,2	216,3
<b>Peso final (kg)</b>	434,2	436,3
<b>Ganancias de peso (g/a/d)</b>	752 a	689 b
<b>Duración (meses)</b>	11,9 a	10,5 b
<b>Incidencia de pasto (%)</b>	47 b	54 a
<b>Incidencia del corral de recría (%)</b>	35 b	39 a

*Nota.* Incidencia: indica cuánto representa la cantidad de kilos producidos a pasto y a corral de recría, según corresponda, sobre la cantidad de kilos totales producidos. Men: menor nivel de engrasamiento inicial (0,1 cm); May: mayor nivel de engrasamiento inicial (0,2 cm). Tomado de Ceconi et al. (2010).

Observando la Tabla 2 que surge de los resultados obtenidos del trabajo realizado por Ceconi et al. (2010) podemos ver que, el peso inicial de los animales menos engrasados (MEN) es menor respecto a los animales más engrasados (MAY). Esto es debido a que el nivel de engrasamiento y peso inicial estuvieron correlacionados ( $r = 0,57$ ;  $p < 0,01$ ). Por otra parte, la incidencia del pasto y del corral de recría fue mayor cuando ingresaron animales MAY respecto de MEN, a pesar aún que los últimos tuvieron mayores GDP. Como resultado de este trabajo se vio que, las producciones en el corral de recría y a pasto fueron un 10 % y un 6 % mayores, respectivamente, en los MEN con relación a los MAY, las cuales “se diluyen” en una producción total individual un 24 % superior en los MEN respecto a los MAY (Ceconi et al., 2010).

#### 2.4 EFECTO DEL CAMBIO DE DIETA SOBRE EL AMBIENTE RUMINAL

Los rumiantes son mamíferos especializados en consumir material fibroso que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero dichos materiales fibroso son aprovechados por el animal mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos los cuales se presentan en simbiosis en el rumen (Araujo Febres & Vergara López, 2007). El contenido del rumen está formado por la ingesta, el agua, la saliva y una gran cantidad de bacterias y protozoos que constituyen la microbiota ruminal; la flora bacteriana normal del rumen es una mezcla de gram-positivos y gram-negativos, principalmente anaerobios, aunque también anaerobios facultativos (Corbera Sánchez et al., 2004). El rumen es el lugar donde la digestión vegetal permite la conversión de fibra vegetal en compuestos químicos, que luego serán absorbidos y digeridos por el animal (Jami et al., 2013).

El proceso de fermentación del contenido ruminal es controlado por los rumiantes mediante la selección del forraje, la adición de un tampón (la saliva) y por medio de las contracciones especializadas de los pre-estómagos, las denominadas “contracciones ruminales”. Por otro lado, la rumia es un proceso complejo que estimula la regurgitación del contenido ruminal, re-masticación e insalivación y, posteriormente, deglución (Corbera Sánchez et al., 2004).

Santini (1995) como se cita en Blanco (1999), señala que más del 60 % de la energía (ácidos grasos volátiles: AGV) que el animal utilizará para mantenimiento y producción, y entre el 60 al 80 % de la proteína necesaria para el crecimiento y producción, se genera como resultado del proceso que ocurre en el ambiente ruminal. Por lo que, la futura producción animal dependerá de la extensión y digestión de los diferentes componentes del alimento a nivel ruminal. Razón por la cual, a medida que se mejoren los procesos de la digestión de los alimentos, se mejorará la producción animal y consecuentemente, la productividad del sistema ganadero (Blanco, 1999).

La actividad de fermentación es realizada principalmente por protozoos y bacterias que varían en género y especies, al cual se agregan levaduras y hongos. Estos cumplen la función de degradar diferentes sustratos, dando origen a los ácidos grasos volátiles (AGV) nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) materia orgánica

microbiana, ácidos lácticos, gas etc. El régimen alimenticio al que es sometido el animal (tipo de dieta: la calidad, composición, solubilidad, tamaño de la partícula y presencia de sustancias inhibitorias; frecuencia de alimentación, nivel de consumo, etc.) determinaran la cantidad de dichos microorganismos en el rumen (Santini & Elizalde, 1994). Además, otro factor relacionado al animal como por ejemplo la salivación, la mezcla y rumia, la absorción de sustancias a través de la pared ruminal, etc. son factores que modifican la microbiota ruminal (Corbera Sánchez et al., 2004).

El principal producto final de los procesos fermentativos ruminales son los AGV, los cuales son la principal fuente de energía para el animal, estos son absorbidos a través de la pared del rumen en un ambiente líquido (Jami et al., 2013). La eficiencia de utilización de los productos de la fermentación está sujetos a la estabilidad ruminal principalmente del pH, concentración de amoníaco (NH<sub>3</sub>) y producción de energía (Santini & Rearte, 1997).

Una dieta a base de forraje genera un pH ruminal elevado, promoviendo el crecimiento de bacterias celulolíticas y una fermentación acética. Por otro lado, un alto nivel de concentrado producirá un pH bajo, promoviendo una actividad amilolítica con alta producción de propiónico y láctico (Kaufmann, 1976).

Santini y Rearte (1997) establecen que los alimentos expresarán su valor nutritivo potencial siempre que se presente una óptima fermentación ruminal. Para que dicha fermentación en el rumen tenga lugar, es necesaria la presencia de una flora ruminal sana (Corbera Sánchez et al., 2004).

Un ambiente ruminal óptimo en su actividad celulolítica para la digestión de la fibra y síntesis de proteína bacteriana, es aquel que presenta un pH cercano a la neutralidad de 6.7-6.8, una concentración de N-NH<sub>3</sub> de al menos 5-8 mg/dl y AGV de 70-90 mMol/L (Santini & Rearte, 1997).

Son varios los factores que interfieren para cambiar el pH en el rumen. La naturaleza de la dieta suministrada es el factor determinante en las variaciones del pH ruminal, así mismo los animales poseen un sistema altamente desarrollado para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos de 5,5 a 7,0 (Krause & Oetzel, 2006).

La forma física en que se administra el alimento también genera cambios a nivel del pH, estos se traducen a su vez en cambios en la proporción de los productos finales de la digestión. Tanto la actividad de la rumia como también la producción de saliva están afectadas directamente por el tamaño de la partícula, en tal sentido que se modifica la población de microorganismos ruminales (Blanco, 1999).

Existen medidas de control para atenuar la caída del pH ruminal en los animales, particularmente cuando estos son alimentados a corral con dietas a base de concentrados, dicha modificación del pH se da a través de la inclusión de aditivos en la dieta tales como monensina sódica, levaduras y aceites esenciales (Simeone & Beretta, 2022). Pero esta no es la única manera que los aditivos influyen sobre el

proceso fermentativo, lo hacen además modificando su actividad, el tipo y número de bacterias (Blanco, 1999).

#### 2.4.1 Ambiente ruminal con dietas a base de concentrados

Consumir dietas con altas proporciones de concentrados genera que el pH ruminal descienda. Tanto la dieta como la composición de esta hacen que varíe el pH y la composición del microbiota presente en el rumen. El pH es uno de los factores de mayor importancia sobre el crecimiento microbiano, cuando el pH desciende por debajo de 6,0 tanto las bacterias celulolíticas como las metanogénicas son intensamente afectadas (Yokoyama & Johnson, 1993).

El consumo excesivo de carbohidratos rápidamente fermentable provoca un aumento de la concentración de ácido láctico lo que genera un descenso en los valores del pH (Krause & Oetzel, 2006). Dicho pH desciende a valores entorno a 5,8-6,0, lo cual promoverá una actividad amilolítica con incremento marcado de producción de ácido propiónico y láctico (Santini & Elizalde, 1994) pero la magnitud de dicho descenso en los valores de pH debido a un aumento en la tasa de fermentación ruminal dependerá de la capacidad buffer del rumen (Counotte et al., 1979).

Giger-Reverdin et al. (2002) definen a la acción buffer como la capacidad de una solución para resistir los cambios en el valor de pH, la cual está definida como el número de moles por litro de H<sup>+</sup> necesarios para generar un cambio en el pH. La del rumen está definida principalmente por el valor de pH, presión parcial de CO<sub>2</sub> y la concentración de sales de ácidos grasos de cadena corta (Counotte et al., 1979).

En los sistemas donde la utilización de concentrado es alta (sistemas intensivos) la tasa de degradación de la fibra del alimento es disminuida por efecto del pH sobre la actividad celulolítica de los microorganismos (Krause & Oetzel, 2006).

Como se nombró anteriormente, uno de los objetivos que presentan los aditivos en la dieta de los animales es atenuar la caída del pH ruminal en dietas ricas en concentrados (Simeone & Beretta, 2022). Santini y Rearte (1997) señalan que los efectos que presenta la monensina (aditivo) sobre la microbiota del rumen, generan cambios cuantitativos sustanciales en los productos finales de la digestión ruminal, aumentando la relación propiónico – acético del líquido ruminal.

Forbes (1998) como se cita en Araujo Febres (2005) establece que, el ácido propiónico en proporción promedio mayor al resto de los AGV controla el consumo de alimentos generando una reducción de este. A su vez, la monensina aumentan la energía disponible para el metabolismo bacteriano a través de la alteración en la producción de metano y dióxido de carbono, estos cambios llevan a una mayor eficiencia de conversión del alimento, resaltando de esta manera, en mejoras en las ganancias de peso de los animales (Santini & Rearte, 1997).

#### 2.4.2 Ambiente ruminal con dieta a base de forraje

Los tallos de los forrajes tienen como componente principal una estructura química que le da rigidez a las plantas denominada fibra. Este es un hidrato de carbono compuesto por celulosa y hemicelulosa. Esta estructura es degradada por la población microbiana ruminal, permitiéndole al animal la obtención de energía (Santini, 2014). La eficiencia de utilización de este producto está sujeto a la estabilidad ruminal principalmente del pH (Santini & Rearte, 1997). Bajo condiciones de pastoreo los cambios de pH ruminal son muy marcados, los cuales están asociados al momento de la ingestión del forraje (Santini, 2014).

Las variaciones del pH ruminal en animales en pastoreo están asociadas al comportamiento ingestivo del animal. En pastoreo el animal tiene menor frecuencia de consumo, pero comidas mucho más grandes que los estabulados, generándose así un ambiente ruminal con importantes variaciones diarias en los parámetros ruminales, pese a tener la misma dieta disponible a lo largo del día (Santini & Elizalde, 1994).

La concentración de sustratos (nutrientes provenientes de la dieta) de manera continua favorece el crecimiento bacteriano. Esto ocurre siempre que el animal ingiere alimento en forma frecuente. Cuando este se encuentra en pastoreo, se da naturalmente dos grandes picos de pastoreos, por lo cual la concentración de sustratos varía marcadamente a lo largo del día, lo que determina que la dinámica de digestión y movimientos de partículas en el rumen sea diferente en los animales en pastoreo que en los animales estabulados y/o alimentados de manera frecuente (Santini, 2014).

Una dieta con alta disponibilidad de forraje produce un pH ruminal elevado (6,6-6,8) ya que induce a una gran actividad de rumia y alta producción de saliva, promoviendo de esta manera el crecimiento de bacterias que digieren celulosa y hemicelulosa, donde el producto final es mayormente el ácido acético (Santini & Elizalde, 1994). En dietas fibrosas la saliva fluye hacia el rumen constantemente por el efecto de la rumia manteniendo el pH estable entre 5,5 y 7 (Contraras & Noro, 2010).

Según Santini y Rearte (1997) la contribución nutricional de los forrajes al animal depende en gran medida de la eficiente digestión de la fibra por parte de las bacterias presentes en el rumen. En este sentido, es crucial contar con una población bacteriana significativa a nivel ruminal. Esta población no solo influye en la digestión del forraje, sino que también aporta proteína bacteriana al intestino delgado, siendo esta proteína beneficiosa para el rumiante cuando las bacterias son digeridas junto con el bolo alimenticio.

Santini y Elizalde (1994), a través de trabajos realizados en el Grupo de Nutrición y Metabolismo del INTA de Balcarce, demostraron que el ambiente ruminal de animales pastoreando praderas y verdes de alta calidad, es diferente del que según la bibliografía sería el ambiente ruminal óptimo para una correcta digestión del forraje (6,5-6,8) y reflejaría más bien una situación semejante a la que se presenta en los animales estabulados con alto consumo de concentrados. En dichos trabajos se observó que los pH ruminales estuvieron por debajo de lo que se

considera óptimo para la digestión de la fibra aun cuando los animales no fueron suplementados.

Los parámetros de fermentación ruminal en animales consumiendo forraje fresco de alta calidad se caracterizan por bajos pH (5.9-6.2) altas concentraciones amoniacaes (15-30mg/100ml) altas concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV) (80-100 mMol/l) y bajas relaciones acético: propiónico (<2.5:1) (Santini & Rearte, 1997).

El consumo es afectado por el nivel de AGV presentes en el medio ruminal, cuando se alcanzan altos niveles en el fluido ruminal se inhibe la motilidad (facultad de moverse) ruminal. Tanto el acético como el propiónico (dos de los principales AGV) afectan el pH y la presión osmótica y estos afectan la motilidad ruminal (Bondi, 1988) Cuando hay suficiente acetato, pero no hay suficiente glucosa para la utilización de éste en la síntesis de tejido adiposo, el exceso de acetato disminuirá el consumo (Illius & Jessop, 1996).

Los factores que generalmente reducen el consumo están relacionados con el incremento en la disponibilidad del acetato en relación con otros nutrientes (ej.: dietas pobres en nitrógeno) o a una disminución en la utilización del acetato con relación a otro nutriente (ej. estrés por calor) (Preston & Leng, 1989).

#### 2.4.3 Ambiente ruminal en la transición corral a pasto

En términos generales, el cambio de dieta genera en el animal un periodo de transición en la población microbiana del rumen. Las proporciones de las diferentes especies en el rumen se modificarán hacia un nuevo equilibrio, para ajustarse mejor al cambio de dieta, es decir se da la adaptación en la población. El tiempo para que dicha adaptación suceda puede tardar varios días a semanas, dependiendo de que tan intenso sea el cambio experimentado por la dieta (Yokoyama & Johnson, 1993).

Pordomingo (2008) establece que la magnitud de dicha adaptación del rumen será inversa a la cantidad de fibra digestible que esté presente en la dieta durante la etapa de corral. Si la dieta de la etapa anterior (recrea en corral) fue de alto contenido de almidón y baja en fibra, los cambios necesarios en la población microbiana del rumen para lograr una eficiente utilización del forraje serán mayores.

Blanco (1999) señala que cuando la dieta suministrada a los animales cambia, suele conducir a una disminución del consumo debido a que se producen modificaciones tanto en el número como en el tipo de bacterias y protozoarios en el rumen. Por lo que todo cambio en la dieta necesita a nivel ruminal, así como también en el animal un periodo de acostumbramiento a la nueva dieta. La usencia de este acostumbramiento generará en el animal desordenes en el metabolismo y fermentación. Este autor también indica que se consideran adecuados periodos de acostumbramiento que varían entre 7 y 14 días para el rumen, existiendo además un periodo de adaptación a nivel enzimático y hormonal que requiere de otros 4 a 7 días, una vez estabilizado el rumen. Por lo que el periodo total de acostumbramiento varía entre los 11 y 21 días.

Yokoyama y Johnson (1993) señalan que, posiblemente los cambios más drásticos tanto en la población del rumen como en la fermentación son el resultado de un cambio en la dieta hacia elevadas cantidades de carbohidratos que fermentan con facilidad como lo son las dietas ricas en concentrados.

Las fluctuaciones bruscas del pH ruminal determinan una alteración de la población microbiana y un cambio en el modelo de fermentación (Cerrato, 2007) que generan oscilaciones en la ingestión de materia seca y reduce la digestibilidad de la ración (Calsamiglia & Ferret, 2002). Ensayos realizados por la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) demostraron que los valores de pH ruminal al ingreso al pastoreo con transición gradual fueron mayores respecto a la transición abrupta (5,63 vs. 6,03  $p < 0,01$ ) evidenciando la transición a una dieta 100% voluminoso a la salida del corral (Beretta et al., 2016).

Como consecuencia de un bajo pH se da la disminución de la fermentación de la fibra lo cual desencadena en aumento del tiempo de permanencia del alimento en el rumen, provocando en el animal la sensación de saciedad y detención temporal del consumo voluntario (Restrepo & Suárez, 2005).

## 2.5 EFECTO DEL CAMBIO DE DIETA SOBRE EL CONSUMO EN PASTOREO

La situación en los rumiantes es muy compleja, porque debe considerarse el balance de nutrientes a dos niveles: en el rumen, para maximizar la tasa de crecimiento microbiano; y los absorbidos por el animal en función de sus requerimientos (Illius & Jessop, 1996). La productividad en los rumiantes es controlada por varios factores, pero los dos más importantes son determinar qué y cuánto consumen (Preston & Leng, 1989).

Santini (2014) establece que la alimentación está basada en principios fisiológicos y nutricionales. Estos principios son los mismos para un sistema pastoril que para un sistema de producción con animales estabulados, consumiendo concentrado o raciones total o parcialmente mezcladas. La diferencia de ambos sistemas está en el plano nutricional que puede ser alcanzado con un sistema u otro, y en el efecto sobre los productos finales de la digestión que se logran en cada uno de los sistemas. Además, señala que las limitaciones del consumo en cada sistema también tendrán orígenes diferentes, donde en dietas con alto nivel de energía la limitación será fisiológica, mientras que en dietas pastoriles y suplementadas con forrajes conservados, la limitación al consumo estará relacionada al contenido de fibra que, por su baja tasa de digestión, aumenta el tiempo de retención de los alimentos en el rumen, lo que genera que el aporte de energía a nivel ruminal no sea adecuado para complementar pasturas de alta calidad.

El consumo total de materia seca (MS) por parte del animal constituye la limitante más importante para la producción de carne, disponibilidades inferiores a dos veces el consumo de materia seca afectarán el consumo repercutiendo así en las ganancias de peso (Santini & Rearte, 1997). El principal factor dietario que determina el nivel y eficiencia de producción en el rumiante es la variación en el consumo voluntario de forraje, dicha variación es mayor bajo condiciones de pastoreo donde a su vez es muy difícil de predecir (Mejía Haro, 2002).

El consumo de los animales está dado para satisfacer su necesidad de nutrientes, principalmente energía y proteína. El requerimiento total es la suma de las demandas individuales tanto para mantenimiento como para crecimiento y según el estado fisiológico en que se encuentre el animal, se suman los requerimientos para crecimiento fetal y lactancia. El requerimiento de energía puede ser modificado por variaciones en desplazamiento o estrés térmico (Castillo, 2010). Durante la etapa de crecimiento, el animal varía el consumo de forma de ajustarlo a sus requerimientos (Forbes, 1986). Durante dicha etapa el animal presenta un consumo mayor de alimento por unidad de peso metabólico con relación a un adulto no lactante (Ruiz & Vázquez, 1983 como se cita en Araujo Febres, 2005). Uno de los factores que genera variaciones en los requerimientos de los animales es el tamaño corporal, debido a que la demanda de energía es proporcional al tamaño corporal o peso metabólico, que se expresa elevando el peso vivo a la potencia 0,75 (National Research Council [NRC], 1987 como se cita en Mejía Haro, 2002).

Minson (1990) señala que animales con menor peso vivo consume más MS que los más pesados (mayor PV) esto se relaciona al consumo y crecimiento compensatorio, es decir, animales que sufrieron un periodo de déficit nutricional (subnutrición) comen más por unidad de peso vivo que animales que fueron bien alimentados previamente.

Los mecanismos de regulación del consumo de alimento son altamente complejos y están regulados por múltiples factores (Della-Fera & Baile, 1984). A su vez son varias las señales que lo controlan las cuales se diferencian según la dieta, señales físicas si ésta es en base a forraje y fisiológica o química para dietas con concentrados (Montgomery et al., 1965, como se cita en Grovum, 1993).

El objetivo en la ganadería moderna es maximizar el consumo, y minimizar la pérdida de energía, para lograr el máximo potencial de producción (Araujo Febres, 2005). El máximo consumo se logra cuando la disponibilidad de los nutrientes en los productos finales de la fermentación ruminal y aquellos sobre pasante se ajustan a los requerimientos de los animales (Preston & Leng, 1989).

#### 2.5.1 Consumo de materia seca en pastoreo

El consumo en pastoreo resulta muy variable, siendo influenciado por factores inherentes a la pastura, al animal y el ambiente. El pastoreo es la actividad más significativa y la que generalmente le insume más tiempo al animal (Cangiano, 1997).

El consumo voluntario de materia seca está representado por una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo, en donde se distinguen 2 etapas. La primera etapa presenta una curva ascendente en donde la capacidad de cosecha por parte del animal limita el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo, es decir, factor no nutricional. En la segunda etapa, correspondiente a la parte asintótica de la curva, el consumo es controlado por factores nutricionales como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos, considerando que la disponibilidad de forraje no es limitante (Cangiano, 1997).

Según Arnold (1981) el consumo de los rumiantes en pastoreo / ramoneo es afectado por diferentes factores tales como, la disponibilidad espacial y temporal del forraje, los accidentes topográficos y la distancia a los abrevados (bebederos) entre otros.

La productividad y eficiencia de animales en pastoreo es relativamente baja debido, en parte, a las limitaciones en el consumo; la productividad se podrá incrementar si se incrementa el consumo (Santini & Rearte, 1997). A medida que se incrementa el consumo de materia seca del animal en pastoreo, se incrementa también su nivel individual de producción hasta llegar a su máxima capacidad o potencial. Es en este punto donde el desempeño productivo individual depende de la concentración de nutrientes en el forraje (Castillo, 2010). En situaciones de pastoreo la limitante al consumo está dado por factores físico, como llenado de rumen y tasa de pasaje (Santini & Rearte, 1997) o bien por la calidad del forraje, la cual se encuentra estrechamente relacionada de manera positiva con el consumo, este incrementará al aumentar la digestibilidad (mejor calidad) quien controla la tasa de pasaje, la cual se acelerará si la digestibilidad aumenta (Mejía Haro, 2002).

Preston y Leng (1989) señalan que la tasa de degradación de las partículas en el rumen es uno de los factores fundamentales que determina el consumo voluntario en los rumiantes alimentados en base a forrajes. Por ejemplo, cuando el consumo de los animales está representado por una mayor cantidad de hojas con relación a tallos, determinará un menor tiempo de retención en el retículo-rumen lo que aumentará el consumo voluntario (Ruiz & Vázquez, 1983 como se cita en Araujo Febres, 2005).

Allison (1985) señala que la producción animal depende principalmente de la cantidad de forraje y de su composición química, por su parte Santini y Rearte (1997) establecen que, a medida que avanza el estado de crecimiento de las pasturas aumenta el contenido de fibra de estas, esto lleva a que, si bien se cuenta con suficiente disponibilidad de forraje, si este está muy avanzado en su estado de desarrollo (mayor contenido de fibra) el consumo se verá limitado, afectándose las ganancias de peso individuales. Cuando el forraje es limitante, el consumo estará determinado por su calidad (Santini & Rearte, 1997).

La distensión de la pared del rumen- retículo es el principal mecanismo que regula el consumo de forraje cuando este es de baja calidad en los animales en pastoreo, aunque la digestibilidad y la tasa de pasaje también afectan el consumo voluntario. A su vez el consumo se ve afectado por el tamaño corporal y peso metabólico del animal, por el tipo y cantidad de suplemento ofrecido, por la disponibilidad de forraje y por la intensidad del pastoreo (Mejía Haro, 2002).

La eficiencia alimentaria en los animales esta influenciada por la digestibilidad de la dieta, y otros factores ambientales, la habilidad genética y el estado fisiológico (Preston & Leng, 1989). En cuanto a factores ambientales, la temperatura está muy interrelacionada y afecta al consumo, existe un nivel crítico de temperatura por encima de la cual comienza una reducción en el consumo. El consumo de MS se reduce marcadamente cuando la temperatura excede los 26 °C. La reducción del consumo de MS es una estrategia que presentan los animales para mantener la temperatura corporal óptima, de esta manera se disminuye el calor generado por la fermentación ruminal (McDowell, 1975 como se cita en Araujo

Febres, 2005), especialmente cuando la dieta contiene elementos que producen fermentaciones altas en acetato y bajas en propionato además de ser deficitarias en proteína, pudiera no existir suficiente glucosa para cubrir todas las necesidades, está obligado a producir grandes cantidades de calor, y la respuesta inmediata es reducir el consumo (Preston & Leng, 1989).

En animales a pastoreo, la fuente principal de energía son los AGV los cuales provienen de la fermentación ruminal, la reducción en la cantidad de AGV producidos en el rumen es consecuencia del estrés térmico (McDowell, 1975 como se cita en Araujo Febres, 2005). Los pastos presentan un desequilibrio de los nutrientes, que en general, es lo que limita su consumo (Preston & Leng, 1989).

El consumo normalmente se ve disminuido en dietas con bajos niveles de nitrógeno debido a que limita la fermentación y la velocidad de pasaje de la digesta (Ruiz & Vázquez, 1983 como se cita en Araujo Febres, 2005) y la tasa de degradación de la celulosa (Forbes, 1986). El nivel de amoníaco en el rumen es importante para una eficiente fermentación microbiana (Preston & Leng, 1989). Las bacterias del rumen degradan la proteína proveniente de la dieta a formas más simples de nitrógeno como, por ejemplo, amonio, aminoácidos y péptidos para incorporarlos dentro de la proteína microbiana. Por lo que un nivel óptimo de nitrógeno en el ambiente ruminal favorecerá el crecimiento microbiano, particularmente las bacterias celulolíticas y mejorará la degradación de los componentes fibrosos del alimento (Godoy & Chicco, 1991).

El nivel crítico de nitrógeno en los rumiantes es más bajo que en otros animales debido a que ellos pueden reciclarlo a través de la saliva en forma de urea (Forbes, 1986). Satter y Slyter (1974) establecen que, la concentración mínima de amonio en el rumen para una eficiente actividad microbiana es de 5 mg/100 mL de licor ruminal. Sin embargo, podrían ser necesarios valores más altos para una óptima fermentación de los alimentos fibrosos (Satter & Slyter, 1974).

Guevara-Garay et al. (2012) señalan que cualquier estrategia que se proponga para potenciar el consumo de materia seca, que no afecte la fisiología del animal, favorecerá el desempeño productivo de este, a través de una mejora en la condición corporal, la oferta de nutrientes en el organismo y su posterior uso en la producción de masa muscular. A medida que el animal incrementa el consumo de MS, se incrementa también su nivel individual de producción hasta llegar a su máxima capacidad o potencial. En este sentido, el desempeño productivo individual dependerá de la concentración de nutrientes en el forraje (Castillo, 2010).

Según Preston y Leng (1989), se logra alcanzar el máximo consumo cuando la disponibilidad de los nutrientes en los productos finales de la fermentación ruminal y aquellos sobre pasantes se ajustan a los requerimientos de los animales. Galioistro y Cangiano (1994), como se cita en Reinoso Ortiz y Soto Silva (2006), establecen que para que se logre este máximo consumo en pastoreo el nivel de oferta de forraje (NOF) que corresponde a la cantidad de forraje que disponen los animales por unidad de peso vivo y por día durante un periodo determinado, debe ser de 3 a 5 veces mayor a la demanda, por ejemplo, si el máximo consumo es de 3% del peso vivo del animal, el nivel de oferta de forraje debe ser de 9 a 15%. No obstante, otros autores consideran que se requiere un NOF de 1,8 a

2 veces el máximo consumo para lograrlo (Galiostro & Cangiano, 1994 como se cita en Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

Varios autores señalan que la relación que existe entre el NOF y la producción animal individual es de tipo cuadrática, a medida que aumenta el NOF aumenta el consumo de forraje por animal hasta alcanzar un máximo y de ahí en adelante comienza a declinar (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

Reinoso Ortiz y Soto Silva (2006) establecen que si se pretende lograr aumentos importantes de peso, la disponibilidad de forraje no debe ser menor a 1800-2000 kg MS/Ha, de lo contrario la performance comenzara a declinar si la disponibilidad es inferior a 1000 kg MS/Ha. Santini y Rearte (1997), por su parte, establecen que existen antecedentes donde muestran una relación entre disponibilidad de forraje y ganancia de peso, en donde por debajo de una determinada disponibilidad la ganancia de peso comienza a disminuir. Con bajos NOF, así como bajas disponibilidad de forraje por unidad de superficie determinan un bajo consumo y por ende disminuye la performance individual (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

Animales con déficit biológico de nutrientes (hambre) se movilizan en busca de alimento que le satisfagan (apetito) y los consumen hasta sentir la sensación de saciedad (Preston & Leng, 1989).

### 2.5.2 Comportamiento ingestivo en pastoreo

El comportamiento que exhiben los animales que pastorean indica la relación que existe entre su estado interno (salud, requerimientos nutricionales) y el ambiente que los rodea (estado del dosel de la pastura, clima) (Penning & Rutter, 2004).

Según Bailey et al. (1996), el rumiante usa la vista, el gusto, el olfato y el tacto al seleccionar el parche de pastura (conjunto de estaciones de alimentación separados por una pausa en la secuencia de cosecha cuando los animales se orientan a una nueva posición, que va a pastorear). Castillo (2010) señala que objetivo de la administración de la pastura es manipular la cantidad y composición de pasto ofrecido para alcanzar la mayor producción animal. Por lo que, los cambios en las características del dosel vegetal de la pastura generan cambios en el patrón de pastoreo (comportamiento ingestivo) usual, que a la vez afecta la cantidad y calidad del forraje consumido.

Cuando la cantidad de forraje es suficientemente alta, las características del forraje determinan el consumo a través de la distensión ruminal, o cuando el forraje es de muy alta calidad a través del mecanismo metabólico (Cangiano, 1997). En cambio, cuando la cantidad de forraje es baja, el consumo está definido por tiempo de pastoreo, tasa de bocado y tamaño de bocado. Galli et al. (1996) señalan que Hancock fue quien considero al consumo diario de forraje (CD) por un animal en pastoreo como el resultado de 3 variables, peso del bocado promedio (PB) tasa de bocado (TB) y tiempo de pastoreo (TP) las cuales se presentan en la siguiente ecuación:

$$CD = PB \times TB \times TP$$

Dentro de esta misma ecuación se puede establecer otras dos variables, tasa de consumo (TC) que resulta del producto de PB y TB. por lo que:

$$CD = TC \times TP$$

Y número de bocados totales por día (NB) producto entre TB y TP.

$$CD = PB \times NB$$

El comportamiento ingestivo determina la capacidad del animal para mantener la tasa de consumo en el caso de condiciones limitantes de la pastura o la capacidad de modificar el tiempo de pastoreo en función de contrarrestar los efectos de una tasa de consumo reducida (Galli et al., 1996).

Según Galli et al. (1996) la variable del comportamiento ingestivo con mayor relevancia es el peso del bocado, la cual representa el mayor porcentaje de la variación en el consumo diario de forraje, mientras que la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo ocupan un lugar secundario. Variables de las pasturas tales como altura del pasto, largo de lámina, densidad de forraje en el horizonte de pastoreo, composición botánica y estado fenológico, predicen el peso del bocado (Galli et al., 1996). Los tres componentes del comportamiento animal mencionados anteriormente son principalmente afectados por la altura de la pastura. Valores de altura de pastura inferiores a 6 – 8 cm, el incremento tanto en el tiempo de pastoreo como en la tasa de bocado no son suficientes para compensar la reducción en el consumo por bocado surgiendo en una disminución en el consumo diario de forraje (Montossi et al., 1995).

Según Galli et al. (1996) la tasa de bocado y la tasa de consumo están muy relacionadas a través del tiempo necesario que tarda el animal para ingerir un bocado. La tasa de bocado está limitada por la morfología de las mandíbulas del animal. Los animales pueden mover sus mandíbulas a una velocidad máxima, donde por debajo de un cierto nivel máximo, la tasa de bocado es determinada por interacción entre la masticación del animal y la estructura de la pradera. Estos autores también indican que la tasa de bocado tiende a disminuir con el incremento en la altura o biomasa de la pastura a medida que aumenta el peso del bocado, en tal sentido que, la modificación en la tasa de bocado es una respuesta directa a variaciones en la pastura, cuando el peso del bocado disminuye, aumenta la tasa de bocado, consecuencia de un menor tiempo de masticación, pero debido a que existe un “costo fijo”, que corresponde al tiempo de aprehensión (tiempo requerido para reunir el forraje dentro de la boca y arrancarlo, el cual se asume como constante e independiente del peso del bocado) la tasa de consumo se reduce. Establecen además que dicho mecanismo explica por que la tasa de bocado no tiene efecto compensador que logre mantener la velocidad de la ingesta frente a una reducción del peso del bocado.

El tiempo gastado por los animales en los procesos de selección, cosecha y consumo del forraje, incluyendo los cortos periodos caminando durante la selección de la dieta, es definido como el tiempo de pastoreo, el periodo de pastoreo se alterna

con periodo de exploración, descanso y rumia. El tiempo efectivo de pastoreo debe ser considerado como tal, si la tasa de bocado (intensidad de pastoreo) es mayor a 15 bocados / minutos (Hancock, 1953).

El tiempo de pastoreo es dependiente de los requerimientos del animal, la calidad y la cantidad del forraje, el tiempo en que consume y el tamaño de cada bocado. Dicho tiempo de pastoreo registrado en ganado de carne es entre 4 y 14 horas diarias, con el mayor número de observaciones entre las 7 y las 11 am (Galli et al., 1996). Otros autores reportan que, el tiempo total de pastoreo, bajo condiciones de disponibilidad forrajera no limitantes, es de 5 a 9 horas / día, pudiendo extenderse a más de 12 horas en casos extremos de baja disponibilidad. Los vacunos pastorean generalmente por 4 a 5 periodos en las 24 horas del día, siendo los periodos de mayor actividad bien definidos y constituyen de 80 – 90 % del total, donde el periodo más largo es al salir el sol y se prolongan por 3 – 4 horas; mientras que, en el periodo de la tarde, donde las temperaturas son más moderadas, a partir de las 4 – 5 pm con una duración de 2 – 3 horas. Existen otros periodos cortos de pastoreo, entre las 8 – 10 pm y 12 – 2 am, dichos periodos son menos influenciados por las condiciones climáticas (Chacón et al., 1978). Minson (1990) establece que, en sistemas de pastoreo rotativo, el máximo consumo se logra con un remanente de 8 a 10 cm. En cambio, cuando los animales son forzados a seguir pastoreando por debajo de 5 cm, el consumo disminuye.

Generalmente, cuando la cantidad de forraje es escasa, aumenta el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado, pero el consumo por hora de pastoreo disminuye (Castle & Watkins, 1979). Esto es debido a que los bocados son más chicos y el ritmo de pastoreo del animal es más lento porque el animal gasta más tiempo en seleccionar la comida (Rovira, 1996).

En cuanto a comportamiento en pastoreo, la rumia es una de las actividades que desarrolla el animal, la realizan principalmente en horas de la noche. El tiempo que destina el animal a la rumia es alrededor de 5 a 9 horas al día (Pereyra & Leiras, 1991). La actividad de rumia tiene dos funciones principales, por un lado, aumenta el aprovechamiento de los nutrientes y, por otro lado, permite la producción de grandes cantidades de saliva que contribuyen a amortiguar el pH del rumen y, por lo tanto, a reducir el riesgo de acidosis.

Existe una relación inversa entre el tiempo destinado a la rumia y el tiempo destinado a dormir; además, durante los episodios de rumia los animales suelen mostrar un estado de somnolencia, por lo que es probable que la rumia comparta algunas características de sueño lo cual explicaría la sensibilidad de esta a situaciones de estrés (Ruckebush & Bueno, 1970). A su vez, la rumia depende de la calidad del alimento. A mayor calidad menor tiempo de rumia y viceversa, en tal sentido que, el forraje encañado causa periodos de rumia más largos, mientras que el forraje con más hojas es rumiado en periodos más breves (Bignoli, 1971).

Existen otros factores que afectan el comportamiento los cuales están asociados con el ambiente, como el clima (temperatura, lluvia, intensidad del viento) el manejo (método de pastoreo, carga animal) el comportamiento social, las enfermedades, estos pueden modificar el comportamiento (Galli et al., 1996).

Los animales muestran un ritmo circadiano de alimentación bastante marcado, de forma que tienden a comer sobre todo a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde. En situaciones de estrés por altas temperaturas, modifican este ritmo y aumentan el tiempo dedicado a comer por la noche (Metz & Wierenga, 1987).

La regulación de la temperatura corporal en climas cálidos es importante en la producción bovina donde cobra mayor importancia la búsqueda de sombra. Esto representa tiempo improductivo ya que reduce el tiempo de pastoreo (Ericson, 2010). A los efectos de la temperatura sobre el comportamiento y la productividad de los animales no depende de la temperatura ambiente propiamente dicha, sino de la denominada “temperatura efectiva”, que mide la sensación de calor del animal la cual resulta de la interacción de la temperatura ambiente, la radiación solar, la ventilación y la humedad relativa, entre otros factores.

La exposición directa a la radiación solar puede resultar en una temperatura efectiva entre 3 y 5 °C superior a la temperatura ambiente medida con un termómetro. Esto demuestra la importancia de la sombra para asegurar el confort de los animales y un consumo adecuado de alimento (NRC, 1981). Según Milam et al. (1986) y Wilks et al. (1990) varios estudios indican que, el consumo de agua fresca en situaciones de estrés por calor puede mejorar el confort de los animales y aumentar así la productividad. Sin embargo, vale destacar que curiosamente los animales prefieren el agua templada, incluso cuando hace calor.

Jarillo et al. (2007) como se cita en Castillo (2010) señalan que la carga animal (animales/ha) afecta el comportamiento ingestivo del rumiante que pastorea debido a que modifica la estructura del dosel vegetal, principalmente el contenido de hoja. Por lo que, el aspecto que más frecuentemente se tiene en cuenta en el diseño de las explotaciones para evitar competencia entre animales es la superficie asignada por animal, en pastoreo se recomienda un espacio libre por animal de entre 6 hasta 10 m<sup>2</sup> (Blowey, 1994). Por otro lado, Castillo (2010) expresó que, es probable que variables como la altura de la pastura, la disposición vertical de tallos y la misma composición botánica, estén incidiendo de igual manera o más que la carga, en la determinación del comportamiento ingestivo.

Al igual que todos los animales sociales, los bovinos establecen relaciones de dominancia – subordinación entre ellas, en la cual el resultado de esta relación se le conoce con el nombre de jerarquía (Phillips & Rind, 2001). Manteca (2006) señala que la relación de dominancia se establece mediante interacciones agresivas, que pueden consistir en peleas o en comportamientos más sutiles, tales como el desplazamiento de un animal por otro sin contacto físico. Una vez establecidas, las relaciones jerárquicas son bastantes constantes. Este mismo autor establece que dicha estabilidad depende del reconocimiento individual entre animales. Señala, además que algunos autores consideran que, cuando los grupos son muy numerosos los animales son incapaces de reconocerse individualmente, de forma que la jerarquía sería inestable y los animales se verían obligados a restablecerlas constantemente. Cuando los lotes de animales son muy grandes se forman subgrupos dentro del lote en donde los animales dentro de cada subgrupo se reconocen entre ellos y prácticamente no interaccionan con animales del resto del lote.

Se ha demostrado que el orden social tiene influencia determinante sobre la productividad de los animales (Landaeta-Hernández et al., 2013). Šárová et al. (2010) encontraron que los animales jerárquicamente dominantes son los que condicionan y determinan el movimiento del rodeo, ya que la reacción de los animales subordinados es a distanciarse de los dominantes, y la direccionalidad de movimientos de estos animales determina la dirección general del rodeo. Esta jerarquía de los animales tiene alta influencia en el acceso a los recursos del hábitat tales como alimentos, abrigos y agua (Mosley, 1999). Los animales subordinados pueden reducir su tasa de bocado al acercarse a los dominantes, dejan de alimentarse o se retiran, pero el comportamiento de los dominantes es en gran parte consecuencia de la proximidad de los subordinados (Hohenbrink & Meinecke-Tillmann, 2012). En tal sentido que, los animales dominantes pueden desplazar a los subordinados y estos pueden seleccionar con mayor libertad su habitad, lo cual puede limitar la cantidad o calidad de recursos disponibles a los subordinados (Mosley, 1999).

Manteca (2006) destacó que los animales son sociables, pero factores como el calor, el estrés social o la interacción con el ganadero influyen en la ingestión de alimento y en la rumia de los bovinos, lo cual incide directamente en la producción animal. Varios estudios han puesto de manifiesto que en las explotaciones en donde los animales se muestran tranquilos, es decir sin miedo al ganadero, la productividad es significativamente mayor (English et al., 1992).

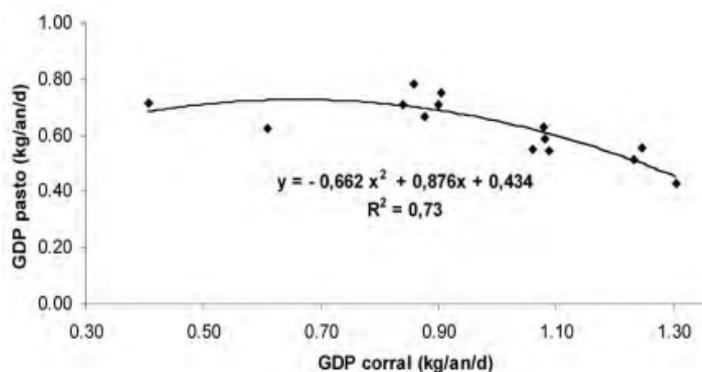
Con respecto a la exploración del área, se ha comprobado que las distancias son variables de acuerdo con el tamaño de los potreros. La distancia recorrida en general es mayor cuanto mayor es el tamaño de los potreros. Por otra parte, una mala calidad de la pastura ocasiona un traslado aún mayor en busca de alimento (Bignoli, 1971).

## 2.6 ESTRATEGIAS DE TRANSICIÓN ENTRE DIETAS

La relación entre algunos factores generales relacionados al manejo de los terneros en el corral y su performance productiva dentro del mismo, tienen efecto sobre la ganancia posterior en pastoreo. En la siguiente Figura se puede observar la influencia de la ganancia de peso en corral en la subsiguiente ganancia en pasto.

**Figura 1**

*Efecto de la ganancia de peso a corral sobre la posterior ganancia a pasto*



*Nota.* Tomado de Ceconi y Elizalde (2008).

Esto ocurriría porque el animal que sostiene altas ganancias de peso dentro del corral durante un tiempo suficiente, asociadas a un elevado consumo de energía, no puede ser continuado en igual magnitud por la nueva dieta a pasto a un mismo nivel de consumo. Cuanto más grande sea la diferencia de consumo de energía entre el corral y el pasto, mayor será la diferencia en cuanto a ganancias de peso logradas en cada etapa (Ceconi & Elizalde, 2008).

Para que esta relación cambie, el animal debe transitar una modificación hacia un rumen con adecuada capacidad de consumo de forrajes voluminosos (Baldwin et al., 2004, Renner et al., 1980, como se cita en Ceconi & Elizalde, 2008).

Pordomingo (2008) dispone de recomendaciones para neutralizar la transición y evitar la depresión de los engordes ante cambios en la dieta de los animales, cuando pasan de una dieta a base de concentrado (recría a corral) a una a base de forraje (pastoreo) para esto se considera el incremento del contenido de fibra en la dieta en los últimos 15 días de la recría a corral, a través del suministro de heno de alta calidad, de lo contrario, si esta implementación no fuese posible, la alternativa es llevar grano al pastoreo por al menos 15 días (a razón del 0,75 % del peso vivo, en base seca). Se deberá, además, incrementar la oferta de proteína bruta en la etapa de corral de manera de acercarse a los niveles de proteína que consumirán en la pastura a la que ingresarán.

En síntesis, en cuanto a la ganancia diaria dentro del corral, se debe lograr que el animal crezca, pero sin que acumule grasa en exceso, que le permita salir al campo con una estructura ósea y muscular capaz de continuar creciendo y una vez alcanzado cierto peso, acumular grasa a pasto (Ceconi & Elizalde, 2008).

Respecto al nivel de engrasamiento se deben aplicar estrategias de alimentación en la recría a corral y en la etapa de engorde pastoril que permitan potenciar las mayores GDP a pasto de los terneros que ingresan menos engrasados y más livianos y que ganan peso a ritmos intermedios o lentos (alimentación

restringida) durante la recría. De esta manera, se podría lograr las condiciones de terminación a pasto, evitando el corral de terminación (Ceconi et al., 2010).

Por último, podría sugerirse que la tecnología de recría a corral sobre dietas de baja fibra y oferta restringida, seguida del pastoreo encuentra su rango de mayor eficiencia en los niveles de alimentación a corral más bajos. A su vez, debe tenerse en cuenta que consumos altos de dietas ricas en almidón durante la etapa de recría en corral, deprimen el aumento de peso durante el pastoreo subsiguiente, efecto que puede prolongarse por más de 2 meses (Pordomingo et al., 2010).

Continuando con estrategias de transición, existen antecedentes nacionales que reportan datos en cuanto al efecto de transición del corral al pasto sobre la performance animal, generados en la UPIC. Dichos trabajos se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Reportes a nivel nacional del efecto de la transición corral – pasto (gradual, STG vs abrupta, STA) sobre el comportamiento animal*

	TRATAMIENTOS	
	STG	STA
AP	0,64 <sup>1</sup> ; 0,45 <sup>2</sup> ; 0,5 <sup>3</sup>	0,57 <sup>1</sup> ; 0,52 <sup>2</sup> ; 0,54 <sup>3</sup>
AR	0,12 <sup>1</sup> ; 0,12 <sup>2</sup> ; 0,2 <sup>3</sup>	0,15 <sup>1</sup> ; 0,13 <sup>2</sup> ; 0,19 <sup>3</sup>
AD	0,23 <sup>1</sup> ; 0,37 <sup>2</sup> ; 0,23 <sup>3</sup>	0,27 <sup>1</sup> ; 0,33 <sup>2</sup> ; 0,21 <sup>3</sup>
TB (boc/min)	22,26 <sup>1</sup> ; 37,6 <sup>2</sup> ; 24 <sup>3</sup>	19,59 <sup>1</sup> ; 38,66 <sup>2</sup> ; 35 <sup>3</sup>

*Nota.* Los valores corresponden a la probabilidad de ocurrencia de las siguientes actividades. AP: Actividad de Pastoreo; AR: Actividad de Rumia; AD: Actividad de Descanso TB: Tasa de Bocado. Elaborado a partir de <sup>1</sup> Carrocio et al. (2018), <sup>2</sup> Bichinque et al. (2022), <sup>3</sup> Bequio et al. (Comunicación personal, 2023).

El primer antecedente es el trabajo de Carrocio et al. (2018) en el cual los animales fueron asignados al azar a dos sistemas de transición al pastoreo (ST): remoción gradual o remoción abrupta del concentrado dando lugar a cuatro tratamientos. Alimentación a corral, remoción abrupta (CA); alimentación a corral, remoción gradual (CG); suplementación en pastoreo, remoción abrupta (PA); suplementación en pastoreo, remoción gradual (PG). Los autores indican que, la forma de remoción del concentrado tuvo menor incidencia sobre el comportamiento; sin embargo, en los animales provenientes de corral determinó un menor tiempo de pastoreo para los de transición abrupta, y menor actividad de rumia en los de transición gradual, en ambos casos con respecto al resto de los tratamientos.

Otro trabajo generado a nivel nacional es el de Bichinque et al. (2022) realizado en la UPIC. Fueron evaluadas dos formas de transición entre dietas una vez que los terneros que venían siendo alimentados a corral, con una ración totalmente mezclada ofrecida a voluntad, pasaron a manejarse en pastoreo: 1) Transición abrupta de corral a pasto (TA): al salir del corral la RTM fue removida totalmente en el día 1, y pasaron directamente a pastorear una pastura de alta

calidad. 2) Transición gradual de corral a pasto (TG): al salir del corral los terneros pasaron a pastorear una pastura de alta calidad, pero la RTM fue removida gradualmente disminuyendo diariamente la oferta en 1/21 durante los primeros 21 días de pastoreo. Los resultados obtenidos en base a este trabajo evidencian que, de las actividades estudiadas, la que demandó más tiempo fue el pastoreo, siendo afectado significativamente por el tratamiento, la semana, el día dentro de la semana y por la interacción tratamientos por semana.

Por último, otra investigación realizada en la UPIC es la de Bequio et al. (Comunicación personal, 2023). En el pasaje del corral al pasto, los animales dentro de cada bloque fueron asignados a una u otra estrategia de remoción de la RTM, remoción gradual (RG) de la RTM durante los primeros 21 días de pastoreo, o remoción abrupta (RA) de la RTM desde el primer día de pastoreo. En este caso, los autores demostraron que, la actividad que demandó más tiempo por parte de los animales fue el pastoreo, en comparación con el resto de las actividades de comportamiento ingestivo.

En cuanto a las GMD, las mayores diferencias se dieron en las primeras dos semanas del ensayo. Los animales provenientes de corral presentaron una pérdida diaria de 0.180 kg/día mientras que aquellos que venían de pastura presentaron una ganancia de 0.785 kg/día (Carrocio et al., 2018). En la misma línea de resultados, según lo reportado por Bichinque et al. (2022) la mayor diferencia en GMD se observó en la primera semana, registrándose pérdidas de peso en ambos tratamientos, pero siendo esta una caída significativamente mayor para el sistema de transición abrupto en comparación con el sistema de transición gradual ( $P < 0,05$ ). Las pérdidas fueron de 0,74 y 0,22 kg/día para los sistemas de transición abrupto y gradual respectivamente.

En la investigación realizada por Bequio et al. (Comunicación personal, 2023) para los terneros provenientes del corral, no se observaron diferencias en GMD debidas a los métodos de transición de remoción abrupta (RA) y remoción gradual (RG) (RA 0.573 kg/día y RG 0.6076 kg/día,  $p > 0,1$ ). No obstante, a esto, los animales provenientes del pasto, que eran más livianos que los del corral al inicio del periodo experimental (263 kg vs 337 kg,  $p=0,0226$ ) continuaron siendo significativamente más livianos al final de la primavera (344 kg vs 381 kg,  $p=0,0203$ ).

En un ensayo más reciente realizado por Baccino et al. (Comunicación personal, 2023) en la UPIC, el cual se diferencia de los anteriores por no contar con la caracterización del comportamiento. Los autores realizaron el trabajo basado en 3 tratamientos: destete precoz a corral con transición gradual (DPC-G) destete precoz a corral con transición abrupta (DPC-A) destete precoz a pasto (PAS). Los resultados de este estudio se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Efecto del SA y ST sobre la ganancia media diaria (kg/día) para cada tratamiento a medida que fueron avanzando los días de pastoreo durante el periodo experimental*

	Tratamientos <sup>1</sup>		Contrastes <sup>2</sup> P-valor		
	DPC-A	DPC-G	PAS	SA	ST
<b>0 a 21d</b>	0.102	0.202	0.279	+	ns
<b>21 a 65d</b>	0.181	0.031	0.265	**	**
<b>65 a 107d</b>	0.903	0.996	0.781	**	+
<b>Total 0 a 107d</b>	0.401	0.377	0.421	ns	ns

*Nota.* <sup>1</sup> DPC-A: Corral abrupto; DPC-G: Corral gradual; PAS: Pastura. <sup>2</sup>SA: efecto del sistema de alimentación PAS vs (DPC abrupto + DPC gradual); ST: efecto del sistema de transición DPC-abrupto vs DPC-gradual. Significancia: +: P 0,10; \*\*: P<0,01; ns: P>0,10.

En la primera etapa los animales provenientes de pasto tendieron a presentar una mayor performance (0.279 kg/día vs 0.151 kg/día, P=0.0674). El ST no tuvo influencia en la ganancia media diaria (GMD, kg/día) de la primera etapa (P=0.2075). Con respecto a la etapa que se ubica entre el día 21 y el 65, se mantuvo la superioridad de GMD de los terneros de PAS respecto a los de DPC (0.265 kg/día vs 0.106 kg/día; P=0.0028) y también influyó el ST (P=0.0116) donde hubo una diferencia marcada a favor del DPC-A.

Por último, desde el día 65 a fin del ensayo, se registraron diferencias significativas debidas al SA, pero a favor de los animales provenientes a corral (0.949 kg/día vs 0.781 kg/día; P=0.0008). En esta etapa, el ST tendió a beneficiar a los animales que presentaron una transición gradual (0.996 kg/día vs 0.903 kg/día; P=0.088).

Para finalizar, las conclusiones que derivan de los trabajos nacionales presentados evidencian una pérdida de peso cuando los animales pasan de una alimentación a corral con alto contenido de almidón, a una dieta pastoril. Otro resultado que se obtiene es que, en el transcurso de la primera semana de pastoreo es donde se presentan las mayores pérdidas de peso en los animales provenientes del corral, independientemente del sistema de transición. Dichos efectos se mantienen en las primeras 2 a 3 semanas de pastoreo.

## 2.7 HIPÓTESIS

En terneros alimentados a corral durante el invierno, la forma en que se retira la dieta ofrecida en el corral durante la transición al pastoreo ya sea de forma abrupta o gradual, afecta la curva de crecimiento durante el periodo de pastoreo. Una transición gradual, planificada con incrementos progresivos en el tiempo de acceso al pastoreo durante los últimos 6 días de alimentación en corral, resultará en un mejor desempeño animal en pastoreo en comparación con una remoción abrupta. Además, diferencias en la forma de transición también influyen en el comportamiento de los animales durante el pastoreo.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL Y PERÍODO DE EVALUACIÓN

El ensayo se llevó a cabo entre el 16 de noviembre y el 27 de diciembre de 2021 en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) correspondiente a la Facultad de Agronomía, de la Universidad de la República. La misma se ubica en el departamento de Paysandú, Uruguay, sobre la ruta nacional No. 3, en el km 363, presentándose el área experimental a 32° 23' 46'' latitud sur y 58° 02' 42'' longitud oeste, elevándose 50 metros aproximadamente sobre el nivel del mar.

#### 3.2 SUELO

El área experimental se encuentra sobre la unidad de suelos San Manuel, que comprende el grupo CONEAT 11.3; tiene como material geológico sedimentos limosos de la formación Fray Bentos. Presenta como suelo dominante Brunosoles Eutricos Típicos, y como suelos asociados a estos Brunosoles Eutricos Lúvicos y Solonetz. El relieve se caracteriza por lomadas suaves, ladera convexa de pendiente moderada, nula rocosidad y pedregosidad. Presenta un índice coneat de 149. Según la carta a escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976).

#### 3.3 CLIMA

Para el clima templado- húmedo que presenta Uruguay, en el departamento de Paysandú se registraron datos meteorológicos promedios anuales históricos (periodo 2008-2020) de temperatura de 18,37 °C, con precipitaciones medias anuales 1.272 mm y un valor de humedad relativa de 72,03 % (Estación meteorológica EEMAC). En la Tabla 5 se presentan las variables climáticas respectivas al promedio histórico bajo los meses que corresponde al periodo experimental en la localidad de Paysandú.

**Tabla 5**

*Medias mensuales históricas de temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR), durante los meses que se realizó el ensayo*

	Periodo experimental	
	Noviembre	Diciembre
<b>T(°C) media</b>	22,1	23,5
<b>RR (Mm)</b>	32,2	3,00
<b>HR (%)</b>	58,5	55,6

*Nota.* Elaborado a partir de Estación Meteorológica EEMAC (Comunicación personal, 2022).

### 3.4 INFRAESTRUCTURA

Se utilizaron 30 corrales semi techados de 2 m de ancho y 5 m de largo cada uno, con piso de tierra. Para la estabulación individual, los animales fueron separados por una cerca eléctrica. Cada corral contaba con su correspondiente comedero y bebedero de igual tamaño, siendo de 90 cm de largo para los comederos y tarrinas cortadas horizontalmente de 60 cm de diámetro y 50 cm de altura para los bebederos. Solo los comederos permanecieron bajo techo durante la fase a corral, en la misma también se utilizaron balanzas manuales para la distribución individual de la ración en cada comedero.

Los corrales se ubicaron próximos a la manga con el propósito de facilitar las labores relacionadas con el ganado. Para el registro de pH ruminal, peso vivo (PV) y altura del anca se utilizó la manga que comprende, el corral, manga recta y brete inmovilizador. Para la estimación de la biomasa disponible se utilizó un cuadrante de 30 x 30 cm y los cortes de este se realizaron con tijera manual. Durante el pastoreo los animales fueron delimitados por eléctrico móvil en donde cada potrero contaba con bebedero y sombrite móvil.

### 3.5 RACIONES Y PASTURA

#### 3.5.1 Ración

Se utilizaron tres raciones experimentales totalmente mezcladas (RTM) sin fibra larga, que contenía 8% (base seca) de cáscara de arroz como fuente de fibra físicamente efectiva y diferían según el tipo de aditivos incluido en el núcleo: monensina, aceites esenciales o levaduras. Las tres raciones fueron elaboradas por la empresa Numix utilizando como base una ración comercial para recria con fibra. En la Tabla 6 se presenta los valores nutricionales de cada una de las tres raciones utilizadas en la fase a corral.

**Tabla 6**

*Composición química de las raciones difiriendo en el tipo de aditivo usado en el núcleo (base seca)*

	<b>Monensina</b>	<b>Aceites esenciales<sup>1</sup></b>	<b>Extracto de Levadura hidrolizado<sup>2</sup></b>
<b>MS (%)</b>	92.75	93	92.43
<b>C (%)</b>	8.74	7.93	8.77
<b>PC (%)</b>	12.46	11.44	12.49
<b>aFDNmo%</b>	44.69	46.14	46.09
<b>FDAmo%</b>	27.57	28.87	28.18
<b>Ligas (%)</b>	4.44	4.81	4.47

*Nota.* MS: materia seca; C: ceniza; PC: proteína cruda; aFDNmo%: fibra detergente neutro con amilasa y corregida por ceniza; FDAmo%: fibra detergente ácido corregido por ceniza; Ligas: lignina detergente ácido; <sup>1</sup>: Ración Numix con aditivo XTRACT Ruminant; <sup>2</sup>: Ración Numix con aditivo Celmanax.

### 3.5.2 Pastura

Se utilizaron 5 hectáreas, de una pastura mixta de gramíneas y leguminosas perenne de primer año compuesta por *Lotus Corniculatus* (cultivar. Nilo), *Trifolium pratense* (cultivar. Volcano) y *Bromus Catharticus* (cultivar. Jerónimo) (ver Anexo A). Dicha pastura fue sembrada el 10 de mayo de 2021 bajo la técnica de siembra directa. En la Tabla 7 se detalla el manejo a la siembra que se le realizó a la pastura mixta utilizada en el ensayo. Se observaron como malezas principales en la pastura mixta, la presencia de *Conyza spp* y *Carduus acanthoides* y en menor proporción *Echium plantagineum* (ver Anexo B y C).

La disponibilidad promedio de forraje al inicio del ensayo fue de  $1920 \pm 341,61$  kg MS/ha, con una altura promedio de  $19 \pm 8,8$  cm, la misma se encontraba con déficit hídrico relevante.

**Tabla 7**  
*Manejo realizado a la siembra de la pastura*

	<i>Lotus Corniculatus cv. Nilo</i>	<i>Trifolium pratense cv. Volcano</i>	<i>Bromus Catharticus cv. Jerónimo</i>
<b>Densidad de siembra (kg/ha)</b>	6	6	19
<b>Fertilización 7-40-00 (kg/ha)</b>		100	
<b>Pulverización</b>		2 <sup>1</sup> , 40 <sup>2</sup> , 0.1 <sup>3</sup> ,	

*Nota.* <sup>1</sup> Glifosato (kg/ha); <sup>2</sup> Flumetsulam (g/ha); <sup>3</sup> Aceite TDF (l/ha).

### 3.6 ANIMALES

Fueron utilizadas 30 terneras Hereford nacidas en la primavera 2020, provenientes del rodeo experimental de la EEMAC, que fueron alimentadas a corral desde el 10 de septiembre al 13 de noviembre de 2021 con una ración totalmente mezclada, sin fibra larga ofrecida *ad libitum*. Al inicio del ensayo los animales presentaban un peso promedio de  $338 \pm 32,1$  kg y habiendo registrado en el corral una ganancia media diaria promedio de 1,59 kg/animal/día. Todos los animales se encontraban en un correcto estado sanitario.

### 3.7 TRATAMIENTOS

Los animales fueron bloqueados por tipo de dieta en el corral, y sorteados a uno de dos tratamientos difiriendo en la estrategia de alimentación en la salida del corral del invierno al pasto en la primavera: sistema de transición gradual (STG) y sistema de transición abrupta (STA).

### 3.8 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El periodo experimental se dividió en dos fases. La primera fase, de aplicación de los tratamientos tuvo una duración de 6 días: Durante la misma, los animales del STA se alimentaron exclusivamente con la RTM ofrecida en el corral, mientras que los animales del STG salieron a pastorear la pradera con una asignación de 6 kg de MS/ 100 kg de peso vivo, comenzando con 2 h de pastoreo, previo a la entrega de la primera comida del corral, e incrementándose diariamente 2 horas el tiempo de acceso a la pastura hasta alcanzar un total de 12 horas en el día 6. En el caso particular de la semana de transición, a los efectos de una mejor visualización del comportamiento, los animales del STG pastorearon parcelas de ocupación diaria o de no más de 2 días.

Al retornar al corral luego del tiempo de acceso a la pastura, las terneras accedían *ad libitum* a la RTM. Para ello se realizó lectura del comedero diariamente,

antes del suministro de la mañana se retiraba y pesaba el rechazo del día anterior a ambos tratamientos en caso de que lo hubiera. Cuando el rechazo fue menor al 10% de lo ofrecido, se aumentó 5% la oferta total de ración, si era mayor al 10% se mantenía la misma cantidad que el día anterior.

Durante los últimos 6 días de permanencia en el corral, el suministro de ración se realizó en dos comidas de igual cantidad ofrecidas, en la mañana en el horario de las 8:00 am para el STA quienes aun permanecían en el corral y para el STG cuando volvían de la pastura y una vez que eran distribuidas en sus respectivos lugares dentro del corral y el segundo suministro del día a las 16:00 pm.

La segunda fase inició en el día 6 y tuvo una duración de 35 días. Durante esta fase, todos los animales pastorearon en forma conjunta la pradera con una asignación de forraje de 6 kg de MS/ 100 kg de peso vivo. En este período, el pastoreo fue rotativo en franjas de siete días de ocupación, ingresando en la mañana a la nueva franja luego de la pesada semanal. En cada franja los animales tuvieron acceso permanente al agua y a la sombra. La asignación de forraje se ajustó variando el largo de cada franja, en función de la disponibilidad de forraje estimada en cada parcela y del último peso vivo registrado.

En la Figura 2, se visualizan las parcelas con sus correspondientes franjas utilizadas en el ensayo.

## Figura 2

*Mapa de los potreros en donde se realizó el pastoreo y posición de parcelas de cada tratamiento*



*Nota.* STG: Sistema de transición gradual; STA: Sistema de transición abrupta. Adaptado de Google Earth Pro (2023).

### 3.9 REGISTROS Y MEDICIONES

#### 3.9.1 Animales

##### 3.9.1.1 Peso vivo y altura del anca

El peso vivo fue registrado a inicio del período experimental (16/11/21) y continuándose cada 7 días, sin ayuno previo. Todas las mediciones se realizaron en las primeras horas de la mañana antes del primer suministro de comida (concentrado o forraje según correspondiera en la fase del ensayo), utilizando una balanza electrónica con una capacidad de 2000 kg  $\pm$  1 kg y una precisión de  $\pm$  0,5 kg. Al momento de pesar a los animales los tratamientos estaban mezclados y los mismos ingresaban sin orden predeterminado.

A través del uso de una varilla milimétrica con un brazo nivelador (hipómetro), se realizaron las mediciones de altura del anca para cada animal, desde el suelo hasta la parte más alta del anca, con el objetivo de determinar en dicho periodo el crecimiento individual de los animales. Para realizar esta medición se buscó que el animal estuviera en un estado de quietud, con las extremidades alineadas para obtener una estimación más precisa. Esta medición se realizó a inicio y fin del periodo experimental, junto con el registro de la primera y última pesada.

##### 3.9.1.2 Patrón de comportamiento ingestivo

El comportamiento animal en pastoreo se caracterizó durante la transición (días 1, 2, 3 y 5) en el tratamiento STG, y una vez finalizada la fase de transición, se evaluó en cada tratamiento 3 días a la semana (inicio, mitad y final de pastoreo de la franja) hasta el día 27 del periodo experimental. Fue realizado en 6 animales por tratamiento (2 por bloque) seleccionado al azar al inicio del periodo experimental. En las horas luz, se registró cada 10 minutos la actividad de pastoreo que efectuaba el animal, que podían ser: pastoreo efectivo o búsqueda, rumia, descanso y acceso al bebedero. En la primera y última sesión de pastoreo (en la mañana y en la tarde respectivamente) se midió la tasa de bocado, la cual consistió en registrar el número de bocados realizados por el animal en un minuto, considerando un mordisco cuando se escuchaba el sonido característico del pasto al ser arrancado.

##### 3.9.1.3 pH ruminal

El pH del líquido ruminal fue medido en todos los animales semanalmente, en el mismo espacio temporal que se registró el peso vivo. Mediante una sonda ororruminal introducida por la boca del animal hasta llegar al rumen, se tomaron las muestras de líquido ruminal, las cuales fueron filtradas mediante tela de quesería previo a la determinación del pH usando un peachímetro portátil.

#### 3.9.1.4 Consumo de ración

El consumo de materia seca de ración en el corral, durante los últimos 6 días previos a la salida al pasto, fue estimado diariamente como la diferencia entre materia seca ofrecida y materia seca rechazada (residual). Antes del suministro de la primera comida en la mañana, se procedió a pesar el rechazo correspondiente a cada comedero, el cual no era reutilizado nuevamente.

#### 3.9.2 Pastura

##### 3.9.2.1 Biomasa y altura de la pastura

La biomasa de forraje pre-pastoreo (kg MS/ha) se estimó semanalmente mediante la técnica de doble muestreo, para determinar el tamaño de cada franja y así ajustar la oferta de forraje al 6% de PV del animal (Haydock & Shaw, 1975). Para el cálculo de dicha oferta de forraje no se consideró el crecimiento de la pastura, debido a que, Morley (1968) señala que, para periodos breves de permanencia por parcela, no considerar el crecimiento de la pastura no acarrearía demasiadas imprecisiones en la oferta de forraje.

Se realizó marcando dos escalas (A y B) de 3 puntos cada una como referencia (alta, media y baja biomasa), para luego arrojar 200 veces el cuadro de 30 x 30 cm al azar en formas de zigzags para la asignación de puntaje tomado como referencia las escalas marcadas. Las muestras de las escalas correspondientes dentro del cuadrante fueron cortadas con tijera al ras del suelo y secadas en estufas para la determinación del peso seco de forraje contenido en cada cuadrante. Las mismas fueron molidas y conservadas para su posterior análisis químico. Previo al corte se estimó por apreciación visual la proporción de restos secos, leguminosas y suelo desnudo, además, en la estimación del disponible se recabaron datos de altura midiendo con una regla 5 puntos en las diagonales del cuadrado la altura de forraje (promediando la altura de 5 mediciones sobre la hoja verde más alta que toque la regla sin estirar la misma).

Tanto para la semana de transición como la de post transición, la biomasa y altura del forraje remanentes fueron estimadas mediante la misma metodología mencionada anteriormente, luego de que los animales pasaban a una nueva parcela.

#### 3.9.3 Procesamiento de muestras

Todas las muestras de forraje fueron secadas en estufa de aire forzado a 60°C por 48 horas hasta peso constante, para la determinación del peso seco de forraje contenido en cada cuadro. Posteriormente se efectuó la molienda de las muestras en un molino de martillo “Wiley Mill” (malla 1 mm) conservándose para posterior análisis químico.

### 3.9.4 Registros climáticos

Durante el desarrollo del ensayo se registró la información climatológica a través de la estación meteorológica de la EEMAC, ubicada aproximadamente a 2 km del lugar donde se realizó el ensayo. Las variables que se tomaron fueron temperatura media diaria, mínima y máxima, precipitaciones y humedad relativa.

## 3.10 VARIABLES CALCULADAS

### 3.10.1 Ganancia media diaria

Para cada individuo se calculó semanalmente la ganancia media diaria (GMD) y para el periodo experimental se estimó en base a la pendiente de la regresión lineal de los registros individuales de PV en el tiempo.

### 3.10.2 Utilización del forraje

La utilización de forraje (UF) fue calculada semanalmente como la diferencia entre la biomasa de forraje disponible y remanente, y el forraje desaparecido expresado como porcentaje del forraje disponible previo al pastoreo.  $UF (\%) = \text{Biomasa de Forraje desaparecido} / \text{Biomasa ofrecida} * 100$  (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

### 3.10.3 Materia seca

El porcentaje de materia seca del forraje se obtuvo al dividir el peso seco (PS) entre el peso fresco (PF), y multiplicando este resultado por 100.  $MS (\%) = ((PS/PF) * 100)$  (Irigoyen, 2011).

### 3.10.4 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

La estimación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se realizó a partir de la fibra detergente acida (FDA) utilizando la ecuación:  $DIVMS = 88,9 - (\%FDA * 0,779)$  (Di Marco, 2011).

## 3.11 ANÁLISIS QUÍMICO

En el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, se analizaron cuatro muestras compuestas por semana del forraje ofrecido (semanas 1, 2, 3 y 4 quedando fuera del análisis la semana 5 y 6), determinándose el contenido de cenizas (C), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo).

La PC se estimó a partir del contenido total de nitrógeno mediante el método Kjeldahl 984.13, para convertir el nitrógeno en PC, se corrigió por el factor 6,25 (Latimer, 2012).

Los contenidos de aFDN<sub>mo</sub> y FDAmo fueron determinados de manera secuencial y para esto se utilizó la tecnología Ankom (Van Soest et al., 1991). Para obtener el porcentaje de ceniza se incinera la muestra a 600°C (Latimer, 2012).

### 3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo fue analizado de acuerdo con un diseño aleatorizado en bloques considerando como repetición al animal. Se utilizó el programa estadístico SAS variando el procedimiento según el tipo de variable analizada. El modelo incluyó medidas repetidas en el tiempo para variables como el PV, pH, comportamiento y consumo de RTM en el corral (CMS-RTM).

Para el análisis del efecto de los tratamientos sobre la evolución de peso vivo y altura al anca se utilizó el procedimiento GLM y el siguiente modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + \zeta_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = peso vivo, altura al anca

$\mu$  = Media general

$\zeta_i$ : efecto del i-esimo tratamiento (i= STA, STG)

$B_j$ : efecto del j-esimo bloque (j= 1,2,3 tipo dieta en el corral)

$\varepsilon_{ijk}$ : error experimental

El efecto de los tratamientos sobre la GMD (estimada a partir de los coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad dependientes del PV en función del tiempo, utilizando el procedimiento mixed, de la forma:

$$Y_{ijklm} = \beta_0 + \zeta_i + B_j + \varepsilon_{ijk} + \beta_1 dl + \beta_1 i \zeta_i dl + \sigma_{ijkl}$$

Dónde,

$\beta_0$ : intercepto

$\zeta_i$ : efecto del i-esimo tratamiento (i= STA, STG)

$B_j$ : efecto del j-esimo bloque (j= 1,2,3 tipo dieta en el corral)

$\varepsilon_{ijk}$ : error experimental

$\beta_1$ : es la pendiente del promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días (dl)

$\beta_1 i \zeta_i$ : es la pendiente del PV en función de los días (dl) para cada tratamiento

$\beta_2$ : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del ensayo

$\sigma_{ijkl}$ : es el error de la medida repetida en el tiempo (dentro de animales)

Para las variables CMS\_corral y pH, con medidas repetidas en el tiempo, se utilizó también el procedimiento Mixed de SAS con el siguiente modelo:

$$Y_{ijkm} = \mu + \alpha_i + B_j + \varepsilon_{ij} + D_k + (\alpha D)_{ik} + \delta_{ijkm}$$

Dónde,

$Y_{ijk}$ : pH

$\mu$ : media poblacional

$\zeta_i$ : efecto del i-esimo tratamiento (i= STA, STG)

$B_j$ : efecto del j-esimo bloque ( $j= 1,2,3$  tipo dieta en el corral)  
 $\varepsilon_{ij}$ : error experimental del i-esimo tratamiento y j-esima repetición  
 $D_k$ : efecto relativo del k-esimo dia de medición del pH ( $k= 1, 2 \dots$ )  
 $(\alpha S)_{ik}$ : efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-esimo tratamiento y k-esimo dia de medición.  
 $\delta_{ijk}$ : error experimental del i-esimo tratamiento, j-esima repetición y k-esimo dia de medición.

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo, se realizó la transformación LOGIT de los datos originales, asumiendo que la variable número de observaciones de determinada actividad/ observaciones totales tiene distribución binomial. Transformación LOGIT:  $[\text{LN}(P/(1-P))]$ , siendo P la proporción de observaciones de consumo, rumia o descanso. Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX

$$\text{Ln}(P/(1-P)) = \beta_0 + \alpha_i + B_j + \varepsilon_{ij} + S_k + D_l(S)_k + \delta_{ijkl}$$

Dónde,

P: es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo...

$\beta_0$ : es el intercepto

$\alpha_i$ : efecto del i-esimo tratamiento ( $i= \text{STA, STG}$ )

$B_j$ : efecto del j-esimo bloque ( $j= 1,2,3$  tipo dieta en el corral)

$S_k$ : es el efecto de la semana

$D_l(S)_k$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

$(\alpha S)_{ik}$ : es la interacción entre tratamiento y semana

Las medias ajustadas fueron comparadas mediante test de Tukey, cuando P-valor fue menor o igual a 0,05 (5 %) se consideraron diferencias significativas, mientras que cuando el P-valor fue mayor a 0,05 y menor o igual a 0,1 (10 %) se consideró tendencia.

## 4 RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

#### 4.1.1 Caracterización meteorológica del periodo experimental

En la Tabla 8 se presentan los valores de temperatura media, precipitaciones y humedad relativa registradas durante el periodo experimental y para el promedio de la serie de años 2008-2020 junto con el desvío estándar.

**Tabla 8**

*Condiciones meteorológicas del período experimental y del promedio histórico*

	Periodo experimental		Periodo histórico	
	Noviembre	Diciembre	Noviembre	Diciembre
<b>T(°C) media</b>	22,1	23,5	21,9 ± 2,00	23,9 ± 3,00
<b>RR (Mm)</b>	32,2	3,00	77,5 ± 76	151,5 ± 118
<b>HR (%)</b>	58,5	55,6	65,9 ± 7,00	63,8 ± 7,00

*Nota.* T: temperatura; RR: precipitaciones; HR: humedad relativa. Elaborado a partir de Estación Meteorológica EEMAC (Comunicación personal, 2022).

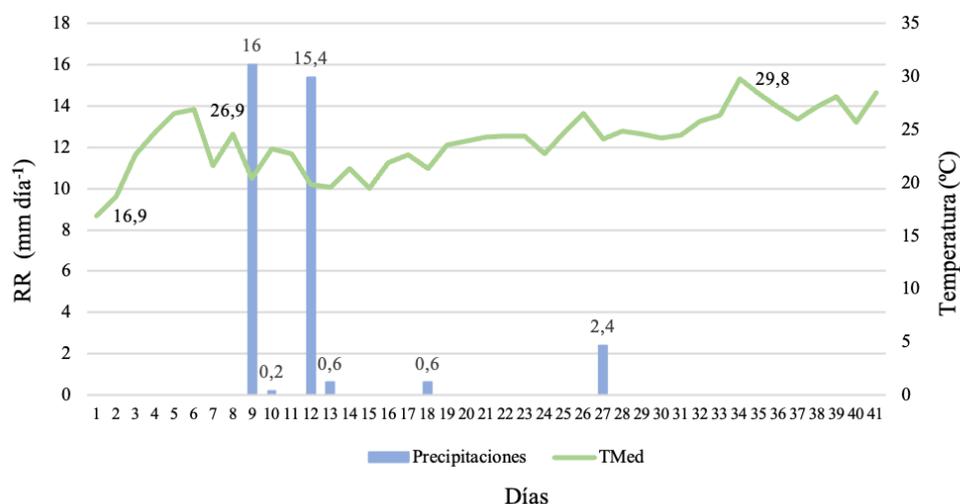
En el mes de diciembre las precipitaciones fueron muy inferiores al promedio histórico mensual arrojando un valor de 148,5 mm, por debajo de la media para ese mes, dicho valor surge de la diferencia entre precipitación histórica del mes de diciembre con las precipitaciones acumuladas en el mes de diciembre correspondiente al ensayo. Siendo menos relevante que este último, pero igualmente importante a destacar que en el mes de noviembre las precipitaciones fueron 45,33 mm por debajo de la media histórica. Con estos datos podemos decir que el periodo experimental se presentó con importante déficit hídrico.

Los cambios en el ambiente influyen en el comportamiento, función y productividad de los animales mediante un proceso complejo, que involucra tres aspectos: consumo voluntario de alimento incluyendo el agua, valor nutritivo del alimento consumido, y requerimiento de energía para el mantenimiento del animal. La temperatura y la intensidad de luz son los dos factores ambientales principales que modifican la velocidad de madurez de los forrajes y su contenido en paredes celulares y por ende el consumo por rumiantes en pastoreo. Estos cambios ambientales varían con la estación del año (NRC, 1981).

En la Figura 3 se visualiza la evolución diaria de las temperaturas medias y precipitaciones durante los 41 días del periodo experimental (16/11 al 27/12/2021).

**Figura 3**

*Temperaturas medias (TMed) y precipitaciones (RR) registradas en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, durante el transcurso del ensayo*



La temperatura media máxima durante el periodo fue de 31,1°C mientras que la media mínima fue de 16,5 °C. En base a las condiciones climáticas registradas en dicha estación experimental entre los años 2008 y 2020, se observó que las temperaturas registradas durante el ensayo estuvieron por encima de las temperaturas señaladas por la estación meteorológica para los meses de noviembre y diciembre 22,1 vs 21,9 ± 2 y 23,5 vs 23,9 ± 3 respectivamente. El día 2 del periodo de transición se registró la temperatura mínima de 9,3 °C mientras que el día 34 del periodo se alcanzó la máxima temperatura de 38,1 °C. Las condiciones predisponentes al estrés calórico pueden preverse a través de una herramienta conocida mundialmente como Índice de Temperatura y Humedad (ITH). Este índice caracteriza el ambiente y lo relaciona con la respuesta biológica del ganado. Basados en la herramienta de Previsión ITH carne de INIA, consultado en la fecha 7 de enero del 2024 (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], s.f.) para el periodo experimental dicho índice presentó un valor de 71, el cual según Mader et al. (2006) se considera que los animales permanecieron bajo un nivel de riesgo de alerta (69 hasta 74,9: alerta).

#### 4.1.2 Características del forraje ofrecido

En la Tabla 9 se detalla la composición química de la pastura ofrecida a los animales luego del encierro, su composición botánica y cobertura vegetal del suelo.

**Tabla 9**

*Composición química y botánica de la pastura ofrecida a los animales luego del encierro (Pradera Lotus corniculatus, Trébol Rojo, Bromus catárticus)*

	Promedio periodo experimental	Desvío estándar
<b>Composición química (% base seca)</b>		
Materia seca (% base fresca)	38,6	
Ceniza	9,80	0,33
Proteína cruda	14,3	2,46
aFDNmo	51,6	3,92
FDAmo	30,4	3,47
DIVMS* (%)	65,2	
<b>Composición botánica (% de MS)</b>		
Leguminosas	76,3	
Forraje verde	83,5	
<b>Suelo cubierto (% área)</b>	80,5	

*Nota.* aFDNmo: Fibra detergente neutro; FDAmo: Fibra detergente ácida. PS: peso de forraje seco; PF: peso de forraje fresco. Materia seca:  $MS = ((PS/PF) * 100)$  (Iriyoyen, 2011). \*Digestibilidad *in vitro* de la materia seca:  $DIVMS = 88,9 - (\%FDA * 0,779)$  (Di Marco, 2011).

El valor nutritivo de las pasturas se puede medir como la capacidad de aportar los nutrientes requeridos por el animal. En condiciones de pastoreo éstas aportan los nutrientes que el animal necesita, pero existen momentos en el año donde no son cubiertos debido a la marcada producción estacional (Cangiano, 1997).

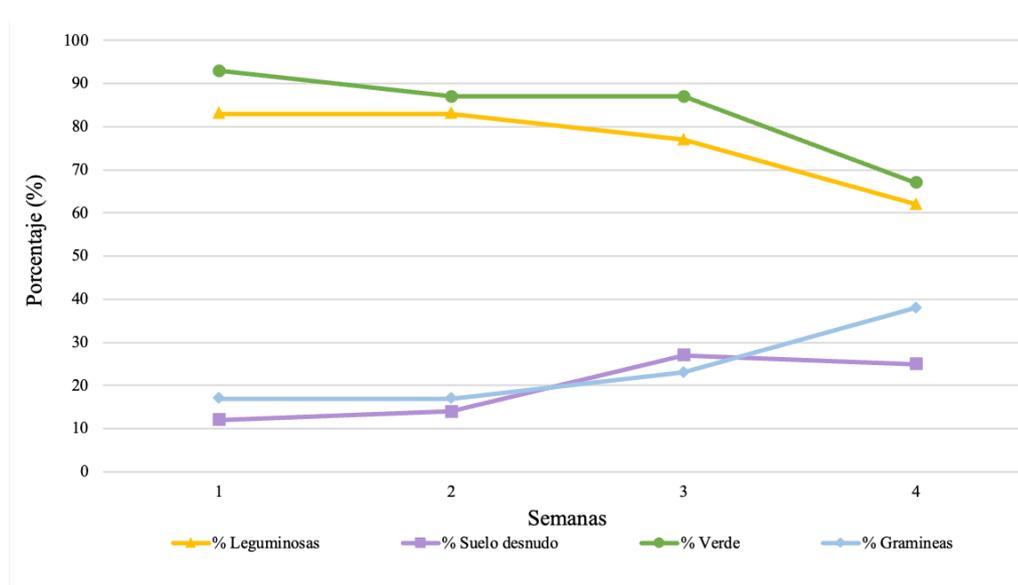
Según Di Marco (2011) se considera que un forraje tiene alta calidad cuando presenta aproximadamente 70% de DIVMS, menos de 50% de FDN y más de 15% de PC, de lo contrario en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PC baja a menos del 8%. Sobre la base de estos estándares de calidad propuestos por Di Marco (2011) la pastura utilizada no clasificaría como forraje de alta calidad, pero puede concluirse que la calidad de este no fue una limitante al consumo de MS y nutrientes ya que se encuentra valorada como forraje de buena calidad, compatibles con planteos de ganancia de peso.

Forbes (1986) señala que dietas con baja concentración de PC restringen el consumo al reducir la tasa de pasaje de la digesta y limitan la fermentación ruminal. A su vez Irigoyen (2011) establece que niveles de proteína en el alimento por debajo del nivel crítico (7 %) hacen que el consumo disminuya debido a que habría menor microorganismos en el rumen. Por lo que el nitrógeno dentro de los parámetros de la pastura no estuvo limitando el consumo de MS.

La Figura 4 ilustra la evolución semanal de los componentes de leguminosa y gramínea en la mezcla forrajera durante las primeras semanas del periodo experimental.

#### Figura 4

*Evolucion de los componentes leguminosa y gramínea de la mezcla forrajera en las primeras cuatro semanas del periodo experimental*



Una de las especies de leguminosas que conforman la pastura es el *Lotus corniculatus*, perenne estival que ofrece un buen potencial de producción primavera-estivo- otoñal.

Trébol rojo (*Trifolium pratense*) es la segunda especie de leguminosa que compone la mezcla. Especie de hábito de vida bianual, con ciclo de producción invernal y distribución de producción otoño-invierno-primaveral, normalmente bianual, aunque en ocasiones puede sobrevivir tres años, dependiendo del comportamiento sanitario de la raíz y corona y de su resiembra natural la cual es muy poco eficiente. Se trata de una especie de excelente comportamiento productivo, en dichas circunstancias aporta siempre forraje temprano debido a su muy buena precocidad (Carámbula, 2002).

El tercer componente de la mezcla corresponde a una especie gramínea perenne, *Bromus catharticus* es una especie que puede presentarse con hábito de vida anual o bianual, con un ciclo de producción invernal y una distribución de producción otoño-invierno-primaveral (Wolff et al., 1996 como se cita en Abbott & Pistorale, 2011).

La proporción de leguminosas (*Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*) durante las dos primeras semanas, fue de 83% mientras que la de gramíneas (*Bromus catharticus*) solo representó un 17%, esto se debe a que el *Trifolium pratense* es el componente principal en el primer año de la pradera debido a su muy buena precocidad (Carámbula, 2002).

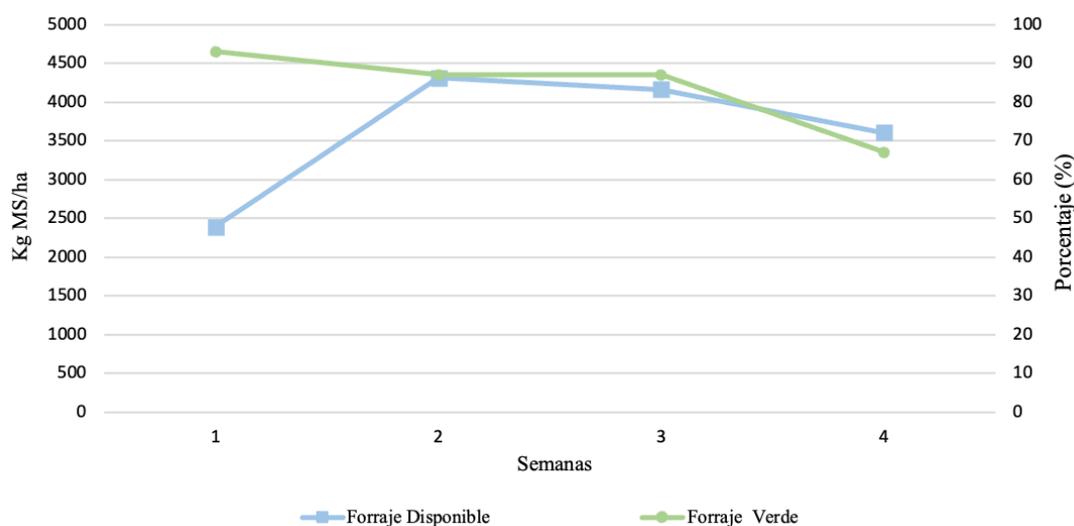
En la Figura 4 se observa cómo a medida que avanzaron las semanas del ensayo la proporción de leguminosas fue en decremento, posiblemente debido al componente *trifolium pratense* (en el primer verano muchas plantas mueren por el efecto de una o más enfermedades de raíz y corona). Además, debido a su sistema radicular medianamente profundo es menos resistente a la sequía que los otros componentes de la mezcla (Carámbula, 2002).

Puede decirse entonces que la menor proporción de leguminosas en el transcurso del ensayo pudo haber estado influenciada por el déficit hídrico para el año del ensayo lo cual llevó a una menor persistencia de plantas. Por ende, conforme fue avanzando el periodo de pastoreo hubo una disminución en la proporción de leguminosa en la mezcla con un aumento en la proporción de gramínea. Asimismo, a medida que fue disminuyendo del porcentaje de leguminosas hubo un incremento de la proporción de suelo desnudo hasta la tercera semana, cuando comienza el aumento de la participación de la especie gramínea.

En la Figura 5 se presentan los cambios semanales en la disponibilidad de forraje a lo largo del periodo experimental.

## Figura 5

*Evolución semanal de la disponibilidad de forraje durante el periodo experimental*



La biomasa del forraje disponible al ingreso a las parcelas de pastoreo fue en aumento hasta la semana tres, observándose una caída en la semana cuatro que acompaña a una reducción del 21% en la contribución del forraje de las leguminosas al finalizar el ensayo (Figura 4), pasando de un 83% a un 62% en la última semana.

Para la primera semana del ensayo, periodo durante el cual las terneras del sistema de transición gradual comenzaron el pastoreo, la biomasa de entrada fue de 2392 kg MS/ha, y 19 cm de altura, mientras que el remanente fue de 1752 kg MS/ha con una altura de rechazo de 14 cm. En esta primera semana los animales del tratamiento gradual tuvieron una asignación de forraje efectiva de 6,7 kg cada 100 kg de PV por día. Para el fin de la transición correspondiente a la segunda semana del ensayo, la biomasa disponible de entrada fue de 4309 kg MS/ha con una altura de ingreso de 20 cm y un remanente de 1863 kg MS/ha con una altura de rechazo de 11 cm. La asignación de forraje efectiva para la segunda semana fue de 6,0 kg cada 100 kg de PV por día.

La disponibilidad promedio de forraje durante el ensayo fue de 3403 kg MS/ha, mientras que el valor esperado de producción de una pastura en su primer año y para la época de primavera según lo reportado por Simeone et al. (2008) es de 3700 kg MS/ha, con esto podemos decir que la disponibilidad de forraje fue similar al valor esperado para esta época.

Anrique et al. (2014) señalan que en condiciones de pastoreo la disponibilidad de materia seca es muy importante, ya que la altura y densidad influirán en el grado de selectividad realizado por el animal. Además, aseguran que, el aporte nutritivo de las praderas depende de la cantidad de forraje disponible por animal, si esta aumenta, los animales son más selectivos y consumen un forraje con menos fibra, más energético y proteico.

En la Tabla 10 se presenta la evolución semanal del forraje disponible y su utilización seca (MS) del forraje suministrado a los animales, cuando estos salían a pastorear.

**Tabla 10**

*Porcentaje de utilización y disponible de MS semanal del forraje ofrecido*

Semanas	Utilización (%)	Disponible (kg MS/ha)
1	26,76	2392
2	46,16	3460
3	56,53	4159
4	65,76	3601

*Nota.* Utilización (%) = Biomasa de Forraje desaparecido/Biomasa ofrecida\*100.

El porcentaje de utilización de una pastura es la medida del aprovechamiento del forraje, es decir es la relación entre el forraje ofrecido y el forraje desaparecido durante el periodo de pastoreo (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006). A modo de ejemplo una utilización del 65,76 % asume que ese porcentaje fue consumido.

Para la primera semana de transición gradual la utilización fue muy baja, este desempeño pudo deberse a aspectos comportamentales que tiene que ver con una escasa habilidad para la cosecha eficiente del forraje en pastoreo, lo cual

determinaría que animales menos experientes, cuando son introducidos a un nuevo alimento, dediquen más tiempo y energía a la cosecha del forraje aun cuando acaban consumiendo menos (Salverson et al., 2009 como se cita en Perry et al., 2009). Por esta razón es esperable lo que se observa en la Tabla 10, que a medida que los animales pasan más tiempo en la pastura presenten un mayor desarrollo de habilidades para la cosecha eficiente del forraje, por ende, un mayor porcentaje de utilización de este.

Por otro lado, es conocido el hecho de que el tamaño del rumen variará con el tipo de dieta suministrada (NRC, 1988). En la etapa de transición el tamaño del tracto digestivo pudo comenzar a aumentar, lo que puede explicar también el aumento del % de utilización de forraje en la etapa post transición (Tabla 10).

Según Pordomingo et al. (2010) valores de oferta de forraje superiores a 1000 kg MS/ha no generan limitantes en la performance animal. La oferta de forraje al inicio del pastoreo de cada parcela superó los 1000 kg MS/ha como se puede ver en la Tabla 10 y por ende se considera que no habría impuesto limitantes a la performance animal.

## 4.2 CRECIMIENTO ANIMAL

### 4.2.1 Evolución de peso vivo

En la Tabla 11 se exponen el efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables describiendo el crecimiento animal: Peso vivo (kg) inicial y final, altura (cm) inicial y final, y la GMD (kg) promedio para todo el periodo experimental.

**Tabla 11**

*Efecto del sistema de transición del corral al pasto (abrupto vs gradual) sobre crecimiento de animales en las primeras semanas de pastoreo*

	TRATAMIENTOS			SIGNIFICANCIA		
	STG	STA	EE	Trat.	Bloque.	PVini-trans
<b>Peso vivo (kg)</b>						
<b>Inicial</b>	340,6	334,4	8,55	ns	ns	--
<b>Final</b>	360,4	361,4	2,42	ns	ns	--
<b>Altura al anca (cm)</b>						
<b>Inicial</b>	120,9	121,0	0,87	ns	+	--
<b>Final</b>	121,0	120,9	0,66	ns	*	**
<b>GMD (kg)</b>	0,629	0,582	0,091	ns	ns	**

*Nota.* +: P<0,10: tendencia; \*P<0,05: significativo; \*\* P<0,01: muy significativo; ns P>0,10: no significativo; --: no evaluado. GMD: Ganancia media diaria (1 a 41 días). EE: Error estándar; STG: Sistema de transición gradual; STA: Sistema de transición abrupto; Pvini-trans: peso vivo inicio de transición.

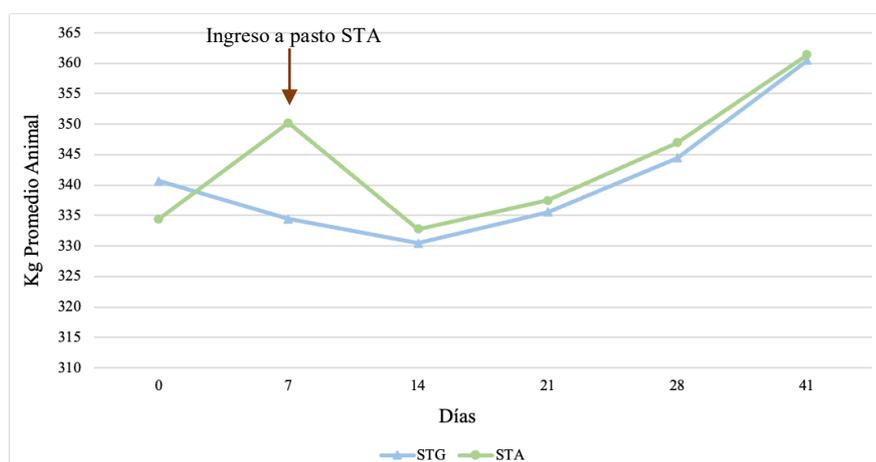
Puede observarse que ninguna de las variables relacionadas al crecimiento fue afectada por el tratamiento. En cuanto a la ganancia media diaria promedio para

cada tratamiento durante los 41 días de evaluación, la variable peso vivo de inicio fue la única que presentó significancia ( $p < .0001$ )

En la Figura 6 se exhibe la progresión del peso vivo promedio semanal para STG y STA. Resulta evidente el impacto residual de la alimentación previa a corral en el peso vivo de ambos tratamientos en los primeros 14 días del periodo experimental, y la respuesta diferencial dependiendo del método de transición.

### Figura 6

*Evolución semanal del peso vivo promedio para el STG vs STA durante el periodo experimental*



*Nota.* STG: Sistema de transición gradual; STA: Sistema de transición abrupta.

Los animales provenientes del tratamiento STG en la primera semana de la transición, tuvieron una caída promedio de PV de 6,2 kg, y del día 7 al día 14 fue de 4,0 kg en promedio, no diferenciándose estadísticamente las pendientes de las curvas entre ambas semanas (IC, intervalo de confianza, 95 %). Por otra parte, los animales del STA durante la primera aumentaron 15,7 kg, llegando a 350,2 kg de PV al día 7 de la transición para luego descender a 332,8 kg de PV con una pérdida de 17,4 kg al día 14 del periodo. Se puede ver que ambos tratamientos luego de transcurridos los primeros 14 días del ensayo, no difirieron en la evolución del peso, presentando la misma tendencia hasta finalizado el ensayo. Esto se debe a que, como se puede ver en la Tabla 12, ambos tratamientos no difirieron en la tasa de ganancia individual durante los últimos 27 días del ensayo. Este suceso de disminución del PV en el transcurso de los primeros 14 días del ensayo, pudo deberse al efecto de adaptación en la población microbiana del rumen animal, ya que, según Pordomingo et al. (2010) dicha adaptación puede tardar varios días a semanas dependiendo de la intensidad del cambio en la dieta.

#### 4.2.2 Evolución y Ganancias Medias Diarias de Peso Vivo

En la Tabla 12 se presenta la evolución de GMD para ambos tratamientos durante el periodo experimental, identificándose tres tramos de respuesta.

**Tabla 12**

*Efecto de los tratamientos sobre la evolución de la ganancia media diaria (kg/día), conforme fue avanzando el periodo experimental*

Días	Tratamientos		EE	P-valor
	STG	STA		
1 al 41	0,63	0,58	0,09	ns
1 al 7	-0,57b	2,16a	0,42	**
7 al 14	-0,70a	-2,87b	0,48	**
7 al 41	0,84	0,52	0,11	*
14 al 41	1,16	1,11	0,08	ns

*Nota.* STG: Sistema de transición gradual; STA: Sistema de transición abrupta; EE: Error estándar; \* P < 0,05: significativo; \*\* P < 0,01 muy significativo; ns P > 0,10: no significativo.

El tratamiento presentó mayor efecto significativo sobre la GMD durante las dos primeras semanas de aplicación de los tratamientos. La semana 1, (1-7 días) cuando STA consumía solo RTM en el corral y STG consumía RTM en el corral y pastoreo de pradera incrementándose el tiempo de accesos, desde 2 h hasta 12 h conforme avanzaron los días (2.16 kg/día vs -0.57 kg/día,  $p < 0,01$  respectivamente). La semana 2, (7-14 días) coincidió con la primera semana de pastoreo de STA, lo cual explicaría la mayor pérdida de peso con relación a STG (-2.87 vs -0.700 kg/d,  $p < 0,01$  respectivamente). A partir de los 14 días y hasta el final de la evaluación (día 41) no se detectaron diferencias significativas en GMD debidas al sistema de transición entre dietas (Tabla 12). A medida que avanzaron las semanas las diferencias fueron cada vez más chicas, y al culminar el ensayo la diferencia fue tan solo de 52 g entre tratamiento (ver Anexo D).

En los últimos días de permanencia en el corral, las terneras del STA exhibieron ganancias diarias superiores a las expectativas reportadas por estudios realizados en la UPIC. Estas ganancias fueron de 2,16 kg/animal/día, en comparación con la media esperada de 0,880 kg/animal/día. La relevante diferencia de 1,280 kg/animal/día podría atribuirse a variaciones en la formulación de la dieta, específicamente en su composición química, y al manejo del suministro de dicha dieta en el corral. Es importante destacar que la dieta de estos animales carecía de fibra larga y se ofrecía de forma *ad libitum*.

Para el tratamiento de transición gradual del corral al pasto, la pérdida de peso en los animales durante la primera semana de acceso diario al pastoreo fue de 0,570 kg/animal/día, continuando la pérdida de peso a una misma tasa durante la

segunda semana del ensayo, cuando la dieta paso a ser exclusivamente a pasto para ambos tratamientos.

La salida del corral al pastoreo de manera abrupta llevó a que los animales experimentaran una pérdida de peso de 2,87 kg/animal/día en la primera semana de pastoreo, superando las pérdidas reportadas por Pordomingo (2008) en el cual animales a corral, consumiendo una dieta alta en concentrado energético, pasaron de aumentar 1,400 kg/animal/día a perder 0,207 kg/animal/día. Resultado emergente de este estudio demostraron que la dieta en el corral es uno de los factores que están relacionados con la depresión del aumento de peso en la etapa posterior al corral.

#### 4.3 RESPUESTA DURANTE LA TRANSICIÓN

En este apartado se presentan los resultados correspondientes a la semana de aplicación de los tratamientos (1 a 6 días del periodo experimental).

##### 4.3.1 Consumo de ración

En la Tabla 13, se aprecia las diferencias en el consumo de materia seca de la RTM (CMS\_RTM) entre los grupos STG y STA durante la última semana de alimentación en corral. El CMS\_RTM promedio fue significativamente mayor para STA respecto a STG (11.9 vs 8.9 kg/día, EE 0.21  $P < 0.01$ ), siendo esta respuesta dependiente del día de medición (Trat.  $\times$  Día,  $P < 0.001$ ). En la Figura 7 se grafica dicha interacción.

**Tabla 13**

*Efecto del sistema de transición sobre la evolución del consumo diaria de RTM en base seca ofrecida durante última semana de alimentación a corral*

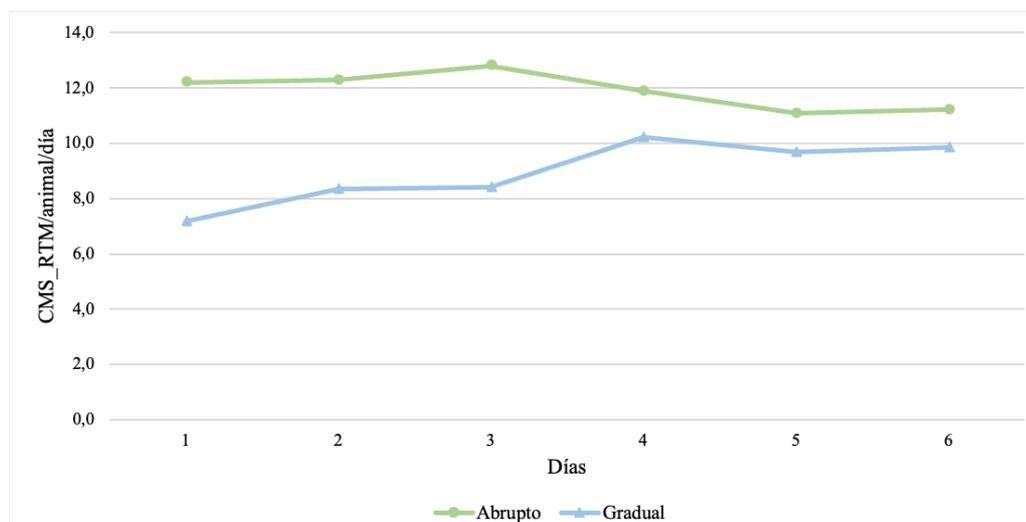
Días	Tratamientos			
	STA	EE	STG	EE
1	12,2 Aa	0,55	7,1 Bb	0,507
2	12,2 Aa	0,53	8,3 Bab	0,507
3	12,8 Aa	0,53	8,4 Bab	0,507
4	11,8 Aa	0,53	10,2 Aa	0,507
5	11,0 Aa	0,53	9,6 Aa	0,545
6	11,2 Aa	0,55	9,8 Aa	0,525

*Nota.* STA: Sistema de transición abrupta; STG: Sistema de transición gradual; EE: Error estándar. a, b: medias dentro de tratamiento seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ) A, B: medias dentro de día seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

La Figura 7 evidencia que, mientras el STA mostró un consumo estable entre días en torno a 12 kg MS/día, el consumo de RTM en el STG fue menor y más variable entre días conforme avanzó el tiempo de acceso al pastoreo.

**Figura 7**

*Evolución en el consumo de RTM en base seca ofrecida diariamente durante la transición según el sistema de transición abrupto (STA) o gradual (STG)*



*Nota.* CMS\_RT: Consumo de Materia Seca de RTM.

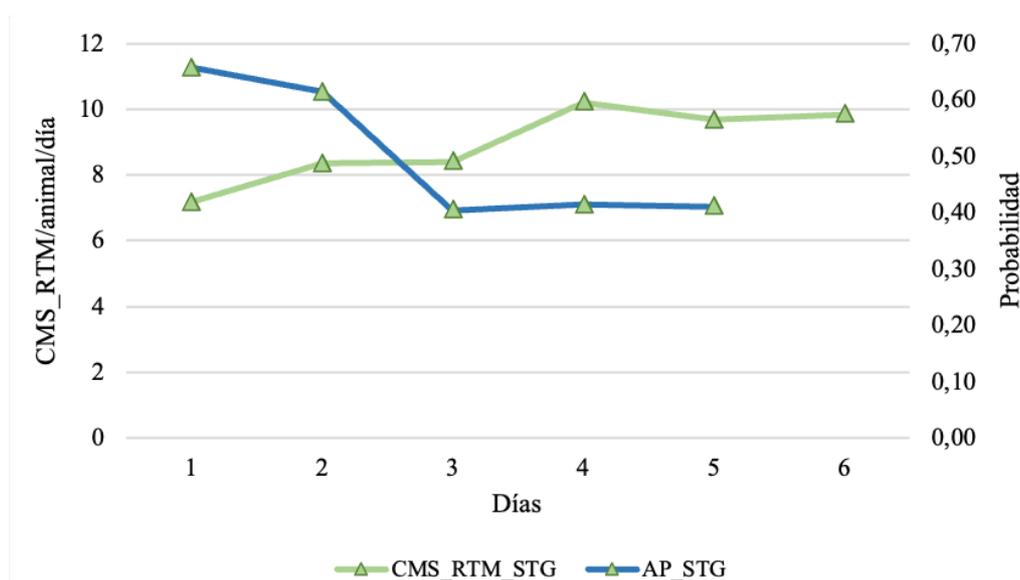
Se observa una gran diferencia en el CMS\_RT en los dos primeros días de la transición, el STG consumió la mitad de la RTM en relación con el STA. Los animales del STG tuvieron sus primeras horas de pastoreo, lo que pudo haber influenciado en el consumo de la RTM, en comparación con los animales de STA, que no salía a pastorear. Esto coincide con lo reportado por Faría et al. (2007) quienes observaron que el pastoreo por dos horas al día permitió sustituir 2 kg de alimento concentrado por animal por día. Se observa en este ensayo que los animales del STG presentaron un mayor impacto en la reducción del CMS\_RT en los dos primeros días de iniciada la transición.

Estas diferencias se mantuvieron hasta el día 3, luego del cual hubo un cambio significativo con una mayor tasa de aumento en el CMS\_RT hasta el día 4 del periodo, en que el CMS\_RT del STG no difiere estadísticamente del observado en STA, manteniéndose la misma tendencia en el tiempo.

En la figura 8, se describe la relación entre la actividad de pastoreo en STG durante la semana 1 y el CMS\_RT en el corral.

**Figura 8**

*Relación entre el consumo de ración (CMS\_RTM) y la actividad de pastoreo durante la semana de transición en las terneras con STG*



Se observó una relación negativa entre las variables estudiadas de CMS\_RTM y la actividad de pastoreo (AP) ya que ambas se movieron en direcciones opuestas, como se observa en la Figura 8.

Es probable que los animales del STG, inmediatamente luego del pastoreo, al retornar al corral, hayan destinado parte de su tiempo a rumiar, lo que pudo estar relacionado con el menor CMS\_RTM a inicio de transición (Tabla 13). Como será presentado más adelante, los resultados de comportamiento en pastoreo evidencian que en el primer y segundo día de acceso a la pastura (2 h y 4 h, respectivamente) los animales dedicaron prácticamente todo el tiempo al pastoreo, siendo mínima la actividad de rumia (Tabla 14). Cambios en el CMS\_RTM, pueden también estar vinculados a factores inherentes a la dieta, ya que Forbes (1998) como se cita en Araujo Febres (2005) indica que los rumiantes deben almacenar los alimentos por varias horas para permitir la fermentación microbiana; y dicho almacenaje es una limitante a la capacidad física y potencialmente una limitante al consumo.

Otro factor que pudo estar implicado en el menor consumo de RTM es el efecto del ambiente ruminal sobre la digestión de la dieta forrajera, es decir, los animales del STG al provenir de una alimentación a base de concentrado la microbiota presente en el rumen se encuentra ajustada a la degradación de dichas dietas, lo que pudo haber generado un impacto negativo sobre la degradación de la fibra del forraje (Krause & Oetzel, 2006) repercutiendo así en una menor tasa de pasaje lo que determina que el animal presente sensación de saciedad generando el menor CMS\_RTM al iniciar la transición (Santini & Rearte, 1997).

En cuanto a la AP se observó que, una vez transcurrido el segundo día de transición, esta descendió en forma notoria como consecuencia del aumento de tiempo destinado a la actividad de rumia y descanso (Figura 10). Dicho descenso en la AP ocurrió hasta el tercer día, donde luego el incremento se da a una tasa creciente influenciada por una tasa decreciente del CMS\_RTM hasta finalizar la

transición. Esto coincide con lo reportado por Rearte y Elizalde (1994) como se cita en Blanco (1999) quienes establecen que, cuanto mayor sea el consumo de concentrado mayor será la sustitución sobre la pastura y el efecto provocado sobre el ambiente ruminal, con consecuencia negativa sobre la digestibilidad del forraje y el consumo de este.

El ascenso relevante en el CMS\_RTM luego del tercer día y hasta el cuarto día en pastoreo, pudo estar explicado por la insatisfacción de los requerimientos nutricionales de estos animales por parte del forraje ofrecido en los dos primeros días debido a que, presentan un inadecuado ambiente ruminal por ende una lenta y menor digestión y por lo tanto un escaso aprovechamiento del forraje, lo que posiblemente lleve al animal a seleccionar una dieta que cubra sus altos requerimientos nutricionales. Tarazona et al. (2012) señalan que, los animales de alguna forma regulan la selectividad del alimento de acuerdo con sus requerimientos nutricionales, por lo que ellos perciben que alimentos contienen los nutrientes necesarios en un momento dado. Esto se esperaría que ocurriera hasta lograr con el pasar del tiempo un ambiente ruminal ajustado a la nueva dieta, así como también el desarrollo de habilidades para una eficiente cosecha.

#### 4.3.2 Comportamiento ingestivo durante la transición

En la Tabla 14 se presentan los resultados del comportamiento ingestivo y TB durante la primera semana de pastoreo del STG. La tasa de bocado se expresa como número de bocados por minuto (número de bocados/minuto). Los valores están presentados como probabilidad de ocurrencia. El efecto Día dentro de la Semana (DS) fue muy significativo sobre todas las variables de comportamientos relevadas ( $P < 0,001$ ) y para todo el periodo correspondiente por lo que, el comportamiento fue variando conforme aumento el tiempo de permanencia en la pastura con el pasar de los días dentro de la semana 1

**Tabla 14**

*Comportamiento ingestivo de terneras con transición gradual durante la semana de transición*

	Día dentro de la semana				Significancia DS
	1	2	3	5	
Horas de pastoreo	2	4	6	10	
<b>AP</b>	0,656 a (0,19)	0,613 a (0,13)	0,404 b (0,11)	0,413 b (0,09)	**
<b>Abus</b>	0,322 a (0,03)	0,215 b (0,02)	0,064 c (0,01)	0,039 c (0,01)	**
<b>AR</b>	0,000	0,036 b (0,01)	0,118 a (0,02)	0,081ab (0,01)	**
<b>AD</b>	0,020 c (0,014)	0,132 b (0,022)	0,400 a (0,027)	0,402 a (0,021)	**
<b>AB</b>	0,000	0,000 b (0)	0,003 b (0)	0,027 a (0,01)	**
<b>TB</b>	22,5 a (3,41)	24,7 a (3,41)	27,4 a (3,41)	31,6 a (3,41)	

*Nota.* AP: Actividad de pastoreo; Ab: Actividad de búsqueda; AR: Actividad de rumia; AD: Actividad de descanso; AB: Acceso a bebedero; TB: Tasa de bocado. DS: Día dentro de la semana. (EE): Error estándar. \*\* P < 0,01: muy significativo.

La actividad de pastoreo fue disminuyendo a medida que pasaron los días, donde en el primer y segundo día no difirieron estadísticamente, lo mismo sucede entre el tercer y quinto día. La misma tendencia tiene la actividad de búsqueda, donde a medida que transcurre la semana, la probabilidad de encontrar un animal buscando va disminuyendo con el pasar del tiempo y el mayor tiempo de acceso a la pastura.

Lo contrario ocurre con las actividades de rumia y descanso. A medida que pasaron los días, la probabilidad de encontrar un animal rumiando va en aumento significativamente. La misma tendencia posee la actividad de descanso (se entiende por descanso cuando el animal no está realizando ninguna de las demás actividades

de comportamiento descriptas en la Tabla 15). La razón por la cual el acceso al bebedero haya aumentado en los últimos 2 días puede estar explicado por el incremento en las temperaturas las cuales del día 3 al día 5 incrementaron alrededor de unos 3 °C (Tabla 8) así como también por el incremento en el CMS\_RTM (Tabla 13).

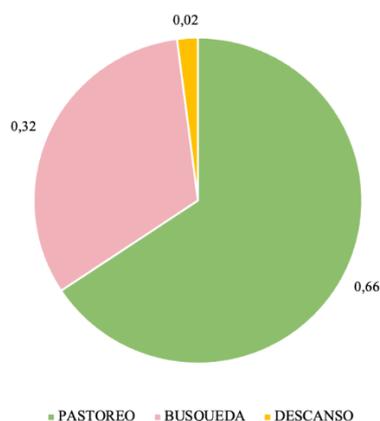
La TB no presentó diferencias estadísticamente significativas en el transcurso de los días dentro de la semana, sus ( $p > 0,05$ ). Se observa una diferencia numérica, donde al introducir los animales a pastoreo estos inician con una baja tasa de bocado, la cual aumenta con el suceso de los días del periodo de transición, llegando a una máxima velocidad de pastoreo (bocados por minuto) al quinto día con un valor de 26,5. Con estos resultados se evidencia una compensación entre tasa de bocado y tiempo de pastoreo. A medida que avanzan las horas de acceso al pastoreo, los animales se involucran en otras actividades de comportamiento, lo que resulta en una proporción menor dedicada a la actividad de pastoreo (Tabla 15). Esto genera un efecto de compensación mediante una tendencia al aumento en la tasa de bocado.

Según Rook (2000) como se cita en Bargo et al. (2002) tanto el tiempo de pastoreo como la tasa de bocado actúan como mecanismos compensatorios para evitar reducciones en el CMS cuando disminuye el peso de bocado (volumen bocado x densidad pastura) el cual está relacionado con la altura de la pastura, es decir con la profundidad del bocado (volumen bocado = área de bocado x profundidad de bocado). Sin embargo, estos mecanismos compensatorios tienen un límite. El límite superior del tiempo de pastoreo para compensar una reducción en la tasa de bocado se determina por el tiempo requerido para otras actividades como la rumia.

A modo de síntesis, la conducta de los animales al salir del corral en el primer día de pastoreo (2 horas), se distribuyó en solo tres actividades (Figura 9), siendo el pastoreo efectivo la de mayor proporción del tiempo asignado por el animal con un valor de 0,66 seguido de la actividad de búsqueda (0,32) y por último el descanso (0,02).

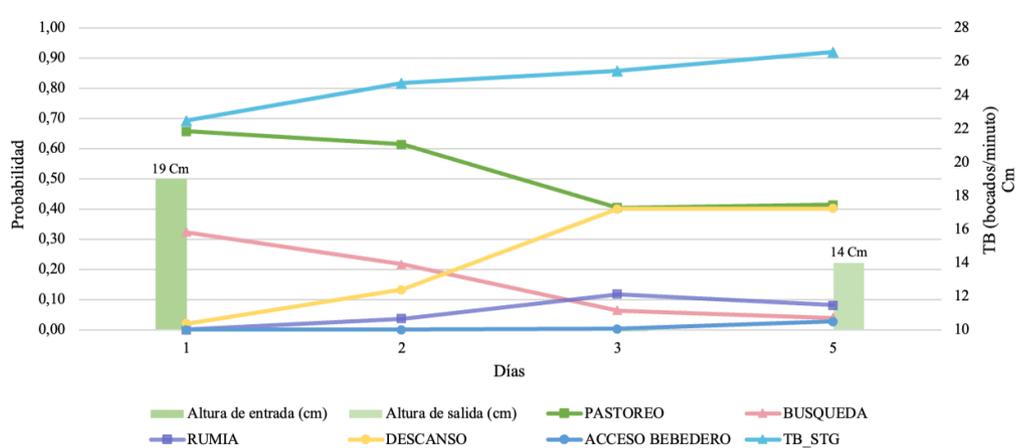
### Figura 9

*Conducta de los animales del STG en el primer día de transición*



**Figura 10**

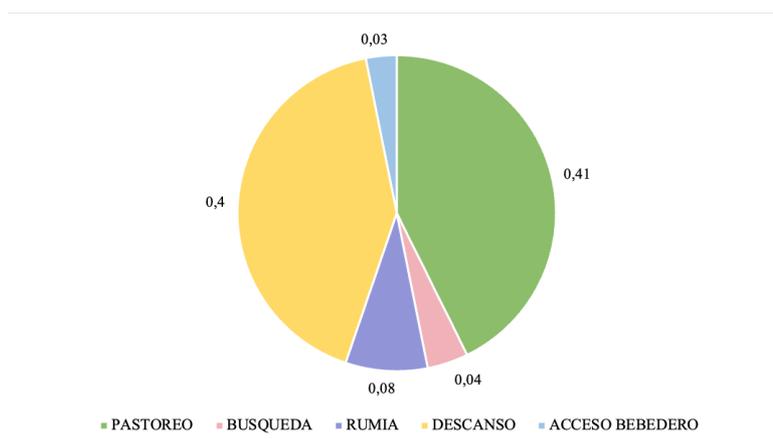
*Evolución del comportamiento ingestivo y TB durante la semana de transición*



Analizando conjuntamente la AP con la rumia en la semana de transición gradual, se puede ver que, existió una relación inversamente proporcional entre ambas variables, donde ambos mostraron similares tasas pero en direcciones opuestas, esto puede ser debido a que una vez saturado el tracto digestivo con fibra generó una lenta degradación de la misma y en consecuencia aumento la rumia (Tabla 14) para lograr digerir el alimento, esto pudo explicar el importante ascenso, en termino relativo, en esta actividad en el segundo día del ensayo. Se observó que el ascenso en la TB acompaña el descenso en la altura de la pastura (Figura 10), esto explica la acción de compensación.

**Figura 11**

*Conducta de los animales del STG en el último día de transición*



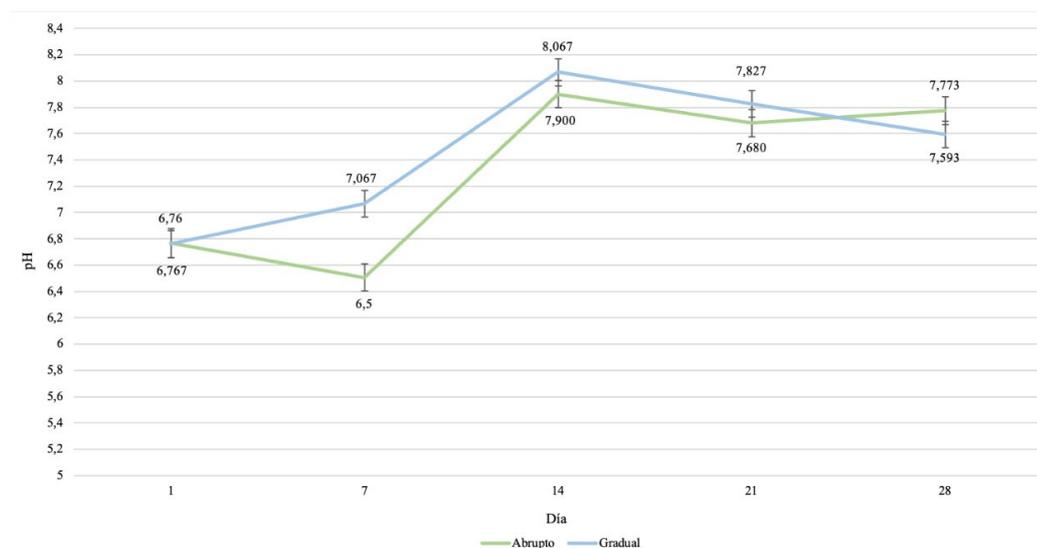
Al finalizar el período de transición, los animales distribuyeron su tiempo a otras actividades además de las mencionadas en el día 1, parte del tiempo destinado a pastoreo fue atribuido a otras actividades tales como rumia y acceso a bebedero, y una gran proporción del tiempo dedicado a rumia se destinó a descanso.

### 4.3.3 pH ruminal

Durante la semana de transición para ambos tratamientos, se dieron los valores más bajos de pH. No se obtuvieron diferencias significativas debidas al tratamiento en el día 1, mientras que al día 7 el pH fue menor para STA ( $p < 0.05$ , Figura 12). En la Figura 12 se puede ver la evolución del pH ruminal desde el inicio de la fase de transición (día 1) hasta del día 28 del periodo experimental.

#### Figura 12

*Evolución de los valores de pH para STA y STG con su correspondiente error estándar durante el periodo de experimental*



Al día 1 de la transición, los valores fueron semejantes como se muestra en la Figura 12, debido a que ambos tratamientos venían consumiendo la misma dieta en el corral. Sin embargo, en el día 7, debido a que el STG tuvo acceso al consumo de pastura durante los días previos, presentó mayor valor de pH en comparación con el STA. Esto evidencia lo expuesto por Yokoyama y Johnson (1993) en cuanto a que un cambio de dieta impone al animal a un periodo de transición en la población microbiana del rumen, donde la población microbiana amilolítica adaptada a la degradación de dietas con alta proporción de almidón es modificada hacia una población microbiana celulolítica adaptada a la degradación de dietas forrajeras con alta proporción de fibra. Este nuevo microbiota se desarrolla en un ambiente ruminal de valores entorno a la neutralidad (pH 7).

Los valores de pH al inicio de la transición fueron valores cercanos a la neutralidad, algo que sorprende por tratarse de animales que presentaban una dieta a base de concentrado (relación voluminoso/concentrado 8/92), donde los valores esperados de pH son alrededor de 5,8 – 6,0. Según (Santini & Rearte, 1997) un pH ruminal como el observado en estos animales es considerado como óptimo en su actividad celulolítica para la digestión de la fibra. La diferencia que existió entre el pH esperado con el recabado en la práctica pudo deberse a la técnica utilizada. Duffield et al. (2004) señalan que las muestras obtenidas mediante sondas ororruminal resultan con pH más altos, así como una concentración de bicarbonato

más elevada. Esto se explica por la ocurrencia de contaminación por saliva, pues su pH alcalino provoca el aumento del pH de la muestra (Corbera Sánchez et al., 2004).

Teniendo en cuenta el método de estimación y considerando que el pH ruminal de estos animales estuvo por encima de un valor de 6, se puede expresar que la probabilidad de que las bacterias celulolíticas estuvieran inhibidas habría sido baja ya que, según Van Lier & Regueiro (2008) las bacterias celulolíticas se inhiben a pH menor de 6.0. A causa de un nivel de pH cercano a la neutralidad se da la aceleración de la fermentación de la fibra lo cual desencadena en un menor tiempo de permanencia del alimento en el rumen, es decir una alta tasa de pasaje, lo que concluye que, probablemente el pH no fue la limitante para el consumo en estos animales.

#### 4.4 CARACTERIZACIÓN DURANTE LA POST TRANSICIÓN

En esta sección se exponen los resultados correspondientes a la semana posterior a la transición, abarcando el periodo de 7 a 28 días del experimento.

##### 4.4.1 pH ruminal

En la Tabla 15 se presentan los valores del pH ruminal desde el día 1 al día 28 del ensayo. Se observa que para la variable pH ruminal fue afectada significativamente por el tratamiento el día de medición y la interacción Tratamiento  $\times$  Días.

**Tabla 15**

*Efecto del sistema de transición sobre la evolución del pH ruminal conforme avanzaron los días de medición (día 1 al 28)*

Días	Tratamientos			
	STA	EE	STG	EE
1	6,76 Ab	0,105	6,76 Ac	0,105
7	6,51 Bb	0,110	7,06 Ac	0,102
14	7,90 Aa	0,102	8,06 Aa	0,102
21	7,68 Aa	0,102	7,82 Aab	0,102
28	7,77 Aa	0,102	7,59 Ab	0,102

*Nota.* STA: Sistema de transición abrupto; STG: Sistema de transición gradual; EE: Error estándar. A, B: medias dentro de día seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ) a, b: medias dentro de tratamiento seguidas de diferente letra difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

El pH ruminal en el periodo post transición gradual (días 14, 21 y 28) no presento diferencias debidas al tratamiento, ni al día de medición (Tabla 15). En relación con la evolución del pH en ambos tratamientos durante el período posterior a la transición, se observa que, del día 7 al día 14, ambos tratamientos exhibieron una tendencia similar hacia un aumento en los valores de pH. No obstante, el tratamiento abrupto mostró una tasa de incremento superior, acercándose

rápidamente a los valores del tratamiento gradual. A partir del día 14 no se diferenciaron estadísticamente los tratamientos.

#### 4.4.2 Comportamiento ingestivo post transición.

Existe una serie de factores que influyen sobre el comportamiento de los animales en pastoreo. Los factores endógenos incluyen las condiciones genéticas y fisiológicas de la especie, que puede ser de tipo individual (raza, edad, sexo, peso, temperamento, experiencia, entre otros) y de tipo social (jerarquía, liderazgo). Los factores exógenos incluyen el ambiente físico (estación del año, clima, temperatura, humedad, vientos, fotoperiodo, características de la pastura) y el ambiente social (densidad de animales, bebederos y sombra) (Hasegawa et al., 1997; Linnane et al., 2001). Los factores exógenos influyen en el comportamiento de todo el redeo, mientras que los factores fisiológicos o el temperamento alteran el consumo a nivel individual.

En los sistemas de pastoreo, existe la dominancia social entre animales que tiene un impacto en el comportamiento alimentario y la ingesta, ya que los animales dominantes tienen acceso prioritario a alimentos de la mejor calidad (Barroso et al., 2000).

En la Tabla 16 se muestran las distintas actividades del comportamiento analizadas, expresadas como la probabilidad de encontrar un animal realizando cada actividad durante las 12 horas de observación del comportamiento.

**Tabla 16**

*Comportamiento ingestivo<sup>1</sup> durante la fase post transición de los grupos STA y STG, abarcando desde el día 7 hasta el día 28 del ensayo*

	Tratamientos				Significancia			
	STA	EE	STG	EE	Trat.	S	DS	Trat.x S
AP	0,691a	0,014	0,710a	0,013	ns	**	ns	+
Abus	0,006a	0,003	0,001a	0,133	ns	ns	**	ns
AR	0,092a	0,006	0,089a	0,007	ns	**	*	ns
AD	0,168a	0,013	0,159a	0,013	ns	**	+	ns
AB	0,0106a	0,001	0,0126a	0,002	ns	ns	ns	ns
TB	22,435a	1,015	23,603a	1,015	ns	ns	ns	ns

*Nota.* <sup>1</sup>Expresado como la probabilidad de ocurrencia de cada actividad.

STA: Sistema transición abrupto; STG: Sistema transición gradual; Trat: Tratamiento; S: Semana; DS: Día dentro de la semana; Trat x S: Tratamiento por semana; AP: Actividad de pastoreo; Ab: Actividad de búsqueda; AR: Actividad de rumia; AD: Actividad de descanso; AB: Acceso a bebedero; TB: Tasa de Bocado (bocados/minuto). \*\* P < 0,01; \* P < 0,05; + P < 0,10; ns P > 0,10.

La actividad que demandó más tiempo por parte de los animales en ambos tratamientos fue el pastoreo (Figura 14). El efecto de la semana (S) afectó el pastoreo de forma muy significativa (P < 0,0001) es decir que, el pastoreo fue cambiando conforme avanzaron las semanas, al igual que la rumia y el descanso.

En la segunda semana se observó la menor actividad de pastoreo (Figura 14) respecto a las siguientes semanas, para la tercera y cuarta semana las probabilidades de AP fueron similares y el máximo tiempo de pastoreo se dio en la quinta semana para ambos tratamientos (0,78 STA vs 0,85 STG).

Con respecto al DS, este presentó un valor no significativo por lo cual, no solo fueron similares las probabilidades de AP dentro de la semana, sino que también fueron altas. A su vez se observó una tendencia ( $P > 0,0760$ ) para la interacción tratamiento por semana (Trat. x S), donde en el caso del STA, la probabilidad de encontrar un animal pastoreando en la segunda semana fue menor que en las semanas siguientes a la misma, las cuales no presentaron diferencias entre si (Figura 14). En el caso del STG, la diferencia estuvo en que en la quinta semana presentó una mayor probabilidad de pastoreo que las semanas anteriores, las cuales no presentaron diferencias entre sí.

La actividad de búsqueda fue afectada muy significativamente ( $P < 0,0001$ ), por el efecto Día dentro de la semana (DS), en donde en el día 1 la probabilidad de encontrar un animal buscando fue mayor, disminuyendo a medida que transcurre los días dentro de la semana.

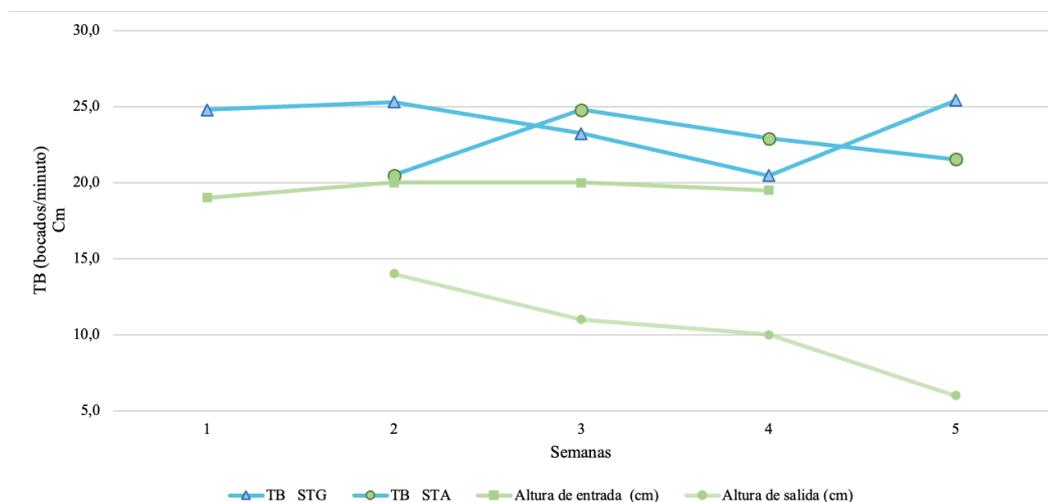
El efecto semana (S) fue muy significativo ( $P < 0,0001$ ) con respecto a la actividad de rumia, donde a medida que transcurrieron las semanas incrementó la probabilidad de encontrar un animal rumiando, y a su vez de forma significativa ( $P < 0,0485$ ) por el efecto día dentro de la semana (DS), donde el primer día es el que posee menor probabilidad (0,07902), el segundo día el de mayor probabilidad (0,1059) y el tercer día intermedio a estos (0,09014). Para el STG la actividad de rumia no presentó diferencia significativa entre la cuarta y la quinta semana del ensayo (a vs ab respectivamente), como se puede ver en la Tabla 16.

El descanso fue afectado de forma muy significativa ( $P < 0,0001$ ) por el efecto S, donde en la segunda semana fue la que presentó mayor probabilidad (0,297) y la quinta semana la menor probabilidad (0,060). A su vez, dicha actividad presentó una tendencia debida al efecto DS (0,060), donde hay una mínima diferencia numérica que va en aumento a media que pasan los días dentro de la semana.

En cuanto al acceso a bebedero (AB), no fue afectado estadísticamente por ningún efecto analizado. La tasa de bocado (TB) tampoco fue afectada estadísticamente. La TB promedio para el STA fue de 22,435 bocados/minuto y para el STG fue de 23,603 bocados/minuto.

**Figura 13**

*Evolución de la TB según sistema de transición y altura del remanente durante el ensayo*



En la Figura 13 se muestra la tasa de bocado por minuto (TB) para los dos tratamientos (abrupto, STA; gradual, STG) en las semanas correspondientes al ensayo. Las tendencias de ambos tratamientos fueron distintas, en el pasaje de la segunda a la tercer semana ambos tratamientos mostraron una correlación negativa, donde se aprecia que la TB para el STA en su primera semana de pastoreo mostró un importante crecimiento, mientras que el STG presentó una caída de este. Si nos ubicamos en la tercera semana del ensayo vemos que, la correlación entre estos tratamientos se torna positiva ya que ambos presentan la misma tendencia hacia un descenso del número de bocados por minutos, este hecho ocurre hasta la cuarta semana. A partir de la cuarta semana vuelve a existir una correlación negativa entre ambos tratamientos. Se puede observar que el STA luego de la tercera semana hasta finalizar el ensayo mostró una caída de la TB, acercándose a valores similares a los de inicio de pastoreo.

Existe una relación entre la altura del forraje, tamaño del bocado y velocidad de pastoreo (Bocados/minutos). A diferencia de la perspectiva de Galli et al. (1996) quienes consideran el tamaño del bocado como una variable secundaria en su investigación, Chacón (2011) destaca que esta variable es la más importante en el comportamiento de consumo animal. Según su análisis, el tamaño del bocado está significativamente influenciado por factores como la altura y disponibilidad de hojas.

Según Chacón (2012) el tiempo/bocado se incrementa linealmente con el aumento de altura del forraje, como consecuencia de un mayor tamaño de bocado. Con esto, podemos decir que al disminuir la altura del forraje baja con este el tamaño del bocado y como compensación aumenta la velocidad de pastoreo (TB), tal y como se muestra en la Figura 13 donde para el STA siempre se cumplió esta relación a diferencia del STG.

En el transcurso de la segunda a la tercera semana, se observó una correlación negativa entre las tasas de bocados (TB) en ambos tratamientos en relación con la altura del forraje. Este hallazgo difiere de los informes de otros estudios, y podría ser indicativo del impacto de la conducta social cuando se introduce ganado adicional en un potrero ya ocupado por animales pastoreando.

Gonzales et al. (2008) y De Vries y Von Keyserlingk (2009b), como se cita en Devant y Bach (2017), han señalado que la conducta social puede iniciar o finalizar una alimentación, y los mecanismos involucrados no siempre están ligados a señales físicas o fisiológicas derivadas de los alimentos. El estrés y la competencia son ejemplos claros, ya que el estrés tiende a reducir la tasa de alimentación, mientras que la competencia conduce a comidas más cortas, pero más rápidas, aumentando así la velocidad de la tasa de bocados (TB).

En este contexto, podemos argumentar que la falta de coincidencia con los informes anteriores se debe a la introducción de animales foráneos al sistema de pastoreo ocupado por los animales del tratamiento gradual (STG). Esto generó un efecto de estrés en los animales del STG, lo que resultó en una disminución en la TB. Por otro lado, los animales del tratamiento abrupto (STA), al ser forasteros, exhibieron un efecto de competencia en comparación con los del STG. Este fenómeno, junto con la disminución gradual en la altura del forraje, podría explicar la marcada tendencia hacia un aumento en la TB de los animales del STA.

Para el STG la velocidad de pastoreo alcanzó el máximo alrededor de los 6 cm de altura, mientras que el STA la máxima velocidad de pastoreo (TB) se llegó con una altura de 11 cm aproximadamente. Con estos resultados podemos comprobar en términos generales la relación inversa entre la TB y altura del forraje. Según Hancock (1953) podemos afirmar que ambos tratamientos presentaron un tiempo efectivo de pastoreo ya que dicho autor establece que, si la velocidad de pastoreo (Bocados/minuto) es mayor a 15 bocados/minuto determinará un tiempo efectivo de pastoreo.

Como variable que incidió en el comportamiento ingestivo podemos considerar que la dominancia social en la segunda semana del ensayo, donde todos los animales se encontraban a pasto, pudo ser una variable muy involucrada en dicho efecto ya que, según Mosley (1990) como se cita en Rivero y Vivas (2018) la dominancia social se manifiesta cuando el comportamiento de un animal se ve alterado por la presencia o amenaza de otro. En consecuencia, podemos inferir que el comportamiento del STA al salir del corral al pasto (semana 2) fue influenciado por la conducta del STG, quienes estaban adquiriendo habilidades de pastoreo. Esto podría haber generado una indiferencia en el comportamiento ingestivo entre ambos tratamientos al inicio de la segunda semana, debido a un posible efecto competitivo del STG sobre el STA.

Esta conclusión sugiere que el STA representa jerárquicamente a los animales dominantes en el sistema de pastoreo. Rivero y Vivas (2018) señalan que el peso y la edad son las características que más influyen en la estructura social, posiblemente debido a la veteranía y la fortaleza respectivamente. Este hecho se corrobora al observar el Anexo E, donde se aprecia que el STA al salir del corral tenía un peso superior al STG.

En contraste, el STG se ubicaría en una posición subordinada, ya que, según Mosley (1990) como se cita en Rivero y Vivas (2018) los animales subordinados, en presencia de los dominantes, tienden a reducir su tasa de bocado. Esta acción se refleja en la Figura 13, donde se observa que el STG muestra una disminución en la tasa de bocado, respaldando la hipótesis de su posición jerárquica subordinada en el sistema de pastoreo.

Tarazona et al. (2012) como se cita en Rivero y Vivas (2018) consideran que el número de animales por área afectan directamente el comportamiento, con lo cual podemos decir que pudo ser otro factor que presentó influencia sobre el mismo debido a que el sistema en pastoreo presentó una carga muy alta (20,7 UG/ha), cuando para la época de primavera la máxima carga es alrededor de 1,6 UG/ha para lograr no solo un buen aprovechamiento del forraje sino también una buena producción del mismo (Simeone & Beretta, 2004). En sistemas de pastoreos intensivos con altas cargas animales, sin considerar el área individual por animal, puede incrementarse conductas agonísticas por efecto de hacinamiento que afectara el bienestar de los animales (Rivero & Vivas, 2018).

#### 4.5 DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos en este ensayo respaldan la hipótesis planteada, que sostiene que, en terneros alimentados a corral durante el invierno, la forma en que se retira la dieta del corral durante la transición al pastoreo (última semana de la alimentación a corral), ya sea de forma abrupta o gradual, afecta la curva de crecimiento durante el periodo de pastoreo subsiguiente.

En el presente trabajo se demostró que animales provenientes del STA (que pasan directamente del corral al pasto) presentaron elevadas ganancias durante la última semana de alimentación a corral, pero la misma cayó abruptamente durante la primera semana de pastoreo. Por el contrario, animales con transición gradual, sometidos durante la última semana de corral a horarios crecientes de acceso a la pastura hasta alcanzar las 10 h/día, redujeron su performance en la última semana corral mostrando una pérdida de peso vivo moderada que se mantuvo durante la semana siguiente, una vez abandonado el corral. Esta última fue significativamente menor que la registrada en STA. Sin embargo, contrariamente a lo hipotetizado, las diferencias observadas en las curvas de evolución de peso no afectaron a la GMD promedio durante el periodo evaluado ni el peso vivo al final del periodo (día 41).

Cambios en la forma de transición del corral al pasto determinaron en el caso del STG una reducción en el consumo de ración en el corral asociado a un incremento en el consumo de pastura. Si bien este último no fue cuantificado, la actividad de pastoreo fue importante desde el día 1, resultando al final de la transición (día 7) en un mayor valor de pH ruminal respecto al STA.

Estas alteraciones repercuten en el rendimiento animal al salir a pastorear, y dicho efecto se prolongó hasta el día 14, coincidiendo con el periodo de adaptación reportado por los autores Santini y Elizalde (1994).

Elementos como el pH ruminal y el comportamiento ingestivo jugaron un papel determinante en el rendimiento pos-corréal del grupo STA durante la fase de pastoreo, probablemente impactando directamente en el consumo total de materia seca. Al abandonar el corral, las terneras del grupo STA exhibieron un peso aproximadamente 16 kg superior en comparación con el grupo sometido a transición gradual. Es posible que este mayor peso al salir del corral haya contribuido significativamente a que las pérdidas de peso durante la primera semana de pastoreo fueran más pronunciadas en el grupo con transición abrupta, en contraste con el grupo que experimentó una transición gradual (Figura 6).

El pH experimentó un aumento al concluir la primera semana en pastoreo en el grupo STA, posiblemente debido a la adaptación del rumen a una dieta de tipo más fibrosa y mayor fermentación de tipo celulolítica, favoreciendo así la degradación de la fibra. Según Pordomingo et al. (2010) la recuperación de la actividad fermentativa suele llevar entre 7 y 14 días en forrajes de buena calidad. Por lo tanto, esta podría ser otra causa de por qué los animales recuperan tasas elevadas de ganancia luego de la segunda semana de pastoreo (Tabla 12), alcanzando una ganancia de peso de 1,11 kg/animal/día.

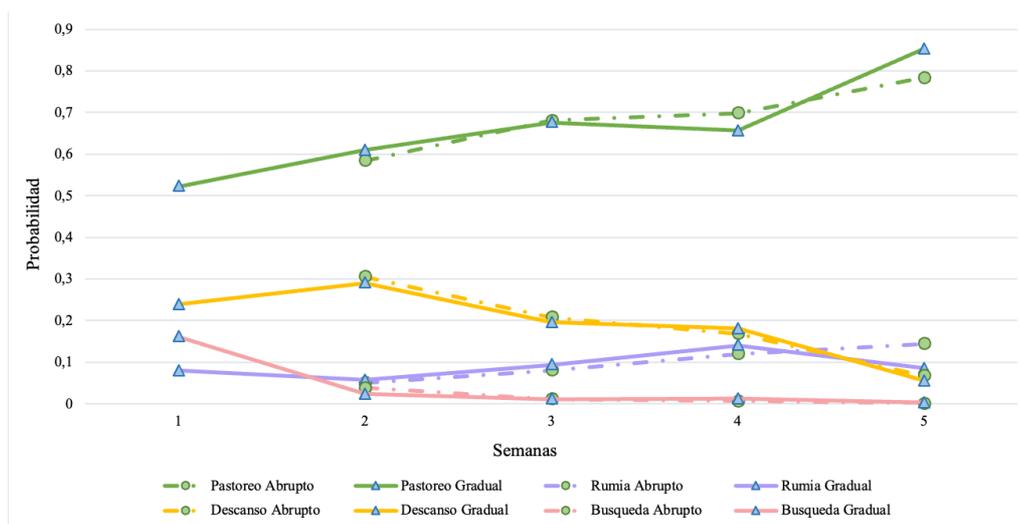
Tanto la variación en el transcurso de los días dentro del periodo de transición, con altibajos intermitentes en el CMS\_RTM como la escasa habilidad de cosecha con mayor impacto en el STA al salir del corral, sumado también una microbiota aún no adaptada a un ambiente pastoril con escasa habilidad a la degradación de la fibra del forraje y una restricción física del rumen al CMS total debido a un tamaño inadecuado al volumen de la dieta forrajera (Forbes, 1998 como se cita en Araujo Febres, 2005) junto a un elevado nivel de requerimiento de mantenimiento determinarían un escaso consumo de energía digestible, impactando de manera importante sobre las GMD afectando considerablemente la performance en la etapa de pastoreo de estos animales siendo más relevante para el STA.

Cangiano (1997) establece que la capacidad de cosecha del forraje es un factor no nutricional que limita el consumo a través del comportamiento ingestivo, de tal manera que no lleguen a cubrir sus requerimientos nutricionales impactando negativamente en las GMD. Lo contrario a eso sucedió en las semanas de post-transición gradual (semana 2, 3 y 4) donde la utilización de forraje fue mayor (Tabla 10), llevando a que la reducción del consumo total de MS se haya dado a una menor magnitud en relación con el STG. Esto puede explicar las menores pérdida de peso con relación al STG conforme a una mayor habilidad para la cosecha eficiente de forraje, debido a que Flores et al. (1989a, 1989b, 1989c) como se cita en Perry et al. (2009), demuestran que los rumiantes aprenden habilidades de pastoreo de otros adultos más experimentados cuando pastorean de manera conjunta.

Con relación al comportamiento ingestivo de las terneras en pastoreo, factores tales como la jerarquía social entre animales y la carga animal (UG/ha) en pastoreo, fueron la posible causa por la cual se dieron las modificaciones de dicho comportamiento. Resultados de este ensayo demostraron lo contrario a lo reportado por Manteca (2006), quien señala que una vez establecida las relaciones jerárquicas, son bastantes constantes, a su vez este mismo autor considera que hay excepciones a esta estabilización en la jerarquía y se da cuando la carga es muy elevada, hecho que se vio reflejado en estas terneras.

**Figura 14**

*Alteración del Comportamiento ingestivo del STG & STA en el periodo experimental*



A partir de la cuarta semana, se observó una alteración en la jerarquía social, la cual se atribuye a cambios en las pautas de comportamiento ingestivo que designan al STA como dominante y al STG como subordinado. Esta modificación puede atribuirse a la variación en la proporción de componentes gramíneas, que se duplicó en su participación en la composición botánica de la pastura para la cuarta semana (Figura 4), junto con una carga animal elevada por unidad de superficie (UG/ha).

De acuerdo con Chacón (2011) los bovinos tienden a seleccionar gramíneas sobre leguminosas, y según Trujillo y Uriarte (s.f.), las leguminosas exhiben un menor contenido de pared celular pero mayor lignificación cuando se comparan en una etapa de madurez equivalente con las gramíneas. Estos factores explican el aumento en el tiempo destinado a la actividad de pastoreo (AP) para ambos tratamientos, siendo más pronunciado para el STG en comparación con el STA.

La alteración en la jerarquía social podría explicarse, además, por la alta carga animal (UG/ha). En este sentido, Manteca (2006) sostiene que en grupos demasiado numerosos, los animales tienen dificultades para reconocerse individualmente, lo que los obliga a restablecer continuamente la jerarquía. Por consiguiente, el STA pasarían a ser los subordinado, evidenciado por un incremento en la actividad de rumia que los caracteriza como tal.

La mínima diferencia en el peso vivo (PV) entre ambos tratamientos al finalizar el ensayo (ver Anexo E), junto con el aumento en la tasa de bocados (TB) del STG en la cuarta semana (Figura 13), indicativo de un mayor desarrollo de habilidades para la cosecha eficiente de forraje adquiridas durante la semana de transición, se refleja en el comportamiento ingestivo en la cuarta semana post transición (Figura 14). Estos resultados llevan a la conclusión de que el STG ahora exhibe una posición jerárquica dominante.

La transición gradual de las dietas entre el corral y el pastoreo no afectó las Ganancias Medias Diarias (GMD) luego de la tercera semana, como se evidencia

en la Tabla 12. En pastoreo, ambos tratamientos recuperaron tasas de ganancia elevadas, aunque no lograron alcanzar las obtenidas durante la fase en corral. De acuerdo con Simeone y Elizalde (2007) como se cita en Claramunt y Rodríguez (2015) y Beretta y Simeone (2008), animales manejados en primavera con una Oferta Forrajera (OF) del 6 % del Peso Vivo (PV) lograron incrementos diarios de peso vivo de 1,164 kg. Asimismo, Claramunt y Rodríguez (2015) registraron ganancias de peso vivo que oscilan entre 0,60 y 1,20 kg/animal/día durante la misma época, con baja variabilidad, atribuible a las elevadas tasas de crecimiento de las pasturas (15 kg/MS/ha/día) y a su alta calidad (proteína y digestibilidad), en conjunto con condiciones climáticas (temperatura) que reducen los requerimientos del animal.

En relación con el comportamiento ingestivo, la transición gradual desde el corral al pasto no mostró diferencias estadísticamente significativas a partir de la segunda semana del ensayo (Tabla 16). Este resultado sugiere que el animal experimentó un periodo de adaptación de los microorganismos ruminales durante la fase de transición gradual, un periodo conocido como estabilización o acostumbramiento, según lo definido por Santini y Elizalde (1994).

Se corrobora, además, que tanto el método de transición como la dieta previa ejercen un impacto cuyo efecto se disipa con el tiempo, reduciendo su influencia en el rendimiento luego de la segunda semana (Figura 6). Esto se traduce en tasas de ganancia similares a las esperadas durante la estación de pastoreo en primavera.

## 5 CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista productivo, la recuperación de las ganancias diarias de peso y la adquisición de habilidad para una cosecha eficiente de forraje en terneras que salen de confinamiento con GMD por encima de las recomendadas ( $> 1000$  g/día) y son manejadas a pasto con una asignación del 6 % del PV (6 kg MS/100 kg de PV), con pasturas de buena calidad, logran con el suceso de los días llegar a la primavera con notables ganancias de peso y una buena eficiencia de cosecha del forraje, posibilitando alcanzar el peso objetivo de faena con la consecuente reducida probabilidad de la intervención de un corral de terminación, resultado que se evidenció independientemente de la forma de transición de corral a pasto (gradual vs abrupta).

La adquisición de habilidades para una eficiente cosecha se da más temprana en la vida del animal cuando estos son introducidos conjuntamente con animales más experimentados en el ámbito de pastoreo. El STA logró recuperar su ganancia de peso de manera más rápida e incluso numéricamente superar al final del ensayo (a los 41 días) (ver Anexo D), en 52 g la GMD al sistema de transición gradual, en tal sentido que, mediante diversas estrategias, se consiguió alcanzar el mismo resultado final.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, L., & Pistorale, S. (2011). Análisis de la estabilidad y adaptabilidad de caracteres de interés agronómico en genotipos selectos de cebadilla criolla (*Bromus catharticus*). *Agriscientia*, 28(2), 109-117.  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v28n2/v28n2a02.pdf>
- Allison, C. D. (1985). Factors affecting forage intake by range ruminants. *Journal of Range Management*, 38(4), 305-311.
- Altamirano, A., Da Silva, H., Durán, A., Echeverría, A., Panario, D., & Puentes, R. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: Clasificación de suelos del Uruguay* (Vol. 1). MGAP.
- Anrique, R., Molina, X., & Alfaro, M. (2014). *Composición de alimentos para ganado bovino* (4ª ed.). Universidad Austral de Chile
- Araujo Febres, O. (2005). *Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/116-consumo.pdf](https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/116-consumo.pdf)
- Araujo Febres, O., & Vergara López, J. (2007). Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15(Suppl. 1), 133-140. <http://www.bioline.org.br/pdf?la07044>
- Arnold, G. W. (1981). Grazing behaviour. En F. H. W. Morley (Ed.), *Grazing animals* (pp. 79-104). Elsevier.
- Baccino, A., Martínez, N., & Muñoz, A. (2023). *Destete precoz a corral: Efecto de la forma de transición corral-pasto sobre la digestión del forraje y la posterior performance de los terneros en pastoreo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Bailey, D. W., Gross, J. E., Laca, E. A., Rittenhouse, L. R., Coughenour, M. E., Swift, D., & Sims, P. L. (1996). Mechanism that results in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49(5), 386-400.
- Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1777-1792.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74252-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74252-5)
- Barroso, F. G., Alados, C. L., & Boza, J. (2000). Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science*, 69(1), 35-53.

- Beretta, V., & Simeone, A. (2008). Producción de carne a pasto. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Una década de investigación para una ganadería más eficiente: Décima Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne* (pp. 20-23). UPIC.  
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Beretta, V., Simeone, A., Carrocio, A., López, S., Orcasberro, M., & Vilaró, J. M. (2016). Pasando del corral al pasto en la categoría terneros: ¿Vale la pena hacer una dieta de transición? En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *18ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: A pasto y a corral, dos caminos con un mismo destino: La rentabilidad* (pp. 56-64). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2016.pdf>
- Bichinque, N., Correa, D., & Guedes Notejane, G. (2022). *Efecto de la estrategia de transición entre la alimentación a corral y la salida al pastoreo sobre el crecimiento y eficiencia de uso del alimento en terneros de destete precoz* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Bignoli, D. (1971). *Comportamiento de los animales en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/etologia\\_bovinos/55-comportamiento\\_en\\_pastoreo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/55-comportamiento_en_pastoreo.pdf)
- Blanco, M. (1999). *El alimento y los procesos digestivos en el rumen*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/70-alimentos\\_rumen.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf)
- Blowey, R. (1994). Dairy cow housing. En C. M. Wathes & D. R. Charles (Ed.), *Livestock Housing* (pp. 305-337). CAB International.
- Bondi, A. (1988). *Nutrición animal*. Acribia.
- Calsamiglia, S., & Ferret, A. (2002). Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: Acidosis y meteorismo. En P. G. Rebollar, C. de Blas, & G. G. Mateos (Eds.), *XVIII Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal* (pp. 97-115). FEDNA.
- Cangiano, C. A. (1997). *Producción animal en pastoreo*. INTA.
- Carámbula, M. (2002). *Pasturas y forrajes: Vol. 1. Potenciales y alternativas para producir forraje*. Hemisferio Sur.
- Carrocio, A., López Zamit, S., Orcasberro Senosiain, M., & Vilaró Draper, J. (2018). *Efecto de la alimentación a corral en terneros sobre la performance posterior a pasto: Caracterización de la transición entre ambas fases* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.

- Castillo, E. (2010). *Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/07-ingestivo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/07-ingestivo.pdf)
- Castle, M. E., & Watkins, P. (1979). *Modern milk production*. Faber and Faber.
- Ceconi, I., Davies, P., Méndez, D., & Elizalde, J. (2018). *Recría de terneros a corral: Ganancia de peso, peso de ingreso, manejo de la alimentación*. INTA. <https://www.infosudoeste.com.ar/adjuntos/file/Informetablasysdatos.pdf>
- Ceconi, I., Davies, P., Méndez, D. G., 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. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(1), 51-68. [https://www.researchgate.net/publication/337447363\\_El\\_nivel\\_de\\_engrasamiento\\_inicial\\_y\\_la\\_ganancia\\_de\\_peso\\_en\\_recria\\_de\\_terneros](https://www.researchgate.net/publication/337447363_El_nivel_de_engrasamiento_inicial_y_la_ganancia_de_peso_en_recria_de_terneros)
- Ceconi, I., & Elizalde, J. C. (2008). *Encierre estratégico de terneros: Análisis de casos reales en sistemas de producción de carne*. INTA. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feddlot/63-encierre\\_estrategico.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feddlot/63-encierre_estrategico.pdf)
- Ceconi, I., Mendez, D. G., Davies, P., Flores, A. J., Garcilazo, M. G., Antenao, J. A., & Elizalde, J. (2022). Recría de terneros a corral: Ganancia de peso, peso de ingreso, manejo de la alimentación. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(38), 80-86. [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12204/pubidia22\\_ano2\\_n1mayo\\_v4\\_p.80-86.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12204/pubidia22_ano2_n1mayo_v4_p.80-86.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cerrato, M. (2007). *Estudio de los efectos de las fluctuaciones del pH sobre la fermentación microbiana ruminal y el flujo de nutrientes en un sistema de doble flujo continuo* [Disertación doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Chacón, E. (2011). Comportamiento ingestivo del vacuno a pastoreo. *Mundo Pecuario*, 7(3), 130-144. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/88-ingestivo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/88-ingestivo.pdf)
- Chacón, E. (2012). Consumo, selección de dieta y componentes del consumo del rumiante a pastoreo. *Mundo Pecuario*, 8(2), 107-120 [https://produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/124-consumo.pdf](https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/124-consumo.pdf)
- Chacón, E., Stobbs, T. H., & Dale, M. (1978). Influence of sward characteristics on grazing behavior and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(1), 89-102.

- Claramunt, M., & Rodríguez, R. (2015). *Consultoría sobre actualización y mejora del programa “Modelización de una Explotación Ganadera Extensiva (MEGanE)”*. MGAP.  
[https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22227\\_megane.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22227_megane.pdf)
- Contraras, P., & Noro, M. (2010). Ambiente ruminal y microorganismos. En P. Contraras (Ed.), *Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa* (pp. 13-24). Consorcio Lechero.  
[https://www.researchgate.net/publication/259694126\\_Rumen\\_morfofisiologia\\_trastornos\\_y\\_modulacion\\_de\\_la\\_actividad\\_fermentativa](https://www.researchgate.net/publication/259694126_Rumen_morfofisiologia_trastornos_y_modulacion_de_la_actividad_fermentativa)
- Corbera Sánchez, J. A., Macías León, Y., Cabrera Pedrero, E., & Gutiérrez Cabrera, C. J. (2004). Análisis del líquido ruminal: ¿Tiene utilidad clínica? *Albéitar*, 80, 34-37.
- Counotte, G. H. M., Van't Klooster, A. Th., Van der Kuilen, J., & Prins, R. A. (1979). An analysis of the buffer system in the rumen of dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 49(6), 1536-1544. [10.2527/jas1979.4961536x](https://doi.org/10.2527/jas1979.4961536x)
- Della-Fera, M. A., & Baile, C. A. (1984). Control of feed intake in sheep. *Journal of Animal Science*, 59(5), 1362-1368. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/59/5/1362/4746791?redirectedFrom=fulltext>
- Devant, M., & Bach, A. (2017). La conducta alimentaria en rumiantes: Implicaciones prácticas. En Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España (Ed.), *ANEMBE: III Jornada FEDNA-ANEMBE sobre alimentación de rumiantes* (pp. 3-30). FEDNA.  
[https://fundacionfedna.org/sites/default/files/02\\_CapI-AlexBach.pdf](https://fundacionfedna.org/sites/default/files/02_CapI-AlexBach.pdf)
- Di Marco, O. (2011). *Estimación de calidad de los forrajes*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/45-calidad.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf)
- Duffield, T., Plaizier, J. C., Fairfield, A., Bagg, R., Vessie, G., Dick, P., Wilson, J., Aramini, J., & McBride, B. (2004). Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 59-66. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73142-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73142-2)
- English, P., Burgess, G., Segundo, R., & Dunne, J. (1992). *Stockmanship: Improving the care of the pig and other livestock*. Farming Press.
- Ericson, E. (2010). *Diurnal behaviour of cattle, sheep and goats on semi-arid pastures in Kenya* [Trabajo final de grado, Swedish University of Agricultural Sciences]. Epsilon Archive for Student Projects.  
[https://stud.epsilon.slu.se/2117/1/ericson\\_e\\_110110.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/2117/1/ericson_e_110110.pdf)
- Faría, J., Chirinos, Z., & Morillo, D. (2007). Efecto de la sustitución parcial del alimento concentrado por pastoreo con *Leucaena leucocephala* sobre la producción y características de la leche y variación de peso de vacas mestizas. *Zootecnia Tropical*, 25(4), 245-251.

- Forbes, J. M. (1986). *The voluntary food intake of farm animals*. Butterworth.  
<https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=GHLyBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Forbes,+J.+M.+1986.+The+voluntary+food+intake+of+farm+animals.+Butterworths.+London.+205+p.&ots=vTDOULD2fz&sig=gnwCw9JOAEvVFvBKqWUOW40EJxw#v=onepage&q&f=false>
- Galli, J. R., Cangiano, C. A., & Fernández, H. H. (1996). *Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/15-ingestivo\\_y\\_consumo\\_bovinos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf)
- Giger-Reverdin, S., Duvaux-Ponter, C., Sauvant, D., Martin, O., Do Prado, I. N., & Müller, R. (2002). Intrinsic buffering capacity of feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 96(1-2), 83-102.  
[https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00330-3](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00330-3)
- Godoy, S., & Chicco, C. F. (1991). Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal. *Zootecnia Tropical*, 9, 131-144.
- Google Earth Pro. (2023). *Google Earth Pro* (Versión 7.3.6.9796) [Aplicación móvil]. App Store. <https://apps.apple.com/ve/app/google-earth/id293622097>
- Grovum, W. L. (1993). Apetito, sapidez y control del consumo de alimentos. En C. D. Church (Ed.), *El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición* (pp. 225-241). Acribia.
- Guevara-Garay, L., Gómez-Botero, J. C., & Ávila-Londoño, L. (2012). Frecuencia de suplementación y pH ruminal en bovinos. *Veterinaria y Zootecnia*, 6(2), 115-133.  
<http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v6n2a09.pdf>
- Hancock, J. (1953). Grazing behaviour of cattle. *Animal Breeding Abstracts*, 21, 1-13.
- Hasegawa, N., Nishiwaki, A., Sugawara, K., & Ito, I. (1997). The effects of social exchange between two groups of lactating primiparous heifers on milk production, dominance order, behavior and adrenocortical response. *Applied Animal Behaviour Science*, 51(1-2), 15-27.
- Haydock, K., & Shaw, N. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15(76), 663-670.  
<http://biblioteca.fagro.edu.uy/refcia/referencia/20091123/1790.pdf>
- Hohenbrink, S., & Meinecke-Tillmann, S. (2012). Influence of social dominance on the secondary sex ratio and factors affecting hierarchy in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5694-5701.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-5281>

- Illius, A. W., & Jessop, N. S. (1996). Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*, 74(12), 3052-3062. <https://doi.org/10.2527/1996.74123052x>
- Instituto Nacional de Carne. (s.f.). *Uruguay, país ganadero*. <https://www.inac.uy/innovaportal/v/3104/17/innova.front/uruguay-pais-ganadero>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (s.f.). *Previsión ITH carne*. <http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Prevision-ITH-Vacunos/Prevision-ITH-carne>
- Irigoyen, A. (2011). *Presupuestación forrajera*. Instituto Plan Agropecuario. <https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/filemanager/source/2021/Librillos/pdf/Presupuestación%20forrajera.pdf>
- Jami, E., Israel, A., Kotser, A., & Mizrahi, I. (2013). Exploring the bovine rumen bacterial community from birth to adulthood. *The ISME Journal*, 7, 1069-1079. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.2>
- Kaufmann, W. (1976). Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on ph-regulation in the rumen and on feed in-take in ruminants. *Livestock Production Science*, 3(2), 103-114. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(76\)90028-2](https://doi.org/10.1016/0301-6226(76)90028-2)
- Krause, K. M., & Oetzel, G. R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4), 215-236. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004>
- Landaeta-Hernández, A. J., Rae, D. O., Kaske, M., & Archbald, L. F. (2013). Factors influencing social organization in postpartum Angus cows under confinement: Effect on cow-calf weight change. *Livestock Science*, 152(1), 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.11.019>
- Latimer, G. W. (Ed.). (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (19<sup>th</sup> ed.). AOAC International.
- Linnane, M. I., Breerton, A. J., & Giller, P. S. (2001). Seasonal changes in circadian grazing patterns of Kerry cows (*Bos taurus*) in semi-feral conditions in Killarney National Park, Co. Kerry, Ireland. *Applied Animal Behaviour Science*, 71(4), 277-292.
- Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712-719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>

- Manteca, X. (2006). *Comportamiento de alimentación del bovino lechero*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/bienestar\\_en\\_bovinos/02-Comportamiento\\_alimentacion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/02-Comportamiento_alimentacion.pdf)
- Mejía Haro, J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(3), 56-63. <http://www.acuedi.org/ddata/1050.pdf>
- Metz, J. H. M., & Wierenga, H. K. (1987). Behavioural criteria for the design of housing systems for cattle. En H. K. Wierenga & D. J. Peterse (Eds.), *Cattle housing systems, lameness and behaviour* (pp. 14-25). Martinus Nijhoff.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iIthSBkqAYC&oi=fnd&pg=PA14&dq=Metz+J+H+M+and+Wierenga+H+K+\(1987\)+Behavioural+criteria+for+the+design+of+housing+systems+for+cattle.+EN:+H+K+Wierenga+and+D+J+Peterse+\(eds\)+Cattle+Housing+Systems,+Lameness+and+Behaviour,+pp:14-25.+Dordrecht:+Martinus+Nijhoff+Publishers+&ots=ObAmtaPiM1&sig=N6mazLXu\\_bJI2V2H6MaUS9L7S5Y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iIthSBkqAYC&oi=fnd&pg=PA14&dq=Metz+J+H+M+and+Wierenga+H+K+(1987)+Behavioural+criteria+for+the+design+of+housing+systems+for+cattle.+EN:+H+K+Wierenga+and+D+J+Peterse+(eds)+Cattle+Housing+Systems,+Lameness+and+Behaviour,+pp:14-25.+Dordrecht:+Martinus+Nijhoff+Publishers+&ots=ObAmtaPiM1&sig=N6mazLXu_bJI2V2H6MaUS9L7S5Y#v=onepage&q&f=false)
- Milam, K. Z., Coppock, C. E., West, J. W., Lanham, J. K., Nave, D. H., Labore, J. M., Stermer, R. A., & Brasington, C. F. (1986). Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*, 69(4), 1013-1019.
- Minson, J. D. (1990). *Forage in ruminant nutrition*. Elsevier.
- Montossi, F., Risso, D. F., & Pigurina, G. (1995). Consideraciones sobre utilización de pasturas. En D. F. Risso, E. J. Berretta, & A. Morón (Eds.), *Producción y manejo de pasturas* (pp. 93-106). INIA.  
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135431.pdf>
- Morley, F. H. W. (1968). Pasture growth curves and grazing management. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 8(30), 40-45.
- Mosley, J. (1999). Influence of social dominance on habitat selection by free-ranging ungulates. En K. Launchbaugh, K. Sander, & J. Mosley (Eds.), *Grazing behavior of livestock and wildlife* (pp. 109-118). University of Idaho.
- National Research Council. (1981). *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. National Academy Press.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n1V\\_Nnz\\_NWEC&oi=fnd&pg=PT10&dq=effect+of+environment+on+nutrient+requirements+of+domestic+animal&ots=2wUwXI00CQ&sig=EwWu9fW7cVU7vw9EovAFrZh12eg#v=onepage&q=effect%20of%20environment%20on%20nutrient%20requirements%20of%20domestic%20animal&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n1V_Nnz_NWEC&oi=fnd&pg=PT10&dq=effect+of+environment+on+nutrient+requirements+of+domestic+animal&ots=2wUwXI00CQ&sig=EwWu9fW7cVU7vw9EovAFrZh12eg#v=onepage&q=effect%20of%20environment%20on%20nutrient%20requirements%20of%20domestic%20animal&f=false)

- National Research Council. (1988). *Nutrient requirements of dairy cattle* (6<sup>th</sup> ed.) National Academy of Sciences.
- Parra, V., Rifle, S. L., & Elizalde, J. C. (2006). *Estrategias de inclusión del corral en los sistemas ganaderos de la Argentina*.
- Penning, P. D., & Rutter, S. M. (2004). Ingestive behaviour. En P. D. Penning (Ed.), *Herbage Intake Handbook* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 151-175). British Grassland Society.
- Pereyra, H., & Leiras, M. A. (1991). *Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/etologia\\_bovinos/04-comportamiento\\_bovino\\_de\\_alimentacion\\_rumia\\_y\\_bebida.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/04-comportamiento_bovino_de_alimentacion_rumia_y_bebida.pdf)
- Perry, G., Walker, J., Wright, C., & Olson, K. (2009, 1-3 de diciembre). *Impact of method of heifer development and post-AI management on reproductive efficiency* [Contribución]. The Range Beef Cow Symposium XXI, Casper, WY. <https://beef.unl.edu/794571f7-5c45-45ff-8e64-42ddee7f418.pdf>
- Phillips, C. J. C., & Rind, M. I. (2001). The effects on production and behavior of mixing uniparous and multiparous cows. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2424-2429.
- Pordomingo, A. J. (2008). *Recría a corral y terminación en pastoreo: Un aspecto clave: Cómo salir de los corrales*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_fee\\_dlot/60-salida\\_corrales.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_fee_dlot/60-salida_corrales.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*. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.aapa.org.ar/rapa/30/2/001-NA855-Pordomingo.pdf>
- Pordomingo, A. J., Volpi Lagreca, G., Miranda, A., García Pilar, T., Grigioni, G., & Kugler, N. (2005). *Efecto del nivel de fibra de dietas de recría a corral sobre el ritmo de engorde y parámetros de calidad de carne de vaquillonas Angus*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_fee\\_dlot/21-fibra\\_en\\_recria.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_fee_dlot/21-fibra_en_recria.pdf)
- Pordomingo, A. J., Volpi Lagreca, G., Pordomingo, A. B., Stefanazzi, I., Eleva, S. G., & Otermin, M. D. (2008). *Efecto de la concentración energética de las dietas de recría a corral sobre el aumento de peso en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/15-concentracion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/15-concentracion.pdf)

- Preston, T. R., & Leng, R. R. C. (1989). *Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico*. Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico.
- Quintans, G., Vaz Martins, D., & Carriquiry, E. (1993). Efecto de la suplementación invernala sobre el comportamiento de terneras. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Campo natural: Estrategia invernala, manejo y suplementación* (pp. 35-53).  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4129/1/Efecto-de-la-suplementacion-invernala.pdf>
- Reinoso Ortiz, V., & Soto Silva, C. (2006). *Cálculo y manejo en pastoreo controlado: Nivel de oferta forrajera y utilización de la pastura*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/51-art\\_pastoreo1\\_completo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/51-art_pastoreo1_completo.pdf)
- Restrepo, J. E. & Suárez, M. C. (2005). Principales factores que afectan la actividad celulolítica bacteriana en rumiantes. En M. Pabón & J. Ossa (Eds.), *Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca* (pp. 15-44). Biogénesis.  
[https://www.researchgate.net/publication/277665825\\_Principales\\_factores\\_que\\_afectan\\_la\\_actividad\\_celulolitica\\_bacteriana\\_en\\_rumiantes](https://www.researchgate.net/publication/277665825_Principales_factores_que_afectan_la_actividad_celulolitica_bacteriana_en_rumiantes)
- Rivero, J., & Vivas, J. (2018, 14 de septiembre). *Efecto de la estructura social sobre la conducta de pastoreo en vacas doble propósito en lactancia*. Engormix. [https://www.engormix.com/lecheria/manejo-pastoreo/efecto-estructura-social-sobre\\_a42755/](https://www.engormix.com/lecheria/manejo-pastoreo/efecto-estructura-social-sobre_a42755/)
- Rovira, J. (1996). Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Hemisferio Sur.
- Ruckebush, Y., & Bueno, L. (1970). Étude electropolygraphique et comportementale des états de veille et de sommeil chez la vache (*Bos taurus*). *Annales de Recherches Vétérinaires*, 1(1), 41-62.  
<https://hal.science/hal-00900654>
- Santini, F. (2014). Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes. En Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Ed.), *Nutrición animal aplicada* (pp. 4-23). [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/137-Curso\\_Nutricion\\_aplicada.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/137-Curso_Nutricion_aplicada.pdf)
- Santini, F., & Elizalde, I. (1994). *Digestión ruminal aspectos conceptuales e implicancias prácticas*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/90-digestion\\_ruminal.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/90-digestion_ruminal.pdf)

- Santini, F., & Rearte, D. (1997). Estrategia de alimentación en invernada. En D. Vaz Martins (Ed.), *Suplementación estratégica para el engorde de ganado* (pp. 37-45). INIA.  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8501/1/15630291007152242-Santini-p.-37-45.pdf>
- Šárová, R., Špinka, M., Arias Panamá, J. L., & Šimeček, P. (2010). Graded leadership by dominant animals in a herd of female beef cattle on pasture. *Animal Behaviour*, 79(5), 1037-1045.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003347210000412>
- Satter, L. D., & Slyter, L. L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, 32(2), 199-208. <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/effect-of-ammonia-concentration-on-rumen-microbial-protein-production-in-vitro/0DE23B24E08BAB457ECF4282A7D0D644>
- Simeone, A., & Beretta, V. (2004). Evaluación bioeconómica a nivel del sistema de producción: Suplementación, carga animal y productividad. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *6º Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Manejo nutricional en ganado de carne* (pp. 16-17). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2004.pdf>
- Simeone, A., & Beretta, V. (2013). Uso de la suplementación y el confinamiento como herramientas para enfrentar épocas de déficit forrajero en sistemas ganaderos pastoriles de América Latina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21(Suppl. 1), 25-29.
- Simeone, A., & Beretta, V. (2022). Viabilidad de uso del extrato de levadura o aceite esenciales sustituyendo a la monensina en la recía de vacunos alimentados a corral. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *23ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Haciendo cuentas: Los números de la cría y la invernada, con buenos y malos precios* (pp. 32-37). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2022.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., & Elizalde, J. C. (2008). Encierre de terneros o sistema ADT (Alimentación Diferencial del Ternero). En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Una década de investigación para una ganadería más eficiente: Décima Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne* (pp. 38-41). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J., & Caorsi, J. (2012). Effect of calf fatness on further grazing and feedlot performance. En *Book of Abstracts of the 63rd meeting of the European Federation of Animal Science* (p. 249). Wageningen Academic Publishers. [https://meetings.eaap.org/wp-content/uploads/2022/01/Bratislava\\_2012\\_Abstracts.pdf](https://meetings.eaap.org/wp-content/uploads/2022/01/Bratislava_2012_Abstracts.pdf)
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J., Cortazzo, D., & Viera, G. (2010). *The impact of winter calf feedlot management on spring grazing performance*. Universidad de la República.

- Tarazona, A., Ceballos, M., Naranjo, J., & Cuartas, C. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 473-487. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295024923015.pdf>
- Trujillo, A., & Uriarte, G. (s.f.). *Valor nutritivo de las pasturas*. Universidad de la República. [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo\\_Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf)
- Van Lier, E., & Regueiro, M. (2008). *Digestión en Reticulo-Rumen*. Universidad de la República.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(5), 3583-3597.
- Wagner, M. W., Haustad, K. M., Doornbos, D. E., & Ayers, E. L. (1986). Forage intake of rangeland beef cows with varying degrees of crossbred influence. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1484-1490. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351484x>
- Wilks, D. L., Coppock, C. E., Lanham, J. K., Brooks, K. N., Baker, C. C., Bryson, W. L., Elmore, R. G., & Stermer, R. A. (1990). Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures. *Journal of Dairy Science*, 73(4), 1091-1099. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(90\)78768-1/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(90)78768-1/pdf)
- Yokoyama, M. T., & Johnson, K. A. (1993). Microbiología del rumen e intestino. En C. D. Church (Ed.), *El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición* (pp. 137-157). Acribia.
- Zabalveytia, N., Simeone, A., Bentancur, O., Burjel, M. V., & Beretta, V. (2019). Effect of winter-feeding system and roughage level in feedlot ration on subsequent spring grazing behavior and dry matter intake of beef growing heifers. *Journal of Animal Science*, 97(Suppl. 3), 228-229. <https://doi.org/10.1093/jas/skz258.465>

7 ANEXOS**Anexo A**

*Imagen que ilustra el estado representativo de la pastura mixta empleada en el ensayo*



**Anexo B**

*Malezas presentes en la pastura mixta ofrecida a ambos tratamientos*



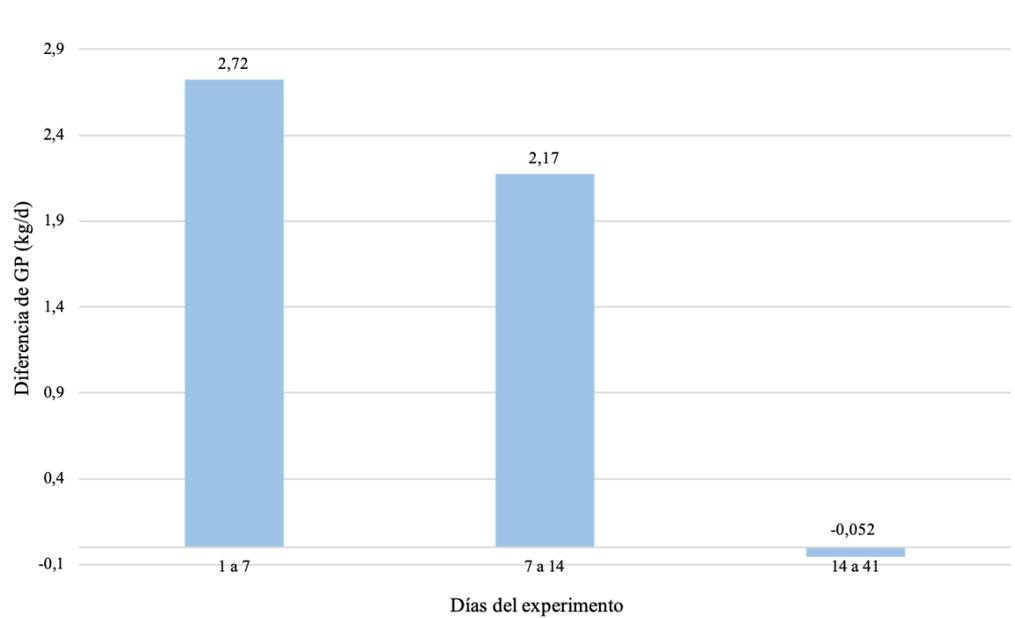
**Anexo C**

*Presencia de Carduus acanthoides en la pastura mezcla al momento del pastoreo*



**Anexo D**

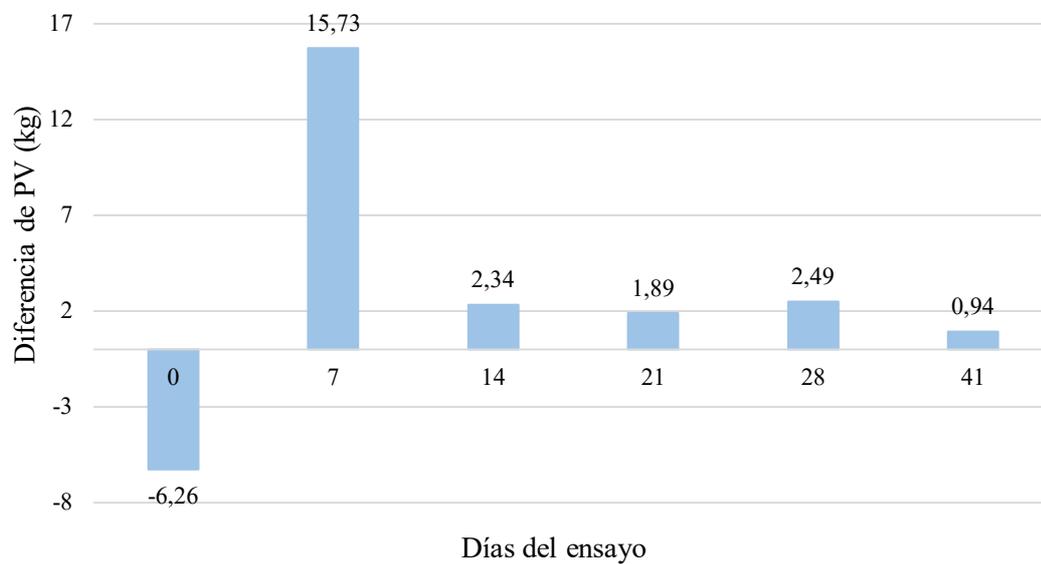
*Diferencias en ganancia de peso vivo (GP) en función del Sistema de transición gradual y abrupto*



*Nota.* [Diferencia en GP = GP Sistema transición abrupto – GP Sistema transición gradual].

**Anexo E**

*Diferencias de peso vivo (PV) en función del sistema de transición gradual y abrupto*



*Nota.* [Diferencia en PV = PV Sistema transición abrupto – PV Sistema transición gradual].