



# Feedlot ecológico

Engorde intensivo con bajo impacto ambiental y bienestar animal



Sebastián Vittone  
María Eugenia Munilla

# Feedlot ecológico

Engorde intensivo con bajo impacto ambiental y bienestar animal

Sebastián Vittone  
María Eugenia Munilla

*Centro Regional Entre Ríos  
Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay  
2026*



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Argentina

636.084 Vittone, Sebastián  
V83 Feedlot ecológico: engorde intensivo con bajo impacto ambiental y bienestar animal / Sebastián Vittone y María Eugenia Munilla. – Buenos Aires: Ediciones INTA, 2026.  
63 p. : il. (PDF)

ISBN 978-987-679-396-4 (digital)

i. Munilla, María Eugenia. ii. título

Feedlot – Alimentación de los animales – Ganadería biológica – Engorde – Bienestar animal

DD-INTA

---

Feedlot ecológico. Engorde intensivo con bajo impacto ambiental y protección del bienestar animal.  
93 p.

i: Vittone, Juan Sebastián. ii. Munilla, María Eugenia

palabras clave: bovinos - carne vacuna - bienestar animal - sustentabilidad

---

**Autores**

Juan Sebastián Vittone y María Eugenia Munilla

**Facilitadores técnicos**

Juan Sebastián Vittone y María Eugenia Munilla

**Diseño**

Carolina Albizzatti

**Fotografía**

María Eugenia Munilla

*Esta publicación es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.*



# AUTORES

## **JUAN SEBASTIÁN VITTONE**

Médico Veterinario y Magister Scientiae en Producción Animal  
Investigador Depto. Rumiantes, EEA INTA Concepción del Uruguay

[vittone.juan@inta.gob.ar](mailto:vittone.juan@inta.gob.ar)

## **MARÍA EUGENIA MUNILLA**

Ingeniera Agrónoma y Doctora en Ingeniería  
Depto. Rumiantes, EEA INTA Concepción del Uruguay

[munilla.maria@inta.gob.ar](mailto:munilla.maria@inta.gob.ar)



# CONTENIDOS

■ AUTORES .....	1
CONTENIDOS .....	3
PRÓLOGO .....	6
INTRODUCCIÓN .....	9
<b>CAPITULO 1. DISEÑO DEL FEEDLOT ECOLÓGICO.....</b>	<b>13</b>
Elección del lugar y asignación de espacio.....	13
Diseño de los piquetes y rotación.....	14
Bebederos y calidad de agua .....	16
Comederos de autoconsumo .....	17
<b>CAPITULO 2. ALIMENTACIÓN EN AUTOCONSUMO.....</b>	<b>19</b>
Dietas “fibra cero” .....	19
Período de acostumbramiento .....	19
Escala de bostas e higiene de los animales.....	23
Raciones de terminación .....	24
<b>CAPITULO 3. CATEGORÍAS PARA ENGORDE.....</b>	<b>26</b>
Selección de los animales .....	26
<b>CAPITULO 4. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>28</b>
Calidad físico química y biológica del agua .....	28
Concentración de nutrientes en el suelo alrededor de los engordes intensivos	31
<b>CAPITULO 5. INTEGRACIÓN DEL FEEDLOT ECOLÓGICO EN SISTEMAS</b>	
<b>PRODUCTIVOS.....</b>	<b>35</b>
Sistemas fijos .....	35

Sistemas móviles con cultivos de cobertura .....	38
<b>CAPITULO 6. IMPLEMENTACIÓN DE ADITIVO COMPUESTOR-ZETA® EN DIETAS PARA FEEDLOT ECOLÓGICO.....</b>	<b>41</b>
R-zeta® en terminación de novillitos .....	41
<i>Comportamiento</i> .....	45
<i>Escala de bostas e higiene de los animales</i> .....	47
<i>Rendimiento de res</i> .....	49
Niveles de inclusión r-zeta® en terminación de novillos pesados .....	49
<b>CAPITULO 7. BIENESTAR ANIMAL.....</b>	<b>55</b>
Comportamiento .....	57
<i>Consumo de forraje</i> .....	58
<i>Consumo de agua</i> .....	58
<i>Eventos de dominancia</i> .....	58
Bioindicadores de estrés .....	61
Higiene y confort térmico .....	63
<b>CAPITULO 8. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CARNE.....</b>	<b>67</b>
Envío a faena y rendimiento de res .....	69
Calidad de la carne .....	73
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA .....</b>	<b>81</b>



# PRÓLOGO

*La idea de que un engorde a corral, un feedlot, armando y funcionando con las reglas clásicas que conocemos no se presta a ser acompañado por la calificación de “ecológico”. Como solía mencionar el Ing. Ignacio O. Galli, mentor de la propuesta inicial ji... “feedlot ecológico” es un contrasentido!! Debido a que en realidad no es un feedlot como tal y tampoco se trata de producción de carne ecológica. Sin embargo, este nombre sirvió para llamar la atención de muchos y enojar a otros tantos durante estos 20 años de trabajo que acompañaron su desarrollo. Tal vez sea más indicada la definición que se usó como título del trabajo que obtuvo el Premio Perez Compac 2007 otorgado por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, “invernada intensiva ecológica”. Ya que solo comparte con los clásicos corrales el uso intensivo de granos en la alimentación de la invernada, cambiándose por completo la estructura utilizada y el funcionamiento operativo de un confinamiento para recría o engorde.*

*La primera discusión que sentó las bases del modelo fue como salir del barro en los confinamientos y allí comenzó todo. Muchos fueron los aportantes y desarrolladores del proyecto, más allá de los autores de esta publicación que tuvimos la suerte de acompañar una parte importante del proceso. Entre los que se puede listar a estudiantes de grado y posgrado, de niveles terciarios a doctorados, en diversas disciplinas desde análisis socio-económicos, nutricionales, estudios de suelo, calidad de carne, bienestar animal, entre otros. Acompañados por productores que le pusieron su impronta y colaboraron fielmente en la transferencia de esta tecnología como es el caso de la Familia Blúa de Chañar La-deado. Profesionales del campo que adoptaron y adaptaron este diseño a sus modelos de producción. Llegamos a reunir toda la información de este modelo que no pretende competir con el modelo de engorde industrial, ni reemplazarlo. Pero si puede ser una excelente alternativa para emprendimientos de escalas medianas/pequeñas, entendiendo que más*

*del 85% de los confinamientos en la Argentina encierran menos de 2.500 animales por ciclo. Pudiendo operar con menor inversión en infraestructura y equipos, haciendo uso de las deyecciones como fertilizante en modelos de rotación de baja carga operativa. Mejorando las condiciones de bienestar de los animales y de los operadores, incluso pudiéndose mejorar los niveles de eficiencia animal con nuevas tecnologías nutricionales diseñadas para acompañar al "feedlot ecológico".*

*En esta publicación concentramos los conceptos más relevantes obtenidos de muchos trabajos y está dedicada especialmente a la memoria del Ing. Ariel "Quique" Monje, quien participó de este desarrollo desde el comienzo hasta su fallecimiento en febrero de 2014.*

**Juan Sebastian Vittone**

*Médico Veterinario y Magister Scientiae en Producción Animal  
Investigador Depto. Rumiantes, EEA INTA Concepción del Uruguay*



# INTRODUCCIÓN

*La intensificación de la ganadería se realiza con la misión de incrementar la producción y hacer un aprovechamiento más eficiente de los recursos. La inclusión de alimentos concentrados en las dietas de recría y engorde permite incrementar el número de animales por unidad de superficie y reducir la duración de los ciclos productivos. Los sistemas de engorde intensivos se utilizan para incrementar la producción desde un 200 a un 300%. Sin embargo, incrementa el riesgo de pérdidas económicas por fallas en el manejo de la alimentación. Además, el deterioro del bienestar animal y del ambiente es directamente proporcional a la concentración de animales por unidad de superficie si no se realiza la gestión de efluentes correspondiente.*

*El barro en los corrales de engorde es una problemática constante en las regiones con precipitaciones que superan los 700 mm/año. La tasa de producción de bosta y orina supera ampliamente a la tasa de secado. En este contexto, los perjuicios son múltiples: alteración del paisaje y mal aspecto, los animales incrementan el gasto energético para trasladarse y se reduce el nivel de bienestar por la imposibilidad de descansar en lugares secos y libres de sus propias deyecciones. Los bovinos tienen la capacidad de mantener constante la temperatura corporal siempre que el pelo se mantenga seco, condición que no se logra cuando se encuentran en contacto con barro, orina y heces. El estrés del confinamiento y la dificultad para regular la temperatura favorecen la aparición de enfermedades que se propagan rápidamente por la concentración de animales. A partir de esta condición, disminuye la eficiencia productiva, se prolonga el período de engorde y aumentan significativamente los costos de producción. Existe otro riesgo adicional: la suciedad adherida al cuero de los animales no puede eliminarse en los baños previos a la faena y es una fuente de bacterias colifecales que afectan la inocuidad de la carne y la salud de los consumidores.*

La concentración de animales en espacios reducidos con encierres precarios, falta de programas de instalaciones y estrategias de manejo de insumos y efluentes, compromete la actividad tal como se la conoce actualmente. Hay un rechazo profundo por parte de los consumidores y de la sociedad a los sistemas que impactan negativamente sobre el ambiente, el bienestar animal y la inocuidad de los alimentos. Por ello, es importante lograr un equilibrio entre eficiencia de uso de los recursos y sustentabilidad del modelo productivo. *Tanto el segmento productivo como los investigadores deben contribuir al desarrollo, implementación y verificación de modelos ganaderos con niveles óptimos y no máximos de producción de carne, para alinearlos con el cuidado del entorno y calidad del producto.*

*La idea del Feedlot Ecológico (Foto 1) comenzó a gestarse en el INTA de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina) en el año 2003. Surgió en respuesta a la preocupación por las condiciones de barro y confinamiento que implicaba el engorde a corral tradicional. El objetivo del modelo es lograr alta eficiencia de producción de carne preservando el ambiente y el bienestar animal. Consiste en asignar más espacio, rotar los animales y suministrar el alimento en comederos de autoconsumo.*



Foto 1. Engorde de bovinos de carne en el modelo de Feedlot Ecológico (INTA C. del Uruguay).

*Para su desarrollo, se evaluaron los parámetros productivos que debían cumplir con las exigencias económicas y de mercado (ganancia de peso, conversión, grado de terminación, etc.). Luego se estudió el impacto sobre el ambiente y se demostró la reducción de la contaminación en distintos sitios de evaluación. El trabajo "Del feedlot convencional a la invernada intensiva ecológica" obtuvo el reconocimiento al mejor trabajo científico de investigación de la ganadería argentina en 2007 (Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria). Luego comenzó a expandirse su aplicación, como producto de la difusión y de los beneficios que posee. El diseño del feedlot ecológico prevé una distribución homogénea de las deyecciones para evitar su acumulación y la necesidad de realizar tratamientos de fluentes. Por tratarse de un sistema móvil, brinda la posibilidad de rotar con agricultura y aprovechar las deyecciones de los animales para mejorar el rendimiento de los cultivos extensivos, sin ningún tipo de manejo extra ni inversiones. Las investigaciones más recientes sobre el modelo de producción se encuentran vinculadas a la evaluación del nivel de bienestar animal y a la calidad de la carne que se obtiene.*

*El objetivo del libro es brindar a los lectores la información necesaria para la implementación del feedlot ecológico mediante un abordaje integral de todos los segmentos que lo componen: construcción del modelo, impacto sobre el ambiente, el bienestar animal, la calidad del producto y la integración en sistemas productivos mixtos.*



## Elección del lugar y asignación de espacio

---

El sitio de instalación debe contemplar las resoluciones vigentes del organismo de control sanitario competente de cada país. En Argentina, organismos nacionales y provinciales estipulan a través de leyes y regulaciones distancias mínimas de un engorde a corral respecto a rutas, cursos de agua, viviendas y otros planteos productivos (cerdos, aves, etc.).

Para el feedlot ecológico, las distancias no están estipuladas a nivel legislativo, pero deben respetarse distancias mínimas de la misma manera que ocurre con otros planteos productivos intensivos. A escala de predio, se recomienda la instalación en sitios altos, preferentemente con pendiente (>2%). Deben garantizarse las condiciones de acceso para suministro del alimento, como también la distancia a los sitios de almacenamiento de los alimentos y de los corrales de trabajo.

La asignación de superficie es de 100 a 300 m<sup>2</sup>/animal. La elección de la dotación se basa principalmente en las características texturales del suelo y en la pendiente para evitar la contaminación y la acumulación de agua y deyecciones (*Figura 1*).

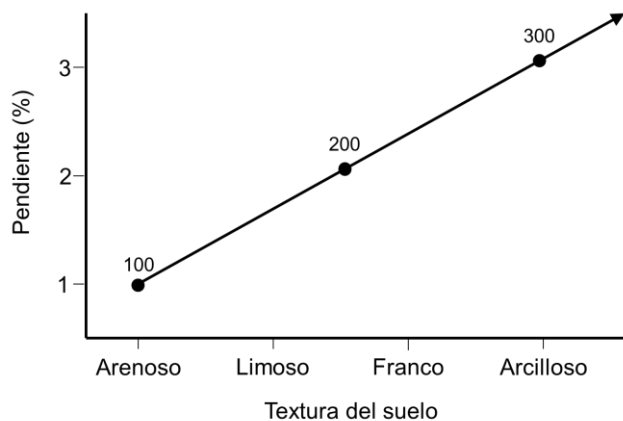


Figura I. Asignación de superficie (m<sup>2</sup>/animal) según la pendiente y textura del suelo para el modelo de feedlot ecológico.

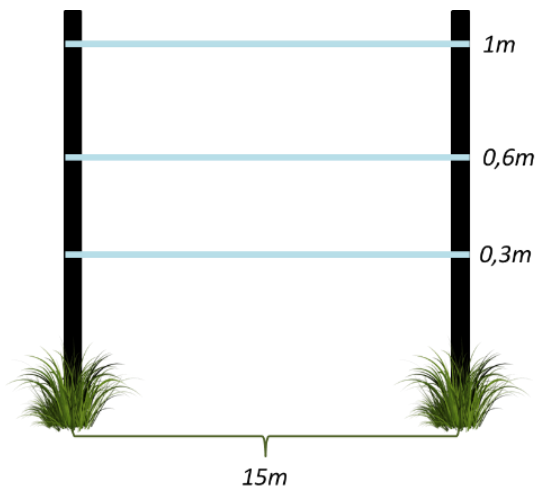


Figura II. Distancia entre varillas y altura de hilos eléctricos para el modelo de feedlot ecológico

## Diseño de los piquetes y rotación

Por la gran diversidad de implementos que hay actualmente, es posible crear un sistema totalmente móvil ajustado a cada establecimiento: emergencias climáticas, rotación con agricultura o simplemente por aspectos financieros y económicos que regulen el inicio y fin de la actividad.

El modelo propuesto posee la virtud de ser móvil dado que puede prescindir de instalaciones fijas que caracterizan a los modelos intensivos. Independientemente de la escala y el objetivo de implementación, requiere de la construcción de un perímetro electrificado con 3 hilos (Figura II) para contención de los animales. También es necesaria la provisión permanente de agua, como cualquier sistema ganadero y de alimento suministrado en comederos de autoconsumo.

Las varillas pueden ser de madera, plástico o bien el hilo eléctrico directamente puede atravesar los postes perforados. Las puertas de 5 a 6 m de ancho son suficientes para lotes de 80 a 120 animales y el ingreso de la maquinaria para abastecer los comederos.

Se recomienda un máximo de 120 animales por lote para facilitar la operatoria de carga de los comederos y movimiento de la hacienda. Las parcelas se construyen según

el número potencial de animales que serán engordados para evitar la sobrecarga del sistema. Para el perímetro se recomienda un cerco eléctrico, utilizando un electrificador ajustado al tamaño del predio.

El diseño puede ser radial o frontal (*Figuras III y IV* respectivamente).

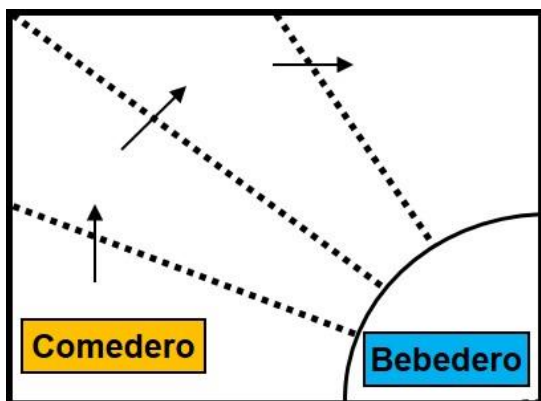


Figura III. Diseño de rotación radial para el modelo de feedlot ecológico.

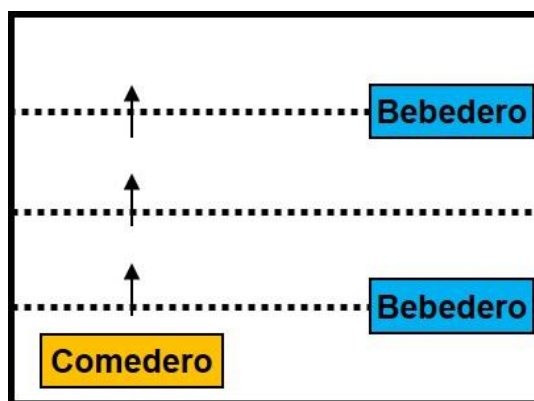


Figura IV. Diseño de rotación frontal para el modelo de feedlot ecológico.

La elección del diseño depende de las características del potrero y la disposición de las aguadas. El sistema radial permite disponer de una sola aguada en un rincón del lote. Mientras que la presencia de un bebedero en cada parcela permite trabajar con más de un lote de animales en simultáneo. El comedero debe ubicarse en el extremo opuesto al bebedero para favorecer el desplazamiento de los animales y la distribución del estiércol en toda la parcela.

Los lotes pueden rotar a intervalos regulares de 7 a 21 días, si se desea mantener cobertura verde tipo césped en la parcela en uso y evitar la compactación del suelo. Es normal la presencia de suelo desnudo en zonas cercanas a bebederos y comederos, pero si se observa en todo el lote, debe incrementarse la velocidad de rotación o asignarse más espacio para evitar la formación de barro o la voladura de partículas de suelo y la incidencia de enfermedades oculares y/o respiratorias.

## Bebederos y calidad de agua

---

El sistema de aguadas puede ser móvil o fijo según la disponibilidad y estrategia de cada establecimiento. En los sistemas móviles, es posible la colocación temporal de bebederos con distribución del agua en caños ubicados superficialmente (*Foto 2*).



Foto 2. Instalación de sistema de aguada móvil para el modelo de feedlot ecológico.

Los bebederos pueden ser de plástico, chapa o cemento y deben tener una capacidad mínima de 200 l. Las conexiones son con caños de PVC y acople rápido. El tanque debe garantizar una reserva mínima de 4000 l agua cada 100 animales en engorde.

De la misma forma que ocurre en cualquier otro sistema intensivo, es fundamental la calidad del agua. En todos los casos, el agua no debe contener resto de alimentos, tierra, deyecciones u otros contaminantes. La distancia a los comederos, las características de la ración y la limpieza periódica de los bebederos contribuyen a alcanzar este objetivo. Cuando los animales no tienen de acceso libre al agua, el consumo de alimento se reduce, así como la producción pudiendo aparecer disturbios digestivos por alternancia en el consumo.

## Comederos de autoconsumo

---

Una vez construido el perímetro y el sistema de aguadas, debe garantizarse la disponibilidad permanente de alimento. El suministro de las dietas sin fibra en comederos de autoconsumo contribuye a la condición de movilidad del feedlot ecológico. Estos deben garantizar que el alimento se mantenga seco y que los animales puedan acceder sin dificultad. Los bovinos están acostumbrados a comer a nivel del suelo, con la cabeza inclinada hacia abajo, por lo que el comedero debe imitar esa condición.

La selección del comedero depende de la escala y tipo de ración que se suministre. En Argentina existen comederos de madera, chapa, fibra y de PVC. Algunos autores recomiendan 10 cm/animal de frente de bandeja, sin embargo, el comedero de autoconsumo funciona similar a un bebedero. Frente a la disponibilidad permanente, el animal accede varias veces al día y tomando porciones chicas de alimento por lo que no suele observarse competencia.

La capacidad del comedero se elige en función de la escala productiva y la frecuencia de carga. Frecuencias muy altas (más de una recarga semanal) reducen la practicidad y la baja carga operativa que caracteriza al sistema. Mientras que frecuencias muy bajas (más de 14 días de intervalo) se asocian con mayor tiempo de permanencia en la parcela y puede ocasionar formación de barro en torno a la bandeja de acceso a la comida. Idealmente, las recargas de alimento deben hacerse a intervalos de 7-10 días. Por ejemplo, para 100 novillitos de 300 kg de peso vivo, un comedero de 8 tn se cargará cada 10 días aproximadamente. La capacidad de almacenamiento está referida a raciones base maíz entero. Cuando se utilizan fracciones molidas (afrechillo, sorgo, maíz, etc.), la capacidad de almacenamiento es menor por el volumen mayor que ocupan en el comedero.

La carga de alimento puede ser manual (escalas chicas) o mecanizada con tolvas auto descargables, camión, chimangos, etc. Las raciones que se colocan en los comederos deben ser sencillas y formularse con 2 o 3 ingredientes de similar granulometría. Caso contrario, se recomienda la inclusión de una fracción molida para evitar la estratificación de la ración. Se recomiendan bandejas angostas (no más 25 cm de ancho) y poco profundas para evitar el desperdicio de alimento o la selección de alguno de sus componentes. La luz de salida del alimento hacia la bandeja debe ser de 8 a 10 cm para dietas pelletizadas, o sin procesar, y de 10 a 12 cm para las molidas.

Los comederos de madera deben estar contruidos con madera dura que resista el traslado. Para los de chapa, se recomienda preservarlos con pintura epoxi cuando se usan mezclas con sal (NaCl). La apertura de carga (techo o lateral) debe coincidir con el método de carga. Si se incorporan aleros, estos deben tener una altura que permita el acceso de los animales (1,2 m) y ancho para mantener el alimento seco (>0,7 m). La inclinación del cono/bisel interno debe ser igual o mayor a 45°.

### Dietas “fibra cero”

---

Mediante el autoconsumo, es posible prescindir de los suministros periódicos e incluso del aporte de fibra larga (rollo, heno, silo) a las dietas. En los sistemas de alimentación “fibra cero” solo se suministra grano de maíz entero acompañado de una fuente de proteína y la corrección mineral correspondiente, o bien balanceados peletizados diseñados para autoconsumo.

### Período de acostumbramiento

---

El acostumbramiento al engorde intensivo de bovinos es una etapa crítica que significa más que la transición de pasto a grano. El confinamiento, composición de tropas con animales de diferentes orígenes, el tipo de destete, ayuno y el tiempo de transporte son factores que pueden generar estrés en los animales y retrasar la velocidad de adaptación. Por este motivo, el primer mes del encierre es el momento más crítico y debe realizarse una supervisión estricta de los animales.

La asignación de superficie recomendada es la misma del período de engorde. Cuando se trabaja con tropas grandes y/o de diferentes orígenes, deben reforzarse los

recaudos de que todos los animales accedan al comedero. La modalidad de oferta del alimento durante la adaptación puede ser suministro diario o autoconsumo. El suministro diario de la ración es la modalidad más tradicional e implica logística, control diario de la formulación, la mezcla y el horario de oferta. Cualquier error en la operatoria puede desencadenar disturbios digestivos seguidos de muerte por acidosis o sobrecarga. Las reasignaciones semanales de oferta se hacen en función del peso de los animales al inicio del encierre. La ración debe ser suministrada en comederos lineales (madera, plástico, chapa) respetando un frente mínimo de 40 cm/animal.

El uso de comederos de autoconsumo es el recomendado en este trabajo, dado que facilita la operatoria y permite que los animales siempre dispongan de alimento, disminuyendo la competencia entre sí. Esta modalidad es posible cuando se incorpora sal (NaCl) entrefina seca en las mezclas para controlar la velocidad de consumo. Los animales disminuyen el tamaño de la porción y aumenta la frecuencia de acceso al comedero.

En la Tabla 1 se presentan ejemplos de protocolos de alimentación con suministro diario (SD) o en autoconsumo (AC) para el período de acostumbramiento.

Las adaptaciones con suministro diario e inclusión de fibra mezclada con la ración permiten iniciar con la asignación plena de la capacidad de consumo del animal. Mientras que las que se suministran de forma independiente, requiere un incremento gradual de la oferta de concentrados (semana 1: 1% PV, semana 2: 1,5% PV, semana 3: 2% PV, semana 4: 2,5% PV), retrasando la velocidad de adaptación de los animales y la evolución de su peso.

Las mezclas con sal (6 al 8% de la dieta "tal cual" para autoconsumo garantizan la disponibilidad permanente de alimento y de que los animales no compitan por el alimento con una regulación en la ingesta diaria. En este caso, las raciones deben incluir al menos un 30% de la fracción energética molida y/o partida para evitar la estratificación. En dietas donde la corrección proteica se realiza con fuentes de proteína verdadera, la sal debe aumentarse 4 o 5 puntos más. En ambas situaciones, puede o no suministrarse fibra a discreción durante las primeras 4 semanas.

Tabla 1. Modelos de adaptación para el modelo de feedlot ecológico.

ADAPTACIÓN	ENGORDE
SD de ración según PV, incrementos graduales + niveles decrecientes de fibra	Dietas ofrecidas en autoconsumo sin inclusión de forrajes voluminosos
SD1 de ración según PV, incrementos graduales + fibra a discreción	
AC2 de mezcla con sal + fibra a discreción	
AC de mezcla con sal	
Sin adaptación – inicio directo con dieta utilizada en terminación	

1: suministro diario, 2: autoconsumo.

La fuente de fibra puede ser fardo, rollo o bien un piquete empastado. En la Tabla 2 se presenta un resumen de distintas experiencias de investigación para evaluar la eficiencia de terneros con distintos manejos al inicio del encierre bajo modelo de feedlot ecológico.

Además de los antecedentes nutricionales, el manejo previo que recibieron los animales puede afectar la evolución de consumo de la ración durante las primeras semanas de acostumbramiento. Las prácticas que generan un estrés más marcado son el destete y la castración.

El destete genera un estrés por la separación del ternero con la madre, independientemente de la edad. En terneros de destete precoz, la práctica se realiza a los 60 días de edad y poseen la ventaja de conocer previamente la ración. La castración genera un estrés causado por dolor agudo y crónico según el método y edad de los animales. Por este motivo, es recomendable que los animales que ingresen a la etapa de terminación, estén previamente identificados, castrados, destetados y vacunados. En el caso de realizar prácticas, que ineludiblemente deben realizarse en el transcurso del engorde y se recomienda que sea al finalizar el período de acostumbramiento, para que afecten lo menos posible la evolución de consumo de la dieta concentrada.

Tabla 2. Eficiencia de producción de terneros con distintos manejos al inicio del encierre de un feedlot ecológico.

EXPERIENCIA		PESO INICIAL (kg)	PESO FINAL (kg)	ADPV (kg/cab/d)	TKG (kg/cab)	CONSUMO (kg/cab/d)	CONSUMO (% PV)	CONVERSIÓN (kg MS/kg PV)
<b>Alternativas de suministro del alimento (n= 32)</b>								
SD ración a niveles crecientes y decrecientes de fibra (asignación diaria: 3% PV)		173,2	214,8	1,2	41,6	5,3	2,7	4,4
AC ración con sal y niveles decrecientes de fibra		173,3	211,8	1,2	38,4	5,2	2,7	4,5
<b>Alternativas de castración (n= 48)</b>								
SD de ración a niveles crecientes + fibra a discreción (asignación del 1% PV semana e incrementos semanales del 0,5% PV)	Castrado al nacer	199,0	218,7	0,6	19,7	4,2	2,0	7,4
	Entero	200,7	219,9	0,6	19,3	4,3	2,0	7,7
	Castrado con bisturí al inicio del engorde	194,8	212,5	0,4	15,3	4,3	2,0	9,9
	Castrado con pinza Burdizzo al inicio del engorde	198,3	213,6	0,4	13,6	4,2	2,0	10,6
<b>Alternativas de destete (n= 48)</b>								
SD ración a niveles crecientes y decrecientes de fibra (asignación diaria: 3% PV)	Destete precoz	178,9	211,2	1,5	29,6	3,9	2,0%	3,0
	Destete convencional al inicio del engorde	181,5	220,2	1,1	41,3	4,4	2,2%	3,7

Independientemente de la fibra, la oferta limitada de ración en las primeras semanas limita la ganancia de peso de los animales. Además, siempre que existan factores estresantes adicionales, la ganancia de peso se diluye e incluso se ve afectada la conversión. En síntesis y de acuerdo con las posibilidades de cada establecimiento: debe garantizarse oferta suficiente de alimento y evitar situaciones de estrés para los bovinos.

Durante las primeras semanas de encierre es necesario que todos los animales accedan al comedero independientemente del tipo de adaptación. Los animales que presentan resistencia a la nueva dieta comienzan a presentar flancos sumidos y rápidamente debe ser atendida su condición para evitar pérdidas económicas.

Actualmente existen en el mercado aditivos que permiten prescindir de protocolos de adaptación, en otras palabras, es posible iniciar la dieta de engorde con alimento balanceado pelletizado o mezclas de cereales y concentrado proteico con estos aditivos incluidos sin inclusión de sal y logrando altos niveles de eficiencia desde las primeras semanas de adaptación.

## Escala de bostas e higiene de los animales

---

Las bostas son un excelente indicador de la evolución del consumo de ración, del balance de la dieta y de su digestibilidad. La presencia de maíz entero es normal al principio dado que el animal está aprendiendo a masticar el grano. Cuando se observan bostas no habituales, no debe suspenderse la oferta de ración y dejarlos sólo con fibra con la idea de aplacar el efecto. En muchos casos, termina ejerciendo el efecto contrario ya que, una vez que se repone la ración: los animales que la conocen estarán más hambreados. Al finalizar el período de acostumbramiento, todas las bostas deben tener apariencia pastosa y de un color similar al componente principal de la ración. Como referencia, en la Figura V se presenta la evolución de las bostas que pueden observarse durante la adaptación con una bosta considerada normal con tono amarillo, predominante en una dieta base maíz.



Figura V. Evolución normal de las bostas durante el período de acostumbramiento.

## Raciones de terminación

Los bovinos de producción de carne tienen la capacidad de lograr altas ganancias de peso durante su recría y engorde con raciones basadas únicamente en alimentos concentrados sin la necesidad de incorporar fibra larga. El suministro de la ración en comederos de autoconsumo permite disminuir la competencia entre animales, la ocurrencia de disturbios digestivos y la carga operativa y de maquinaria. El aumento diario de peso vivo se establece en el orden de 1-1,3 kg/animal/día y la conversión promedio es de 6 a 7 kg de alimento por kg de peso vivo en novillitos.

La inclusión de grano de maíz entero (mínimo 50% de la ración) evita el apelmazamiento y contribuye a amortiguar las variaciones del pH ruminal mediante la masticación y producción de saliva. Otra premisa es la disponibilidad permanente de alimento en el comedero. La oferta de una ración base maíz a discreción, favorece la masticación y la rumia gracias a la masticación del maíz y a la ingesta de porciones chicas distribuidas a lo largo del día. Las raciones fibra cero se componen de dos o tres ingredientes para facilitar la operatoria. Se recomienda que la fracción energética sea maíz entero (disponibilidad en el mercado, concentración de energía, digestibilidad, etc.).

Es posible incorporar otros recursos molidos (maíz, sorgo, cebada, trigo, afrechillo) siempre considerando la tasa de degradabilidad ruminal y el costo por unidad energética que ofrecen.

Si bien no existen grandes diferencias de eficiencia, la disponibilidad de los recursos y la inclusión de premezclas minerales pueden implicar la inclusión de componentes molidos en la mezcla. La corrección proteica puede realizarse con concentrados proteicos, expeller o urea de liberación lenta. Aquí también es recomendable elegir los recursos por calidad y relación costo/concentración de nutrientes. Los concentrados proteicos con un valor muy inferior al expeller, están formulados con recursos de menor calidad que pueden afectar la producción.

Por último, además de la concentración de energía y proteína de la ración, es importante la presentación y la calidad de los alimentos. Sin micotoxinas, ni agua libre y en el caso de los alimentos ya elaborados, debe asegurarse la calidad nutricional. Dureza y tamaño de los pellets. En situaciones de estrés, observadas principalmente en modelos de engorde a corral con suministro diario, los animales tienden a defecar en los comederos. Esto también afecta la calidad del alimento. En las fotos 3 y 4 se presentan ejemplos de raciones para suministro de autoconsumo.



Foto 3. Fórmula de 96,5% maíz entero + 2% premezcla mineral pelletizada + 1,5% urea de liberación lenta.



Foto 4. Fórmula de 90% grano de maíz entero + 10% concentrado proteico para el modelo de feedlot ecológico.

## Selección de los animales

---

Los antecedentes genéticos, nutricionales y de manejo impactan sobre el potencial productivo de los animales durante la etapa de engorde. En primer lugar, la genética asociada a biotipos productores de carne (Foto 5) o de leche (Foto 6) afecta el grado de terminación y rendimiento de res. Las razas productoras de carne, suelen tener mayor plasticidad con respecto a los pesos y edades de terminación.

Sin embargo, en la publicación “Evaluación de los beneficios potenciales de la producción de carne de alta calidad con terneros macho de razas lecheras”<sup>1</sup> quedó plasmada la posibilidad de aprovechar machos Holando para producir carne de calidad. Se demostró que es posible obtener buenos resultados productivos durante el período de engorde con raciones sin fibra y animales jóvenes. Además, las evaluaciones de calidad de carne y las degustaciones realizadas demostraron gran aceptabilidad por parte de los consumidores.

En segundo lugar, la raza o cruce seleccionada también afecta el resultado productivo. La selección de cada una de ellas dependerá de las posibilidades de compra o de la raza que se utilice en un establecimiento de ciclo completo.

Los antecedentes nutricionales y de manejo de los animales afectan fuertemente el desempeño productivo y la calidad de la carne y son la principal fuente de variación dentro de una misma raza.

---

<sup>1</sup> Cuadernillo técnico N° 10. INTA-ICPVA. <https://www.ipcva.com.ar/files/ct10.pdf>



Foto 5. Biotipo carnícano apto para el modelo de feedlot ecológico



Foto 6. Biotipo lechero apto para el modelo de feedlot ecológico.

En las Fotos 7 y 8 se presentan dos terneros de razas británicas con antecedentes nutricionales totalmente distintos.



Foto 7. Ternero con restricciones nutricionales durante su recría.



Foto 8. Ternero sin restricciones nutricionales durante su recría.

Para el engorde en feedlot ecológico, se recomiendan categorías jóvenes (terneras/os, vaquillonas, novillitos, novillos y MEJ). Ello se debe principalmente a la alimentación basada en grano de maíz y al costo/oportunidad que implica producir con recursos de alto valor nutricional. Se recomienda que los animales pesen menos de 400 kg y tengan menos de 2 años al inicio del período de engorde. No deben mezclarse categorías como MEJ con machos castrados o hembras y el período de terminación. Se debe tener en consideración, una duración mínima de 60 días para alcanzar el viraje del color de la grasa (de amarilla a blanca) que se logran con dietas base maíz.

### Calidad físico química y biológica del agua

---

Para evaluar el efecto del Feedlot ecológico y del engorde a corral sobre el agua, se realizó una prueba y se tomaron muestras de agua de pozos ubicados a diferentes distancias de dos modelos de engorde intensivo para evaluar la calidad física, química y biológica del agua subterránea. Las muestras fueron recolectadas, preservadas y procesadas en el laboratorio de la Facultad de Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Gualedaychú). Los resultados de laboratorio fueron comparados con valores de referencia recomendados por el Código Alimentario Argentino para consumo humano.

Para la toma de muestras del análisis químico se utilizaron botellas de agua mineral de 1500 ml. Para el análisis biológico se tomó una muestra de 200 ml en frascos estériles. Se tomaron muestras de dos pozos para el feedlot ecológico (muestra 1: pendiente arriba, 10 m de distancia al engorde y muestra 2: pendiente abajo, 55 m de distancia al engorde). De igual manera, para el engorde a corral, se muestrearon dos pozos (muestra 3, pendiente arriba, 30 m de distancia al engorde y muestra 4, pendiente abajo, 15 m de distancia al engorde).

En la Tabla 3 se presenta la calidad física del agua subterránea en cercanías a dos modelos de engorde intensivo y los valores de referencia para consumo humano. Para

el consumo humano, es aceptable un color de hasta 5 UC, una turbidez de 3 UNT y un pH de 6,5 a 8,5.

Tabla 3. Calidad física del agua subterránea en cercanías a dos modelos de engorde intensivo.

	FEEDLOT ECOLÓGICO		FEEDLOT CONVENCIONAL		CONSUMO HUMANO
	Pendiente arriba	Pendiente abajo	Pendiente arriba	Pendiente abajo	
Color (UC <sup>1</sup> )	2	10	6	6	5
Turbidez (UNT <sup>2</sup> )	19	23	9	14	3
pH	8,2	7,3	7,1	7,2	6,5 – 8,5

1: unidades de color. 2: unidades nefelométricas de turbidez

Las variables que integran la calidad física permiten determinar cualitativamente el tipo de agua. Se observó que el color del agua de la muestra 2, 3 y 4 fue mayor al valor de referencia. Valores elevados se relacionan con la presencia de materia orgánica y/o minerales que incrementan también la turbidez del agua. A su vez, esta variable superó ampliamente los valores de referencias en todas las muestras. El pH, por su parte, se encontró dentro del rango de referencia en todos los casos. La calidad química está determinada por las sustancias de este tipo presentes en el agua.

En la Tabla 4 se presentan los valores obtenidos de calidad química del agua subterránea en cercanías a dos modelos de engorde intensivo y los valores de referencia para consumo humano.

La presencia de carbonatos en los pozos pendiente arriba y abajo en cercanías al engorde a corral se encuentra al límite de los valores de referencia. Además, la muestra ubicada a 30 m pendiente abajo presentó valores superiores de dureza, nitritos, nitratos y hierro. Los nitratos son responsables de la eutrofización del agua, que consiste en el incremento desmesurado de nutrientes en el agua. La toxicidad es atribuible a su reducción a nitritos y generan problemas sanitarios en las personas.

Tabla 4. Calidad química del agua subterránea en cercanías a dos modelos de engorde intensivo.

	FEEDLOT ECOLÓGICO		FEEDLOT CONVENCIONAL		CONSUMO HUMANO
	Pendiente arriba	Pendiente abajo	Pendiente arriba	Pendiente abajo	
Dureza (mg/l)	248	266	224	480	400,00
Carbonatos (mg/l)	380	365	400	400	400
Cloruros (mg/l)	13	8	6	92	350
Sulfatos (mg/l)	90	44	15	40	400
Nitritos (mg/l)	<0,01	<0,02	<0,02	>0,30	0,1
Nitratos (mg/l)	24	16	13	110	45
Amonio (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	0,20
Cloro (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Calcio (mg/l)	84	89	74	134	NR
Magnesio (mg/l)	9	10	10	34	NR
Hierro (mg/l)	0,1	0,1	<0,1	1,0	0,3
Plomo (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
Flúor (mg/l)	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0

NR: no reportado.

El agua destinada al consumo humano debe ser libre de patógenos. La mayor parte de las enfermedades transmitidas a través del agua tiene su origen en la ingesta de agua contaminada por microorganismos de origen fecal. En la Tabla 5 se presenta la calidad biológica del agua subterránea en cercanías a dos modelos de engorde intensivo y los valores de referencia para consumo humano.

La presencia de las bacterias aerobias excedió los valores de referencia en todos los muestreos. Mientras que las coliformes, colifecales, intermediarias, aerógenas y cloacales de los pozos cercanos a un engorde a corral superaron ampliamente los valores recomendados para consumo humano del agua.

En general, puede decirse que el agua en cercanías al engorde a corral no es apta para consumo humano, independientemente de que se encuentre pendiente arriba o abajo.

Tabla 5. Calidad biológica del agua subterránea en cercanías a dos modelos de engorde intensivo.

BACTERIAS	FEEDLOT ECOLÓGICO		FEEDLOT CONVENCIONAL		VALORES DE REFERENCIA
	PENDIENTE ARRIBA	PENDIENTE ABAJO	PENDIENTE ARRIBA	PENDIENTE ABAJO	
Aerobias (UFC1/100ml)	>100	>100	>100	>100	
Coliformes (NMP2/100ml)	<2,0	<2,0	38	240	< 3
Colifecales (NMP/100ml)	-	-	19	120	< 2,2
Intermediarias, aerógenas y cloacales (NMP/100ml)	-	-	19	120	< 2,2

<sup>1</sup>: unidades formadoras de colonias, <sup>2</sup>: número más probable

## Concentración de nutrientes en el suelo alrededor de los engordes intensivos

El suelo es el medio en el que se sustentan todas las actividades agropecuarias. La intensificación de los sistemas ganaderos incrementa los flujos de energía y de nutrientes, así como los riesgos de contaminación. En primera instancia, se tomaron muestras de suelo en dos tipos de suelo para medir la concentración de fósforo del suelo (P Bray, ppm). El suelo arenoso con pendiente mínima fue elegido por contener un engorde a corral por más de diez años (Colonia Perfección, Entre Ríos). En el suelo arcilloso con 2% de pendiente se instaló una batería de 8 parcelas de 400 m<sup>2</sup> cada una para constituir el feedlot ecológico (EEA C. del Uruguay). En la Tabla 6 se presentan los niveles de fósforo (P Bray, ppm) entre 0 y 100 cm del suelo a diferentes distancias de dos modelos de engorde intensivo.

Tabla 6. Concentración de P Bray (ppm) alrededor de dos modelos de engorde intensivo (feedlot ecológico y engorde a corral).

LUGAR DE MUESTREO	ENGORDE A CORRAL	FEEDLOT ECOLÓGICO
In situ	538,2 a	10,5 a
5 m	21,4 b	1,7 b
10 m	15,9 b	1,0 b
50 m	5,9 b	

a, b: letras distintas entre filas indican diferencia significativa.

El modelo de engorde utilizado afecta la concentración de fósforo y un efecto de la distancia sobre la concentración de fósforo del suelo. Además, el valor encontrado dentro de los corrales superó ampliamente los demás muestreos. Incluso, en el horizonte superficial se observó el valor máximo de fósforo (960 ppm). Se midieron características del suelo (0 – 120 cm) luego de un período de feedlot ecológico con dos cargas de animales por unidad de superficie (dotación). La dotación presenta una relación directa con la permanencia (días/ha) y el período de engorde propiamente dicho. En la experiencia, el engorde tuvo una duración de 187 días efectivos. En la Tabla 7 se presentan características del suelo con dos densidades de dotación (m<sup>2</sup>/cab).

Tabla 7. Características del suelo con dos tiempos de permanencia durante la terminación con feedlot ecológico.

	TESTIGO	BAJA DOTACIÓN	ALTA DOTACIÓN
Dotación (m <sup>2</sup> /cab)	-	80	160
Permanencia (días/ha)	-	31	63
P Bray (ppm)	3,5	13,2	45,2
N (ppm)	9,9	22,3	21,7

El feedlot ecológico incrementó de manera similar el nitrógeno y el fósforo del suelo. Además, la alta dotación incrementó aún más el contenido de fósforo. El efecto del feedlot ecológico sobre la concentración de nutrientes se evaluó también sobre un suelo franco (Chañar Ladeado, Santa Fe). En la Tabla 8 se presentan las características del suelo antes y después de la instalación del feedlot ecológico.

Tabla 8. Características del suelo antes y después de la instalación del feedlot ecológico.

	SIN FEEDLOT ECOLÓGICO		CON FEEDLOT ECOLÓGICO	
	0 – 5	5 – 20	0 – 5	5 – 20
Profundidad (cm)	0 – 5	5 – 20	0 – 5	5 – 20
pH	6,0	5,8	5,9	5,7
P Bray (ppm)	24,5	7,3	45,5	13,6
Materia orgánica (%)	5,1	3,2	5,5	3,5
Carbono (g/kg)	2,94	1,84	3,16	2,02
Nitratos (ppm)	175	187	187	87
Humedad (%)	10,6	17,4	10,9	17,2

En la Tabla 9 se presentan características del suelo en dos fechas, antes y después de la instalación del feedlot ecológico.

Tabla 9. Características del suelo (0 – 20 cm) en dos lotes antes y después de la instalación del feedlot ecológico.

	LOTE 1		LOTE 2	
	Dic 16	Sept 17	Nov 17	Mayo 18
Fecha	Dic 16	Sept 17	Nov 17	Mayo 18
pH	6,2	5,8	6,2	5,8
P Bray (ppm)	21,0	50,0	21,0	48,0
Materia orgánica (%)	1,9	2,9	1,9	3,3

En la Tabla 10 se presenta el rendimiento de cultivos agrícolas en sistemas de agricultura continua (sin feedlot ecológico) y en rotación agrícola ganadera (con feedlot ecológico).

Tabla 10. Rendimiento de cultivos agrícolas en sistemas de agricultura continua (sin feedlot ecológico) y en rotación agrícola ganadera (con feedlot ecológico).

	SIN FEEDLOT ECOLÓGICO	CON FEEDLOT ECOLÓGICO	DIFF
Maíz (tn/ha)	11,8	13,0	+ 10 %
Soja (tn/ha)	3,8	4,2	+ 10 %

La aplicación del feedlot ecológico incrementó principalmente el contenido de fósforo del suelo, principalmente sobre los primeros cm del suelo, dada la baja movilidad del fósforo. Mientras que la materia orgánica se mantuvo constante.

Las experiencias realizadas demostraron que además de reducir significativamente la contaminación del agua y mejorar el aporte de nutrientes sin alcanzar niveles tóxicos, es posible la rotación con agricultura extensiva para incrementar el rendimiento de los cultivos agrícolas.

# INTEGRACIÓN DEL FEEDLOT ECOLÓGICO EN SISTEMAS PRODUCTIVOS

05

## Sistemas fijos

En rotaciones con agricultura se implementa para incrementar los niveles de minerales en el suelo que pueden ser aprovechados para la producción de granos. Los desechos generados (bosta y orina) tienen un valor residual y no implican un problema operativo ni medioambiental. Posee la capacidad de adaptarse a cualquier escala y región, siempre preservando el ambiente y resguardando el bienestar de los animales.

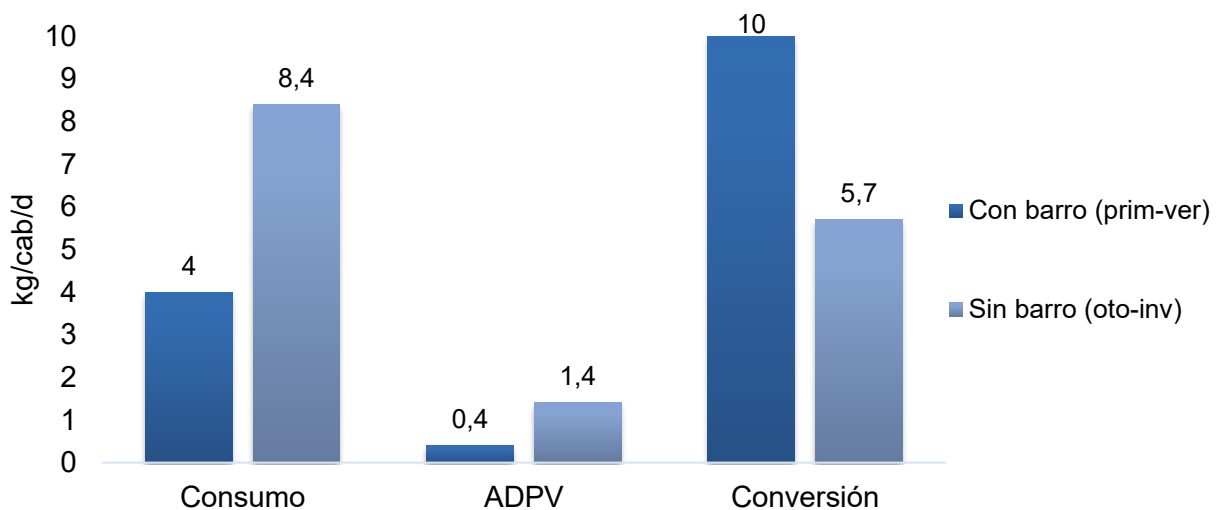


Figura VI. Desempeño productivo de novillitos en engorde a corral con/sin acumulación de barro\*.

La implementación del feedlot ecológico como alternativa al engorde a corral, se basa principalmente en los resultados productivos que se obtienen en períodos de lluvias. En la Figura VI se presenta el desempeño productivo de novillitos en engorde a corral con/sin acumulación de barro.

En las Tabla 11 se presenta la evolución de peso de hembras y machos castrados engordados con el modelo feedlot ecológico en la EEA INTA de Concepción del Uruguay.

Tabla 11. Desempeño productivo de diferentes categorías en feedlot ecológico (EEA INTA C. del Uruguay, Entre Ríos).

CATEGORÍA	PESO INICIAL (kg)	PESO FINAL (kg)	ADPV (kg)	TKG (kg)
<b>Hembras (234)</b>	263,7 ± 38,4	355,1 ± 42,3	1,3 ± 0,5	91,4
<b>Machos castrados (375)</b>	268,4 ± 47,5	367,0 ± 59,6	1,3 ± 0,5	98,5

Tabla 12. Desempeño productivo de diferentes categorías en feedlot ecológico (El Casco, Chañar Ladeado, Santa Fe).

CATEGORÍA	PESO INICIAL (kg)	PESO FINAL (kg)	TKG (kg/cab)	CONSUMO (kg/cab)	CONVERSIÓN
<b>Toritos de compra (95)</b>	210,0	350,5	140,5	735,8	5,2
<b>Vaquillas de compra (141)</b>	212,0	330,1	118,2	687,9	5,8
<b>Novillos de compra (315)</b>	290,5	430,3	139,8	984,1	7,0
<b>Propios (206)</b>	176,4	296,4	120,0	582,5	4,9

Tabla 13. Desempeño productivo de diferentes categorías en feedlot ecológico (El Overo, Caseros, Entre Ríos).

PESO INICIAL (kg)	PESO FINAL (kg)	ADPV (kg)	TKG (kg/cab)	CONSUMO (kg/cab/d)	CONVERSIÓN (kg/kg)
189,0	356,5	1,1	167,5	7,4	6,7

\*Fuente: Marcos Blua, 2016. XXIV Jornadas Ganaderas de Pergamino

En la Tabla 14 se presenta la evolución de peso de novillitos y vaquillonas con diferentes fuentes de proteína.

Tabla 14. Evolución de peso con diferentes fuentes de proteína en el feedlot ecológico.

Fuente de proteína	(n)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	ADPV (kg)	TKG (kg)	Duración (días)
Concentrado proteico	79	236,6 ± 47,1	322,0 ± 65,8	0,9 ± 0,4	85,4	109
Concentrado proteico	143	275,4 ± 32,3	342,3 ± 41,2	1,6 ± 0,6	66,9	42
Urea de liberación lenta	44	278,4 ± 23,2	359,6 ± 26,7	1,7 ± 0,5	81,2	43
Urea de liberación lenta	107	262,8 ± 35,4	359,8 ± 33,0	1,0 ± 0,4	97,0	100
Urea de liberación lenta	223	271,8 ± 51,5	391,9 ± 55,3	1,2 ± 0,4	120,1	103
Urea de liberación lenta	25	260,8 ± 52,9	360,3 ± 30,1	1,5 ± 0,2	99,6	67

El peso inicial de los animales y la duración del período de engorde también afectan la evolución de peso en el transcurso de la terminación. En la Figura VII se presenta el ACPV de novillitos y vaquillonas en función del peso inicial y la duración del período de engorde.

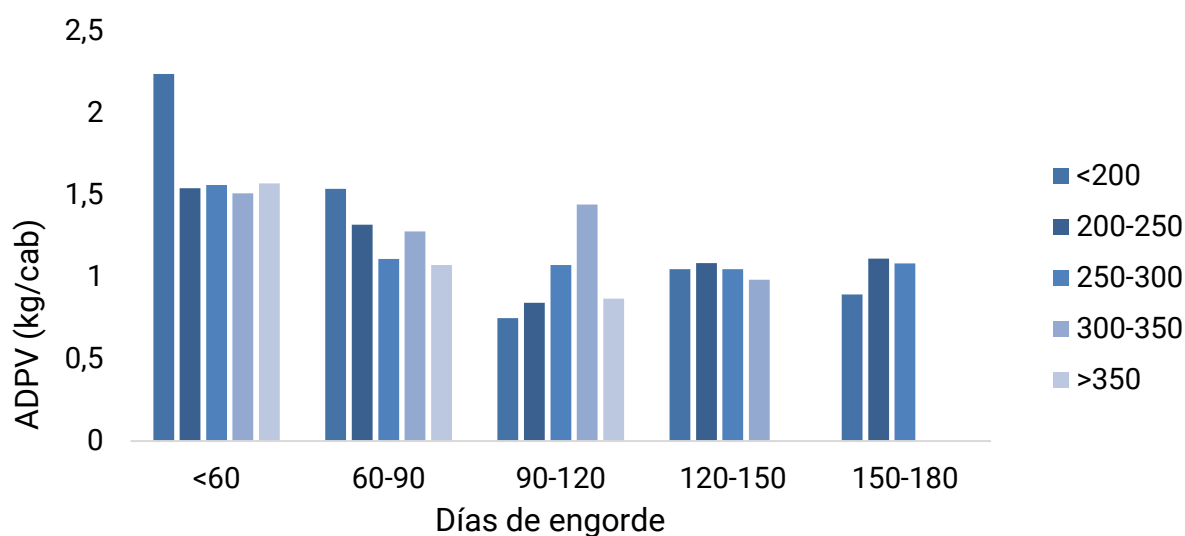


Figura VII. ACPV (kg/cab) en función del peso inicial (kg) y la duración del período de engorde (días).

## Sistemas móviles con cultivos de cobertura

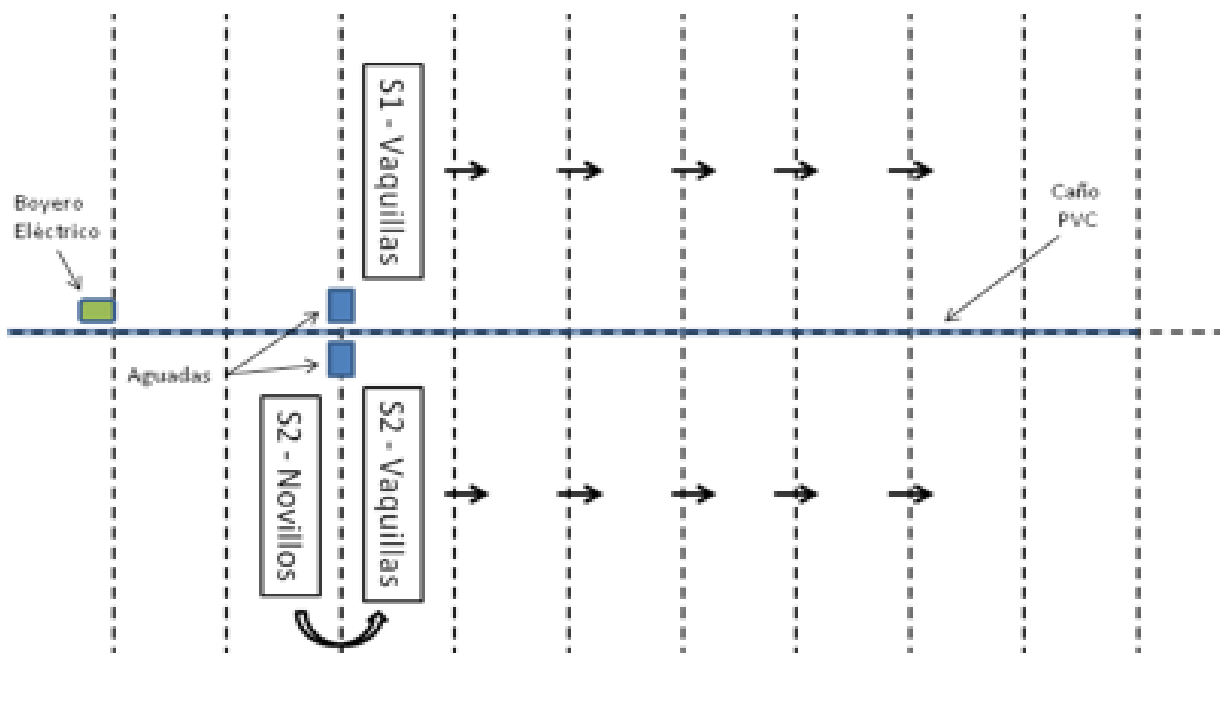
En la Tabla 15 se presenta la evolución de peso de diferentes categorías en los modelos de rotación radial y frontal.

Tabla 15. Evolución de peso de diferentes categorías en los modelos de rotación radial y frontal.

Rotación	Categoría	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Duración (días)	ADPV (kg)
Frontal	Nov.	277 ± 23	446 ± 36	114	1,5
Frontal	Nov. y vaq.	343 ± 53	430 ± 67	85	1,1
Radial	Vaq.	218 ± 28	314 ± 37	85	1,1
Radial	Nov.	274 ± 30	353 ± 38	71	1,1

Se evaluó el feedlot ecológico sobre un verdeo de raigrás con pastoreo rotativo en franjas con grupos cabeza y cola. El grupo de cabeza accedía a la franja de raigrás primero y el grupo cola entraba detrás del anterior cuando la cantidad de forraje era muy baja recibiendo un alto nivel de suplementación. En una superficie de 5,5 ha dividida en 22 parcelas (2500 m) se pastoreó durante 111 días la mitad del lote (11 parcelas) con 13 vaquillas de 239,30±30,19 kg de peso vivo (PV; Testigo) y la otra mitad con 13 vaquillas de 232,00±21,21 kg (Cabeza) y 20 novillos de 256,61±29,65 kg de PV (Cola), animales de raza Polled Hereford en todos los casos. Se realizaron 2 ciclos de pastoreo. El tiempo de ocupación en cada ciclo fue de 5 días por parcela para el Testigo y 10 días en el Cabeza (5 días) y Cola (5 días). El grupo Cola se alimentó a voluntad con comederos portátiles con grano de maíz entero (90%) y un con-centrado con 40%PB (10%). Los animales se pesaron cada 15 días para estimar el aumento diario de peso vivo (ADPV, kg/día) y la eficiencia de conversión (EC, kgMS/ADPV). Se estimó la cantidad de forraje a la entrada y salida de los animales a cada parcela, la acumulación neta total de forraje (ANF), el forraje consumido (FC, kgMS/ha) y la carga animal (cab/ha). La ANF y el FC resultaron mayores en el sistema testigo (6405 vs. 5701 kgMS/ha; 4405 vs. 4201 kgMS/ha) y la carga total fue menor (5,2 vs. 13,2 cab/ha) respecto al sistema de cabeza-cola. En la Figura VIII se presenta el esquema de rotación de los animales.

Figura VIII. Rotación de los animales de S1 (pastoreo directo) seguidos de S2 (pastoreo directo + feedlot ecológico).



En el sistema cabeza-cola, el sobrepastoreo ejercido por el grupo Cola, con 5 días más de ocupación respecto al Testigo, afectó la disponibilidad de forraje para el segundo ciclo de pastoreo del grupo Cabeza. La ganancia diaria de peso ( $0,920 \pm 0,15$  vs.  $0,810 \pm 0,08$  kg/cab/día) y la eficiencia de conversión (7,9 vs. 9,4 kgMS/ADPV) fueron mayores para el grupo cabeza en el sistema cabeza-cola que para el testigo posiblemente por una mayor calidad del forraje cosechado en el segundo ciclo de pastoreo. El ADPV ( $1,409 \pm 0,14$  kg/día) y la eficiencia de conversión (6,5 kg MS/kg PV) del grupo de cola fueron los esperados para un sistema de engorde a corral convencional. Se concluye que la inclusión de un lote cola manejado con consumo a voluntad del suplemento en un pastoreo rotativo de raigrás aumenta la eficiencia de uso del suelo, la ganancia diaria promedio por animal y la eficiencia de conversión del lote cabeza.

En la Tabla 16 se presentan la producción primaria del sistema de rotación (pastoreo de verdeo + feedlot ecológico).

Tabla 16. Producción primaria del sistema de rotación (pastoreo de verdeo + feedlot ecológico).

AÑO	VARIABLES	S1 (PASTOREO)		S2 (PASTOREO + FEEDLOT ECOLÓGICO)	
		1° pastoreo	2° pastoreo	1° pastoreo	2° pastoreo
1	Disp. inicial (kg MS/ha)	2797	4571	2433	4226
	Disp. final (kg MS/ha)	963	2000	958	1500
	Forraje consumido (kg MS/ha)	1834	2571	1475	2726
	Total forraje consumido (kg MS/ha)	4405		4201	
2	Disp. inicial (kg MS/ha)	2009		1811	
	Disp. final (kg MS/ha)	186		207	
	Forraje consumido (kg MS/ha)	1823		1604	
	Total forraje consumido (kg MS/ha)	1823		1604	

En la Tabla 17 se presentan la producción secundaria del sistema de rotación (pastoreo de verdeo + feedlot ecológico).

Tabla 17. Producción secundaria del sistema de rotación (pastoreo de verdeo + feedlot ecológico).

AÑO	VARIABLES	S1	S2	
		Pastoreo	Pastoreo	Feedlot ecológico
1	Carga global (cab/ha)	5,2	5,2	8,0
	Carga instantánea (cab/ha)	52,0	52,0	80,0
	Producción de carne (TKG/cab)	83,2	99,5	164,4
	Producción de carne (TKG/ha)	435,1	520,4	1315,5
2	Carga global (cab/ha)	3,6	3,6	6,5
	Carga instantánea (cab/ha)	36,0	36,0	65,0
	Producción de carne (TKG/cab)	55,9	65,9	73,9
	Producción de carne (TKG/ha)	203,5	239,6	480,6

# IMPLEMENTACIÓN DE ADITIVO COMPUESTOR-ZETA® EN DIETAS PARA FEEDLOT ECOLÓGICO

06

Uno de los principales problemas del uso de raciones secas se presenta en los períodos de adaptación y en situaciones de alternancia de oferta de alimento. Ocasionando desde disturbios digestivos menores (diarreas, acidosis subclínicas, etc.) hasta la muerte de animales por efecto de un consumo excesivo. Zorion US LLC ha desarrollado un aditivo compuesto (r-zeta®) que produce efectivo control del consumo en categorías de recría y engorde, logrando mejoras significativas en la conversión. Este efecto ha sido validado en una serie de ensayos exploratorios dando lugar a la firma del Convenio de Asistencia Técnica (SA 28779), entre Los Vascos SRL y el INTA Concepción del Uruguay para su evaluación formal.

## R-zeta® en terminación de novillitos

---

Con el objetivo evaluar un balanceado peletizado con inclusión de un aditivo para controlar el consumo (r-zeta®) en engorde de bovinos livianos con y sin acceso a rollo de avena, se realizó un primer ensayo exploratorio de engorde con implementación del modelo de engorde Feedlot Ecológico y 49 días de duración. Se utilizaron 20 novillitos y vaquillonas de  $255,1 \pm 34,0$  kg de peso vivo (PV) y 10-12 meses de edad identificados individualmente con botones electrónicos. Se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos

(10 animales c/u) según el tipo de alimentación: 1) Oferta a discreción de balanceado peletizado autoconsumo y de rollo de avena (tratamiento AC r-zeta® + rollo) y 2) Oferta a discreción del balanceado (AC r-zeta®) sin acceso a rollo. En ambos casos, el balanceado se ofreció a discreción desde el primer día, sin ningún tipo de adaptación previa, en silocomederos para autoconsumo. Los animales permanecieron en piquetes con asignación de 300 m<sup>2</sup>/cabeza y disponibilidad permanente de agua. En la Tabla 18 se presentan las variables de peso, consumo y conversión de bovinos engordados con AC con aditivo r-zeta® para control de consumo.

Tabla 18. Performance de bovinos engordados con balanceado con aditivo para control de consumo.

VARIABLE	AC + ROLLO	AC	P-VALOR
Peso inicial (kg)	255,5 ± 41,2	254,7 ± 27,3	0,9597
Peso final (kg)	338,1 ± 55,0	340,7 ± 41,5	0,7827
ADPV (kg/cab/d)	1,62 ± 0,5	1,59 ± 0,4	0,7787
ADPV (% PV)	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,1	>0,9999
TKG (kg/animal)	82,6 ± 26,5	77,3 ± 21,0	0,6261
Consumo rollo <sup>1</sup> (kg MS/animal/d)	3,3	-	
Consumo pellet AC <sup>2</sup> (kg MS/animal/d)	6,8	7,2	
Consumo total (kg MS/animal/d)	10,1	7,5	
Consumo estimado (% PV)	3,4	2,6	
Conversión (kg MS/kg PV)	5,7	4,6	

<sup>1</sup>: 92% MS y 20% de desperdicio, <sup>2</sup>: 85% MS.

Los animales presentaron similar evolución de peso (MRT, p = 0,9422), aumento diario de peso vivo (ADPV) y total de kilos ganados (TKG) y ello resultó en un peso final similar entre grupos. En el tratamiento con acceso a rollos, el consumo en base seca del forraje voluminoso representó el 33% del total. La ingesta de ambos recursos alimenticios en esta proporción permitió un ADPV similar al de los animales engordados sólo con el balanceado AC. El consumo de AC en términos absolutos y relativos al peso, fue semejante entre ambos grupos. Es posible que el consumo adicional del rollo haya interferido en la eficiencia de producción. Los animales del AC r-zeta® sin oferta de rollo necesitaron 1 kg menos de MS para producir 1 kg de PV.

En la Figura IX se presenta el ADPV semanal que presentaron los animales engordados con AC con aditivo r-zeta® para control de consumo. Resulta de interés remarcar que, al inicio de la experiencia, algunos animales no conocían las dietas concentradas y de igual manera no se observaron problemas de disturbios digestivos (timpanismo, acidosis, etc.).

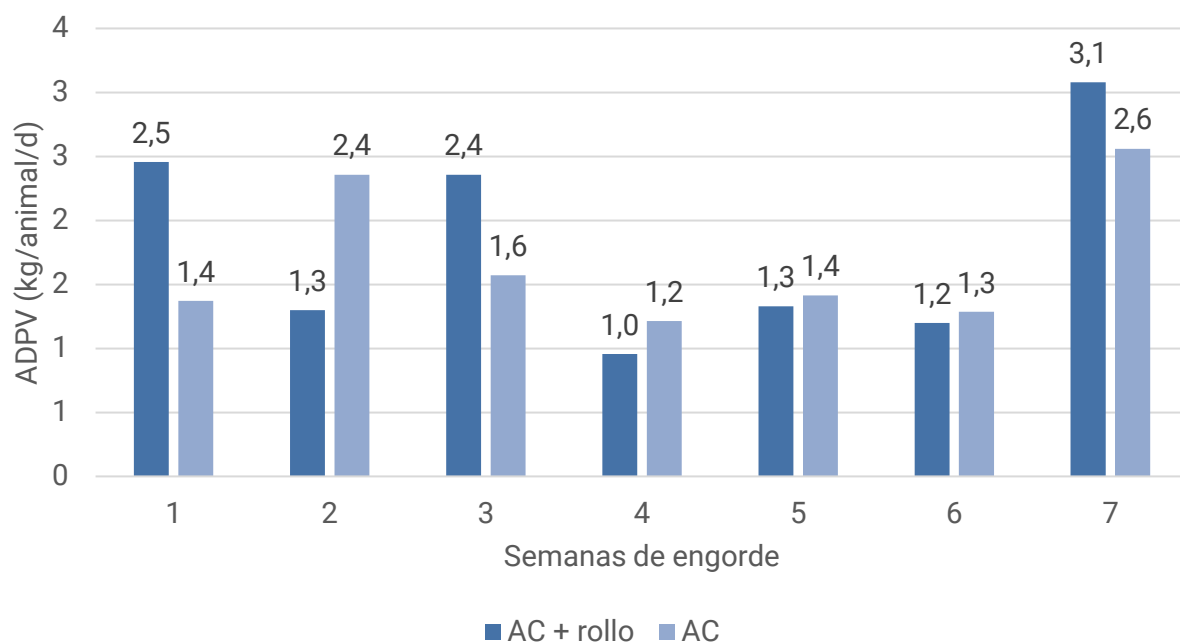


Figura IX. ADPV semanal de bovinos engordados con alimento balanceado AC con aditivo r-zeta® para control de consumo.

En la Tabla 19 se presentan los resultados de evolución de espesor de grasa dorsal (EGD) y área de ojo de bife (AOB), relevados por ecografía. El crecimiento total de EGD y AOB y sus valores al final de la experiencia fueron similares entre tratamientos. Los animales que se enviaron a faena ( $357,1 \pm 26,9$  kg PV) presentaron similar rendimiento de res ( $p=0,1902$ ), sin embargo, el tratamiento AC presentó 1,5% más de rendimiento que AC + rollo (55,7 vs. 54,2%). En los análisis de los animales enviados a faena tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos en el EGD y AOB pre faena (8,5 mm y 60,1 cm<sup>2</sup> respectivamente).

Tabla 19. Evolución de EGD y AOB durante la evaluación del alimento balanceado AC con aditivo para control de consumo.

	BAL <sub>r-zeta</sub> ® + rollo	BAL <sub>r-zeta</sub> ®	P valor
EGD inicial (mm)	4,3 ± 0,9	4,1 ± 1,2	0,7818
EGD final (mm)	8,1 ± 3,1	7,7 ± 1,6	0,7153
EGD incremento total (mm)	3,9 ± 2,6	3,6 ± 0,7	0,7530
AOB inicial (mm)	35,5 ± 7,7	40,4 ± 9,9	0,2676
AOB final (mm)	54,6 ± 10,7	58,8 ± 10,0	0,4006
AOB incremento total (mm)	19,1 ± 7,8	18,4 ± 7,7	0,8573
Rendimiento de res (%)	54,2	55,7	0,1902

En todas las experiencias de engorde terminal con inclusión de r-zeta® en la dieta se ha realizado un seguimiento en la faena. Las Fotos 9, 10 y 11 se presentan ejemplos de res, hígado y rumen observados de esta tropa en el frigorífico. En ningún caso se observaron abscesos hepáticos ni lesiones en las papilas ruminales.



Fotos 9 a 11. Ejemplos de media res, hígado y rumen de bovinos engordados con alimento balanceado AC con aditivo para control de consumo.

En esta primera evaluación se encontró que: 1) La inclusión del aditivo r-zeta en el balanceado “autoconsumo con fibra” garantizó el engorde de los novillitos y vaquillonas sin necesidad de un protocolo de transición de dieta voluminosa a concentrada.

Sorprendentemente con altas ganancias diarias de peso desde el inicio; 2) El consumo en función del peso vivo (%) indica que el aditivo no restringió la ingesta de alimento, sino que posiblemente afectó la velocidad y el tamaño de las porciones ingeridas en cada acceso al comedero; 3) De acuerdo a las observaciones realizadas sobre las bostas, la higiene en la zona de la cola y características de rumen e hígado post mortem indican una evolución favorable de los animales en relación al alimento concentrado, sin consumos excesivos durante el transcurso de la adaptación; 4) Es posible prescindir de la oferta de forraje voluminoso, dado que el consumo independiente del balanceado, aumento de peso y conversión son similares cuando no se ofrece rollo; y 5) La conversión alimenticia se ubicó por debajo (5,7 y 4,6 kg Ración : kg PV para los grupos con y sin rollo, respectivamente) de los valores registrados en experiencias anteriores para esta categoría con raciones base grano de maíz (entre 6,5 y 7,3 kg ración para producir 1 kg de PV). Sin embargo, el rendimiento al gancho fue bajo (entre 54,2 y 55,7%). Esta merma en el rendimiento gancho puede relacionarse al corto período de engorde (49 días) al que fueron sometidos los animales en esta experiencia.

## Comportamiento

Los animales presentaron patrones de comportamiento distintos según el alimento que consumieron durante la experiencia. La frecuencia de descanso fue mayor ( $p < 0,0001$ ) en el tratamiento r-zeta® por la mañana respecto de la tarde dentro del mismo tratamiento y del grupo Control por la mañana y la tarde (Figura X). No se observaron efectos asociados al tratamiento sobre la frecuencia de animales estáticos ( $p = 0,2723$ ) entre el Control y r-zeta® (13% y 6% respectivamente). Tampoco hubo diferencias ( $p = 0,1815$ ) en la frecuencia de caminata entre ambos grupos (Control= 38% y r-zeta = 19%).

En la Figura XII se presenta la frecuencia de peleas (topadas y montas). Los animales del grupo Control manifestaron mayor cantidad de eventos antagonistas respecto del r-zeta® por la mañana ( $p < 0,0001$ ); no encontrándose diferencias por la tarde.

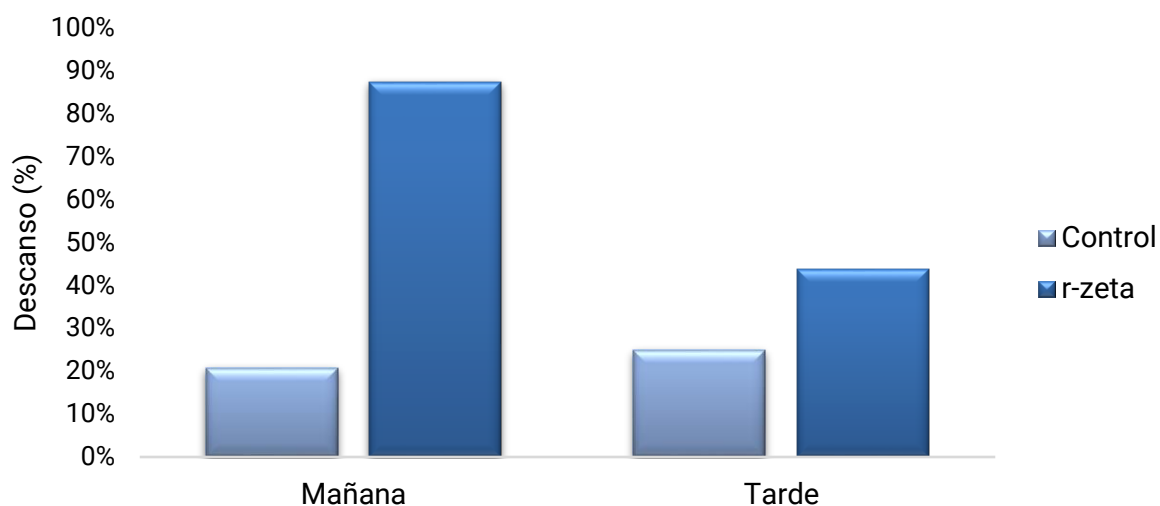


Figura X. Frecuencia de descanso (%) en novillitos engordados con alimento balanceado con aditivo r-zeta® vs. dieta control.

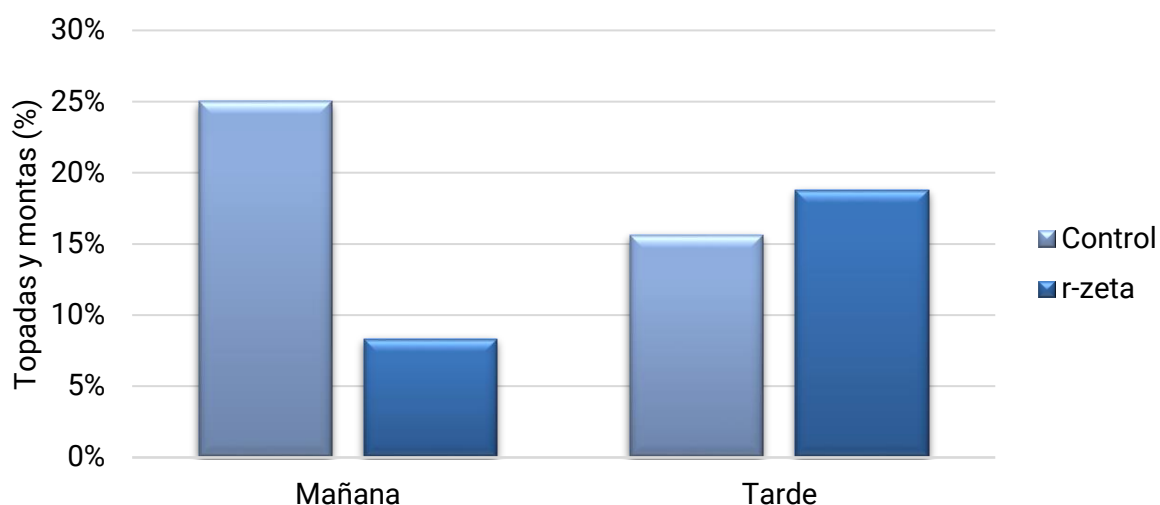


Figura XI. Frecuencia de topadas y montas (%) en novillitos engordados con alimento balanceado con aditivo r-zeta® vs. dieta control.

La distribución del consumo durante el transcurso del día fue distinta según el tratamiento y momento del día (mañana, mediodía, tarde y noche). El grupo control presentó el 40% del consumo durante la mañana mientras que este nivel en los animales alimentados con aditivo r-zeta® se presentó durante la noche. En la Figura 12 se presenta la distribución del consumo en el transcurso del día para ambos tratamientos.

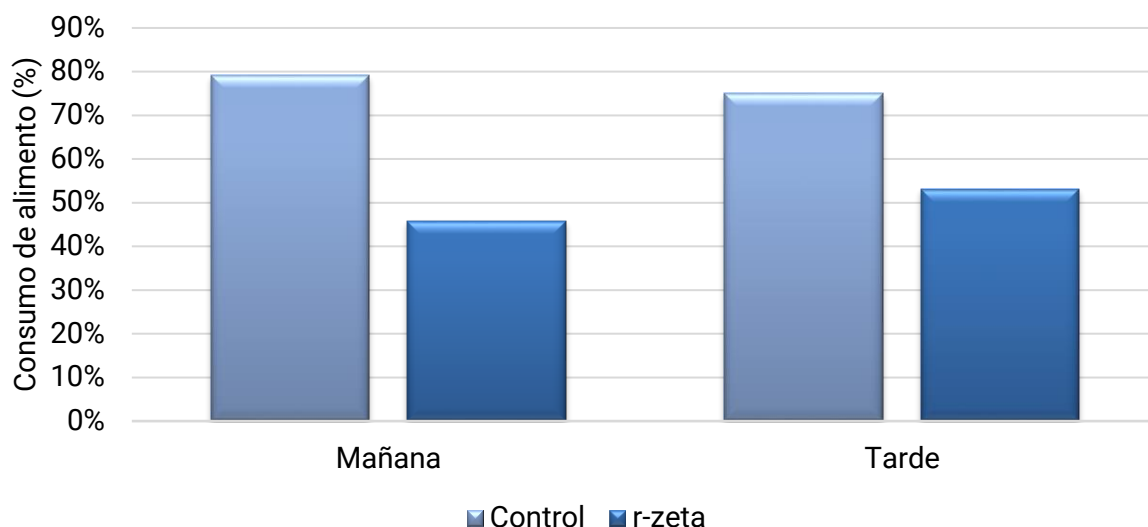


Figura XII. Frecuencia de topadas y montas (%) en novillitos engordados con alimento balanceado con aditivo r-zeta® vs. dieta control.

Con respecto a otros patrones de comportamiento, la frecuencia de estereotipias fue similar entre grupos ( $p= 0,3173$ ). De hecho, en el tratamiento r-zeta no se observaron en ningún momento, mientras que, en el Control, sólo por la tarde se reportó el 3% de consumo alterado. La frecuencia de animales que orinaron fue similar ( $p= 0,7293$ ) entre el Control (9%) y el tratamiento r-zeta® (8%).

## Escala de bostas e higiene de los animales

Se observó la consistencia de las bostas y la presencia de animales con diarrea. Se clasificaron por piquete en escala de 1 a 5 según su consistencia: 1= líquida, 2= blanda, 3= óptima, 4= firme, 5= dura. Además, se observó la higiene de los animales en la zona caudal: 0= limpio, 1= materia fecal adherida en torno a la base de la cola y 2= presencia de materia fecal en torno a la base de la cola y cuartos traseros. Los datos se transformaron en frecuencias y se estimó el % de animales limpios y de bostas óptimas.

El grupo r-zeta® presentó mayor frecuencia de bostas óptimas (Figura XIII) durante las primeras 4 semanas de la experiencia y durante el resto de los meses del engorde intensivo respecto del Control. Estos resultados también contribuyeron a la higiene de los animales que fue ampliamente mayor respecto del grupo Control (Figura XIV).

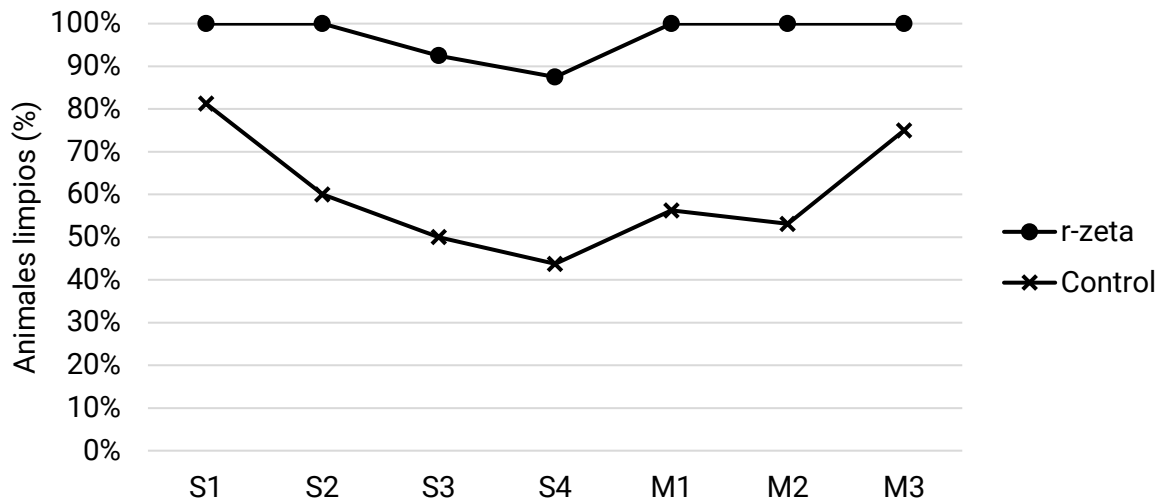


Figura XIII. Frecuencia de bostas óptimas (%) de novillitos engordados con alimento balanceado con aditivo r-zeta® vs. dieta control.

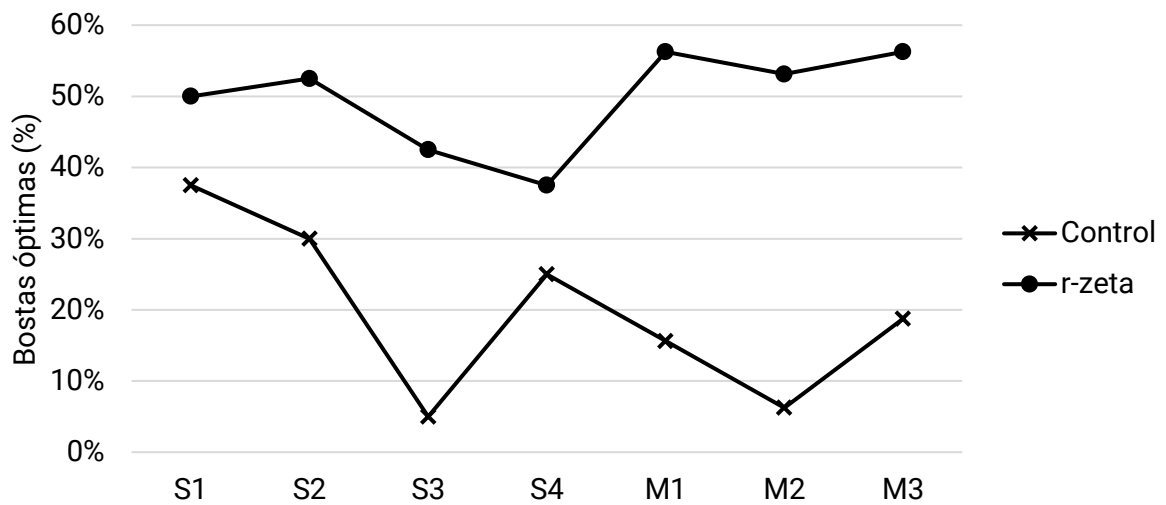


Figura XIV. Frecuencia de animales limpios (%) engordados con alimento balanceado con aditivo r-zeta® vs. dieta control.

## Rendimiento de res

En la Tabla 20 se presentan los resultados obtenidos de peso final y rendimiento de res. El grupo Control presentó mayor peso de res caliente, pese a que el PV final y el rendimiento de res fueron similares entre tratamientos.

En un análisis exploratorio, considerando la duración del engorde y el tiempo de ayuno, se reportó un efecto significativo sobre el rendimiento. Existe una relación lineal significativa ( $p= 0,0255$ ) de pendiente negativa (coeficiente de regresión=  $-0,01$ ) entre el tiempo de ayuno y el rendimiento y similar relación negativa y significativa ( $p= 0,0036$  y coeficiente de regresión=  $0,0001$ ) entre los días de engorde y rinde al gancho (disminución de  $0,1$  punto de rendimiento cada  $10$  días extra de terminación).

Tabla 20. Características de la res de novillos engordados con alimento balanceado con aditivo r-zeta® vs. dieta control.

	Control	r-zeta®	Valor p <sup>1</sup>
Duración del engorde (días)	100,9 ± 4,8	106,3 ± 5,5	0,2695
Peso final (kg)	376,7 ± 2,1	375,5 ± 5,1	0,7238
Peso c/desbaste <sup>2</sup> (kg)	350,3	348,6	0,4622
Peso res caliente (kg)	202,7 a	200,8 b	0,0231
Rendimiento de res (%)	58,5	58,3	0,6130

<sup>1</sup>: Test de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

<sup>2</sup>: 8% desbaste.

## Niveles de inclusión r-zeta® en terminación de novillos pesados

El objetivo del trabajo fue evaluar distintas dosis de r-zeta® incluido en un balanceado peletizado sobre el desempeño productivo, composición corporal y rendimiento de res de novillos pesados. La experiencia de engorde se realizó en el establecimiento comercial con implementación del modelo Feedlot Ecológico y tuvo una duración de 47 días. Se utilizaron 40 novillos Aberdeen Angus de  $399,0 \pm 28,4$  kg de peso vivo (PV) y 2 dientes.

Se identificaron con botones electrónicos y se distribuyeron aleatoriamente según PV en 4 grupos (10 animales c/u) según la dosis del aditivo: 1) 25, 2) 22,5, 3) 20 y 4) 15.

En todos los casos, los animales tuvieron disponibilidad permanente del balanceado desde el primer día en silocomederos. Los animales permanecieron en piquetes con asignación de 200 m<sup>2</sup>/cab y disponibilidad permanente de agua.

Todos los animales se pesaron a intervalos de 7 días (balanza electrónica Hook AT457) para estimar el aumento diario de PV (ADPV) y el total de kg ganados (TKG). En el día 42 de la experiencia, por excesivas precipitaciones, no fue posible el registro del peso, por lo que se tomó en consideración el ADPV de la quincena (semana 6 y 7).

El consumo (kg/cab/d y % PV) se estimó mediante la diferencia entre la oferta inicial del balanceado y el remanente al final de la experiencia. La conversión de alimento en PV se estimó mediante el cociente entre el consumo total y la suma del TKG de cada grupo.

Se realizó un estudio observacional para determinar la consistencia de las bostas y la presencia de animales con diarrea. En dos días de cada semana se puntuaron 10 bostas por piquete en escala de 1 a 5 según su consistencia: 1= líquida, 2= blanda, 3= óptima, 4= firme, 5= dura. Además, se observó la higiene de los animales en la zona de la cola: 0= limpio, 1= materia fecal adherida en torno a la base de la cola y 2= presencia de materia fecal en torno a la base de la cola y cuartos traseros.

Al inicio y final de la experiencia se midió el espesor de grasa dorsal (EGD) y el área de ojo de bife (AOB) a la altura del 12° espacio intercostal izquierdo. Las determinaciones se realizaron con un ecógrafo de tiempo real FALCOVET 100 (Pie Medical, Holanda) con un transductor lineal de 3,5 MHz y 20 cm de largo, utilizando aceite vegetal como acoplante.

Un grupo de 36 animales se trasladó a un frigorífico de exportación para su faena. Se registró el peso final de campo, uno en camión al embarque (16 h post peso de campo) y otro arribo al frigorífico (21 h post peso final). Mediante el registro del orden de ingreso, el número de garrón y el informe de romaneo, se determinó el peso en caliente de las medias reses y se estimó el rendimiento al gancho (9% desbaste, sobre peso final de campo) de cada animal.

Se realizó la tipificación de las reses y se estimó el % de animales con distintas tipificaciones según el tratamiento. Además, se observaron características de las reses, hígados y rúmenes.

El análisis estadístico de las distintas variables se realizó con el software Infostat 2018. La evolución de peso se estimó mediante medidas repetidas en el tiempo (MRT). Se realizó ANOVA para el ADPV, TKG, EGD y AOB (test de Tukey). Los resultados del

estudio observacional (consistencia de bostas e higiene de los animales) se transformaron en frecuencias y se compararon mediante el test de Kruskal-Wallis. En todos los casos se utilizó un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0,05$ ).

En la Tabla 21 se presenta la evolución de peso de novillos engordados con distintas dosis de r-zeta® en un alimento balanceado.

Tabla 21. Evolución de peso de novillos engordados con distintas dosis de r-zeta® incluido en un alimento balanceado.

Dosis	25	22,5	20	15	p-valor
Peso inicial (kg)	398,5±28,4	398,9±27,1	399,3±34,4	399,2±28,0	0,9999
Peso final (kg)	515,8±37,5	518,5±41,2	506,7±37,6	479,0±43,0	0,1247
ADPV (kg/cab/d)	2,1±0,6 a	2,1±0,5 a	2,0±0,4 ab	1,5±0,4 b	0,0198
ADPV (% PV)	0,5±0,0 a	0,5±0,0 a	0,4±0,0 ab	0,3±0,0 b	0,0252
TKG (kg/animal)	117,3±34,7 a	119,6±33,1 a	107,4±23,2 ab	79,8±23,3 b	0,0156

a,b: letras distintas entre columnas indican diferencia estadística (Tukey,  $\alpha= 0,05$ ).

No se observó diferencia estadística en el peso al final de la experiencia. Pudo deberse a la variabilidad dentro de cada grupo. El menor peso registrado para los grupos 25, 22,5, 20 y 15 fue 459, 451, 443 y 419 respectivamente. Mientras que el mayor fue peso 564, 586, 556 y 533. Sin embargo, se observó una menor ganancia de peso en el grupo 15 respecto de 25 y 22,5 para las variables en estudio (ADPV y TKG).

Tabla 22. Peso final, peso y rendimiento de res de novillos engordados con distintas dosis de r-zeta®.

Tratamiento (n)	25 (9)	22,5 (10)	20 (10)	15 (15)	p-valor
Peso final (kg)	522,1±33,4	518,5±32,0	506,7±32,1	497,9±33,2	0,5483
Peso c/desb. (kg)	475,1±30,7	471,8±37,5	461,1±34,2	453,1±32,8	0,5483
Peso de res (kg)	240,2±20,4	248,0±14,6	248,4±16,7	246,1±17,0	0,7223
Rendimiento de res (%)	50,7±0,0	52,9±0,1	54,1±0,0	54,8±0,1	0,4825

Al final del período de engorde, se seleccionaron los 36 novillos más pesados y se enviaron a faena. En la Tabla 22 se presenta el peso final, peso y rendimiento de res. No se encontraron diferencias estadísticas en el peso con desbaste (9%) ni en el peso o rendimiento de res.

En términos productivos, pese a que los animales de los grupos 25, 22,5 y 20 presentaron entre 10 y 25 kg menos al final de la experiencia, el peso promedio de la res fue similar e incluso menor que el grupo 15. Si bien no se observaron diferencias estadísticas para ambas variables, es un aspecto para considerar en futuras actividades. Esta cuestión, posiblemente estuvo asociada con la dosis de r-zeta en los balanceados. En esta experiencia también se detectó un bajo rendimiento al gancho relacionada la corta duración del período del engorde, similar a la observada en el grupo de vaquillas y novillitos livianos (49 días) que no se encontró en experiencias con terminaciones traicionales de 90 o más días de engorde. En la Foto 12 se presentan las medias reses ingresadas a la cámara de frío. En las Fotos 13, 14 y 15 se presentan ejemplos de hígado, rumen y omaso observados en el frigorífico. En ningún caso se observaron abscesos hepáticos ni lesiones en las papilas ruminales. Con respecto a experiencias y visitas previas a frigoríficos, se observó mayor número y menor tamaño de las papilas ruminales.



Foto 12. Medias reses de novillos engordados con r-zeta® incluido en un alimento balanceado.

En esta experiencia pudo observarse que: 1) La dosis del aditivo r-zeta® provocó diferencias en el desempeño productivo de los animales. Con menor dosis, ganaron menos peso y también consumieron menos alimento; 2) El grupo 22,5 presentó la mejor eficiencia de conversión dada por un menor consumo y mayor ADPV; 3) Es necesario identificar el origen y/o proceso por el cual los animales tienen grandes aumentos de peso en los primeros días, con las consiguientes mermas y pérdidas de peso identificadas; 4) Los rápidos aumentos y mermas en el peso no pudieron relacionarse a un efecto de llenado o vaciado del tracto digestivo ya que los animales presentaron consumos por debajo de valores usuales para la categoría (2 a 2,5% PV); 5) La velocidad de la terminación, dada por la ganancia de peso, presentó una relación negativa con el rendimiento de res; y 6)



Fotos 13 a 15. Hígado, omaso y rumen de novillos engordados con r-zeta® incluido en un alimento balanceado

Para obtener rendimientos gancho óptimos, es necesario extender los períodos de engorde para permitir mayor engrasamiento de la canal.

En un experimento posterior, se evaluó la inclusión de aditivo comercial en concentrados proteicos para balancear dietas con cereales (maíz, trigo, sorgo, etc.). Se comparó el desempeño productivo de 36 novillitos británicos ( $335,7 \pm 22,3$  kg PV) con una dieta formulada con maíz y concentrado proteico aditivado vs. una dieta control durante la etapa de terminación. Los animales del grupo control iniciaron con un protocolo de adaptación que consistió en el suministro de rollos de Triticale y la oferta a discreción de una mezcla ofrecida en comedero de autoconsumo (50% grano de maíz entero, 33% grano de maíz molido, 10% concentrado proteico terminador y 7% sal entrefina). Para cada rollo se estimó un peso de 800 kg. Se determinó el contenido de materia seca (MS, 87%) y una eficiencia de

aprovechamiento del 75%. Se mantuvieron 32 días promedio con rollo y 35 días con la mezcla. Luego pasaron a la dieta de terminación (maíz + CP). Los animales engordados con maíz + CP r-zeta (80% grano de maíz entero y 20% concentrado proteico con aditivo) iniciaron con la ración ofrecida a discreción desde el primer día y sin oferta de fibra (rollo) acompañante. Los animales se engordaron bajo modelo de feedlot ecológico. Permanecieron en piquetes (2.500 m<sup>2</sup> c/u) con acceso permanente al agua de bebida y recibieron el alimento en comederos de autoconsumo. La experiencia tuvo una duración de 70 días y finalizó cuando los animales alcanzaron un peso objetivo de 430 kg. Se estimó la ganancia de peso, consumo y conversión para valorizar el desempeño productivo de los animales (Tabla 23). Al comparar el consumo entre tratamientos, se comprobó una reducción sustancial en el grupo con inclusión del aditivo r-zeta®, lo cual determinó también una mejora en la eficiencia de conversión, que representó un requerimiento del 40% menos de alimento para producir cada kg PV.

Tabla 23. Eficiencia animal de novillitos engordados con maíz + CP r-zeta vs. dieta control (maíz + CP).

	Maíz + CP r-zeta®	Maíz + CP	EEM	P valor
ADPV (kg/cab/d)	1,4	1,3	0,0	0,1835
TKG (kg/cab)	107,6	94,1	4,3	0,0848
Consumo (kg MS/cab/d)	7,9 a	10,8 b	0,8	0,0024
Consumo (% PV)	2,0 a	2,8 b	0,0	0,0128
Conversión (kg MS/kg PV)	5,1 a	8,0 b	0,9	0,0235

a, b: letras distintas entre columnas indican diferencia estadística (Tukey, p< 0,05).

El engorde de novillitos con maíz + concentrado proteico con el aditivo r-zeta® fue posible sin la necesidad de implementar protocolos de adaptación, con inclusión de fibra efectiva de la forma tradicional que requieren los cambios de dieta voluminosa a concentrada. Elimínandose del período de engorde esta fase en tratamiento con aditivo. Mientras que para el grupo control este período con fibra efectiva y uso de sal como limitante de consumo, ocupó la mitad de tiempo de confinamiento en esta experiencia. En trabajos realizados posteriormente con comederos equipados con balanza para estimación del consumo residual por individuo, se identificaron diferencias en el comportamiento ingestivo de los animales. En principio, se observó un incremento de la frecuencia de acceso al comedero y tamaño de porciones más chicas en dietas completas pelletizadas y en mezclas de concentrados proteicos aditivados con maíz.

En los sistemas intensivos donde los animales se encuentran confinados, dependen completamente de la voluntad de las personas que garanticen óptimas condiciones de confort. Brindar bienestar a los animales es una responsabilidad humana que debe considerar diferentes aspectos como alojamiento adecuado, manejo, nutrición y prevención y tratamiento de enfermedades. En el engorde a corral, el bienestar muchas veces es afectado en condiciones de gran concentración de animales y de acumulación de barro (Fotos 16 y 17).



Fotos 16 y 17. Bajos niveles de bienestar asociado a la gran concentración de animales (izq.) y la acumulación de barro (der) en engorde a corral.

En la Foto 18 se presenta un ejemplo de feedlot ecológico comercial y buenas condiciones de alojamiento.



Foto 18. Feedlot ecológico de escala comercial (Formosa).

Algunas medidas de bienestar comprenden el grado de deterioro de las funciones asociado a una lesión, una enfermedad o a la desnutrición. Otras medidas brindan información sobre las necesidades de los animales indicando si tienen hambre, dolor o miedo. Este enfoque permite medir el bienestar mediante el uso de indicadores funcionales de tipo conductual, fisiológico y patológico.

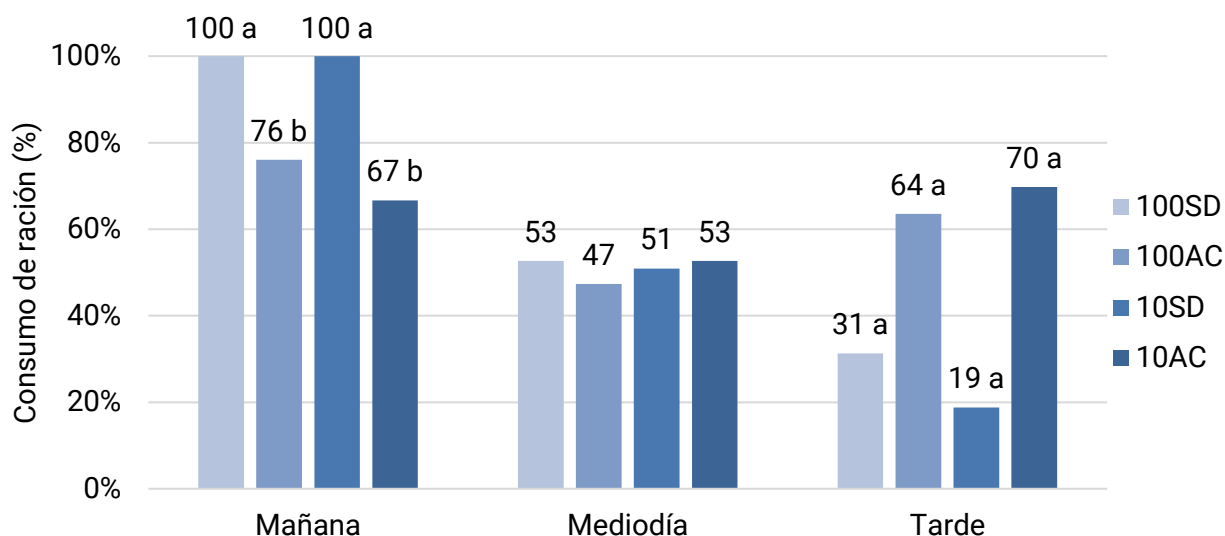
En la EEA de Concepción se realizó una experiencia para evaluar bienestar animal de novillitos con diferentes asignaciones de superficie (10 vs. 100 m<sup>2</sup>/animal) y modelos de alimentación (suministro diario vs. autoconsumo). El nivel de bienestar se midió a través del comportamiento y de bioindicadores de estrés. Se utilizaron 64 terneros machos castrados Hereford y Hereford x Aberdeen Angus de 8 meses de edad y 175 kg de peso vivo. Los animales se distribuyeron según un diseño factorial 2x2 de acuerdo con la superficie y el modelo de suministro de alimento resultando en 4 tratamientos: 100m<sup>2</sup>/animal y suministro diario (100SD); 100m<sup>2</sup>/animal y suministro en autoconsumo (100AC); 10m<sup>2</sup>/animal y suministro diario (10SD); y 10m<sup>2</sup>/animal y suministro en autoconsumo (10AC). Se realizaron 2 repeticiones (8 animales /repeticion).

## Comportamiento

En la experiencia se realizaron observaciones de comportamiento durante los primeros 7 días consecutivos. Los animales fueron identificados con números consecutivos pintados en los flancos. Dos personas registraron el comportamiento individual de cada ternero (32 animales /persona). Las observaciones se realizaron durante una hora, tres veces al día: por la mañana (09:00-10:00 h), mediodía (13:00-14:00 h) y tarde (17:00-18:00 h). Las actividades se computaron mediante un sistema binario (1: presencia de la actividad y 0: ausencia de la actividad).

Se encontró un efecto de la interacción entre el modelo de alimentación y el momento del día ( $p < 0,0001$ ) sobre el % de animales que consumieron ración. En la Figura XV se presenta el % de animales que consumieron ración en distintos momentos del día durante el período de acostumbramiento con distintos niveles de confort.

En los tratamientos con suministro diario (100SD y 10SD) se registró un % mayor por la mañana respecto del mediodía y la tarde. A su vez, 10SD presentó el menor % de consumo de ración por la tarde.



100SD: 100m<sup>2</sup>/cab y suministro diario, 100AC: 100m<sup>2</sup>/cab y autoconsumo, 10SD: 10m<sup>2</sup>/cab y suministro diario, 10AC: 10m<sup>2</sup>/cab y autoconsumo.

Figura XV. Consumo de ración (frecuencia, %) de terneros con dos modelos de alimentación y dos asignaciones de superficie durante el período de acostumbramiento.

## Consumo de forraje

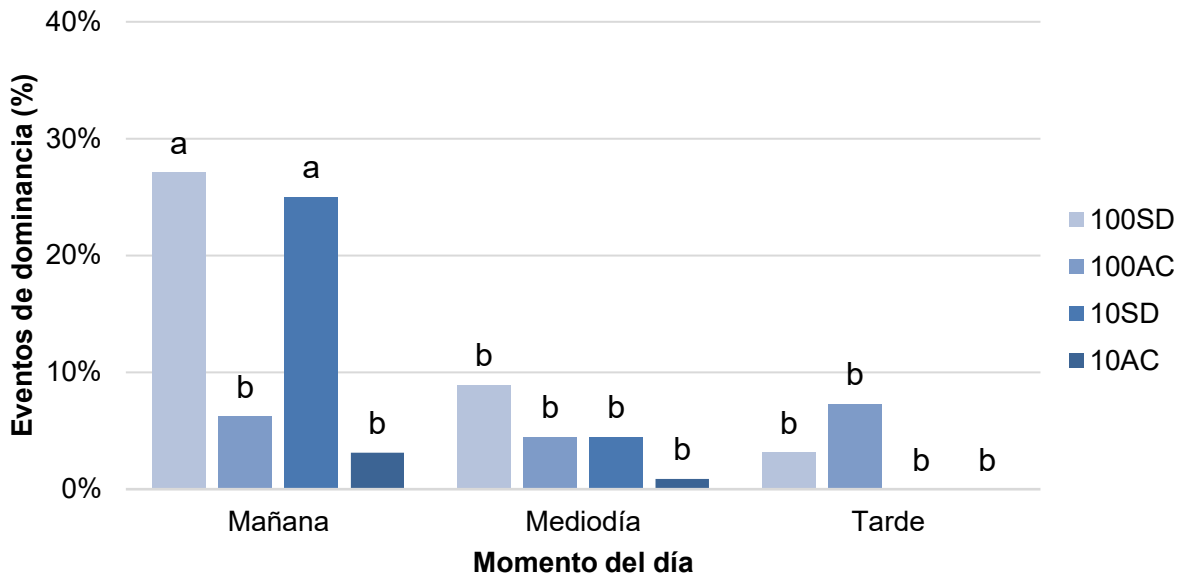
Se encontró una interacción de los factores principales ( $p=0,0002$ ) sobre el consumo de forraje. El 10,5% de los animales del tratamiento 100SD y el 3,3% de 100AC consumieron forraje en algún momento del día. Mientras que los tratamientos 10SD y 10AC no presentaron consumo por las condiciones del suelo (acumulación de barro, bosta y orina). El consumo de forraje se evaluó por ser un comportamiento natural de los bovinos. Pese a que no aportó cantidades relevantes de materia seca, los animales con más asignación de superficie pudieron manifestar su comportamiento innato.

## Consumo de agua

Se encontró un efecto de la interacción del modelo de alimentación y el momento del día ( $p<0,0001$ ) sobre el % de animales que consumieron agua. La frecuencia de consumo de agua fue mayor en los tratamientos con autoconsumo (100AC y 10AC) respecto de los tratamientos con suministro diario (100SD y 10SD) por la mañana. Durante el mediodía y por la tarde el % fue similar entre tratamientos. El % de animales que consumieron agua durante el día fue similar durante el transcurso del día en los tratamientos 100AC, 10SD y 10AC. Mientras que en el tratamiento 100SD fue significativamente menor por la mañana respecto del mediodía. En la Figura 8 se presenta el % de animales que consumieron agua en distintos momentos del día durante el período de acostumbramiento con distintos niveles de confort.

## Eventos de dominancia

Los eventos de dominancia durante el período de acostumbramiento (Figura XVI) fueron más frecuentes en los tratamientos con suministro diario (100SD y 10SD) por la mañana respecto de los tratamientos con autoconsumo (100AC y 10AC). Durante el mediodía y la tarde no se observaron diferencias entre tratamientos.



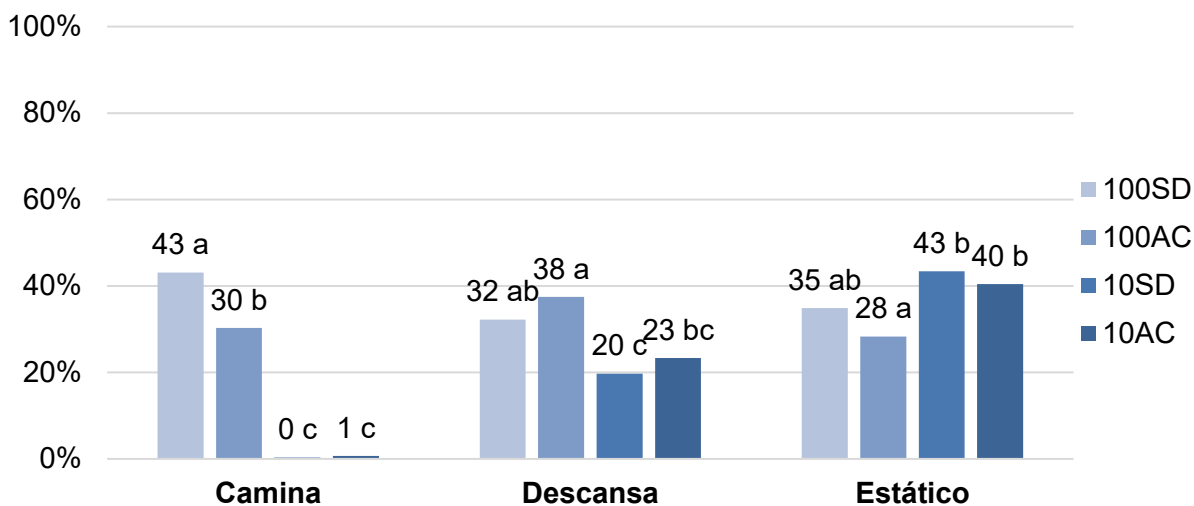
ab: letras distintas:  $p < 0,05$ . 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Figura XVI. Eventos de dominancia (%) entre novillitos durante el período de acostumbramiento con distintos niveles de confort.

Además del comportamiento de consumo, se observó el comportamiento asociado a la dinámica de desplazamiento de los animales. Los niveles de confort durante el período de acostumbramiento afectaron el comportamiento de desplazamiento de los animales (Figura XVII). La interacción de los factores principales (asignación de superficie x modelo de alimentación) afectó la frecuencia de caminata ( $p = 0,0001$ ). El tratamiento 100SD presentó el mayor % de animales que caminaron (43%) respecto de los demás tratamientos. Mientras que 100AC presentó el 30% y también fue mayor respecto de los tratamientos a corral (10SD y 10AC). En el tratamiento 10SD no se observaron animales caminando, mientras que en 10AC sólo el 1% de los animales presentaron dicho patrón de comportamiento.

En el sentido inverso, la frecuencia de animales estáticos fue mayor en los tratamientos 10SD y 10AC respecto de 100AC. La diferencia estadística se asoció con la asignación de superficie ( $p < 0,0001$ ).

Con respecto al % de animales descansando, el tratamiento 100AC presentó el mayor valor respecto de los tratamientos a corral (10SD y 10AC). A su vez, 100SD presentó mayor frecuencia respecto de 10AC.



100SD: 100m<sup>2</sup>/cab y suministro diario, 100AC: 100m<sup>2</sup>/cab y autoconsumo, 10SD: 10m<sup>2</sup>/cab y suministro diario, 10AC: 10m<sup>2</sup>/cab y autoconsumo.

Figura XVII. Desplazamiento (frecuencia, %) de terneros con dos modelos de alimentación y dos asignaciones de superficie durante el período de acostumbramiento.

En los tratamientos con más asignación de superficie (100SD y 100AC), los animales siempre tuvieron acceso a una superficie seca con cobertura de forraje (Foto 19). Mientras que los confinados debieron enfrentarse a una condición de barro permanente (Foto 20).



Foto 19. Condiciones del suelo durante el período de acostumbramiento con 100 m<sup>2</sup>/animal.



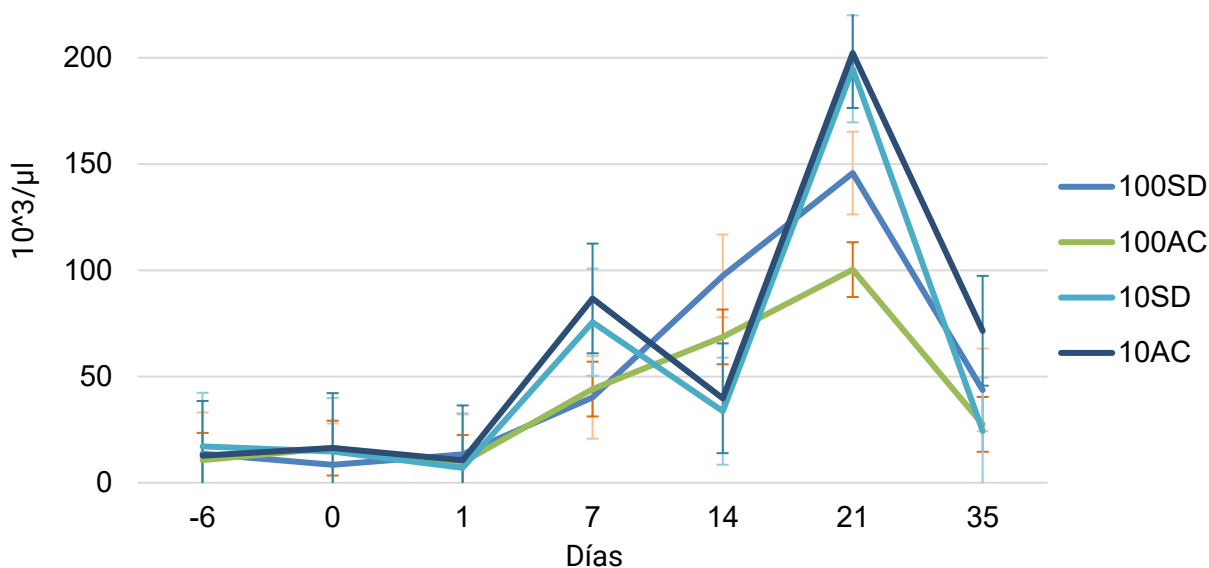
Foto 20. Condiciones del suelo durante el período de acostumbramiento con 10 m<sup>2</sup>/animal.

## Bioindicadores de estrés

---

Los bioindicadores se miden en la sangre y son útiles para valorizar las alteraciones fisiológicas que surgen como consecuencia de cambios en el exterior a los que los animales deben adaptarse. En la experiencia realizada, no se observaron diferencias en los recuentos de glóbulos rojos y plaquetas. Sin embargo, se presentaron alteraciones en los glóbulos blancos. El incremento de glóbulos blancos representa alteraciones generadas por enfermedades infecciosas o situaciones de estrés. En la Figura XVIII se presenta

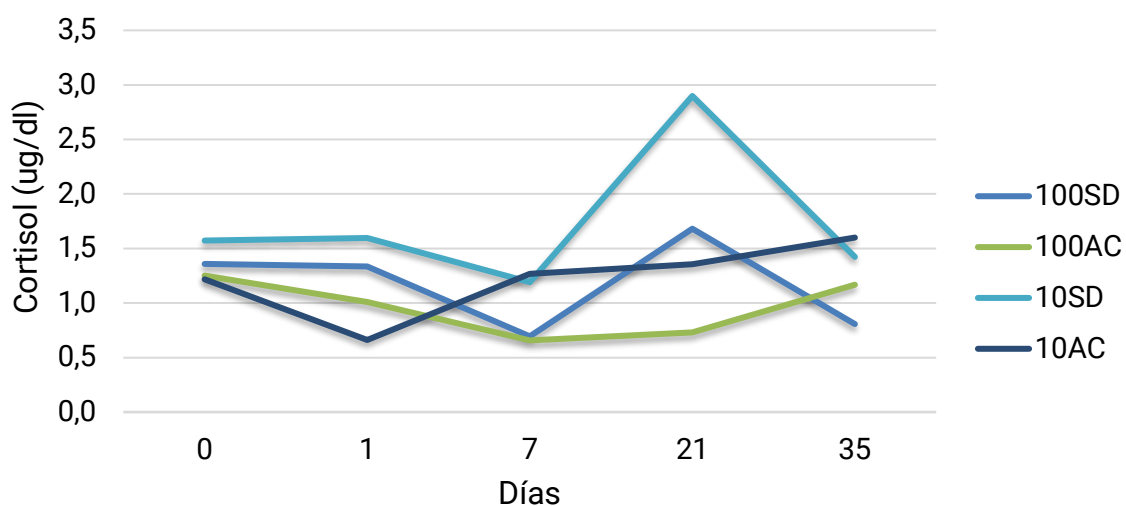
el recuento de glóbulos blancos totales de terneros con dos modelos de alimentación y dos asignaciones de superficie durante el período de acostumbramiento.



100SD: 100m<sup>2</sup>/cab y suministro diario, 100AC: 100m<sup>2</sup>/cab y autoconsumo, 10SD: 10m<sup>2</sup>/cab y suministro diario, 10AC: 10m<sup>2</sup>/cab y autoconsumo.

Figura XVIII. Recuento de glóbulos blancos totales de terneros con dos modelos de alimentación y dos asignaciones de superficie durante el período de acostumbramiento.

Se encontró un efecto de la asignación de superficie x tiempo ( $p=0,0475$ ) y del modelo de alimentación x tiempo ( $p=0,0005$ ) sobre el cortisol medido en sangre. El tratamiento 100AC presentó baja concentración de cortisol en todos los momentos de observación. Los niveles de confort incrementaron el cortisol en el tratamiento 10SD al día 1 y 21, en el tratamiento 100SD al día 21 y en 10AC al día 35. En la Figura XIX se presenta la concentración de cortisol ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) en sangre de novillitos durante el período de acostumbramiento con distintos niveles de confort.



100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo. Valores basales de referencia: 0 – 1,5 ug/dl.

Figura XIX. Cortisol (ug/dl) en sangre de novillitos durante el período de acostumbramiento con distintos niveles de confort.

## Higiene y confort térmico

El acceso a sombra para mejorar las condiciones de bienestar durante el verano es importante en cualquier sistema de producción. La sombra puede ser natural o artificial, debe orientarse de norte a sur y debe garantizarse mínimo 4 m<sup>2</sup>/animal y altura de 3 m para favorecer el movimiento de aire. Cuando se trata de sombra natural, deben protegerse de los animales y las especies deben ser caducifolias y de rápido crecimiento.

Se realizó una experiencia en INTA Concepción del Uruguay (Entre Ríos) durante el período de octubre a diciembre de 2022. El objetivo fue evaluar el efecto del espacio y la sombra sobre el confort térmico de novillitos en engorde intensivo. Se evaluaron 24 novillitos Hereford de 330 ± 17 kg PV promedio, distribuidos en tres tratamientos (8 animales/tratamiento): EC (engorde a corral, 10 m<sup>2</sup>/animal y disponibilidad de 2 m<sup>2</sup>/animal de sombra), FE (feedlot ecológico, 100 m<sup>2</sup>/animal) y FE+S (feedlot ecológico, 100 m<sup>2</sup>/animal y disponibilidad de 2 m<sup>2</sup>/animal de sombra). En todos los casos, los animales tuvieron oferta *ad libitum* de dietas concentradas base maíz.

El ITH se estimó en base a la temperatura y la humedad registradas en la estación meteorológica de la EEA C. del Uruguay. Se observaron los animales durante el mediodía (13:00 a 14:00 p.m.) en 5 días con ITH > 76 (propicio para la manifestación de estrés

calórico). Mediante el recuento de respiraciones/minuto (resp/min) y el comportamiento de los animales (salivación, proyección de lengua, cuello extendido), se determinó el score de jadeo (0= sin jadeo, 1= 60 a 90 resp/min, 2= jadeo moderado y 90 a 120 resp/min, 3= jadeo severo y 120 a 150 resp/min y 4= jadeo extremo y salivación con cuello extendido).

Se registraron los comportamientos de descanso (permanece echado sobre los cuatro miembros en inflexión) y uso de sombra en todos los animales mediante sistema binario (1= presencia de la actividad y 0= ausencia de la actividad). Se utilizó el MLGM (Infostat, 2021) para analizar el score de jadeo y el comportamiento. También se utilizó el test de correlación de Pearson para analizar la relación entre las distintas variables en estudio. En todos los casos se utilizó un valor de significancia de  $\alpha=0,05$ .

Los ITH registrados durante los días de evaluación fueron: 76,3; 77,8; 91,6; 77,0 y 80,0. En la Figura XX se presenta la frecuencia de jadeo de los distintos tratamientos, donde en ningún momento se determinó jadeo severo (puntaje 4). Los novillitos pertenecientes al tratamiento EC presentaron mayor nivel de jadeo ( $p < 0,0001$ ) con respecto a los tratamientos restantes. En la Figura XXI se presenta la frecuencia de descanso y el uso de sombra según las condiciones de los modelos de engorde. El espacio disponible (10 vs. 100 m<sup>2</sup>/animal) no afectó el uso de sombra con ITH >76. La frecuencia de animales descansando fue menor en el tratamiento EC cuando permanecieron confinados (EC) o sin acceso a sombra (FE). Se encontró una correlación positiva entre el ITH y la frecuencia de respiración que definió el score de jadeo en el tratamiento EC (0,55;  $p = 0,0003$ ), mientras que en FE y FE+S la correlación no fue significativa ( $p = 0,1388$  y  $p = 0,4396$  respectivamente). En los tratamientos con mayor asignación de espacio disponible se observaron los menores niveles de jadeo. Independientemente del tratamiento, no se observó correlación entre el jadeo y el comportamiento de descanso ni uso de sombra ( $p = 0,2693$  y  $p = 0,7238$ ). Los animales que contaron con menos espacio fueron los que presentaron los menores niveles de descanso y mayores niveles de score de jadeo. Evitar el confinamiento y otorgar sombra a los animales contribuyó a mejorar el confort en los sistemas de engorde intensivo.

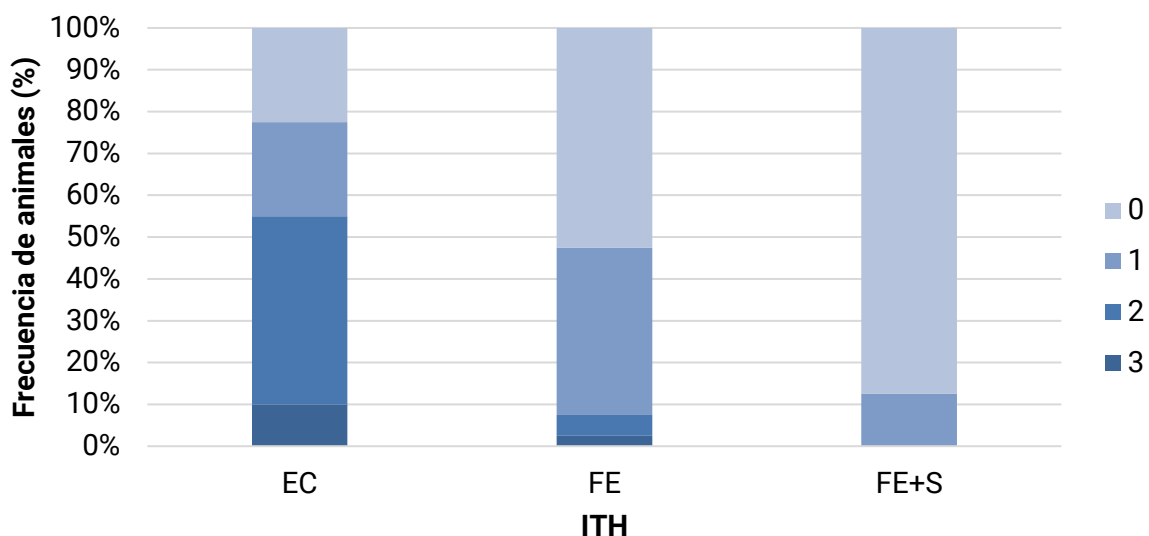


Figura XX: Frecuencia de animales sin jadeo (0), con jadeo leve (1), moderado (2) y severo (3) de novillitos en distintos modelos de engorde intensivo en presencia de ITH > 76.

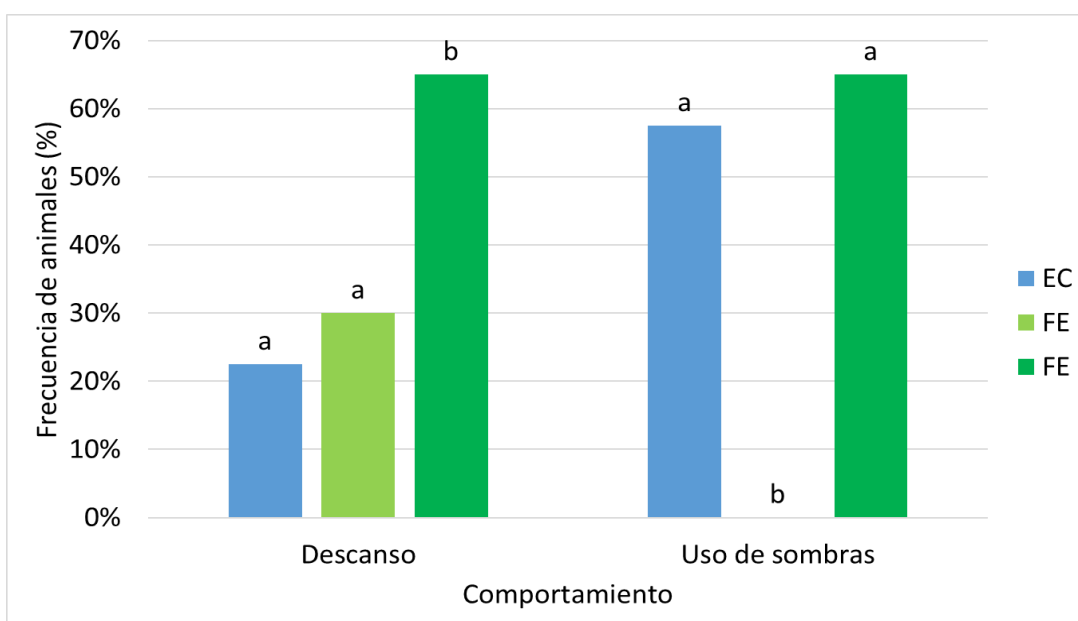


Figura XXI: Frecuencia de descanso y uso de sombra (%) de novillitos en distintos modelos de engorde intensivo en presencia de ITH > 76.

Dentro de la misma experiencia, se evaluó la higiene de los animales. Se observó la higiene de los animales utilizando una escala de 1 a 5 (1: limpio y 5: muy sucio) en distintas partes del animal: zona de cuartos traseros, zona ventral, zona patas proximal y zona patas distal. Los momentos de observación se clasificaron SP (sin precipitaciones en los

10 días previos a las observaciones) y CP (con presencia de precipitaciones dentro de los 10 días previos). Se contemplaron las precipitaciones registradas en la estación meteorológica de la EEA C. del Uruguay. Se utilizó el MLGM para analizar el score de higiene. También se utilizó el test de correlación de Pearson para analizar la relación entre las distintas variables en estudio. En todos los casos se utilizó un valor de significancia de  $\alpha=0,05$ .

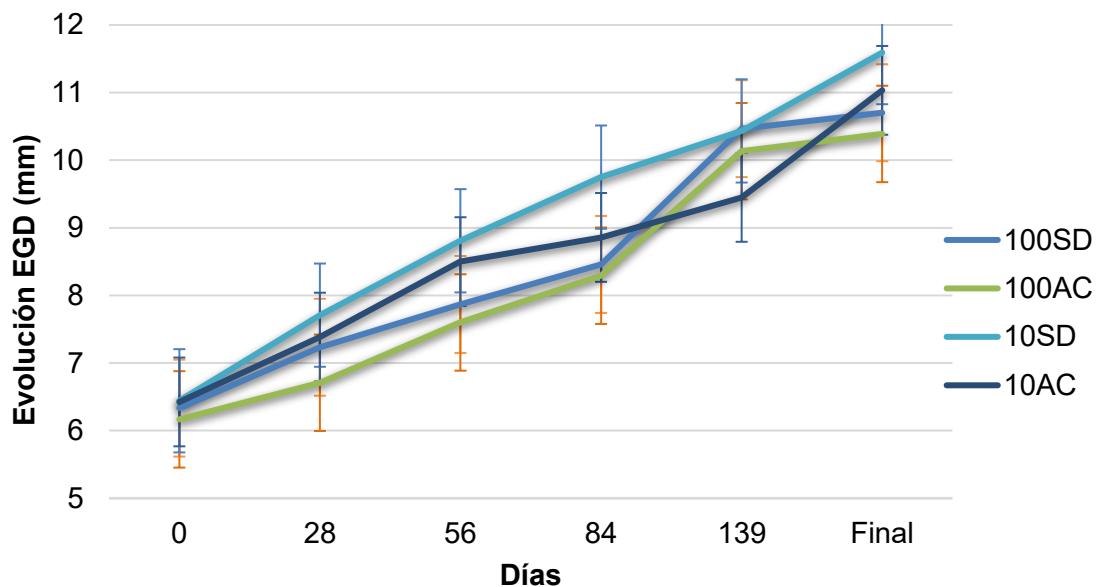
Los novillitos con un mayor nivel de confinamiento ( $10 \text{ m}^2/\text{animal}$ ) presentaron mayor suciedad que los que disponían de más espacio ( $p < 0,0001$ ). Los animales de los tratamientos FE y FE+S permanecieron limpios durante todos los momentos de observación. Todos presentaron un score de higiene 1, coincidente con ausencia de barro y/o deyecciones en cuarto trasero, vientre y patas. Con respecto a dicha variable, los del tratamiento EC presentaron en promedio un grado 3 para el área del trasero y 4 para el de vientre y patas (zonas proximal y distal). Para este grupo, se encontró una correlación positiva en el grado de suciedad de las distintas regiones (trasero, vientre, patas arriba y abajo;  $p < 0,0001$ ). Los animales pertenecientes al tratamiento EC presentaron grado de suciedad estadísticamente similar antes y después de las precipitaciones, por lo que la formación de barro fue inminente independientemente de las lluvias. Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente estudio, se manifestó la importancia que tiene brindar a los bovinos un alojamiento apropiado, considerando el espacio disponible como una de sus variables clave.

# RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CARNE

08

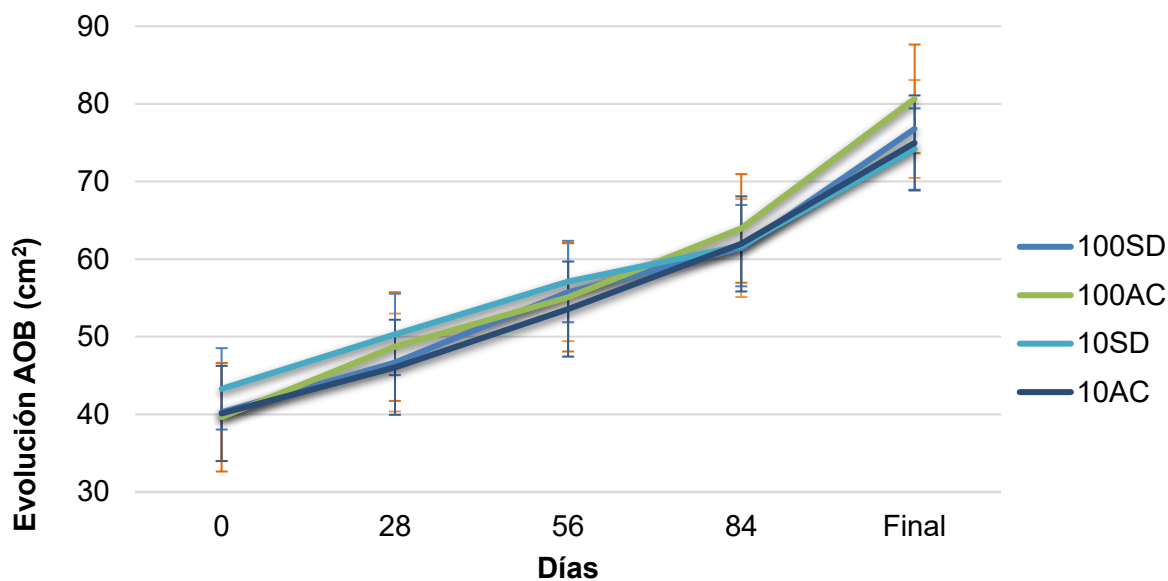
Dentro de la misma experiencia donde se evaluó el bienestar de los animales, se realizó el seguimiento hasta el momento de faena y se evaluó la composición corporal de los animales y la calidad de la carne producida.

En las Fotos 21 y 22 se presentan las condiciones donde se alojaron los animales durante el período de engorde.



100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Figura 1. Evolución del EGD (mm) en novillitos durante el período de engorde con distintos niveles de confort.



100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Figura 2. Evolución del AOB (cm<sup>2</sup>) en novillitos durante el período de engorde con distintos niveles de confort.



Fotos 21 y 22. Condición de los animales con mayor asignación de superficie (100 m<sup>2</sup>/animal, izq.) y con menor asignación de superficie (10 m<sup>2</sup>/animal, der.) durante el período de engorde terminal.

Al inicio del período de engorde todos los animales presentaron similar EGD y en los siguientes registros, todos los tratamientos presentaron una media significativamente mayor respecto de la medición anterior, por lo que hubo una deposición continua de grasa. Además, luego de 28 días de iniciar el período de engorde, los animales de los

tratamientos con menor asignación de superficie presentaron mayor deposición de grasa respecto de los demás tratamientos y la diferencia se mantuvo hasta el final de la experiencia.

En la Tabla 23 se presentan los resultados de EGD y AOB iniciales y finales. Además, se estimó el crecimiento total y el índice de muscularidad (IM). En la Experiencia 2 se determinó que los niveles de confort afectaron el crecimiento total del EGD y el AOB y el índice de muscularidad.

Tabla 23. Deposición del EGD (mm) y crecimiento del AOB (cm<sup>2</sup>) de novillitos durante el período de engorde con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
EGD inicial (mm)	6,3 ± 0,9	6,2 ± 0,5	6,4 ± 0,7	6,4 ± 1,1
EGD final (mm)	10,7 ± 0,9 ab	10,4 ± 1,0 a	11,6 ± 1,2 b	11,0 ± 1,6 ab
Crecimiento total (mm)	4,4 ± 0,7 ab	4,2 ± 1,0 a	5,2 ± 1,4 b	4,6 ± 1,2 ab
AOB inicial (cm <sup>2</sup> )	40,3 ± 4,8	39,6 ± 4,9	43,3 ± 11,3	40,1 ± 3,6
AOB final (cm <sup>2</sup> )	76,8 ± 7,7 ab	80,6 ± 5,9 a	74,2 ± 5,5 b	75,0 ± 10,3 ab
Crecimiento total (cm <sup>2</sup> )	36,5 ± 8,7 ab	41,0 ± 4,6 a	30,9 ± 14,5 b	34,8 ± 9,7 ab
Índice de muscularidad	0,21 ab	0,22 a	0,19 b	0,20 ab

ab: letras distintas entre columnas: p<0,05. 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Índice de muscularidad: cm<sup>2</sup> AOB/kg PV.

## Envío a faena y rendimiento de res

El peso vivo objetivo de faena se alcanzó en distintos momentos según los tratamientos. En función de ello, se enviaron al frigorífico cuatro grupos de 12 animales cada uno. En la Tabla 24 se presentan las características de la res de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

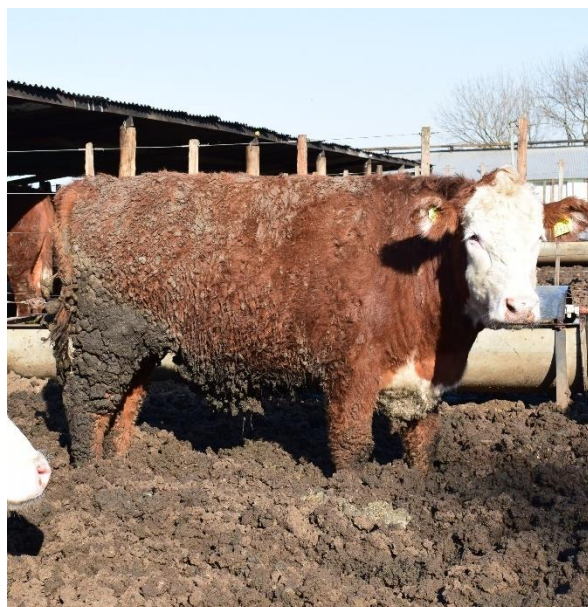
Tabla 14. Características de la res de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
Duración del engorde (días)	129 ± 15	129 ± 15	132 ± 40	132 ± 40
Edad pre faena (meses)	13,4 ± 0,4	13,4 ± 0,6	13,3 ± 0,8	13,6 ± 0,9
Peso final c/desbaste (kg)	344,0 ± 14,9	345,8 ± 12,7	357,3 ± 18,0	350,4 ± 27,5
Peso de la res (kg)	212,5 ± 11,6	213,4 ± 7,2	214,5 ± 12,0	211,7 ± 17,7
Rendimiento (%)	61,7 ± 1,5 a	61,7 ± 1,7 a	60,1 ± 1,4 b	60,4 ± 1,1b

ab: letras distintas entre columnas:  $p < 0,05$ . 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Los animales de los tratamientos 10SD y 10AC se faenaron en el primer y cuarto envío a frigorífico y los animales de los tratamientos 100SD y 100AC se enviaron en el 2° y 3° envío. La duración del período de engorde, edad y peso final fue similar entre tratamientos. Mientras que la asignación de superficie afectó el rendimiento de res ( $p=0,0010$ ).

El rendimiento de res presentó correlación positiva significativa con la caminata ( $r=0,44$ ) el descanso (0,33) y negativa pero no significativa con el comportamiento estático ( $r=-0,22$ ). En las observaciones de órganos en el frigorífico se observó un absceso hepático correspondiente al tratamiento 10SD. Además, se observaron los rúmenes y se encontró gran cantidad de pelo y arena en los provenientes de novillitos de los tratamientos 10SD y 10AC. En las Fotos 23 y 24 se presentan novillitos enviados a faena proveniente de tratamientos con 100 y 10 m<sup>2</sup>/animal respectivamente.



Fotos 23 y 24. Novillitos engordados con 100 m<sup>2</sup>/animal (izq.) y 10 m<sup>2</sup>/animal.

En la Tabla 25 se presenta el peso de los cortes valiosos de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

Tabla 25. Peso de cortes valiosos de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
Lomo (kg)	1,61 ± 0,1 a	1,65 ± 0,1 ab	1,71 ± 0,1 ab	1,73 ± 0,1 b
Bife angosto (kg)	6,98 ± 0,60	7,01 ± 0,57	7,21 ± 0,54	6,91 ± 0,51
Cuadril (kg)	4,30 ± 0,32 a	4,54 ± 0,21 ab	4,80 ± 0,24 b	4,59 ± 0,46 ab
Nalga (kg)	5,72 ± 0,36	5,88 ± 0,24	5,99 ± 0,43	5,95 ± 0,51
Peceto (kg)	1,44 ± 0,08 a	1,58 ± 0,11 ab	1,65 ± 0,13 b	1,58 ± 0,20 ab
Cuadrada (kg)	3,31 ± 0,21	3,40 ± 0,31	3,44 ± 0,26	3,52 ± 0,19
Bola de lomo (kg)	3,38 ± 0,21 a	3,58 ± 0,27 ab	3,65 ± 0,26 b	3,59 ± 0,22 ab
Cortes valiosos (kg)	27,0 ± 0,86	27,9 ± 1,21	28,3 ± 1,38	28,0 ± 1,69
Trasero especial (kg)	42,0 ± 1,5	43,2 ± 1,6	42,6 ± 1,7	42,9 ± 2,9

ab: letras distintas entre columnas: p<0,05. 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

No se encontró efecto de la asignación de superficie, modelo de alimentación ni su interacción sobre el peso del bife angosto ( $p=0,3102$ ), nalga ( $p=0,3633$ ), cuadrada ( $p=0,9297$ ), bola de lomo ( $p=0,0755$ ). Se observó una interacción de los factores principales sobre el peso del cuadril ( $p=0,0320$ ), peceto ( $p=0,0023$ ) y un efecto de la asignación de superficie sobre el peso del lomo ( $p=0,0023$ ). La suma de los kg de los 7 cortes valiosos y el peso del trasero especial fue similar para todos los tratamientos ( $p=0,2121$  y  $p=0,4828$  respectivamente).

La mayor asignación de superficie sólo provocó menor peso de los cortes valiosos en el tratamiento con suministro diario: los cortes que presentaron peso menor fueron provenientes del tratamiento 100SD. Mientras que el tratamiento 100AC no presentó diferencia en el peso en ninguno de los cortes respecto de los demás tratamientos. En la presente experiencia se observó una correlación significativa del AOB con la suma de cortes valiosos ( $r=0,34$ ;  $p=0,0444$ ). En las Fotos 25 y 26 se presentan ejemplos de las medias reses y bifés angostos (*Longissimus dorsi*) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.



Fotos 25 y 26. Medias reses y bifés angostos (*Longissimus dorsi*) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

## Calidad de la carne

En esta experiencia se determinó que la calidad de la carne fue afectada por los niveles de confort durante el período de engorde. En la Tabla 26 se presenta la calidad tecnológica de la carne (Longissimus dorsi). El pH<sub>2h</sub> presentó diferencia estadística ( $p < 0,0001$ ) asociada a la asignación de superficie. El pH<sub>24h</sub> fue similar entre tratamientos. Todos los valores se encontraron dentro del rango recomendado para que la carne se clasifique como roja, firme, no exudativa. En la presente experiencia se registró manualmente la temperatura de las medias reses izquierdas a las 10 h *post mortem*. Todos los tratamientos presentaron temperaturas superiores a 10 °C sin diferencia estadística ( $p = 0,9818$ ).

Tabla 26. Temperatura y pH de la carne (Longissimus dorsi) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
Temperatura 10 h (°C)	13,7 ± 3,4	13,4 ± 3,1	14,6 ± 1,5	14,2 ± 1,4
pH <sub>2h</sub>	6,6 ± 0,4 a	6,5 ± 0,3 a	7,2 ± 0,1 b	7,2 ± 0,1b
pH <sub>24h</sub>	5,3 ± 0,2	5,4 ± 0,4	5,4 ± 0,0	5,4 ± 0,1

ab: letras distintas entre columnas:  $p < 0,05$ . 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

En la Tabla 27 se presentan los coeficientes de correlación entre el pH y el comportamiento de desplazamiento, a partir de los cuales se observó un efecto sobre el pH<sub>2</sub> pero no el pH<sub>24</sub>.

Tabla 27. Coeficientes de correlación entre el pH y el comportamiento de desplazamiento de novillitos con distintos niveles de confort durante el período de engorde.

	CAMINA	DESCANSA	ESTÁTICO
pH <sub>2</sub>	-0,67**	-0,43**	0,43**
pH <sub>24</sub>	-0,13	-0,12	-0,05

\*\* : correlación significativa ( $p < 0,05$ ).

En la Tabla 28 se presentan los valores de las coordenadas que definieron el color de la carne y de la grasa. Se determinó un efecto de la asignación de superficie sobre L\* carne ( $p = 0,0081$ ), b\* carne ( $p = 0,0002$ ), L\* grasa ( $p = 0,0004$ ), a\* grasa ( $p < 0,0001$ ). Además,

hubo un efecto de la interacción de la asignación de superficie x modelo de alimentación sobre el b\* grasa ( $p < 0,0001$ ). Por su parte, el a\* carne ( $p = 0,7705$ ) fue similar para todos los tratamientos. L\* representa la luminosidad del color, mientras que a\* está definida por las coordenadas rojo/verde (valores altos de a\* indican coloración más roja) y b\* por las coordenadas amarillo/azul (valores altos de b\* indican coloración más amarilla).

Tabla 28. Color (L\*, a\*, b\*) de la carne y de la grasa dorsal (*Longissimus dorsi*) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
L* carne	36,2 ± 2,0 a	36,5 ± 2,3 a	38,1 ± 1,9 b	37,7 ± 1,2 b
a* carne	19,5 ± 0,8	19,9 ± 1,1	20,2 ± 1,5	20,4 ± 0,9
b* carne	13,1 ± 0,8 a	14,4 ± 1,1 ab	14,8 ± 1,3 b	15,4 ± 1,1 b
L* grasa	66,0 ± 1,5 a	65,2 ± 2,5 a	67,7 ± 1,3 b	67,6 ± 1,2 b
a* grasa	10,33 ± 1,3 a	11,98 ± 1,1b	9,33 ± 0,9 a	9,21 ± 1,0 a
b* grasa	14,2 ± 1,8 b	16,5 ± 1,1 a	12,6 ± 0,7 c	12,5 ± 0,6 c

ab: letras distintas entre columnas:  $p < 0,05$ . 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Las diferencias en el color de la carne y la grasa se asociaron principalmente con la asignación de superficie. Los animales de los tratamientos a corral presentaron carne y grasa más luminosa que los tratamientos con 100 m<sup>2</sup>/animal. Además, se observó una coloración amarilla de la carne (b\*) menor en el tratamiento 100SD respecto de 10SD y 10AC. El b\* de la grasa fue mayor en el tratamiento 100AC respecto de los demás tratamientos y mayor en 100SD respecto de los tratamientos a corral. Se observó una interacción entre la asignación de superficie y el modelo de alimentación sobre el EGD del laboratorio ( $p = 0,0097$ ) y un efecto de la superficie sobre el AOB ( $p = 0,0135$ ). En la Tabla 29 se presenta el EGD y AOB medidos sobre el *Longissimus dorsi* de novillitos engordados con distintos niveles de confort. Los valores de EGD y AOB que se midieron en laboratorio, presentaron un valor del 70-86% de los valores medidos a campo para el EGD y de 75-80% para AOB. Los resultados coincidieron en que el EGD mayor correspondió al tratamiento 10SD. Mientras que el AOB fue mayor para el tratamiento 100SD y no al 100AC.

Tabla 29. EGD y AOB (Longissimus dorsi) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
EGD (mm)	8,6 ± 1,9 ab	7,6 ± 1,1 a	9,6 ± 1,7 b	8,0 ± 1,5 ab
AOB (cm <sup>2</sup> )	62,2 ± 5,3	60,7 ± 7,1	57,2 ± 5,7	56,8 ± 4,6

ab: letras distintas entre columnas: p<0,05. 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

En la Tabla 30 se presentan los atributos de calidad sensorial de la carne de novillitos engordados con distintos niveles de confort. La asignación de superficie afectó el marmoleado (p=0,0479), la terneza (p=0,0127) y las mermas por cocción (p=0,0349). Dados los resultados de deposición de grasa y escala de marmoleado, se estima pueden ser causantes del mayor peso en algunos cortes comerciales. El marmoleado fue menor en el tratamiento 100AC. La menor deposición de grasa subcutánea del tratamiento 100AC fue coincidente con la menor deposición de grasa intramuscular. Se observó una correlación positiva (r= 0,42; p=0,021) entre el EGD medido en el laboratorio y el marmoleado. La terneza y las mermas de cocción presentaron valores mayores sólo en el tratamiento 100SD respecto de 10SD. En la presente experiencia, fue bueno hallar que, con menor contenido de grasa, la terneza fue similar entre los tratamientos 100AC, 10SD y 10AC; y sólo se observó menor terneza en el tratamiento 100SD en relación con 10SD. No se observó correlación entre la terneza y el contenido de grasa intramuscular y subcutáneo. Las mermas por cocción se correlacionaron positivamente con la terneza (r=0,52; p=0,0002). La escala de marmoleado fue mayor en el tratamiento 10SD respecto del tratamiento 100AC. La escala de marmoleado según los "Estándares para Clasificación de Reses Bovinas de los Estados Unidos" (USDA, 1997), el marmoleo fue pequeño a modesto (3 a 4) para el tratamiento 10SD y leve o escaso (2 a 3) para los demás tratamientos. Las condiciones brindadas durante el período de engorde no afectaron el contenido de humedad (p=0,3822), grasa (p=0,3851), ni proteína (p=0,9296) de la carne (Tabla 31).

Tabla 30. Atributos de calidad sensorial de la carne (Longissimus dorsi) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
Terneza (kgF)	3,9 ± 0,8 a	3,4 ± 0,6 ab	3,0 ± 0,5 b	3,30 ± 0,9 ab
Marmoleado <sup>1</sup>	2,8 ± 0,7 ab	2,5 ± 0,7 a	3,4 ± 1,2 b	2,8 ± 0,7 ab
Mermas de cocción (%)	18,4 ± 5,3 a	16,0 ± 2,5 ab	14,3 ± 2,7 b	15,2 ± 5,2 ab

<sup>1</sup>: escala: 1= prácticamente inexistente, 2= trazas, 3= leve o escaso, 4= pequeño, 5= modesto, 6= moderada.

ab: letras distintas entre columnas: p<0,05. 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

Tabla 31. Composición química de la carne (Longissimus dorsi) de novillitos engordados con distintos niveles de confort.

	100SD	100AC	10SD	10AC
Humedad (%)	73,4 ± 0,8	73,4 ± 0,9	72,9 ± 0,8	73,4 ± 0,9
Grasa (%)	2,0 ± 0,6	2,3 ± 0,8	2,6 ± 1,0	2,4 ± 0,5
Proteína (%)	23,0 ± 1,0	22,6 ± 0,9	23,2 ± 0,8	22,9 ± 1,1

ab: letras distintas entre columnas: p<0,05. 100SD: 100 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 100AC: 100 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo, 10SD: 10 m<sup>2</sup>/animal y suministro diario, 10AC: 10 m<sup>2</sup>/animal y autoconsumo.

# CONCLUSIONES

El diseño de confinamiento en piquetes sencillos, armados con 2 o 3 hilos de alambre eléctrico, con asignación 100 a 300 m<sup>2</sup>/animal minimiza la formación de barro. Los animales se mantienen limpios y no se perciben los olores desagradables que suelen acompañar a la actividad.

El uso de comederos de autoconsumo escalados para el tamaño del lote facilita la operatoria de alimentación, sugiriendo un intervalo de recarga de 7 días para tropas de 100 animales con comederos de 7.000 kg de capacidad, por ejemplo.

La recomendación de raciones fibra "0", sin heno o silajes, compuestas de un 60 a 90% de grano de maíz entero acompañadas de otros cereales (sorgo, cebada, trigo) y una fuente de proteína, resumen la dieta a 2 o 3 ingredientes. Esto facilita el proceso de elaboración, acopio y distribución del alimento.

Diferentes biotipos de animales han sido evaluados usando este modelo, considerando variaciones de peso inicial, antecedentes nutricionales y estado general de los animales. En la mayoría los casos ganancias de peso y conversión se presentaron en un rango de 1,1 a 1,8 kg/animal/día requiriendo entre 5 a 8 kg de alimento x kg de peso vivo ganado. Coincidiendo estos resultados con los obtenidos en otros modelos de confinamiento.

Mejora el nivel de fertilidad del suelo (P, N y MO). Alcanzando niveles de incremento de fosforo en suelo compatibles con un cultivo de alto potencial de rendimiento. Con una carga de 100 animales/ha (100 m<sup>2</sup> x animal), es posible incrementar el P 20 ppm en tan solo 28 días de ocupación.

La integración a modelos agrícolas o ganaderos se a mostrado flexible. Pudiendo instalarse modelos fijos para mejorar las condiciones de ambiente o móviles para además hacer uso de las excretas como fertilizante. Diferentes categorías animales, diferentes recursos proteicos, combinado a verdeos, entre cultivos de cosecha gruesa, etc., son posibles alternativas para su adopción comercial.

Uno de los puntos sensibles del uso de comederos de autoconsumo es la adaptación de los animales a dietas concentradas. En la exploración de varios recursos para facilitar este proceso de manera segura y eficiente apareció en el mercado el aditivo compuesto r-zeta (Zorion US LLC) y con él una asociación publico privada para evaluarlo dentro del feedlot ecológico. Incorporar este aditivo permitió iniciar de manera segura la alimentación en autoconsumo y mejoró la eficiencia de conversión en más de un 30%.

El uso de más espacio, ambientes sin barro y suelo con manto de cobertura favoreció al bienestar animal. Demostrándose mejoras en el comportamiento y bioindicadores de estrés.

El rendimiento carnicero aumentó cuando de lo comparó a esquemas con barro y los parámetros fisicoquímicos de la carne fueron excelentes. Además, los animales llegan limpios a las plantas de faena contribuyendo al proceso de calidad por inocuidad del producto.

# AGRADECIMIENTOS

---

**Al INTA**, por ser el espacio para el desarrollo de tecnologías y herramientas que contribuyen a la producción de carne y solventan problemáticas operativas, ambientales y productivas del sector agropecuario.

**A la Asociación Cooperadora del INTA Concepción del Uruguay**, por su compromiso institucional para garantizar las condiciones necesarias para abordar los trabajos de campo y experiencias de investigación.

**A la Facultad de Bromatología (UNER, Gualeguaychú) y la Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER, Concordia)**, por la articulación para el desarrollo de información.

**A la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria**, que, en 2007, otorgó un premio al mejor trabajo científico de investigación básica o aplicada realizado en el país sobre: Aspectos sanitarios, de manejo y/o nutricionales que destaque las ventajas competitivas de la ganadería argentina. Otorgado por la por el trabajo titulado: "Del feedlot convencional a la invernada intensiva ecológica. Otorgado a: Gabriel Otero, Juan Sebastián Vittone, Ariel Monje, Ignacio Galli y Norma Arias.

**Al Instituto de Promoción de la Carne Vacuna (IPCVA) y a la División Nutrición Animal de la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA), a la Agencia de Ciencia, Tecnología e Innovación de Entre Ríos (ACTIER)** por brindar financiamiento para el desarrollo de las experiencias de investigación y la difusión de los resultados, impulsando los vínculos institucionales para promover la innovación y desarrollo de información en la cadena de carne vacuna.

**A universidades, asociaciones, organizaciones e instituciones** que incluyeron al feedlot ecológico en sus programas de capacitación y transferencia a estudiantes, productores y profesionales de la ganadería.

**A emprendimientos productivos de Argentina y países limítrofes**, algunos de los cuales hemos podido acompañar y conocer para expandir la aplicación del modelo.

**A los estudiantes y noveles profesionales de las carreras afines a las Ciencias Agropecuarias:** Laureano Martín Vitali, José Ignacio Geraci, Santiago Eduardo Petracchi, Gabriel Otero, Sales Ramiro Lopes Da Silveira, Marcos Teper, Thomas Burman, Gabriel Hernández, Clara Francisca Olivera, Martín Corne, Catriel Busquet, Osvaldo Gil, Tobías Almeda, Mariano Kloster, Fabricio Boari, César Nieto Basaldúa, Félix Madikian, Alan Schmidht, Agustina González, Federico Schepens, Miguel Ferreira, Leandro Martín.

**Finalmente, al legado que han transferido los referentes en Nutrición y Producción Animal de la EEA** –Ariel Monje, Claudio Hofer, Ignacio Galli– sobre el compromiso y la vocación por la investigación y la transferencia al sector ganadero.

A todos ellos, los autores agradecen profundamente. Un modelo de engorde intensivo que surgió como una idea experimental, luego de 20 años, se encuentra establecido en diferentes escalas en el sector ganadero, pero aún no hay techo en su expansión y adopción.

# BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



---

INTA Informa. 2016. Ganadería intensiva: producir con bienestar y bajo impacto ambiental. Disponible en: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=34944>

Lado, M., Vittone, J.S., Debattista, J.P. 2012. "Feedlot ecológico" en un verdeo de rai-grás (*Lolium multiflorum*). 35° Congreso Argentino de Producción Animal. Córdoba, Argentina. 10-12 de octubre. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 32 (Supl. 1): 21-79. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/viewFile/2553/pdf>

Monje, A., Vittone, J.S., Biolatto, A., Galli, I.O., Pazos, A., Pighin, D., Teira, G., Perlo, F., Molto, G. 2011. Evaluación de los beneficios potenciales de la producción de carne de alta calidad con terneros macho de razas lecheras. Cuadernillo Técnico N° 10 IPCVA. Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/files/ct10.pdf>

Munilla, M.E., Ferrecio, C., Grazziotto, N., Maidana, S., Romera, S.A., Lado, M., Cantet, J.M., Vittone, J.S. Período de acostumbramiento: autoconsumo y más espacio. Revista técnica planteos ganaderos AAPRESID. ISSN 1850-0633. 7p. febrero 2019.

Munilla, M.E., Vittone, J.S., Lado, M., Ferrecio, C., Grazziotto, N., Maidana, S., Romera, S.A. 2019. Evaluación de la asignación de superficie y método de oferta de ración durante el período de acostumbramiento en engorde intensivo. XLVII Jornadas de Buiatría. Ed.

Centro Médico Veterinario de Paysandú ISSN 1688-6674. 06 y 07 de junio de 2019. Paysandú, R.O.U. 4p. Disponible en:

<http://centromedicoveterinariopaysandu.com/img/publicaciones/buiatria2019.pdf>

Munilla, M.E., Lado, M., Vittone, J.S., Romera, S.A. 2019. Bienestar animal durante el período de engorde de bovinos. 14p. Rev. Vet. 30 (2): 2019. ISSN: 1668-4834. 14p. Disponible en:

<http://www.vet.unne.edu.ar/uploads/revistas/archivos/78c6cec7d9d46aad9c3cd5110c96c1dc9280dbf9.pdf>

Rotela, H. G., Germanier, A. I. 2004. Evaluación de la calidad de agua subterránea relacionada a dos tipos distintos de feedlot, uno convencional y otro móvil ubicados en el Departamento Uruguay Provincia de Entre Ríos. Tesis. UNER.

Vittone, J.S., Munilla, M.E., Lado, M. 2019. Feedlot ecológico en la Argentina. 27° Congreso CEA (Consortio de Ganaderos para Experimentación Agropecuaria). Asunción, Paraguay. 4 y 5 de noviembre de 2019. 17p.

Vittone, J.S. 2018. Las ventajas de un feedlot ecológico. XXV Congreso Aapresid. Disponible en: <http://www.aapresid.org.ar/blog/las-ventajas-de-un-feedlot-ecologico/>

Vittone, J.S., Munilla, M.E., Lado, M., Blúa, M. 2017. Feedlot ecológico rotativo integrado en rotación agrícola ganadera. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_feedlot\\_ecologico\\_santa\\_fe\\_hnos\\_blua.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_feedlot_ecologico_santa_fe_hnos_blua.pdf)

El modelo de Feedlot Ecológico comenzó a desarrollarse en el INTA de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina) en el año 2003. Surgió en respuesta a la necesidad de mitigar la acumulación de barro y deyecciones que se presentan en engordes a corral ubicados en regiones con precipitaciones anuales superiores a 700 mm y limitaciones de infraestructura y/o equipamiento para remoción del estiércol. El propósito del modelo es mantener una alta eficiencia en la producción de carne y de manera simultánea, preservar el ambiente y el bienestar animal. Consiste en asignar más espacio (100 a 300 m<sup>2</sup> /animal) y suministrar el alimento en comederos de autoconsumo. En sistemas productivos reales, se aplica en rotación de piquetes o integrado a rotaciones agrícolas. Mientras que, en los modelos fijos, la previsión es lograr que el suelo mantenga cobertura forrajera.

El presente libro reúne los resultados obtenidos durante más de dos décadas de trabajo, integrando al menos 100 experiencias y evaluaciones de escala comercial. Contiene información sobre el diseño de los modelos y los niveles de eficiencia productiva con distintos recursos forrajeros. También se abordan estudios sobre el bienestar animal, impacto ambiental y calidad de la carne. Las investigaciones más recientes destacan la eficacia de este sistema simple, basado en el autoconsumo desde el primer día de encierre y sin necesidad de protocolos de adaptación.

