



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN EUBIÓTICO SOBRE PARÁMETROS DE  
CRECIMIENTO EN TERNEROS LECHEROS INFECTADOS NATURALMENTE  
POR *CRYPTOSPORIDIUM* SPP**

Por:

David Daniel CULÑEV ABALOS  
Sofía FERNÁNDEZ LAPAZ

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos  
para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Higiene, Inspección - Control y Tecnología de  
los Alimentos, Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2025**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:



Presidente de mesa:

Dr. Carlos Garro

Segundo miembro (Tutor):



Dr. Darío Caffarena

Tercer miembro:



Dra. Teresa Armúa

Fecha:

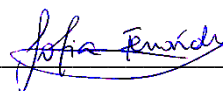
25/03/2025

Autor:



David Daniel CULÑEV ABALOS

Autor:



Sofía FERNANDEZ LAPAZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro tutor Darío Caffarena por darnos la oportunidad de ser parte de este proyecto, por compartir sus conocimientos y experiencias que nos han ayudado a ir formándonos como futuros profesionales y por su apoyo, tanto en la parte práctica como en la parte teórica.

A la Facultad de Veterinaria por brindarnos la oportunidad y las herramientas para formarnos como profesionales.

Al personal de Biblioteca por brindarnos el material para la elaboración de este trabajo.

A Agrifirm Uruguay SA por financiar este proyecto.

Al propietario, encargado y personal del establecimiento “El Alba” por abrirnos las puertas y brindarnos todo lo que estaba a su alcance para llevar a cabo dicho proyecto.

Al Vet. Joaquín Armendano MSc., MPH por realizar los modelos estadísticos y asistirnos en la interpretación de los mismos.

A familiares y amigos, los que están y a los que ya no están, por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra formación como futuros Veterinarios.

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS .....	iv
RESUMEN.....	vi
SUMMARY .....	vii
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 REVISION BIBLIOGRAFICA .....	4
2.1 Síndrome de diarrea neonatal (SDN).....	4
2.1.1 Agentes infecciosos: .....	5
2.1.2 Estado del animal:.....	5
2.1.3 Factores ambientales:.....	5
2.1.4 Factores de manejo: .....	6
2.1.5 Medidas preventivas: .....	6
2.2 Criptosporidiosis.....	6
2.3 Eubióticos.....	9
3 HIPÓTESIS.....	10
4 OBJETIVOS.....	10
4.1 OBJETIVO GENERAL: .....	10
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	10
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1 Diseño experimental.....	11
5.2 Animales y determinación del peso inicial.....	12
5.3 Manejo del ternero neonato y transferencia pasiva de la inmunidad.....	13
5.4 Sistema de alimentación .....	14
5.4.1 Dieta líquida .....	14
5.4.2 Dieta solida .....	15
5.5 Parámetros ambientales .....	16
5.6 Parámetros de crecimientos.....	17
5.7 Extracción de muestras y análisis de laboratorio .....	18
5.8 Análisis estadístico .....	18
6 RESULTADOS.....	20
6.1 Peso inicial .....	20
6.2 Transferencia pasiva de la inmunidad.....	20
6.3 Sistema de alimentación .....	22
6.3.1 Dieta líquida .....	22

6.3.2	Dieta sólida .....	25
6.4	Parámetros ambientales. ....	28
6.4.1	Temperatura ambiente .....	28
6.4.2	Precipitaciones.....	31
6.5	Parámetro de crecimiento (performance).....	32
6.6	Resultado de desempeño .....	33
6.6.1	Peso vivo .....	33
6.6.2	Perímetro torácico.....	34
6.6.3	Altura.....	35
7	DISCUSION .....	36
7.1	Peso inicial .....	36
1.1	Sistema de alimentación .....	37
1.1.1	Dieta líquida .....	37
7.1.1	Dieta sólida .....	38
7.1.2	Parámetros ambientales .....	38
7.1.3	Parámetros de crecimiento .....	39
7.1.4	Desempeño.....	41
8	CONCLUSIONES .....	42
9	Bibliografía .....	43

## LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

### LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis composicional de los alimentos .....	15
<b>Tabla 2.</b> Pesos iniciales según raza y tratamiento .....	20
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de animales, litros de calostro suministrado [mediana (IQR)], calidad del calostro [mediana (IQR)] y porcentaje de calostro suministrado con relación al peso al nacimiento [mediana (IQR)] según tratamiento. ....	21
<b>Tabla 4.</b> Estadísticos de resumen .....	22
<b>Tabla 5.</b> Registro de parámetros ambientales: Temperatura ambiental, humedad relativa y índice temperatura – humedad. ....	28
<b>Tabla 6.</b> Peso y GDPV a la 5ta semana de vida y final del periodo de crianza .....	32
<b>Tabla 7.</b> modelo mixto generalizado para peso.....	33
<b>Tabla 8.</b> Modelo mixto generalizado para perímetro torácico .....	34
<b>Tabla 9.</b> modelo mixto generalizado para altura .....	35

### LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ciclo de vida de <i>Cryptosporidium</i> spp. recuperado de Thomson, et al., 2017. ....	8
<b>Figura 2.</b> Ubicación del establecimiento "El Alba" .....	11
<b>Figura 3.</b> Corrales de alojamiento.....	12
<b>Figura 4.</b> Determinación de peso corporal al ingreso. ....	13
<b>Figura 5.</b> Dieta Líquida: Tolvas Colectivas de 12 tetinas para la alimentación simultanea de los animales. ....	14
<b>Figura 6.</b> Dieta sólida. Comederos colectivos de PVC. ....	16
<b>Figura 7.</b> Medición de altura .....	17
<b>Figura 8.</b> Proporciones de transferencia de la inmunidad pasiva según tratamiento. Las barras de error representan la proporción dentro de cada grupo; los errores corresponden al error estándar de la proporción.....	21
<b>Figura 9.</b> Evolución de °B y de ST en la leche según las variables en el tiempo. Ajuste por regresión local (LOESS; líneas negras) con IC 95% (área gris).....	22
<b>Figura 10.</b> Evolución de la T° de leche en el tanque cisterna, en las tetineras y en el ambiente. Ajuste por regresión local (LOESS; líneas negras) con IC 95% (área gris). ....	24
<b>Figura 11.</b> Evolución del consumo de alimento sólido. Línea azul: ajuste a modelo de regresión exponencial.....	25
<b>Figura 12.</b> Evolución de consumo de alimento sólido según tratamiento. ....	26
<b>Figura 13.</b> Evolución del remante de alimento en el tiempo. Línea azul: ajuste a modelo de regresión exponencial decreciente. ....	27
<b>Figura 14.</b> Evolución del remanente de alimento por tratamiento en el tiempo. Ajuste por regresión local (LOESS; líneas roja y celeste) con IC 95% (área gris). ....	28
<b>Figura 15.</b> Evolución de T° ambiente. Ajuste por regresión local (LOESS; línea negra) con IC 95% (área gris). ....	29
<b>Figura 16.</b> Evolución de la humedad ambiental. Ajuste por regresión local (LOESS; línea negra) con IC 95% (área gris).....	30

<b>Figura 17.</b> Evolución de índice de temperatura humedad (ITH) en los meses de ensayo. Ajuste por regresión local (LOESS; línea negra) con IC 95% (área gris)....	31
<b>Figura 18.</b> Fecha y precipitaciones (milímetros) registradas.....	32
<b>Figura 19. A-</b> Evolución del perímetro torácico <b>B-</b> la altura a la cadera en el tiempo. .....	33

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como finalidad analizar el impacto de un eubiótico compuesto por ácidos orgánicos (láctico y cítrico) y extractos de plantas (cítricos, semilla de uva y orégano) sobre parámetros de crecimiento (peso, perímetro torácico y altura a la cadera) en terneros lecheros infectados naturalmente por *Cryptosporidium* spp. El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental aleatorio, ciego, que incluyó dos grupos de tratamiento: un grupo recibió el eubiótico (tratado) y el grupo placebo/control recibió una solución de cloruro de sodio al 0,9% (CINa 0,9%). Se utilizaron 72 terneros en total, distribuidos aleatoriamente en dos grupos de 36 animales. Los tratamientos fueron administrados desde la llegada de los terneros a los corrales (primer día de vida) hasta el final de la crianza (9<sup>na</sup> semana). Cada tratamiento se administró por vía oral, diariamente, con una frecuencia de una vez al día. Durante las primeras 48 horas de vida de cada animal se extrajo una muestra de sangre y, a partir del suero, se evaluó indirectamente la transferencia pasiva de inmunidad mediante refractometría. Se tomaron muestras fecales individuales y pooles de materia fecal para determinar la presencia de ooquistes y descartar otros enteropatógenos, respectivamente. Los animales fueron pesados en tres momentos: al nacimiento, a la 5<sup>ta</sup> semana de vida y al final de la crianza mediante una balanza digital. Adicionalmente, se midió el perímetro torácico y la altura a la cadera semanalmente hasta el desleche. Para estimar el consumo diario de alimento iniciador se pesó la oferta y a las 24 horas el remanente dividido por la cantidad de animales en el corral. Se determinó el porcentaje de sólidos totales de la leche y se registraron variables climáticas que pudieran llegar a impactar tanto en el consumo como en el crecimiento de los animales. Los resultados mostraron que, bajo las condiciones del presente ensayo, el eubiótico no tuvo un efecto significativo en el consumo de alimento, en el peso de los animales, así como tampoco en el perímetro torácico y altura a la cadera. Más estudios deberían realizarse para evaluar el posible impacto de estos productos en la performance de los animales.



## SUMMARY

The objective of this thesis was to evaluate the effect of an eubiotic based on organic acids (lactic and citric) and plant extracts (citrus, grape seed, and oregano) on growth parameters (weight, thoracic perimeter, and hip height) in dairy calves naturally infected with *Cryptosporidium* spp. The study was conducted as a randomized, blinded experimental trial with two treatments (treatment and placebo/control). A total of 72 calves were randomly divided into two groups of 36 animals: one group received the eubiotic (treatment group), and the second received a 0.9% sodium chloride solution (NaCl 0.9%; control group). Both treatments were administered orally once daily from the first day of life until weaning (9 weeks). Within 48 hours of birth, a serum sample was collected from each animal to indirectly assess passive immunity transfer using refractometry. Individual fecal samples and pooled fecal samples were collected to confirm the presence of oocysts and to rule out other enteropathogens. Animals were weighed at three time points: at birth, at 5 weeks of age, and at the end of the rearing period, using a digital scale. Additionally, thoracic perimeter and hip height were measured weekly until weaning. To estimate daily starter feed consumption, the feed offered and remaining amount after 24 hours were weighed, and intake was calculated per animal. The percentage of total solids in the milk was determined, and climatic variables were recorded as potential factors influencing both feed intake and growth. The results showed that under the conditions of this trial, the eubiotic did not have a significant effect on feed intake, animal weight, thoracic perimeter, or hip height. Further studies are recommended to assess the potential impact of these products on animal performance.

## 1 INTRODUCCIÓN

La producción láctea en Uruguay es un rubro importante, tanto para el sector agropecuario, así como también para el sector industrial y comercial. Los datos del informe mensual de comercio exterior indican que, en el período comprendido entre octubre de 2023 y octubre de 2024, los productos lácteos ocupan el tercer lugar en las exportaciones y han tenido un crecimiento del 21% en el último año (Uruguay XXI, 2024). En el año 2021, logramos exportar a más de 60 países, posicionándonos como el séptimo exportador mundial de productos lácteos a nivel internacional. Sin embargo, dado que operamos a una escala relativamente pequeña, los precios de nuestros productos están determinados por las fluctuaciones del comercio internacional (INALE, 2021).

Además, los insumos necesarios para la producción son cruciales para evaluar la rentabilidad del sector. Por lo tanto, la eficiencia en la producción es fundamental para garantizar que esta actividad sea sostenible y sustentable para diversas empresas (tambos). Un estudio realizado por Fariña y Chilbroste (2019), sobre la producción de leche a base de pasturas, señala que es posible reducir costos y aumentar la rentabilidad de un tambo al duplicar la carga de animales en ordeño. Esto resalta la importancia de una buena cría en las terneras que serán los futuros reemplazos, considerando que antes de llegar a esta etapa se debe abordar el proceso reproductivo (Fariña y Chilbroste, 2019).

Para alcanzar estos objetivos, será necesario enfrentar diversos desafíos durante la cría, como el síndrome de diarrea neonatal (SDN), patología que afecta directamente en el desarrollo y los parámetros de crecimiento de las terneras (Abreu et al., 2019; Jacobson et al., 2016; Renaud et al., 2021; Shaw et al., 2020).

La criptosporidiosis es una enfermedad causada por el protozoario intracelular *Cryptosporidium* spp. Es un protozoario intracelular obligado, perteneciente al *Phylum Apicomplexa*. Se caracteriza por ser una de las principales causas de diarrea, tanto en animales como humanos; siendo uno de los principales enteropatógenos involucrados en el síndrome de diarrea neonatal (SDN) en terneros neonatos a nivel mundial (Thomson et al., 2017).

En Uruguay, en los sistemas de crianza artificiales de terneros lecheros, comúnmente denominados “guacheras”, la criptosporidiosis se encuentra ampliamente distribuida y asociada con la presentación de diarrea (Caffarena et al., 2021). Son variados los signos que ocasiona la infección por este enteropatógeno, pudiéndose observar, en el corto plazo, diarrea, inapetencia, letargia, deshidratación y, finalmente, la muerte de los animales. Sumado a esto, se ha reportado que, a mediano y largo plazo, los animales positivos a *Cryptosporidium* spp. presentan menores ganancias de peso (Abreu et al., 2019; Jacobson et al., 2016; Renaud et al., 2021; Shaw et al., 2020) y un menor peso de la carcasa al momento de la faena (Sweeny et al., 2011). Esta disminución en el crecimiento óseo puede ser evidenciado en animales mal nutridos y/o que sufrieron patologías que repercutieron en su alimentación y estado general (Antari, 2018; Searle et al., 1989).

Los tratamientos, tanto preventivos como curativos, para *Cryptosporidium* spp. son escasos, siendo el lactato de Halofuginona el único criptosporidistático de eficacia comprobada disponible en nuestro país, el cual tiene efecto indirecto sobre los parámetros de crecimiento debido a que los animales tienen menos chances de presentar diarrea (Lefay et al., 2001; Jarvie et al., 2005; Trotz-Williams et al., 2011). Sin embargo, la ventana terapéutica que tiene este derivado de las quinozolinonas es relativamente estrecha, pudiendo ocasionar cuadros de toxicidad en los animales (van Mol et al., 2024; Villacorta et al., 1991).

A partir de 2023, está disponible en Europa la primera vacuna contra *Cryptosporidium* spp., con base en la glicoproteína Gp40. La inmunización se realiza en las vacas preñadas contra la criptosporidiosis (Bovilis Cryptium, MSD Animal Health) (MSD Animal Health, 2024; Diario Veterinario, 2023). Los resultados de las evaluaciones de las vacas inmunizadas han dado que las mismas presentan mayores niveles de anticuerpos tanto séricos como calostrales. En desafíos experimentales con *Cryptosporidium* spp., los terneros que recibieron calostro de vacas vacunadas tuvieron una menor frecuencia de presentación de diarrea, mayor ganancia de peso y menor mortalidad (Hubers, Gevers, Timmermans, Vertenten, y Roosmalen, 2023; Timmermans et al., 2024).

Varios estudios han evaluado el efecto de los eubióticos como una alternativa para combatir la infección por *Cryptosporidium* spp., mejorar la salud de los terneros y promover su crecimiento. Los resultados son variables, dependiendo de la forma de administración, la dosis y de los compuestos bioactivos utilizados (Stratakos et al., 2017; Liu et al., 2020; Sima et al., 2019; Vélez et al., 2019). Los eubióticos son un grupo de elementos naturales biológicamente activos que interactúan con la microbiota intestinal en busca de un balance armónico, resultando en un metabolismo e inmunidad saludable, lo que se denomina “eubiosis” (Ponziani et al., 2017; Aziz y Karboune, 2018; Sima et al., 2018). Bajo este término se incluyen aditivos alimentarios como polifenoles, sustancias naturales derivadas de plantas (fitoquímicos) combinadas con ácidos orgánicos, probióticos, prebióticos y aceites esenciales (Barragry, 2020); los cuales tienen actividad antiinflamatoria, antimicrobiana y propiedades antioxidantes (Aziz and Karboune, 2018; Sima et al., 2019). Debido a su baja toxicidad, han sido ampliamente estudiados en humanos para el tratamiento alternativo de enfermedades metabólicas como la diabetes, de procesos inflamatorios y en el control de infecciones bacterianas (Balta et al., 2021). En medicina veterinaria, los eubióticos se han utilizado en la dieta de los animales para fortalecer su sistema inmunológico, promover la salud intestinal y el aumento de peso vivo (Sima et al., 2019).

Existen otros tipos de productos que se han utilizado a lo largo del tiempo como promotores del crecimiento, por ejemplo, los ionóforos. Se trata de un grupo de antibióticos entre los que se encuentran la Monensina sódica, Lasalocid sódico y Virginiamicina (Acedo y Rico, 1998). Estos son utilizados para mejorar la ganancia de peso, mantener constante el consumo, y, por consiguiente, incrementar la eficiencia de conversión alimenticia (Pérez Sabando, 1999).

Aunque la tendencia tanto a nivel regional, como a nivel internacional es la restricción y/o prohibición de dichos productos con el fin antes mencionado, para animales que

sean destinados a la alimentación o sus productos. A nivel internacional, a través del Reglamento (UE) N° 2019/6 del 11 de diciembre de 2018 del Parlamento Europeo y del Consejo de la UNIÓN EUROPEA (UE) establece restricciones al uso de antimicrobianos en animales o productos derivados de estos, que entren a la UE (European Parliament, 2019). A nivel regional tenemos el caso de Argentina que a través de su organismo competente en la materia por la Resolución 445/2024 prohíbe a partir de 2024 el uso de todo medicamento veterinario, antimicrobiano agregado en las raciones para dichos animales destinados al consumo o sus productos (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), 2024). En nuestro país a través del decreto presidencial N° 098/2011, está prohibido el uso de los antimicrobianos como promotores del crecimiento para las especies bovina y ovina (Uruguay, 2011, marzo 16). Como consecuencia, se tratan de buscar alternativas naturales que reemplacen los ionóforos, como promotores de crecimiento (Uruguay, 2011, marzo 16).

La criptosporidiosis impacta sobre la ganancia de peso vivo, el crecimiento de los animales e, incluso, puede ocasionar la muerte de terneros; hechos que producen pérdidas productivas y económicas. Sumado a esto, son escasas las opciones de productos con eficacia comprobada para combatir este enteropatógeno. Por ello, surge la necesidad de explorar nuevas alternativas que sean amigables con el medioambiente, de baja toxicidad y que ofrezcan un amplio margen terapéutico. Se busca también que estos productos, especialmente aquellos de origen natural como los eubióticos, impacten de forma directa o indirecta en los parámetros de crecimiento de los animales.

## **2 REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 Síndrome de diarrea neonatal (SDN).**

La principal causa de morbi-mortalidad en terneros lecheros neonatos a nivel mundial, durante su primer mes de vida, es el SDN. La mayor ocurrencia del SDN dentro de esta franja etaria se debe a determinadas características, tanto del huésped, como de los agentes intervinientes, situación que disminuye al aumentar la edad del animal (Izzo et al., 2011).

Esta enfermedad, además de ocasionar pérdidas directas como la muerte, también ocasiona pérdidas a mediano y largo plazo, como ser una menor ganancia diaria de peso vivo (Windeyer et al., 2014), lo que se traduce en un retraso en la edad al primer servicio y, por ende, una mayor edad al primer parto (Waltner-Toews et al., 1986). Este retraso en la edad al primer parto trae aparejado un incremento en los costos asociados (Turiello et al., 2020).

En Uruguay, existe poca información disponible en la literatura científica sobre las causas de morbilidad y mortalidad de los terneros lecheros. Según datos obtenidos a través de una encuesta, en 225 establecimientos lecheros, el riesgo de mortalidad anual de terneros fue alto, alcanzando el 15,2%; siendo las principales causas de muertes el síndrome de diarrea neonatal y las enfermedades respiratorias (Schild et al., 2020).

El SDN es una enfermedad compleja y multifactorial (Navarre, Belknap, y Rowe, 2000), la cual es el resultado de una serie de factores relativos al patógeno, al animal (estado inmunológico y nutricional), así como también a factores ambientales y de manejo (Izzo et al., 2011).

El principal signo clínico de este síndrome es la diarrea, la cual está caracterizada por un aumento en la frecuencia y disminución en la consistencia de las heces, como consecuencia de la disminución en la absorción y aumento de líquido en la luz intestinal. Esto conlleva a la deshidratación, debido a que se producen pérdidas de líquidos y electrolitos (agua, sodio, cloruro, potasio, bicarbonato y cantidades variables de proteínas) (Radostits et al., 2002). Las pérdidas de bicarbonato en las heces, el aumento de los aniones en sangre, sumándose a un aumento de los derivados del ácido láctico, formados por la microbiota intestinal y la glicólisis anaerobia, resulta en una acidosis metabólica, la cual es agravada por la deshidratación e hipoperfusión de los tejidos. A su vez, los animales van a disminuir el consumo de alimentos lo que provocará una hipoglicemia y el subsecuente agravamiento del balance energético negativo. Todo esto conlleva a la aparición clínica de signos neurológicos, tales como depresión, ataxia, somnolencia y coma (Naylor 1987; Naylor 1989; Constable et al. 2001; Lorenz y Vogt 2006).

Clínicamente, también pueden presentar hundimiento del globo ocular (enoftalmo), postura anormal de las orejas, debilitamiento que dificulta/impide su incorporación, manto piloso en mal estado y presencia de dolor a la palpación abdominal, entre otros.

En el caso particular de los terneros con diarrea, la estimación del porcentaje de deshidratación mediante el tiempo que tarda el pliegue cutáneo en volver a la

normalidad luego de un pellizco, la intensidad del reflejo de succión, la condición de las articulaciones y el ombligo, las frecuencias cardíaca y respiratoria, el tiempo de llenado capilar, y la temperatura rectal, son algunos de los parámetros que permiten evaluar el estado general del ternero (House et al. 2015). Esto nos permite implementar un pronóstico correcto y un tratamiento precoz, y así reducir el riesgo de muerte y los costos terapéuticos.

Como se mencionó anteriormente existen una serie de factores relativos que intervienen en el SDN, los cuales tienen que ver con los agentes infecciosos intervinientes, con el animal (estado inmunológico y/o nutricional), factores ambientales y de manejo (Izzo et al., 2011).

### **2.1.1 Agentes infecciosos:**

Dentro de los agentes infecciosos que intervienen en el SDN encontramos causas víricas, bacterianas y protozoos (Cho y Yoon, 2014). Los principales agentes patógenos causantes del SDN se encuentran: rotavirus, coronavirus bovino, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp y *Cryptosporidium* spp (de la Fuente, et al., 1998). Es frecuente que durante un episodio de SDN se presenten coinfecciones, lo cual repercute en la gravedad de la enfermedad (Morin et al., 1980 citado por de la Fuente, et al., 1998). La coinfección más frecuente a nivel mundial es la de rotavirus y *Cryptosporidium* (de la Fuente, et al., 1998).

### **2.1.2 Estado del animal:**

Los factores intrínsecos del animal que se relacionan con el SDN son los problemas nutricionales y/o inmunológicos, tales como la falla de transferencia pasiva de la inmunidad (TPI). Un estudio reveló que animales que tienen un bajo peso al nacimiento, así como también una baja concentración sérica de inmunoglobulinas, tienen mayores chances tanto de enfermarse como de morir, a diferencia de aquellos que presentan un mayor peso al nacer, así como de concentración de inmunoglobulinas (Urie et al., 2018).

Sería de esperar que los terneros que obtengan una mayor TPI tengan mejores parámetros de crecimiento, dado que es esperable que padezcan menores enfermedades, por lo cual no se vería afectado su consumo (Borderas, Rushen, von Keyserlingk, y de Passillé, 2009).

### **2.1.3 Factores ambientales:**

Situaciones estresantes como las condiciones climáticas adversas ya sea bajas temperaturas, lluvia, viento y altos niveles de humedad, provocan que aumente la susceptibilidad de los terneros a presentar diarrea. Esto se debe, en parte, a la incapacidad de los terneros recién nacidos para regular su temperatura corporal (Cho y Yoon, 2014).

Los factores ambientales adversos, afectan el consumo de alimento sólido en los animales disminuyendo la ingesta, siendo que, para afrontar dichas condiciones climáticas, el animal necesitara más energía para cubrir los requerimientos de

mantenimiento y crecimiento, esto repercute negativamente sobre los parámetros de crecimiento de los animales (Arias, Mader, y Escobar, 2008).

#### **2.1.4 Factores de manejo:**

Diversos factores de manejo, que podrían predisponer a los animales al SDN, incluyen mala higiene en general del establecimiento, alta densidad poblacional, temperatura inadecuada de la leche, administración de la leche/sustituto lácteo en horarios irregulares, baja calidad nutricional del alimento, rotación inadecuada de corrales, entre otras (Caffarena, 2017; Wattiaux, 1996).

#### **2.1.5 Medidas preventivas:**

Fundamentado en la variedad de factores intervinientes necesarios para que el animal presente esta enfermedad, las medidas preventivas deben ser enfocadas abarcando varios aspectos.

Es fundamental hacer énfasis en la higiene para prevenir la difusión de los agentes patógenos, tanto en el periparto como en la etapa de crianza, debido a una posible transmisión de patógenos causantes del SDN desde la madre a los terneros recién nacidos, y a las posibles condiciones higiénicas deficientes del lugar donde se realiza el parto (Caffarena, 2017). Esto se pudo evidenciar en un estudio que se realizó en terneros lecheros recién nacidos donde observaron que al dejarlos más de una hora con las madres tienen mayor riesgo de presentar diarrea, en comparación, con aquellos que se separan antes de la hora después del nacimiento (Trotz-Williams et al., 2007). Por esta razón, las medidas preventivas en la etapa de periparto son separar tempranamente el ternero de su madre y administrar calostro de buena calidad dentro de las 6 horas posteriores al nacimiento, para lograr una buena TPI (Trotz-Williams et al., 2007; Mendoza, Giannitti, Fariña, & Caffarena, 2016).

En la etapa de crianza, es de primordial importancia mantener la higiene de los diferentes utensilios que se emplean para la alimentación de los animales, como lo son las tetineras, la sonda buco esofágica, entre otras, así como también mantener una buena higiene de los comederos y bebederos para disminuir la diseminación de los agentes patógenos (Caffarena, 2017).

Otra de las medidas higiénicas y preventiva que ha demostrado una disminución en la difusión de agentes patógenos y una baja significativa en la mortalidad de terneros susceptibles, es la utilización de pediluvios a la entrada de las guacheras o el uso exclusivo de botas para el sector (Takahashi et al., 2020).

Al mismo tiempo de mantener las medidas higiénicas mencionadas, es esencial evitar la propagación de la enfermedad una vez instaladas en el establecimiento (biocontención), realizando el aislamiento de animales enfermos de los sanos (Caffarena, 2017).

## **2.2 Criptosporidiosis**

La criptosporidiosis es una enfermedad causada por el parásito perteneciente al Género *Cryptosporidium*, protozooario intracelular descrito en 1907.

Taxonómicamente, se encuadra dentro del Phylum Apicomplexa (presentan complejo apical), clase Sporozoasida (reproducción sexual y asexual con formación de ooquistes), subclase Coccidiasina (el ciclo presenta merogonias, gametogonias y esporogonias), orden Eucoccidiorida (hay esquizogonia), suborden Eimeriorina (se desarrollan macro y microgametos de forma independiente, y el cigoto es inmóvil) y familia Cryptosporidiae (los ooquistes presentan cuatro esporozoitos y el ciclo vital es monoxeno, es decir, con un solo hospedador). Se han descrito más de 20 especies dentro del género *Cryptosporidium*. *Cryptosporidium parvum* es la especie más ampliamente difundida que se asocia a enfermedad humana, aunque también puede encontrarse en 155 especies de mamíferos, ya que no existe una completa especificidad de huésped, siendo el ganado doméstico el principal reservorio (Rodríguez y Royo, 2001; Fayer, 2004).

En 1971 se publicó el primer caso de criptosporidiosis en una ternera de 8 meses, donde los signos clínicos fueron diarrea, debilitamiento y curso crónico (Panciera, Thomassen, y Garner, 1971).

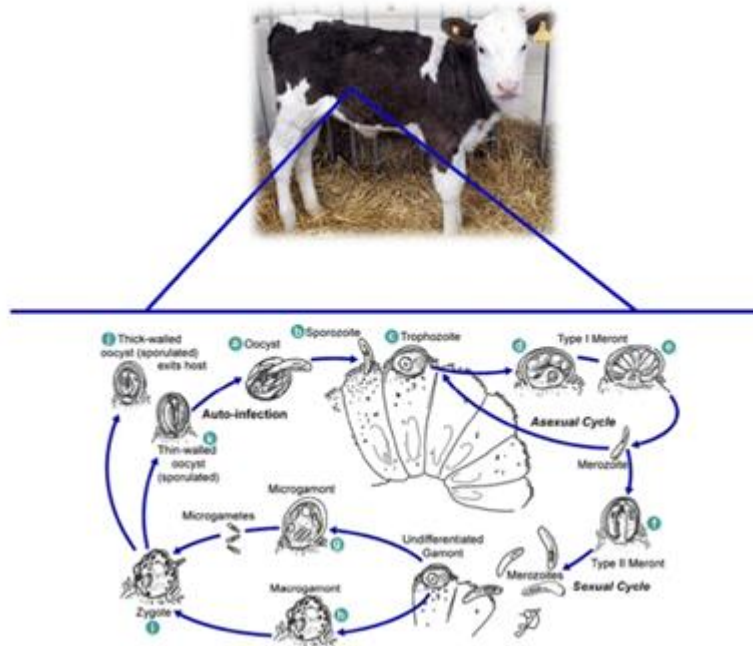
El *Cryptosporidium* spp. posee una distribución mundial, afectando tanto a animales como al hombre (Cui et al., 2014; Thomson et al., 2017) y es una de las principales causas del síndrome de diarrea neonatal en terneros neonatos a nivel mundial (Thomson et al., 2017).

En un estudio de casos y controles realizado recientemente en establecimientos lecheros de Uruguay, se observó una alta frecuencia de detección, tanto a nivel individual como predial, de *Cryptosporidium* spp. asociado a brotes espontáneos de SDN en terneros (Caffarena et al., 2021).

El protozooario *Cryptosporidium* spp. tiene transmisión fecal-oral, ya sea directamente a través del contacto con heces de huéspedes infectados o indirectamente a través de la contaminación ambiental mediante la ingestión de alimentos o agua contaminados con materia fecal. Los animales infectados liberan una gran cantidad de ooquistes esporulados, los cuales una vez ingeridos liberan cuatro esporozoitos que invaden las células epiteliales del íleon del huésped y se convierten en trofozoitos, antes de someterse a la reproducción asexual y sexual, lo que da como resultado la generación de ooquistes tanto de pared delgada como gruesa. Los ooquistes de paredes delgadas autoinfectan las células epiteliales y los ooquistes de paredes gruesas se excretan en las heces del huésped hacia el medio ambiente (Thomson et al., 2017).

*Cryptosporidium* spp. tiene un ciclo de vida monoxeno (Figura 1). La infección de este parásito tiene como resultado la muerte de las células epiteliales, lo que conduce a la atrofia de las vellosidades, malabsorción y alteración de la permeabilidad intestinal, lo cual contribuye a la aparición de diarrea acuosa, deshidratación, pérdida de peso y debilitamiento (Tzipori y Widmer, 2000).





**Figura 1.** Ciclo de vida de *Cryptosporidium* spp. recuperado de Thomson, et al., 2017.

Los animales recién nacidos infectados con *Cryptosporidium parvum* pueden presentar diarrea que inicia alrededor de 3 a 4 días después de la ingestión de ooquistes infecciosos y la misma dura aproximadamente de 4 a 17 días. La excreción de los ooquistes de los animales infectados se da entre 4 a 12 días luego de la infección (Thomson et al., 2017).

Debido a la alta resistencia de los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en el medio ambiente, compuesto por sus tres capas (externa, intermedia e interna) (Jenkins et al., 2010), se han realizado trabajos en búsqueda de estrategias para combatirlo. En 2017 en un predio donde *Cryptosporidium* spp y *Giardia intestinalis* eran endémicos, con altas tasas de morbi-mortalidad, se utilizó en las instalaciones de la crianza, la aplicación de agua hirviendo y lechada de cal ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ), observándose una disminución de las muertes y de la frecuencia de presentación de diarrea (Matsuura et al., 2017).

Los tratamientos tanto preventivos como curativos son escasos, siendo el Lactato de Halofuginona el único de eficacia comprobada en nuestro país (Lefay et al., 2001; Jarvie et al., 2005; Trotz-Williams et al., 2011). Sin embargo, la ventana terapéutica que tiene este derivado de las quinazolinonas es relativamente estrecha pudiendo ocasionar cuadros de toxicidad en los animales (van Mol et al., 2024; Villacorta et al., 1991). Es por esto, y a las nuevas líneas de uso racional de los antimicrobianos, que se están buscando alternativas de baja toxicidad y que sean más amigables con el medio ambiente.

Como se mencionó previamente, hasta el 2023 no existían vacunas comerciales contra *Cryptosporidium* spp. En ese año, en la Unión Europea, se autorizó la primer vacuna, con base en la glicoproteína Gp40, para inmunizar a vacas preñadas contra criptosporidiosis (Bovilis Cryptium, MSD Animal Health) (MSD Animal Health, 2024; Diario Veterinario, 2023).

## 2.3 Eubióticos

Los eubióticos son un grupo de elementos naturales, biológicamente activos, que interactúan con la microbiota intestinal en busca de un balance armónico, resultando en un metabolismo e inmunidad saludable, lo que se denomina “eubiosis” (Aziz and Karboune, 2018; Ponziani et al., 2017; Sima et al., 2018). El término eubiosis refiere a un equilibrio saludable de la microflora en el tracto gastrointestinal, lo que resultará en mejor estado de salud y rendimiento en los animales, optimizando la absorción de nutrientes (Barragry, 2020), lo cual tendría un efecto directo sobre los parámetros de crecimiento.

Dentro de esta denominación se incluyen aditivos para alimentos como polifenoles, sustancias naturales derivadas de plantas (fitoquímicos), combinadas con ácidos orgánicos, probióticos, prebióticos y aceites esenciales (Barragry, 2020); dicha variedad de compuestos presenta actividad antimicrobiana, antifúngicos e inmunoestimulantes (Miguel, 2010).

Los efectos beneficiosos y biológicos de los derivados fitoquímicos en terneros, muestran resultados variables dependiendo de las dosis, los principales compuestos bioactivos, el estado del derivado fitoquímico vegetal (ya sea la hierba entera, el extracto y/o el aceite esencial microencapsulado o puro), el modo de administración (a través del alimento sólido o líquido), y el tiempo requerido para generar los efectos buscados (Jahani-Azizabadi, Baraz, Bagheri, Ghaffari, 2022; Busquet, Calsamiglia, Ferret, y Kamel, 2006).

Analizando las grandes pérdidas económicas directas e indirectas que ocasiona el SDN (gastos de medicamentos, asesoramiento veterinario, pérdida en la ganancia de peso que conlleva un retraso al primer celo y, por ende, un retraso a la primera parición, etc), y considerando que una de las causas infecciosas es la ocasionada por el *Cryptosporidium* spp., dada su gran resistencia en el medio ambiente, resistencia a los desinfectantes comunes, pocos tratamientos efectivos comprobados para combatirlo, es que se ha motivado este y otros estudios en busca de tratamientos preventivos que mitiguen las pérdidas económicas mencionadas, que sean amigables con el ambiente y tengan un amplio margen terapéutico.

### **3 HIPÓTESIS**

Existen diferencias en la ganancia diaria de peso y el crecimiento en terneros neonatos, naturalmente expuestos a *Cryptosporidium* spp., a los cuales se les suministra un tratamiento con eubióticos por vía oral en comparación con terneros que reciben un tratamiento placebo.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar en un ensayo experimental a campo el efecto de un tratamiento con eubióticos sobre parámetros de crecimiento en un grupo de terneros lactantes criados artificialmente en forma colectiva y expuestos naturalmente a la infección por *Cryptosporidium* spp. y compararlos con un grupo de terneros control criados en idénticas condiciones.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Comparar las ganancias de peso entre grupos (tratamiento y control).
- Comparar la altura a la cadera y perímetro torácico entre grupos.

## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se llevó a cabo en un establecimiento lechero comercial ubicado en la localidad de Campana, departamento de Colonia (Figura 2). Durante el transcurso del 2021, el mismo había presentado elevada morbi-mortalidad en su crianza artificial debida a diarrea neonatal por *Cryptosporidium* spp. en años anteriores.



**Figura 2.** Ubicación del establecimiento "El Alba".

Los procedimientos para desarrollar en este ensayo experimental fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales de la Facultad de Veterinaria (Protocolo N° 1243).

Los datos utilizados en esta tesis forman parte de un proyecto de investigación de mayor envergadura. Por lo tanto, algunas secciones de materiales y métodos (diseño experimental, algunas determinaciones y el análisis estadístico) son similares a los descritos en otra tesis de grado ya defendida, la cual se cita debidamente en este trabajo (Graña e Ibarra, 2023). Sin embargo, las variables evaluadas en la presente tesis son diferentes y se presentan algunos de los resultados reportados por Graña e Ibarra (2023) solo con el fin de dar un contexto más claro para la interpretación de los resultados.

### 5.1 Diseño experimental

Se llevó a cabo un ensayo experimental, de carácter aleatorio, doble ciego, que incluyó el tratamiento A (eubiótico) y el tratamiento B (placebo/control). El tratamiento A (eubiótico) constó de una mezcla de ácidos orgánicos y extracto de plantas. La mezcla de ácidos orgánicos contenía ácido láctico y ácido cítrico, mientras que los extractos de plantas incluían extracto de cítricos, extracto de semilla de uva y extracto de orégano. El tratamiento B (control) fue solución fisiológica (CINa 0.9%).

En el ensayo se utilizaron un total de 72 animales de raza Holando, Jersey y su cruce (Holando x Jersey). Cada tratamiento estuvo formado por 36 animales que fueron asignados al azar mediante un generador de números aleatorios gratuito *online* (Urbaniak and Plous, 2013; <https://www.randomizer.org/>). El tamaño de la muestra se estableció basado en el tamaño de muestra propuesto por Graña e Ibarra (2023). Dichos autores, realizaron un cálculo con base a otra variable (diferencia en la media

de excreción del número de ooquistes entre tratamientos) el tamaño de muestra calculado fue suficiente para detectar diferencias significativas en la ganancia de peso, altura a la cadera y perímetro torácico con un poder estadístico de 80% y una probabilidad de error de tipo I establecido en 0,05.

La crianza fue de tipo colectiva, constituida por corrales con una capacidad para 12 animales por corral, por lo que se utilizaron 6 corrales, en donde cada tratamiento ocupaba 3 corrales (Figura 3). Cada corral contaba con un frente de 14 m lineales y un largo de 8 m (112 m<sup>2</sup> totales; 9,33 m<sup>2</sup>/animal). A su vez presentaban un área techada de 12,8 m<sup>2</sup>.

Los tratamientos se administraron por vía oral, diariamente durante la mañana, mediante dos jeringas automáticas idénticas previamente identificadas para los tratamientos A y B; sin embargo, los envases carecían de etiquetas y su contenido no era visible. La dosis suministrada fue de 25 mL/animal/día durante los primeros 3 días de vida, y 10 mL/animal/día desde el día 4 hasta el desleche (9<sup>na</sup> semana de vida).



**Figura 3.** Corrales de alojamiento.

## **5.2 Animales y determinación del peso inicial.**

La etapa de crianza artificial comprendió desde el nacimiento (día 0) hasta la novena semana de vida (Día 63). Los animales fueron identificados individualmente mediante caravanas con número de identificación propias del establecimiento. Los animales nacieron entre las fechas 1/04/2021 y 1/05/2021. La duración del ensayo fue desde la fecha 1/04/2021 hasta la fecha 29/6/2021.

Se consideró el tipo de parto (eutócico, con intervención o partos múltiples), dado que esta variable puede influir en el estado de salud de los terneros al nacimiento (Campero, 1998).



Se determinó el peso inicial mediante balanza de pilón digital. La balanza de pilón digital fue instalada en un trípode metálico mediante un sistema de doble polea que permitía elevar al ternero para estimar su peso corporal (Figura 4).



**Figura 4.** Determinación de peso corporal al ingreso.

### **5.3 Manejo del ternero neonato y transferencia pasiva de la inmunidad**

Se evaluó el vigor de los terneros mediante la valoración del reflejo de succión, y el estado del sensorio. Los animales recibieron calostro dentro de las 6 horas de nacidos, de manera artificial, mediante sonda bucoesofágica con, al menos 2.5 L de calostro, de una calidad mayor a 22% °Brix (Bielmann et al., 2010), determinada mediante un refractómetro digital portátil (ATAGO PAL-1, Tokyo, Japón). Luego fueron identificados, se les realizó la antisepsia umbilical con tintura de yodo al 7% (por única vez) y fueron trasladados a sus respectivos corrales, según los procedimientos veterinarios habituales en el establecimiento. No se administraron antimicrobianos de forma preventiva.

Se tomó una muestra de sangre, dentro de los primeros 5 días de vida, a través de venopunción yugular, con agujas y jeringas descartables y estériles. Posteriormente se colocaron en tubos secos para la obtención de suero (BD Vacutainer, Franklin, NJ). Se evaluó la transferencia de la inmunidad pasiva, de manera indirecta, a partir de las muestras de suero utilizando un refractómetro digital portátil de grados Brix, la cual se categorizó en una variable ordinal según los criterios establecidos por Lombard et al., 2020:

- Excelente: > 9,4 °B.
- Buena: 8,9 – 9,3 °B.
- Aceptable: 8,1 – 8,8 °B.
- Falla: < 8,1 °B.

En el establecimiento, de manera sistemática, se determinaba la falla en la transferencia pasiva de inmunidad. Aunque no se utilizó como criterio de inclusión en el ensayo, fue considerada como una potencial covariable dada su influencia sobre la susceptibilidad a enfermedades y los parámetros de crecimiento (Lombard et al., 2020). En caso de observarse un desbalance entre los grupos experimentales, se planteó su inclusión en los modelos estadísticos, con el objetivo de ajustar los resultados.

## **5.4 Sistema de alimentación**

La alimentación de los animales (dieta líquida y sólida) se realizó según los protocolos de alimentación del establecimiento.

### **5.4.1 Dieta líquida**

La dieta líquida constó de una mezcla de leche de transición y leche comercial, dividido en dos tomas diarias, a razón de 2 L/toma durante la 1° semana, 2.5 L/toma desde la 2° hasta la 5° semana, 2L/toma desde la semana 6° hasta inicios de la semana 8°, 2L/día durante la semana 8° y sin dieta líquida durante la semana 9 hasta su final, momento en el cual los animales finalizan su crianza (Figura 5).



**Figura 5.** Dieta Líquida: Tolvas Colectivas de 12 tetinas para la alimentación simultanea de los animales.

Diariamente se evaluó el porcentaje de sólidos totales de la leche ofrecida mediante refractómetro de °Brix (Moore et al., 2009). Para ello, se recolectó una muestra de la dieta líquida ofrecida en la mañana y otra en la tarde. A cada muestra se le realizaron tres estimaciones, expresados en °Brix, y se registró el valor promedio de dichas

estimaciones, las cuales fueron consecutivas. El objetivo de esto fue obtener la información referida a la concentración diaria de sólidos totales.

Diariamente se registró la temperatura de la leche en el tanque cisterna con un termómetro digital, para determinar la temperatura a la que llegaba a los corrales, dado que el almacenamiento de la leche se encontraba a una distancia considerable. Adicionalmente, se midió la temperatura de la leche en las tetineras para registrar la temperatura a la cual sería ingerido el alimento. Se realizó este control porque las variaciones térmicas durante la ingesta pueden predisponer a diarreas de origen alimentario (Lanuza, 2006).

#### 5.4.2 Dieta sólida

La dieta sólida constó de un iniciador comercial de 21% de proteína cruda (PC), en base seca, administrado durante las primeras 5 semanas de vida para luego cambiar a un iniciador 18% PC hasta el final de la crianza (Figura 6). En la Tabla 1 se presenta el análisis composicional de ambas raciones utilizadas.

**Tabla 1.** Análisis composicional de los alimentos

Determinación	Ración 21%	Ración 18%
Materia seca (% g/100g)	91,47	88,67
Proteína bruta (% g/100g)	22,73	19,10
FDN (% g/100g)	22,63	14,85
FAD (% g/100g)	7,04	4,24
ENL (Mcal/kg)	2,11	2,18
Cenizas (% g/100g)	6,12	14,46
Calcio total (mg/kg)	8118	10505
Fosforo total (mg/kg)	4501	3255
Zinc total (mg/kg)	131	163

Métodos Operador: Marina Constantín

Técnico resp: PhD. Analía Pérez Ruchel

Dpto. de Nutrición, Fac. Veterinaria, Udelar Zinc Total - Digestión ácida y determinación por Espectrometría de Emisión Atómica / Calcio Total - Digestión ácida y determinación por Espectrometría de Emisión Atómica / Materia seca - AOAC 934.01 / Cenizas - AOAC 942.05 / Proteína bruta - Dumas AOAC 968.06 modif. LECO / Fibra neutro detergente - Robertson y Van Soest, 1981, modif. Ankom / Fibra ácido detergente - Robertson y Van Soest, 1981, modif. Ankom / Energía Neta Lactación - Se estimó a partir de la ecuación de Menke y Staingass, 1988 (Promefa) / Energía Metabolizable - Estimado de acuerdo a C. de Blas y J. Wiseman, 1998 / Fósforo Total - Digestión ácida y determinación por Espectrometría de Emisión Atómica / Observaciones: Análisis realizados sobre el material original y posterior cálculo para la expresión del resultado en base a MS total (105°C)

**FDN:** fibra detergente neutro; **FDA:** fibra detergente ácido; **ENL:** energía neta de lactación



El valor composicional obtenido de estas raciones es similar a las recomendaciones realizadas por el NASEM (2021).

Ambas raciones fueron suministradas *ad-libitum* desde el ingreso a los corrales, buscando como objetivo un remanente no mayor al 10% de lo ofrecido. Los animales dispusieron de agua desde la llegada a los corrales y durante todo el período de crianza (Figura 6).



**Figura 6.** Dieta sólida. Comederos colectivos de PVC.

Se registró diariamente el peso de la ración ofrecida y del remanente, para calcular el consumo diario de alimento sólido tal cual por animal, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo diario de alimento tal cual } \left( \frac{\text{kg}}{\text{animal}} \right) = \frac{\text{Alimento ofrecido (kg)} - \text{Alimento remanente (kg)}}{\text{Cantidad de animales}}$$

## 5.5 Parámetros ambientales

Durante los meses del ensayo, se registraron diariamente, a las 8:00 am, los parámetros de temperatura, humedad y precipitación con el fin de evaluar la influencia de estos factores sobre la tasa de crecimiento y la salud de las terneras (Wang et al., 2020). Los datos fueron obtenidos a través del portal Meteored: [https://www.meteored.com.uy/tiempo-en Campana-America+Sur-Uruguay-Colonia--1-255998.html](https://www.meteored.com.uy/tiempo-en-Campana-America+Sur-Uruguay-Colonia--1-255998.html).

Con el objetivo de evaluar el posible estrés térmico en los terneros durante el ensayo, se calculó el Índice de Temperatura-Humedad (ITH), el cual combina la temperatura ambiente y la humedad relativa, proporcionando una medida de las condiciones climáticas que pueden influir en el bienestar y rendimiento de los animales. La fórmula

utilizada para el cálculo del ITH fue la siguiente (Dado-Senn, Ouellet, Dahl, y Laporta, 2020):

$$ITH: (1.8 \times T + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times HR) + (1.8 \times T - 26)]$$

donde:

- **T:** es la temperatura ambiente (en grados Celsius),
- **HR:** es la humedad relativa (en porcentaje).

Se estableció un punto de corte de  $ITH \geq 82$ , ya que es a partir de este valor donde se observa un impacto del ITH en el consumo (Dado-Senn et al., 2020).

## 5.6 Parámetros de crecimientos

Para estimar los parámetros de desarrollo, los animales fueron pesados al inicio del ensayo, a la 5<sup>ta</sup> semana de vida y a la salida de la crianza (9<sup>o</sup> semana). Se realizaron medidas semanales de altura a la cadera y perímetro torácico hasta el momento del desleche (Figura 7). En cada medición, el valor final que se registró en la planilla, se estimó de la misma manera que el utilizado para medir los sólidos totales en la leche, un promedio de tres estimaciones consecutivas.



**Figura 7.** Medición de altura

Las fórmulas utilizadas para calcular cada parámetro fueron las siguientes:

Ganancia de peso total (GPT):

$$\text{Ganancia de peso total} \left( \frac{\text{kg}}{\text{animal}} \right) = \text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}$$

Ganancia de peso diaria (GPD):

$$\text{Ganancia de peso total} \left( \frac{\text{kg}}{\text{animal}} \right) = \frac{\text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}}{\text{días en la crianza}}$$

Altura a la cadera ganada (AC):

$$\text{Altura ganada} \left( \frac{\text{cm}}{\text{animal}} \right) = \text{Altura a la cadera final (cm)} - \text{Altura a la cadera inicial (cm)}$$

Perímetro torácico (PT):

$$\text{Perímetro torácico} \left( \frac{\text{cm}}{\text{animal}} \right) = \text{PT final (cm)} - \text{PT inicial (cm)}$$

## 5.7 Extracción de muestras y análisis de laboratorio

Para comprobar si los terneros estaban infectados naturalmente con *Cryptosporidium* spp., se realizaron dos muestreos semanales de materia fecal, de manera individual hasta completar los 10 muestreos por animal (5° semana de vida). La identificación de ooquistes compatibles con *Cryptosporidium* spp. se realizó a través de la visualización microscópica de frotis fecales teñidos mediante la técnica de Auramina - fenol. Estos análisis y resultados fueron parte de la tesis de grado de Graña e Ibarra (2023), por lo que la información recabada no fue analizada por este equipo, solo era de nuestro interés para comprobar que los terneros involucrados en este experimento presentaron infección natural por *Cryptosporidium* spp. Como resultado de ese trabajo se observó que el 97,2% (70/72) de los terneros fueron positivos a *Cryptosporidium* spp en, al menos, una muestra. De los 2 animales que no se observaron estructuras compatibles con ooquistes de *Cryptosporidium* spp; cada uno de estos integraban un tratamiento diferente (Graña e Ibarra, 2023). No se identificaron otros enteropatógenos.

## 5.8 Análisis estadístico

Todos los registros fueron documentados en planillas confeccionadas para tal fin y posteriormente ingresados en una base de datos utilizando planillas de cálculo en Excel (Excel, Microsoft Corp., Redmond, WA). Luego, los datos fueron exportados y analizados en SAS Studio (SAS Institute, Cary, NC) y RStudio team 2023 (RStudio version 2023.06.1).

Se presentaron los datos depurados mediante estadística descriptiva utilizando medias y desviaciones estándar (DE) para aquellos datos que mostraron distribución normal, mientras que datos con distribución no normal se reportaron medianas y el rangos intercuartílicos (IQR). Las diferencias entre proporciones fueron evaluadas utilizando la prueba de Chi cuadrado y, en los casos en que no se cumplieron los supuestos, el Test exacto de Fisher.

Las diferencias de peso fueron evaluadas por análisis de la varianza de un factor.

Para describir la evolución del consumo diario de alimento sólido, se ajustó un modelo de regresión no lineal de tipo exponencial, mediante la siguiente formula:

$$y = a \cdot (e^{b \cdot x} - 1)$$

Donde “y” representa el consumo de alimento sólido tal cual y “x” los días desde el inicio del ensayo. El modelo fuerza el valor inicial a 0, en concordancia con la fisiología del animal.

Con respecto a la evolución del alimento remanente, se ajustó un modelo similar al anterior solo que decreciente. Fue ajustado mediante mínimos cuadrados no lineales utilizando la función `nls()` del paquete `stats` de R. Se utilizaron valores iniciales de  $a=60$  y  $b=0,1$  para facilitar la convergencia, seleccionados a partir de la inspección gráfica inicial de los datos.

Para determinar diferencias en el efecto del tratamiento sobre el peso, la altura a la cadera y el perímetro torácico se aplicaron modelos lineales mixtos generalizados (PROC GLIMMIX). Los modelos se ajustaron mediante la medición inicial del resultado (cuando estaba disponible) utilizando splines cúbicos penalizados, mediante la sentencia `effect splines(...)` de SAS. En todos los análisis, se consideró estadísticamente significativo, cuando el p-valor obtenido fue menor a un nivel predeterminado de significación (alfa) del 5% ( $p < 0,05$ ).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Peso inicial

En la Tabla 2 se muestran los pesos iniciales según la raza y tratamiento. Las 3 razas fueron designadas, de manera visual, en base a su pelaje (Holando, Cruza y Jersey). Los animales con patrón overo blanco y negro y ventral de las extremidades blancas se clasificaron como Holando, aquellos con pelaje uniforme marrón o dorado como Jersey, y aquellos que no presentaban un patrón claro correspondiente a ninguna de las razas puras fueron clasificados como cruza.

**Tabla 2.** Pesos iniciales según raza y tratamiento

Tratamiento	Raza	Animales (n)	Peso inicial (kg)
A	H	16	30,4±6,23
	C	18	29,6±4,16
	J	2	26,3±7,42
	Promedio Tratamiento A		<b>29,7±4,87</b>
B	H	14	31,9±5,78
	C	21	30,9±5,29
	J	1	27,8
	Promedio Tratamiento B		<b>31,1±5,34</b>
Total		72	<b>30,4±5,13</b>

**H:** Holando; **C:** cruza; **J:** Jersey.

No fueron significativas las diferencias de peso entre raza [ANOVA;  $F(2, 66) = 1,011$ ;  $p = 0,369$ ], entre tratamientos [ $F(1, 66) = 1,219$ ;  $p = 0,274$ ] ni entre raza y tratamientos [ $F(2, 66) = 0,006$ ;  $p = 0,994$ ].

### 6.2 Transferencia pasiva de la inmunidad

Excepto 2 animales (uno correspondiente al grupo tratado y el otro al control) todos tuvieron un tipo de parto eutócico.

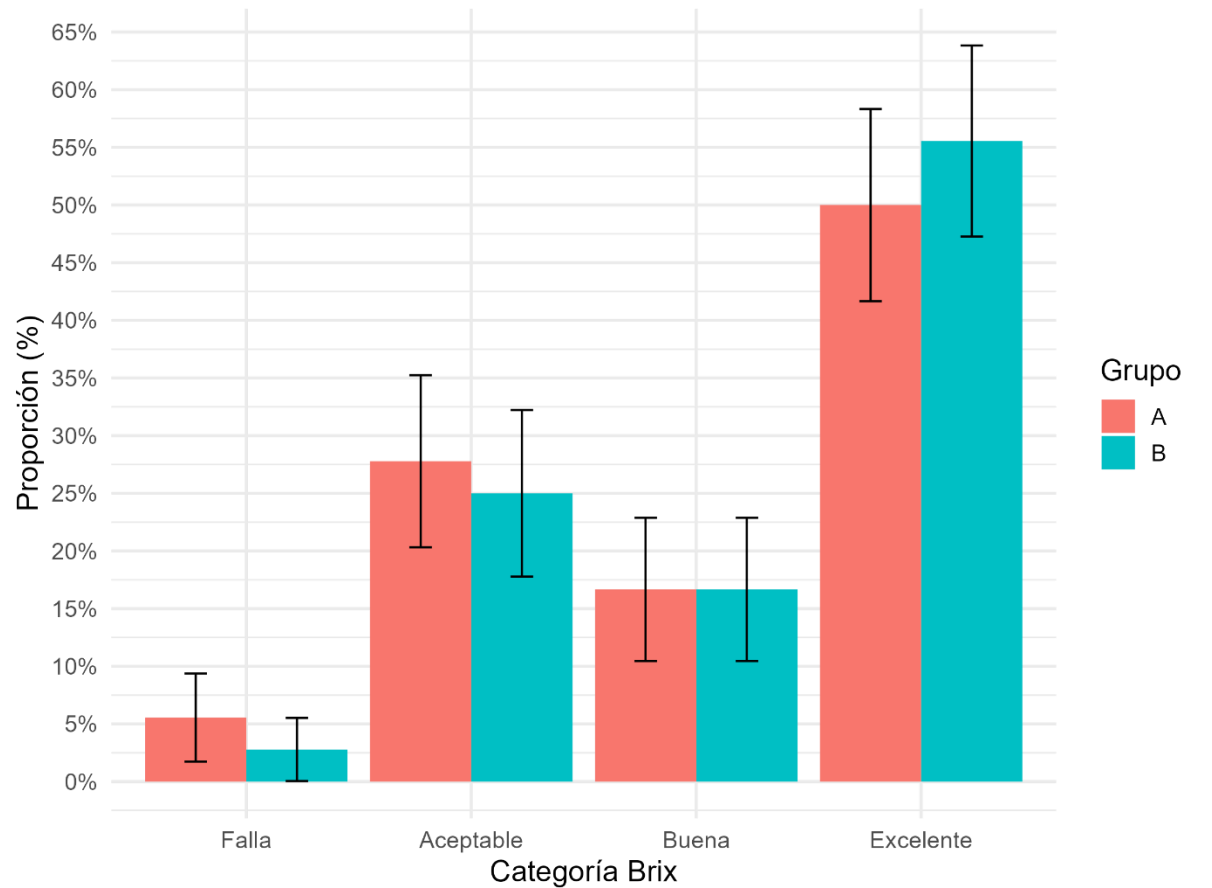
Con respecto al calostro suministrado, la cantidad [mediana (IQR)], calidad [mediana (IQR)] y cantidad suministrada expresada como porcentaje del peso vivo [mediana (IQR)] fue de 3 L (2,5-3), 23,4 (20,6-25) °Brix (°B) [mediana (IQR)] y 9,3% (8-10,2), respectivamente. En la tabla 3 se detalla según cada tratamiento.

**Tabla 3.** Cantidad de animales, litros de calostro suministrado [mediana (IQR)], calidad del calostro [mediana (IQR)] y porcentaje de calostro suministrado con relación al peso al nacimiento [mediana (IQR)] según tratamiento.

Trat	Animales	Cantidad (L)	Calidad (°B)	% PV
A	36	3 (2,75-3)	23,4 (20,5-24,9)	9,4 (8,7-10,2)
B	36	3 (2,5-3)	23,4 (20,7-25,1)	8,7 (7,8-9,8)

Trat: tratamiento; % PV: calostro suministrado expresado como porcentaje del peso vivo. Adaptado de Graña e Ibarra (2023).

Con respecto a la TPI, la mediana (IQR) fue de 9,45 °B (8,7-10,6). En el tratamiento A fue de 9,35 (8,6-10,5) y en el B de 9,65 (8,8-10,7), no habiendo diferencias entre tratamientos (prueba de Wilcoxon,  $W = 592,5$ ;  $p = 0,535$ ). El 53% (38/72) de los animales fue categorizado como excelente, 17% (12/72) como Buena, 26% (19/72) como Baja y el 4% (3/72) como falla en la TPI. En el siguiente grafico (Figura 8) - se muestran las siguientes categorías según su tratamiento.



**Figura 8.** Proporciones de transferencia de la inmunidad pasiva según tratamiento. Las barras de error representan la proporción dentro de cada grupo; los errores corresponden al error estándar de la proporción.

## 6.3 Sistema de alimentación

### 6.3.1 Dieta líquida

Los estadísticos de sumarización correspondiente a los grados Brix de la leche, los sólidos totales y la temperatura que fue suministrada la leche, fueron los siguientes:

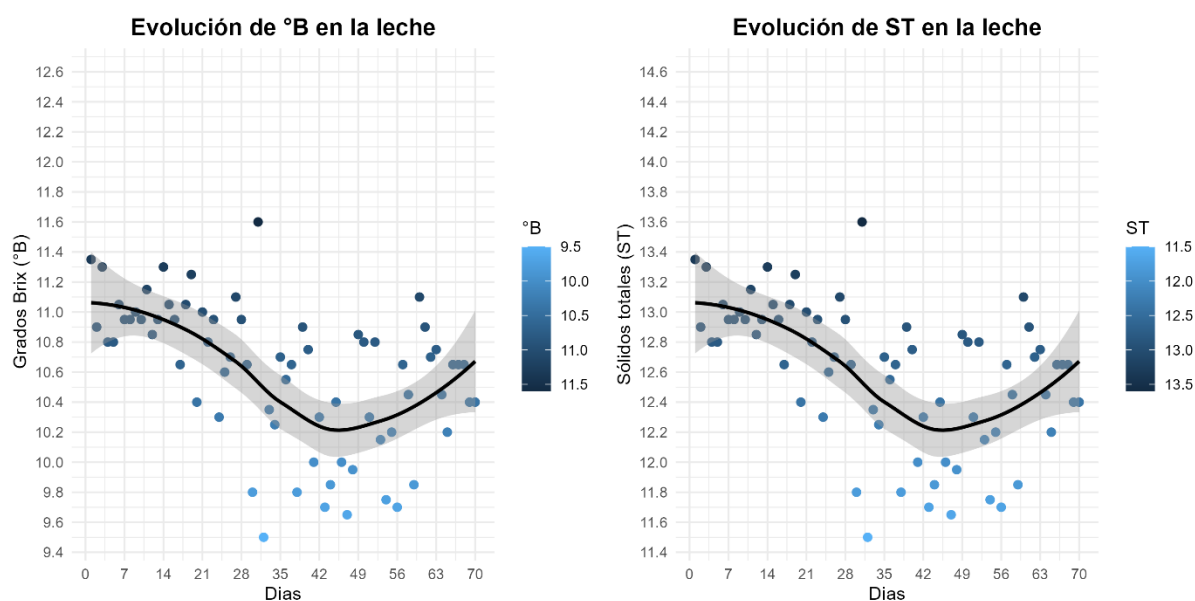
**Tabla 4.** Estadísticos de resumen

Variable	Unidad medida	N	Media	DE	Min.	Max.	Rango	IC 95%
°Brix	grados brix	82	10,6	0,4	9,5	11,6	2,1	10,4 -10,6
ST	gramos /100 g de leche.	82	12,6	0,4	11,5	13,6	2,1	12,4- 12,6
T° Tanque	grados centigrados	81	39,6	1,1	35,3	42	6,7	39,6 – 39,8
T° Tetinera	grados centigrados	80	36,9	1,3	35,4	39,7	6,3	36,6 – 37,2

**°Brix, ST:** sólidos totales. **DE:** Desvío estándar, **IC:** Intervalo de confianza al 95; **T° Tanque:** Temperatura de la leche tomada en el tanque cisterna al momento de llegar a la crianza; **T° Tetinera:** Temperatura de la leche en los cubículos de donde succionaban los animales (tetinera comunitaria).

Con respecto a la evolución de los mismos a través del tiempo, los podemos observar en los siguientes gráficos de dispersión:

Se analizó la evolución de los grados Brix de la leche suministrada y de la cantidad de sólidos totales a través del tiempo (Figura 9).

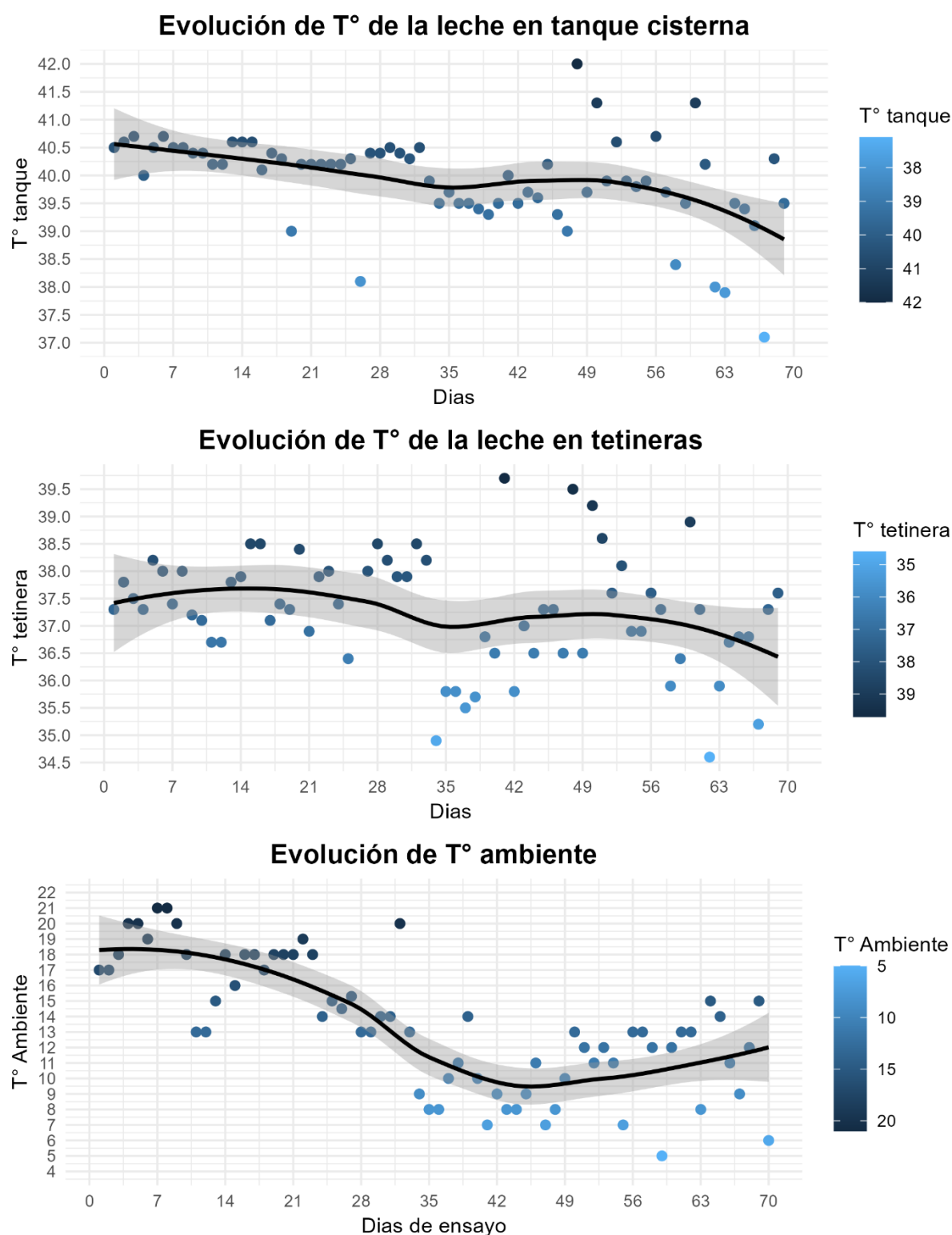


**Figura 9.** Evolución de °B y de ST en la leche según las variables en el tiempo. Ajuste por regresión local (LOESS; líneas negras) con IC 95% (área gris).

Se puede observar cómo los datos siguen un patrón de U a través del tiempo. Esto se condice con la dinámica de partos y el tipo de dieta líquida suministrada (mezcla de leche de transición y leche de desvío). En este predio en particular, con un sistema de partos biestacional (otoño - 80% de los partos totales/año - y primavera – 20% de los partos totales/año), hubo una gran proporción de animales aportando leche de transición (mayor cantidad de sólidos totales) al tanque, los primeros 30 días del ensayo. A medida que la cantidad de animales en posparto temprano fue disminuyendo, la concentración de sólidos totales en la leche se fue normalizando (12,5 - 13%). El segundo incremento se condice con el ingreso de nuevas vacas paridas ocurrido a los 60 días de iniciado el ensayo, lo cual elevó el porcentaje de sólidos totales de la leche nuevamente.

La evolución de la temperatura en el tanque cisterna, tetinera y temperatura ambiente se grafica en la Figura 10.





**Figura 10.** Evolución de la T° de leche en el tanque cisterna, en las tetineras y en el ambiente. Ajuste por regresión local (LOESS; líneas negras) con IC 95% (área gris).

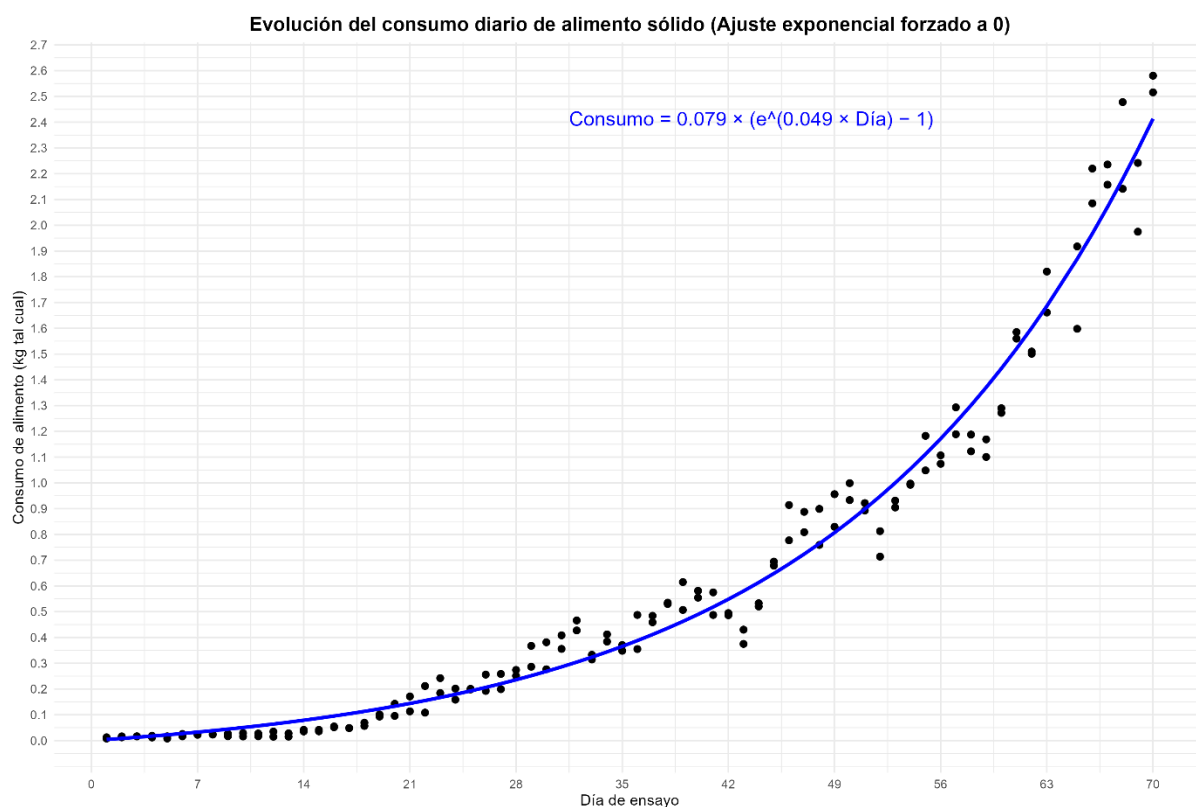
Con respecto a la temperatura registrada de leche en tanque y la temperatura de leche en las tetineras fue más baja entre los días 35 a 42 del ensayo, que coincidieron con los meses de mayo y junio, donde hay una disminución de la temperatura ambiental (información presentada más adelante).

Se observó una correlación positiva moderada entre la temperatura ambiente y la temperatura registrada tanto en el tanque de leche ( $r = 0.52$ ; IC 95%: 0.34–0.67;  $p < 0.001$ ) como en la tetinera ( $r = 0.52$ ; IC 95%: 0.33–0.66;  $p < 0.001$ ). En ambos casos, la disminución de la temperatura ambiental se asoció con una disminución significativa en las temperaturas operativas de los equipos.

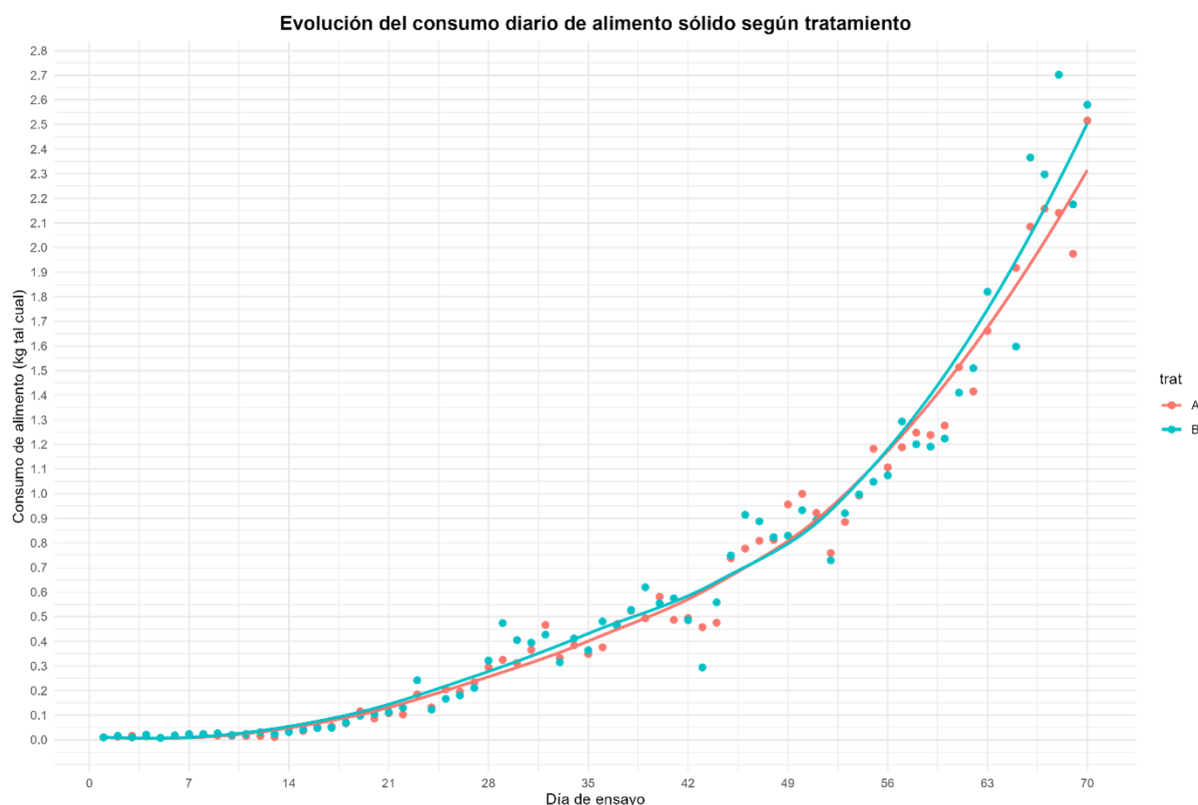
### 6.3.2 Dieta sólida

Con respecto al consumo de alimento sólido diario por tratamiento [mediana (IIC)], el mismo fue de 0,321 (0,85) kg/día para el tratamiento A y 0,407 (0,86) para el B; sin diferencia significativa entre tratamientos (test de Wilcoxon = 16086;  $p = 0,326$ ). La cantidad de ración total consumida por animal fue de 42,3 kg en el tratamiento A y 43,6 kg en el B.

En la Figura 11 se observa la evolución del consumo de alimento sólido “tal cual” en general y por tratamiento (Figura 12).



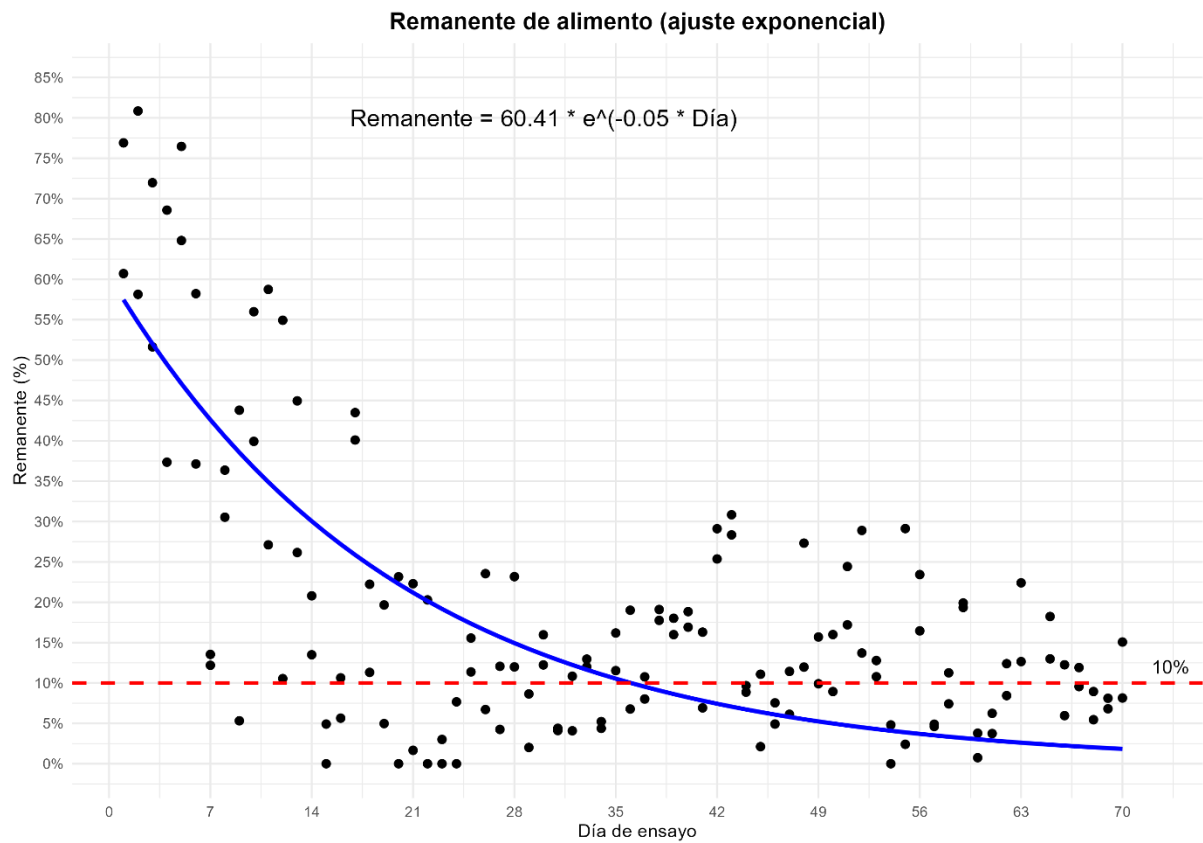
**Figura 11.** Evolución del consumo de alimento sólido. Línea azul: ajuste a modelo de regresión exponencial.



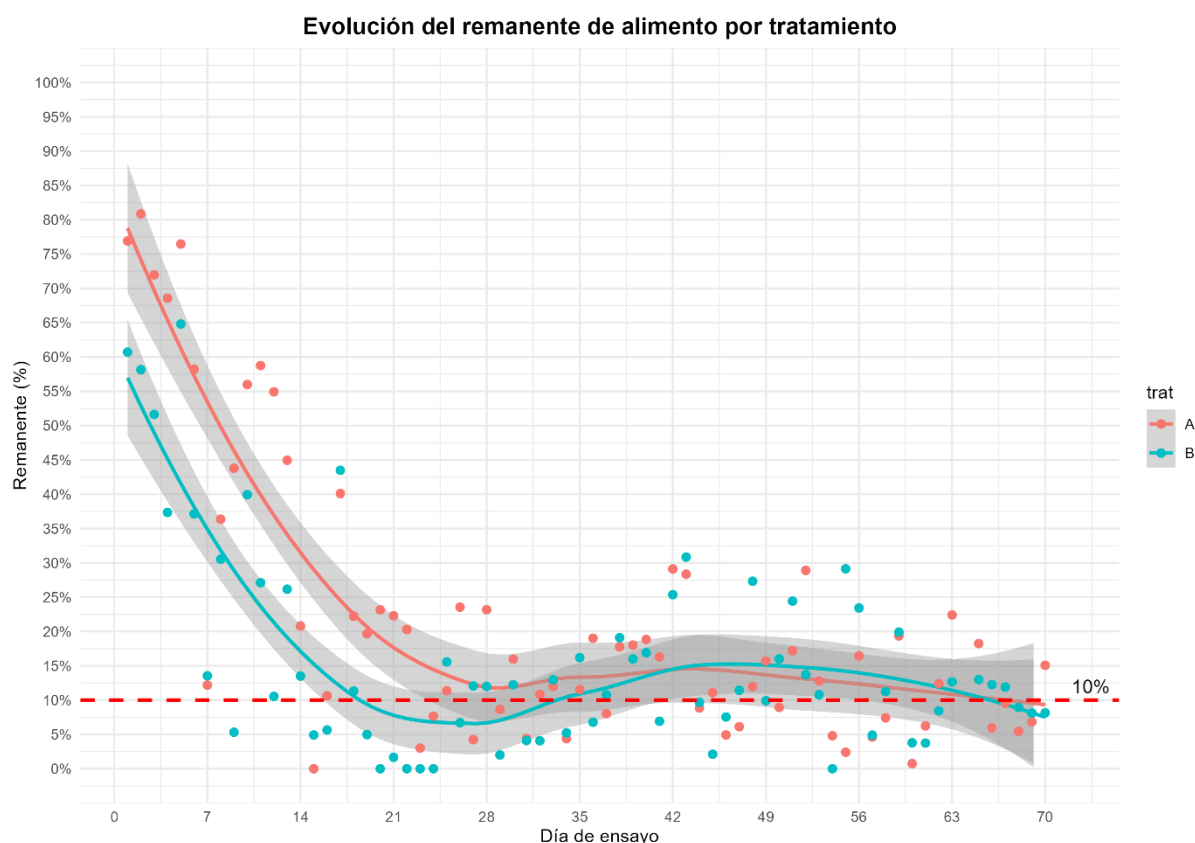
**Figura 12.** Evolución de consumo de alimento sólido según tratamiento.

El consumo diario de alimento sólido, para ambos tratamientos, se ajustó a un modelo exponencial, obteniéndose un valor de  $a = 0,077$  y  $b = 0,050$  ( $p < 0.001$ ). Este ajuste refleja un patrón de crecimiento acelerado y acumulativo en el consumo a lo largo del tiempo en concordancia con la gráfica.

En la Figura 13, se observa la evolución del remanente de alimento durante los días del ensayo, y en la Figura 14 se observa la evolución del remanente por tratamientos.



**Figura 13.** Evolución del remante de alimento en el tiempo. Línea azul: ajuste a modelo de regresión exponencial decreciente.



**Figura 14.** Evolución del remanente de alimento por tratamiento en el tiempo. Ajuste por regresión local (LOESS; líneas roja y celeste) con IC 95% (área gris).

El remanente diario de alimento se ajustó satisfactoriamente a un modelo exponencial decreciente, obteniéndose un valor de  $a = 60,41$  y  $b = 0,0499$  ( $p < 0,001$ ). Este ajuste refleja una disminución acelerada del porcentaje de alimento no consumido al avanzar los días del ensayo, con una caída pronunciada durante las primeras semanas y una posterior estabilización en torno al 10 % alrededor del día 36 del ensayo.

## 6.4 Parámetros ambientales.

### 6.4.1 Temperatura ambiente

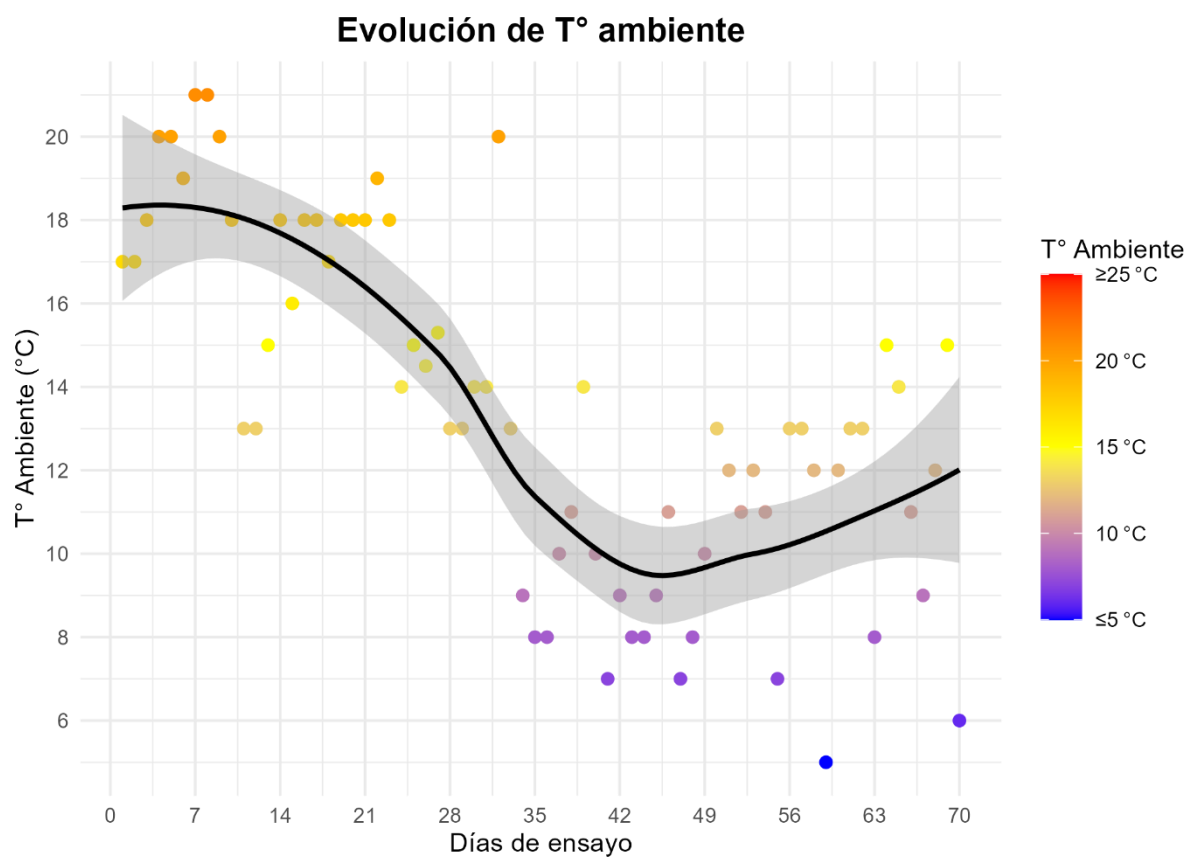
La temperatura ambiente (media  $\pm$  DE), humedad relativa (media  $\pm$  DE) e ITH (media  $\pm$  DE) registradas durante las semanas del ensayo se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Registro de parámetros ambientales: Temperatura ambiental, humedad relativa y índice temperatura – humedad.

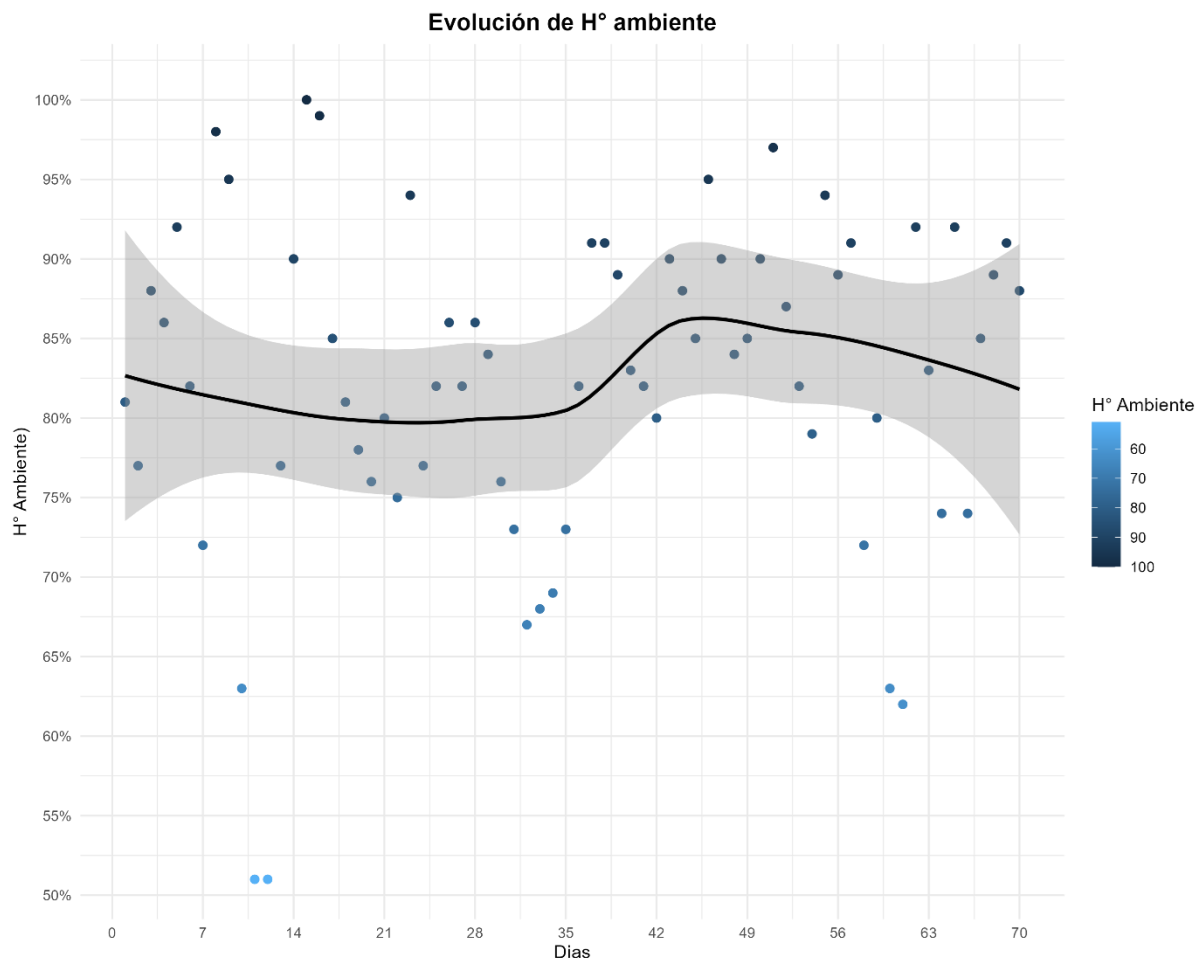
Semana	T° Amb (Media $\pm$ DE)	% H° (Media $\pm$ DE)	ITH
1	18,5 $\pm$ 1,37	84,3 $\pm$ 5,39	64,7 $\pm$ 2,50
2	17,3 $\pm$ 3,59	72,4 $\pm$ 19,11	62,8 $\pm$ 5,95
3	17,6 $\pm$ 0,78	87 $\pm$ 9,69	63,3 $\pm$ 1,25
4	16,2 $\pm$ 2	82,3 $\pm$ 6,29	60,8 $\pm$ 3,33

5	$13,7 \pm 3,25$	$74,7 \pm 7,69$	$56,8 \pm 4,70$
6	$9,7 \pm 2,36$	$84,4 \pm 6,47$	$50,3 \pm 3,59$
7	$8,6 \pm 1,27$	$87,4 \pm 4,89$	$48 \pm 2,23$
8	$10,8 \pm 1,95$	$87,7 \pm 6,42$	$52,1 \pm 3,53$
9	$11,6 \pm 2,93$	$78,4 \pm 12,94$	$53,6 \pm 4,75$
10	$12 \pm 2,82$	$84 \pm 7,52$	$54 \pm 4,72$

En las siguientes figuras se puede observar la evolución de cada uno de los parámetros a través de los días de duración del ensayo.

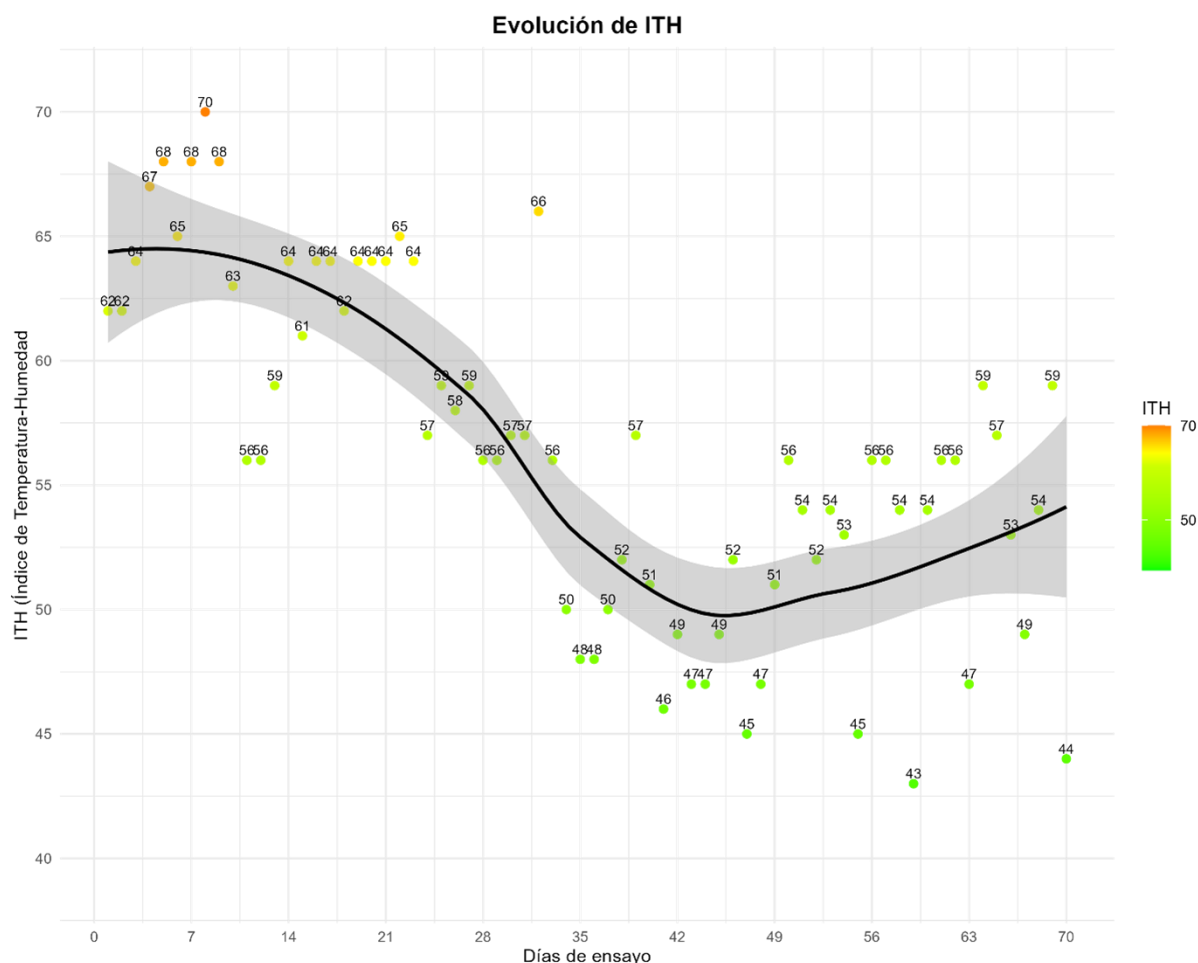


**Figura 15.** Evolución de T° ambiente. Ajuste por regresión local (LOESS; línea negra) con IC 95% (área gris).



**Figura 16.** Evolución de la humedad ambiental. Ajuste por regresión local (LOESS; línea negra) con IC 95% (área gris).

Como se puede observar en la Figura 17, en ninguno de los días del ensayo se alcanzó ni superó el umbral establecido de un  $ITH \geq 82$  (Dado-Senn et al., 2020); por lo que, en las condiciones evaluadas, el ITH no habría influido en el consumo.

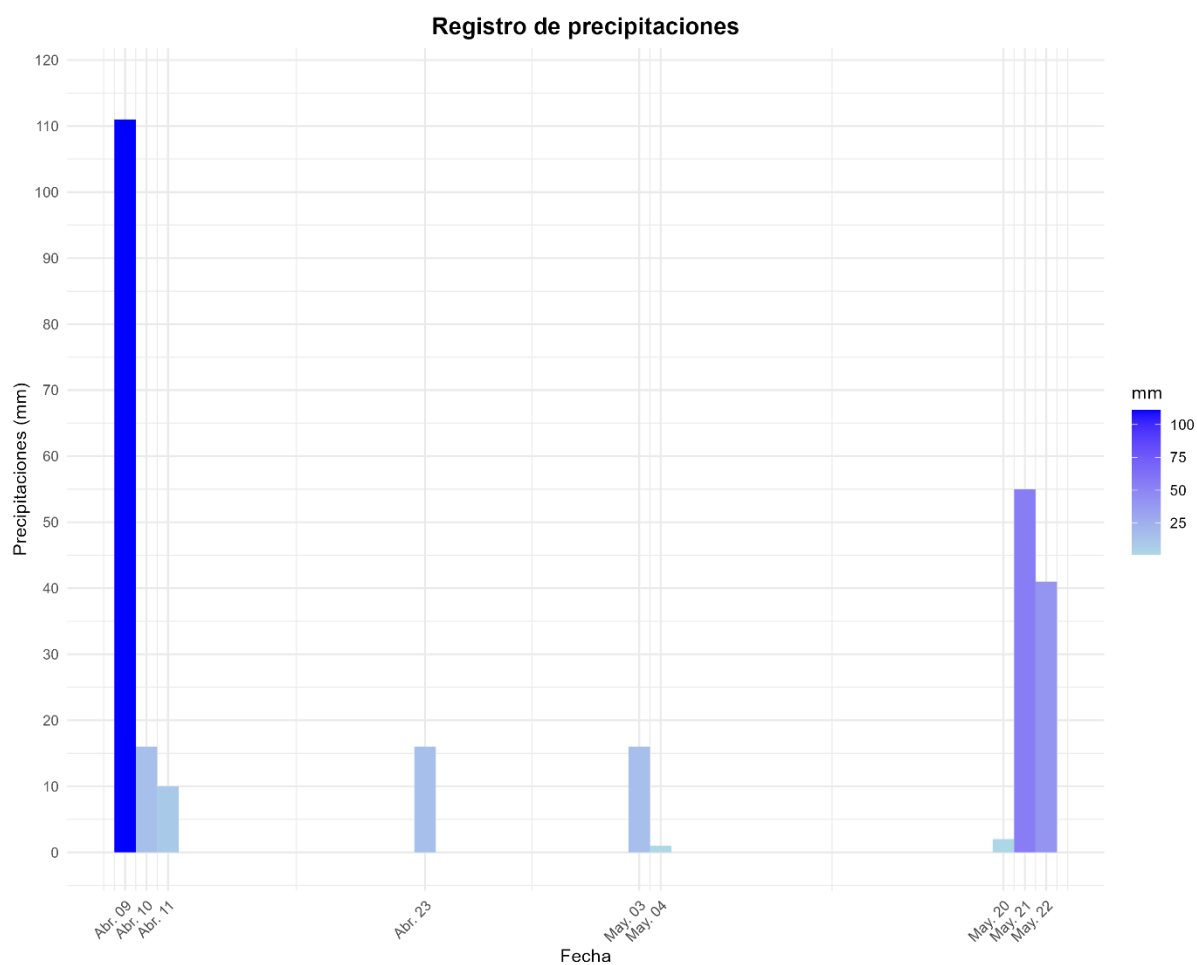


**Figura 17.** Evolución de índice de temperatura humedad (ITH) en los meses de ensayo. Ajuste por regresión local (LOESS; línea negra) con IC 95% (área gris).

#### 6.4.2 Precipitaciones

Se registraron 9 eventos de lluvia, el valor de la mediana fue de 16 mm. Como se observa en la Figura 18 hubo 3 eventos particularmente grandes (111, 55 y 41 mm), el 9/04, 21/05 y 22/05, respectivamente.





**Figura 18.** Fecha y precipitaciones (milímetros) registradas.

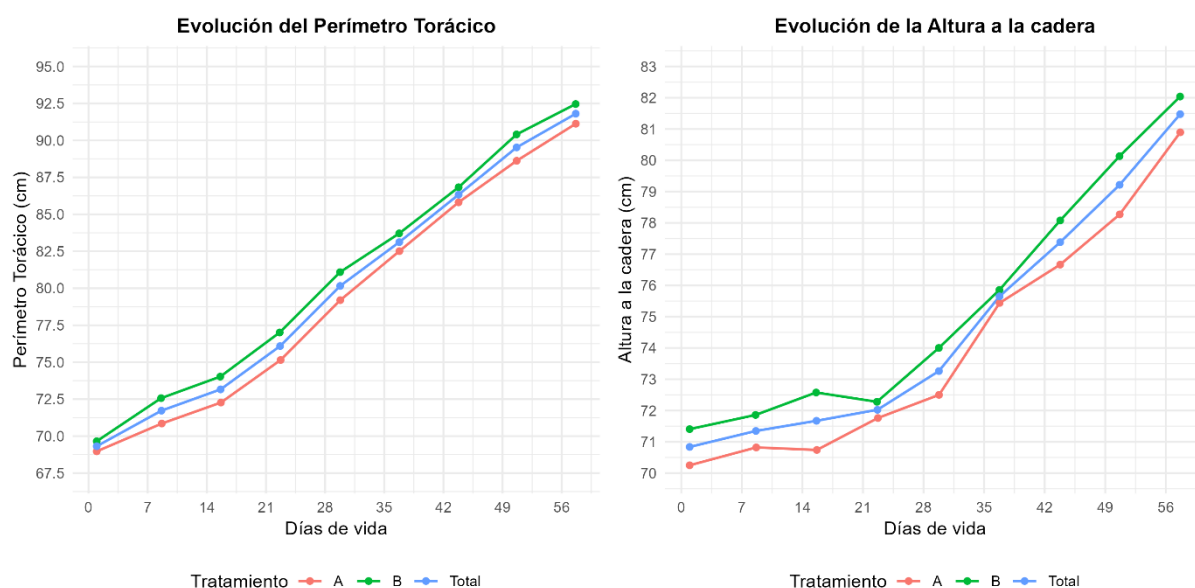
### 6.5 Parámetro de crecimiento (performance)

En la tabla 6 se muestran los valores correspondientes a los pesos de la 5<sup>ta</sup> semana de vida y final del período de crianza, así como sus respectivas ganancias diarias de peso (GDPV).

**Tabla 6.** Peso y GDPV a la 5<sup>ta</sup> semana de vida y final del periodo de crianza

Tratamiento	Animales (n)	Edad 5 <sup>ta</sup> semana (días)	Peso 5 <sup>ta</sup> semana (kg)	GDPV 5 <sup>ta</sup> semana (kg)	Edad peso final (días)	Peso final (kg)	GDPV total crianza (kg)
A	33	32,9	44,4	0,438	70,3	75,2	0,642
B	34	32,4	45,3	0,435	70,4	77,3	0,654
Total	67	32,7	44,9	0,437	70,3	76,2	0,648

En las siguientes dos figuras se observa la evolución de la altura a la cadera de los animales (cm) y del perímetro torácico (cm), según cada tratamiento y total. Se destaca una leve diferencia del tratamiento B en comparación con el tratamiento A en ambos gráficos, aunque la misma no fue significativa (ver más adelante).



**Figura 19. A-** Evolución del perímetro torácico **B-** la altura a la cadera en el tiempo.

## 6.6 Resultado de desempeño

### 6.6.1 Peso vivo

No hubo evidencia de un efecto del tratamiento en el presente estudio sobre la ganancia de peso vivo, como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** modelo mixto generalizado para peso

Pesada	Peso vivo – kg, Media MC (EE)		Diferencia A vs B Kg, Media (IC <sub>95%</sub> )	Valor P	
	Tratamiento A (n=33)	Tratamiento B (n=33)		sin ajustar	FDR
2	44,9 (1,1)	44,4 (1,1)	0,5 (-2,4; 3,4)	0,7291	0,8435
3	75,7 (1,7)	76,1 (1,7)	-0,5 (-5,0; 4,1)	0,8435	0,8435

**Media MC:** Media de mínimos cuadrados. **EE:** Error estándar. **IC95%:** Intervalo de confianza al 95%. **FDR:** False Discovery Rate adjustment.

Tratamiento: P = 0.9891

Tratamiento x Pesada: P = 0.6320

### 6.6.2 Perímetro torácico

Similar a lo observado con el peso vivo, no hubo evidencia de un efecto tratamiento sobre el perímetro torácico de los animales.

**Tabla 8.** Modelo mixto generalizado para perímetro torácico

Medición	<u>Perímetro torácico – cm, media</u> <u>MC (EE)</u>		<u>Diferencia A vs B</u> cm, Media (IC <sub>95%</sub> )	<u>Valor P</u>	
	Tratamiento A (n=33)	Tratamiento B (n=33)		<u>Sin ajustar</u>	<u>FDR</u>
2	71.1 (0.6)	72.4 (0.6)	-1.2 (-2.9; 0.4)	0.1444	0.3195
3	72.6 (0.5)	73.5 (0.5)	-1.0 (-2.4; 0.5)	0.1997	0.3195
4	75.4 (0.5)	76.5 (0.5)	-1.0 (-2.5; 0.5)	0.1756	0.3195
5	79.5 (0.5)	80.7 (0.5)	-1.2 (-2.7; 0.3)	0.1271	0.3195
6	82.8 (0.6)	83.2 (0.6)	-0.4 (-2.0; 1.2)	0.5966	0.7955
7	86.1 (0.5)	86.4 (0.5)	-0.3 (-1.8; 1.2)	0.6961	0.7955
8	88.9 (0.5)	89.9 (0.5)	-1.0 (-2.5; 0.5)	0.1921	0.3195
9	91.4 (0.6)	91.6 (0.6)	-0.1 (-1.9; 1.6)	0.8720	0.8720

**Media MC:** Media de mínimos cuadrados. **EE:** Error estándar. **IC95%:** Intervalo de confianza al 95%.

**FDR:** False Discovery Rate adjustment

Tratamiento: P = 0.2537

Tratamiento x Medición: P = 0.5232

### 6.6.3 Altura

No hubo evidencia de un efecto del tratamiento A sobre la altura a la cadera de los animales en comparaciones con el tratamiento B.

**Tabla 9.** modelo mixto generalizado para altura

Medición	Altura – cm Media MC (EE)		Diferencia A vs B cm, Media (IC <sub>95%</sub> )	Valor P	
	Tratamiento A (n=33)	Tratamiento B (n=33)		Sin ajustar	FDR
2	71.0 (0.7)	71.6 (0.6)	-0.6 (-3.1; 1.9)	0.5253	0.6907
3	70.9 (0.7)	72.3 (0.7)	-1.4 (-3.9; 1.0)	0.1821	0.6458
4	71.9 (0.6)	71.4 (0.9)	0.5 (-1.8; 2.9)	0.6044	0.6907
5	72.6 (0.6)	73.7 (0.6)	-1.0 (-3.7; 1.7)	0.2877	0.6458
6	75.6 (0.6)	75.6 (0.6)	0.0 (-2.7; 2.7)	0.9720	0.9720
7	76.8 (0.6)	77.8 (0.6)	-0.9 (-3.9; 2.0)	0.3229	0.6458
8	78.4 (0.6)	79.8 (0.6)	-1.4 (-4.1; 1.4)	0.1960	0.6458
9	81.0 (0.6)	81.7 (0.6)	-0.7 (-3.5; 2.1)	0.4429	0.6907

**Media MC:** Media de mínimos cuadrados. **EE:** Error estándar. **IC95%:** Intervalo de confianza al 95%.

**FDR:** False Discovery Rate adjustment

Tratamiento: P = 0.4475

Tratamiento x Medición: P = 0.0129

## **7 DISCUSION**

En la crianza artificial de terneros lecheros, existen muchos desafíos que deben superarse para que la misma sea exitosa. Uno de los desafíos es el SDN, que es la causa más importante que genera pérdidas tanto directas como indirectas en el período de crianza (Windeyer et al., 2014). Dicha reposición tiene que darse en los plazos establecidos para no generar mayores costos a la producción por lo cual, la ganancia de peso y el crecimiento son fundamentales para lograr los objetivos de dicho sistema de producción (Waltner-Toews et al., 1986; Turiello et al., 2020).

### **7.1 Peso inicial**

Se registró el peso inicial de cada grupo con el fin de tener un punto de referencia a la hora de evaluar el efecto del tratamiento. De esta manera, nos aseguramos de que cualquier variabilidad observada pueda atribuirse al efecto del tratamiento y no a condiciones de partida desiguales.

Los pesos iniciales no mostraron diferencias significativas entre raza, entre tratamiento, y ni entre raza y tratamiento. Los terneros en nuestro ensayo tienen un peso similar al peso promedio de otros terneros de la misma raza (Hickson, Zhang, y McNaughton, 2015).

Es importante tener en cuenta el peso al nacimiento, dado que los terneros que presentan bajo peso al nacer tienen más chances de contraer enfermedades, lo que puede afectar su crecimiento y desarrollo a largo plazo (Vélez et al., 2019).

Los factores que afectan las diferencias de peso inicial en terneros se pueden atribuir a la edad de la madre o el número de partos, debido a que las vacas de primer parto suelen tener terneros con menor peso al nacimiento; genética, raza (Jersey, Holando) y el manejo de las madres durante el periodo del parto. Así mismo, hay varios estudios coinciden en que los terneros más livianos son los que nacen en invierno en comparación con los terneros nacidos en verano (Bustamante y López Saubidet, 1972; Osorio y Segura, 2008).

Al igual que el peso al nacimiento, se determinó la TIP con el fin de evaluar que ambos grupos (tratamiento y control) estuvieran en igualdad de condiciones, ya que una falla en la TIP en algunos de los grupos mencionado anteriormente, tendría más chances de presentar una o más enfermedades, las cuales afectarían en su desarrollo y crecimiento (Antari, 2018; Searle et al., 1989).

La mayoría de los terneros (96%) recibieron excelente a buena calidad de TIP, excepto el 4% de los terneros tuvieron fallas en TIP con respecto a lo descrito por Godden, Lombard, y Woolums (2019) y Lombard et al (2020). A cada animal del presente ensayo se le suministró 3 L de calostro de una calidad de 23,4 °B (aprox 77 g de IgG/L), por lo cual podemos estimar que se le suministró a cada animal 231 g de IgG, lo cual concuerda con el rango sugerido en la bibliografía (McGuirk y Collins, 2004).

Como protocolo del establecimiento, asumiendo un peso al nacer de 30 kg promedio, es que se calostro con 3 L, lo que equivaldría al 10% del PV. En un estudio realizado

con animales con genotipos similares a nuestro ensayo, se observó que lograban una buena TIP utilizando 8,5% PV, con un calostro de excelente calidad (>30 °B) (Conneely et al., 2014).

Si bien no fue significativo, vemos un consumo menor de cantidad de calostro, del grupo B, expresado como % de PV. Sin embargo, la falla de TPI no difirió entre los tratamientos. El suministro de calostro por vía de sondaje resulta ser más efectivo para lograr niveles de TIP elevados. Esta metodología ha demostrado ser más eficiente que dejar al ternero amantar naturalmente de la vaca y/o suministrar calostro con biberón según lo descrito por (Cresci y Gonzales, 2023), por lo que puede ser una buena estrategia de manejo a implementar en rodeos lecheros de Uruguay.

## **1.1 Sistema de alimentación**

Para garantizar que cualquier efecto observado pudiera atribuirse al eubiótico y no a diferencias en la dieta, ambos grupos recibieron la misma alimentación. La calidad del alimento tanto líquido como sólido concuerda con los requerimientos necesarios para el crecimiento y desarrollo de los animales (Moore et al., 2009; Nemocón, Angulo, Gallo, y Mahecha, 2020).

### **1.1.1 Dieta líquida**

El protocolo descrito en la sección de materiales y métodos utilizado para el ensayo fue similar al protocolo utilizado por Jahani-Azizabadi et al., (2022), donde también evaluaron los parámetros de crecimiento al suministrar un eubiótico incorporado a la leche.

Los animales fueron alimentados con una dieta líquida en la que se evaluaba diariamente la cantidad de sólidos totales mediante el refractómetro con una calidad de 10,6 °B, lo que corresponde a 12,6% sólidos totales al igual que lo recomendado por Moore et al., (2009).

Los sólidos totales disminuyen por los ordeños sucesivos post parto, hasta llegar al número estable en leche entera, el cual es del 12,9% (Garzón, 2008). El porcentaje de sólidos en la leche está influenciado por factores genéticos y factores ambientales que incluye la edad de la vaca, temperatura ambiental, manejo del ordeño, salud de la vaca y manejo alimenticio. De todos estos factores, el manejo alimenticio es el que más influye en los componentes, especialmente el contenido de grasa (Campabadal, 1999).

En relación con la temperatura de la leche ofrecida a las terneras, se procuró mantenerla constante durante todo el período experimental. Para ello, se utilizó un tanque de frío adaptado a un tráiler, el cual era remolcado por un tractor. Aunque existen tanques diseñados específicamente para calentar y conservar la temperatura del alimento líquido destinado a los terneros, el equipamiento proporcionado por la empresa para este ensayo consistía en un tanque de frío adaptado. Este presentaba una estructura de doble pared de acero inoxidable, con un aislamiento intermedio de espuma de poliuretano, material que actúa como un eficiente aislante térmico. No obstante, los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo evidenciaron que

la temperatura del alimento líquido se vio influenciada por la temperatura ambiente, cuando esta disminuyó considerablemente a partir del día 35 del mencionado ensayo. Estas variaciones podrían atribuirse a un deficiente estado de conservación del tanque o, considerando la distancia entre el sitio de almacenamiento del alimento y la crianza, a la pérdida de calor por conducción durante el trayecto. En este sentido, tanto las bajas temperaturas ambientales como la fricción del viento sobre la superficie del tanque durante el transporte podrían haber contribuido al enfriamiento de la leche.

Estas variaciones de temperatura se relacionan directamente con la aparición de diarrea de tipo alimentario (Inchausti, 1970 citado por Garzón 2007).

#### **7.1.1 Dieta sólida**

Se estimó el consumo diario por grupo en busca de un posible efecto del tratamiento que resultara en el aumento del consumo o en una mejor eficiencia de conversión en los animales que se le suministró el eubiótico (Barragry, 2020).

La dieta sólida que se le ofreció a las terneras fue de un iniciador comercial de 21% de PC, en base seca, durante las primeras 5 semanas de vida para luego cambiar a un iniciador de 18% de PC hasta el final de la crianza, de acuerdo con lo recomendado en la bibliografía con respecto a los requerimientos de los terneros para su óptimo crecimiento y desarrollo (Nemocón et al., 2020).

Con respecto al consumo no encontramos diferencias significativas entre los grupos del tratamiento A (eubiótico) y B (grupo control). Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Jahani-Azizabadi et al., (2022), quienes utilizaron un eubiótico agregado a la dieta líquida, y tampoco obtuvieron diferencia en el consumo de alimento sólido, entre el grupo tratamiento y control. En contraste con nuestros resultados, el estudio realizado por Liu et al., (2020) observaron que tuvieron aumento en el consumo total de materia seca en aquellos animales suplementados con una mezcla de aceites esenciales y prebióticos (arabinogalactanos, carvacrol, timol, cineol, cariofileno, p-cimeto, terpineno y lactato de cobalto; 44,1 mg/kg) agregados a la ración con respecto al grupo control. A diferencia de nuestro trabajo con Liu et al., (2020), el tamaño de la muestra fue menor y eso hace que disminuya la confiabilidad de los resultados.

En cuanto al consumo de alimento sólido diario por tratamiento fue de 0,321 (0,85) kg/día para el tratamiento A y 0,407 (0,86) para el B durante las 9 semanas de crianza. Estos resultados coinciden con Elizondo y Monge, (2019) quienes evidencian que el consumo aumente gradualmente hasta llegar a 1 kg/día/animal a las 8 semanas, cuando se espera que dupliquen el peso al nacimiento, lo cual se considera una medida de eficiencia y adecuado manejo en la crianza.

#### **7.1.2 Parámetros ambientales**

Se registraron los parámetros ambientales para evaluar su posible influencia en el rendimiento de los animales. Estos factores pueden afectar la salud y el crecimiento de los terneros, por lo que su monitoreo es esencial para asegurar que cualquier efecto observado se deba al tratamiento y no a variaciones en el ambiente. Dado que ambos

grupos de tratamiento compartían las mismas condiciones ambientales, cualquier efecto de estos factores externos habría impactado a ambos grupos por igual, eliminando su potencial influencia como variable confusora en los resultados obtenidos.

Se considera que la temperatura confort es de 15 – 27°C. El nivel de temperatura ambiental por debajo de 15°C, la energía absorbida es utilizada principalmente para generar calor, en lugar de crecimiento (Arias et al. 2008; Van Amburgh y Soberon, 2013). En nuestros resultados encontramos que a partir del día 28 de dicho ensayo, las temperaturas registradas fueron inferiores a 15°C, lo que coincide con un aumento en el consumo de la dieta sólida. Dicho resultado no es del todo atribuible a dicho parámetro, ya que los animales iban creciendo y a partir de la 5ª semana se redujo la dieta líquida, lo cual influyó a un aumento del consumo de la dieta sólida de ambos grupos.

Dentro de los parámetros ambientales, el ITH que se registró durante los meses del ensayo no sobrepasó en ningún día de dicho trabajo, los límites que surgen por el trabajo realizado por Dado-Senn et al., 2020, el cual es de un ITH  $\geq 82$ .

### 7.1.3 Parámetros de crecimiento

Nuestra hipótesis fue que los terneros infectados con *Cryptosporidium* spp. tratados con el eubiótico, tendrían mayor ganancia de peso diario, y, por lo tanto, mayor crecimiento durante su etapa de crianza en comparación con el grupo control. No obstante, este resultado no fue el observado en el presente trabajo, debido a que los parámetros de crecimiento entre el grupo que se le suministró el eubiótico y el grupo control no tuvieron diferencias significativas.

En concordancia con el estudio realizado por Jahani-Azizabadi et al., (2022), los cuales utilizaron 48 terneros Holando (24 hembras y 24 machos), el cual era una limitante, debido a que el tamaño de la muestra era pequeña. Se dividieron en 4 grupos: grupo control de 12 animales (CON; sin aditivo), y luego se dividieron en 3 grupos en el cual se probaron diferentes concentraciones (4, 8, 12 mL/día) de una mezcla de extractos de hierbas ricos en fitobióticos (denominado comercialmente, IMPE) incorporados en la leche. Los tratamientos no tuvieron efectos significativos sobre el peso corporal al destete, ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y altura en comparación con el grupo control, aunque se observó que los animales que recibieron 8 mL/d de IMPE, tuvieron menos casos de diarrea. Los autores concluyen que el producto utilizado, puede llegar a servir como alternativa de los antimicrobianos, ya que la incidencia de diarrea fue menor en los terneros suplementados con dicho producto.

A diferencia de nuestros resultados obtenidos, en otro ensayo realizado se administró a un grupo de animales una mezcla de aceites esenciales y prebióticos, agregados a una ración iniciador peletizado de terneros, comparando los resultados con un grupo control. Se observó que el grupo de terneros a los que se les suministró la mezcla se observó que el peso corporal y las tasas de crecimiento fueron superiores a las del grupo control. Además, concluyeron que a los animales alimentados con la mezcla



sufrieron menos episodios de diarrea y su sistema inmunitario era mejor en comparación con aquellos que lo recibieron, lo que claramente puede ser prometedor, como una alternativa natural al uso de antimicrobianos (Liu et al., 2020).

Otros estudios realizados en los cuales administran in vitro e in vivo un suplemento alimenticio natural, denominado comercialmente Auranta 3001, que contiene ácido láctico y cítrico, agente emulsionante a base de glicerina, cloruro de sodio, extracto de cítricos (6%), extracto de semilla de uva (2%) y extracto de orégano (1%). Demostraron de forma in vitro, una reducción significativa en la invasividad de *C. hominis* y *C. parvum*; mediante una interferencia en las vías metabólicas de la célula huésped lo que afecta la infección y el crecimiento del parásito. A su vez, se demostró que este producto disminuyó significativamente los mediadores de la inflamación, provocada por la infección por *Cryptosporidium* spp. en el tracto gastrointestinal. Cabe destacar que la efectividad observada dependió de la dosis y de la presencia del producto durante el periodo de la infección (Stratakos et al., 2017). En otro trabajo realizado con el mismo producto Auranta 3001, se utilizaron 61 terneros grupo control y 58 terneros grupo tratamiento, a los cuales se le administró como aditivo en el sustituto lácteo, con una frecuencia de 2 veces al día. En el mismo se observó que los terneros del grupo tratamiento que se administraba de forma profiláctica tenía un efecto benéfico al reducir el número de días con diarrea líquida. Al día 56 los terneros alimentados con Auranta 3001 presentaron mayor peso corporal (Sima et al., 2019).

El producto utilizado por Stratakos y Sima es similar al eubiótico que utilizamos en nuestra tesis, con la diferencia de la forma de administración y frecuencia en la que se suministró el producto a los terneros (eubiotico suministrado con el sustituto lácteo, 2 veces al día, a diferencia que nuestro ensayo se administró por toma via oral, una hora posterior a la toma de leche, unicamente en la mañana), esto nos lleva a plantearnos si podrían ser la causa de la diferencia de los resultados obtenidos.

Se han realizado otros estudios con productos naturales tratando de comprobar su efectividad contra *Cryptosporidium* spp., como es el caso del extracto de granada, la cual demostró ser eficaz disminuyendo el recuento de ooquiste en la materia fecal y en la intensidad de la diarrea, sin embargo, la ganancia diaria promedio de peso vivo estuvo sujeta a la dosis suministrada. A un grupo se le suministró 3,75% del concentrado de extracto de granada, en cual no se observó diferencias con el grupo control y a otro grupo se le agregó a la leche 0,6% del extracto donde se observó que a los 14 días en comparación al grupo control presentaban mejores ganancias diarias de peso (Weyl-Feinstein et al., 2014).

Como hallazgo adicional en los terneros de este estudio, se reportó previamente que la incidencia de diarrea en las terneras fue del 100%, ya que todos los animales presentaron al menos un episodio de diarrea durante el período de crianza (Graña e Ibarra, 2023), sin observarse diferencias entre los terneros que recibieron el eubiótico y los del grupo control. En los 10 muestreos realizados (2 muestreos semanales por animal) se observaron scores fecales mayor a 2. La escala utilizada (Graña e Ibarra, 2023) fue de 0 a 3, donde 0 representa heces normales y 3 diarrea acuosa. El mayor porcentaje de animales con diarrea se observó en la semana 2 y 3. Estos resultados concuerdan con el trabajo realizado por Vélez (2019), donde los animales presentaban mayores casos de diarreas entre los días 8 y 18. En contrapartida, al estudio que

realizaron con Halofuginona, levadura *Saccharomyces cerevisiae* y un grupo control, coincidiendo con otros estudios realizados, concluyeron que el suministro de diferentes productos naturales, tuvieron un efecto positivo, disminuyendo frecuencia, intensidad y duración en los casos de diarrea (Jahani-Azizabadi et al., 2022, Liu y et al., 2020, Stratakos et al., 2017, Trotz-Williams et al., 2011, Weyl-Feinstein et al., 2014).

#### **7.1.4 Desempeño**

Las medidas que explican la performance fueron la ganancia de peso vivo, perímetro torácico y la altura, en las cuales no hubo diferencias significativas entre los grupos A (tratamiento) y B (control), al igual que en un estudio realizado con una mezcla de extracto de hierbas ricos de fitobióticos (Jahani-Azizabadi et al., 2022). A diferencia de nuestros resultados, en otro estudio realizado por Liu et al., 2020 obtuvieron resultados positivos, al administrar aceites esenciales y probióticos, en todas las medidas de desarrollo corporal a diferencia del grupo control.

Con respecto a las limitaciones que puede haber en nuestro estudio, el tamaño de la muestra para dicho trabajo es el indicado. Los resultados obtenidos son los de un establecimiento comercial en particular, lo cual no puede extrapolarse a otros establecimientos, con otras características de manejo.

Una de las limitantes que observamos fue que el almacenamiento de la leche con la cual se alimenta a los terneros, y sus materiales para la preparación se encontraban a una distancia considerable, donde influenciado por la temperatura ambiental, existió variaciones a la temperatura que llegaba la leche, lo que pudo influir en la aparición de diarrea en algunos animales.

Teniendo en cuenta la importancia que reviste para la producción en el sector lácteo con lo que respecta la reposición de las futuras vacas lecheras, y como afecta el SDN sobre el crecimiento de los animales aumentando los costos en dicho sector, y si bien los resultados del presente trabajo no permiten rechazar la hipótesis nula de que ambos tratamientos son iguales, es necesario seguir realizando trabajos en los sistemas productivos que se emplean en Uruguay (crianza colectiva y crianza individual), en busca de productos que sean eficaces, con amplio margen terapéutico y que sean amigables con el medio ambiente, para sustituir los antimicrobianos tradicionales en el marco de la creciente preocupación por la resistencia antimicrobiana que afecta la medicina veterinaria y humana (una salud) (Organización Mundial de la Salud Animal, 2025).

Dado la similitud del producto utilizado en nuestro trabajo con otros ensayos, donde los resultados fueron diferentes, sería, de recomendación probar con otras vías de administración (agregar el eubiótico a la ración iniciadora o a la dieta líquida) y frecuencias diarias de toma del producto.

## **8 CONCLUSIONES**

1. La administración del eubiótico, bajo las condiciones del presente ensayo, no incremento en forma significativa la ganancia diaria de peso en comparación con el grupo control.
2. No se registró una diferencia significativa entre el grupo tratamiento y el grupo control con respecto al consumo de alimento sólido.
3. No se registraron diferencias significativas de altura a la cadera durante los 63 días de estudio, entre el grupo tratamiento y el grupo control.
4. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos en el perímetro torácico.

- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria (SENASA). (2024). *Resolución 445/2024*. Obtenido de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/306555/20240429>
- Abreu, B. d., Pires, L. C., Santos, K. R., Luz, C. S., Oliveira, M. R., & Júnior, S. C. (2019). Occurrence of *Cryptosporidium* spp. And its association with ponderal development and diarrhea episodes in nellore mixed breed cattle. *Acta Veterinaria Brasilica*, 13(1). doi:<https://doi.org/10.21708/avb.2019.13.1.7977>
- Acedo, J., & Rico, G. (1998). Utilización de aditivos en pienso para rumiantes: minerales para orgánica, levaduras, enzimas, iónoforos y otros. *FEDNA*, (págs. 44-66). Obtenido de [https://produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/34-aditivos\\_en\\_piensos\\_minerales.pdf](https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/34-aditivos_en_piensos_minerales.pdf)
- Antari, R. (2018). Skeletal growth in cattle in response to nutritional and hormonal manipulation. [*PhD Thesis, The University of Queensland*]. doi:<https://doi.org/10.14264/uql.2018.555>
- Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet*, 7-22. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
- Aziz , M., & Karboune , S. (2018). Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58, 486–511. doi:[doi:10.1080/10408398.2016.1194256](https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1194256)
- Balta , I., Linton, M., Pinkerton, L., Kelly, C., Stef, L., Pet, I., . . . Corcionivosch, N. (2021). The effect of natural antimicrobials against *Campylobacter* spp. and its similarities to *Salmonella* spp, *Listeria* spp., *Escherichia coli*, *Vibrio* spp., *Clostridium* spp. and *Staphylococcus* spp. *Food Control*, 121. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107745>
- Barragry, T. (2020). Alternatives to antibiotics? Eubiotics, the microbiome and immunity. *Veterinary Ireland Journal*, 316-321.
- Borderas, T. F., Rushen, j., von Keyserlingk, M. A., & de Passillé, A. M. (2009). Automated measurement of changes in feeding behavior of milk-fed calves associated with illness. *Journal of dairy science*, 92, 4549-4554. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2109>
- Busquet , M., Calsamiglia , S., Ferret , A., & Kamel , C. (2006). Plant Extracts Affect In Vitro Rumen Microbial Fermentation. *J Dairy Sci*, 89(2), 761-771. doi:[10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72137-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72137-3).

- Bustamante, J. L., & López Saubidet, C. (1972). *Factores ambientales que afectan el peso*. Obtenido de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_parto/76-ambiente\\_peso\\_terneros.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto/76-ambiente_peso_terneros.pdf)
- Caffarena, R. D. (2017). *Aspectos clínicos y epidemiológicos de la diarrea neonatal en terneros de tambos de Uruguay y su asociación con infección por Cryptosporidium spp. y Escherichia coli F5 (K99)+*. (Tesis de maestría), Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Caffarena, R. D., Casaux, M. L., Schild, C. O., Fraga, M., Castells, M., Colina, R., . . . Giannitti, F. (2021). Causes of neonatal calf diarrhea and mortality in pasture-based dairy herds in Uruguay: a farm-matched case-control study. *52*(2), 977–988. doi:10.1007/s42770-021-00440-3
- Campabadal, C. (1999). Factores que afectan el contenido de sólidos en leche. *5*(1). Obtenido de <https://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/11103/10464>
- Campero, C. (1998). Perdidas perinatales y neonatales en terneros de rodeos de cría. *Therios*, *27*, 130 - 148 . Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/277956506\\_Perdidas\\_perinatales\\_y\\_neonatales\\_en\\_terneros\\_de\\_rodeos\\_de\\_cria](https://www.researchgate.net/publication/277956506_Perdidas_perinatales_y_neonatales_en_terneros_de_rodeos_de_cria)
- Cho, Y., & Yoon, K. (2014). An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science*, *15*(1), 1-17. doi:<https://doi.org/10.4142/jvs.2014.15.1.1>
- Conneely, M., Berry , D., Murphy, J., Lorenz, I., Doherty , M., & Kennedy, E. (2014). Effect of feeding colostrum at different volumes and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves. *Journal of the dairy science*, *97*(11). doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7494>
- Constable , P., Thomas , E., & Boisrame, B. (2001). Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. *Vet J*, *162*(2), 129-141. doi:10.1053/tvjl.2000.0553
- Cresci, G., & Gonzales, S. (2023). *Determinación de la falla de transferencia de inmunidad pasiva en terneros y su asociación con prácticas de manejo en tambos de Uruguay (Tesis de grado)*. Facultad de Veterinaria. Montevideo: UDELAR.
- Cui , Z., Wang , R., Huang , J., Wang , H., Zhao , J., Luo N, N., . . . Zhang , L. (2014). Cryptosporidiosis caused by *Cryptosporidium parvum* subtype IIdA15G1 at a dairy farm in Northwestern China. *Parasit Vectors*, *7*(529). doi:10.1186/s13071-014-0529-z

- Dado-Senn, B., Ouellet, V., Dahl, G., & Laporta, J. (2020). Methods for assessing heat stress in preweaned dairy calves exposed to chronic heat stress or continuous cooling. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 8587-8600. Obtenido de [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30488-4/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30488-4/fulltext)
- de la Fuente, R., García, A., Ruiz-Santa-Quiteria, J., Luzón, M., Cid, D., García, S., . . . Gómez-Bautista, M. (7 de Aug de 1998). Proportional morbidity rates of enteropathogens among diarrheic dairy calves in central Spain. 36(2), 145-52. doi:10.1016/s0167-5877(98)00077-4
- Dhakal, K., Maltecca, C., Cassady, J. P., Baloché, G., Williams, M., & Washburn, P. (2013). Calf birth weight, gestation length, calving ease, and neonatal calf mortality in Holstein, Jersey, and crossbred cows in a pasture system. *J. Dairy Sci.*, 96(1), 690-698. doi:<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5817>
- Diario Veterinario. (2023). *Europa autoriza la primera vacuna que protege contra Cryptosporidium parvum en terneros*. Obtenido de <https://www.diarioveterinario.com/t/4633907/europa-autoriza-primera-vacuna-protege-contr-cryptosporidium-parvum-terneros>
- Elizondo, J. A., & Monge, C. R. (2019). Consumo de alimento balanceado en reemplazos de lechería desde el nacimiento hasta las 8 semanas de edad. *Nutrición animal tropical*, 13(2). doi:<https://doi.org/10.15517/nat.v13i2.39698>
- European Parliament. (2019). *Reglamento (UE) 2019/6 sobre medicamentos veterinarios y por el que se deroga la Directiva 2001/82/CE*. Unión Europea. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2019-80010&orden=conte#refpost>
- Fariña, S. R., & Chilibróste, P. (2019). Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems*, 176. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001>
- Fayer, R. (2004). Cryptosporidium: a water-borne zoonotic parasite. 9(126), 37-56. doi:10.1016/j.vetpar.2004.09.004.
- Garzón, B. (2008). *Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros*. Retrieved from [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/cria\\_artificial/131-sustitutos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/131-sustitutos.pdf)
- Garzón, B. (2007). Substitutes milkmen in the feeding of calves. *Redvet*, 8(5). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612669002.pdf>
- Godden, S., Lombard, J., & Woolums, A. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal*, 35(3). doi:10.1016/j.cvfa.2019.07.005

- Graña, A., & Ibarra, J. (2023). *Evaluación del efecto de un eubiótico sobre la frecuencia de diarrea neonatal y excreción fecal de ooquiste en terneros lecheros infectados naturalmente con cryptosporidium spp.* (Tesis de Grado), Facultad de veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Health, M. A. (2024). *MSD Animal Health presenta solución frente a Cryptosporidium parvum*. XXVI Congreso Internacional ANEMBE de medicina bovina. Obtenido de <https://www.msd-animal-health.es/2024/04/24/msd-animal-health-presenta-solucion-frente-cryptosporidium-parvum/>
- Hickson, R., Zhang, I., & McNaughton, L. (2015). BRIEF COMMUNICATION: Birth weight of calves born to dairy cows in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 75, 257-259. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/305122822\\_BRIEF\\_COMMUNICATION\\_Birth\\_weight\\_of\\_calves\\_born\\_to\\_dairy\\_cows\\_in\\_New\\_Zealand](https://www.researchgate.net/publication/305122822_BRIEF_COMMUNICATION_Birth_weight_of_calves_born_to_dairy_cows_in_New_Zealand)
- House, J. K., Smith, G. W., McGuirk, S. M., & Gunn, A. A. (2015). *Manifestations and management of disease in neonatal ruminants*. (e. S. B, Ed.) Loius, Missouri, USA: ELSEVIER.
- Hubers, W., Gevers, K., Timmermans, M., Vertenten, G., & van Roosmalen, M. (2023). *Bovine anti-gp40 antibodies neutralize Cryptosporidium infections in-vitro and are reactive with different Cryptosporidium stadia*. European Buiatrics Congress. Obtenido de [https://www.vetline.de/system/files/frei/DPT\\_1-2024\\_Hubers-Poster1.pdf](https://www.vetline.de/system/files/frei/DPT_1-2024_Hubers-Poster1.pdf)
- INALE. (2021). *Escenarios para la lechería uruguaya*. Obtenido de [https://www.inale.org/wp-content/uploads/2021/11/Escenarios-para-la-lecheria-uruguay-2021-2022\\_editado-para-web\\_comp.pdf](https://www.inale.org/wp-content/uploads/2021/11/Escenarios-para-la-lecheria-uruguay-2021-2022_editado-para-web_comp.pdf)
- Izzo, M. M., Kirkland, P. D., Mohler, V. L., Perkins, N. R., Gunn, A. A., & House, J. K. (2011). Prevalence of major enteric pathogens in Australian dairy calves with diarrhoea. *Australian Veterinary Association*, 89(5), 167-173. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2011.00692.x>
- Jacobson, C., Williams, A., Yang, R., Ryan, U., Carmichael, I., Campbell, A. J., & Gardner, G. E. (2016). Greater intensity and frequency of Cryptosporidium and Giardia oocyst shedding beyond the neonatal period is associated with reductions in growth, carcass weight and dressing efficiency in sheep. *Veterinary Parasitology*, 228, 42-51. doi:10.1016/j.vetpar.2016.08.003
- Jahani-Azizabadi, H., Baraz, H., Bagheri, N., & Ghaffari, M. H. (2022). Effects of a mixture of phytobiotic-rich herbal extracts on growth performance, blood metabolites, rumen fermentation, and bacterial population of dairy calves. *J. Dairy Sci*, 105(6), 5062-5073. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20687>

- Jarvie , B., Trotz-Williams , L., McKnight , D., Leslie, K., Wallace, M., Todd, C., . . . Peregrine, A. (2005.). Effect of halofuginone lactate on the occurrence of *Cryptosporidium parvum* and growth of neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 88(5), 1801-1806. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72854-X
- Jenkins, M. B., Eaglesham, B. S., Anthony, L. C., Kachlany, S. C., Bowman, D. D., & Ghiorse, W. C. (2010). Significance of Wall Structure, Macromolecular Composition, and Surface Polymers to the Survival and Transport of *Cryptosporidium parvum* Oocysts. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(6), 1926-1934. doi:https://doi.org/10.1128/AEM.02295-09
- Lanuza, F. (2006). *Crianza de terneros y reemplazos de lechería*. INIA . boletín INIA N°148. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/7a7984ad-0d13-470a-b917-f5b0bd5c8bbf/content>
- Lefay , D., Naciri , M., Poirier, P., Chermette , P., & Efficac, R. (2001). Efficacy of halofuginone lactate in the prevention of cryptosporidiosis in suckling calves. *Veterinary Record*, 148(4), 108–112. doi:10.1136/vr.148.4.108
- Liu, T., Chen, H., Bai, Y., Wu, J., Shuru, C., He, B., & Casper , D. (2020). Calf starter containing a blend of essential oils and prebiotics affects the growth performance of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2315-2323. doi:10.3168/jds.2019-16647
- Lombard , J., Urie , N., Garry , F., Godden , S., Quigley , J., Earleywine , T., . . . Sterner , K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *J Dairy Sci*, 103(8), 7611-7624. doi:10.3168/jds.2019-17955
- Lorenz, I., & Vogt, S. (2006). Investigations on the association of D-lactate blood concentrations with the outcome of therapy of acidosis, and with posture and demeanour in young calves with diarrhoea. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*, 53(9), 490-494. doi:10.1111/j.1439-0442.2006.00863.x
- Matsuura, Y., Matsubayashi, M., Nukata , S., Shibahara , T., Ayukawa , O., Kondo, Y., . . . Sasal, K. (2016). Report of fatal mixed infection with *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in neonatal calves. *Acta Parasitologica*, 62(1), 214-220. doi:https://doi.org/10.1515/ap-2017-0026
- McGuirk , S. M., & Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* doi:10.1016/j.cvfa.2004.06.005.
- Mendoza, A., Giannitti, F., Fariña, S., & Caffarena, D. (2016). Manejo del calostrado en el ternero neonato: herramientas para una crianza más saludable y eficiente.



- En C. INIA La Estanzuela (Ed.), *“Producción lechera: Manejo de pasturas, crianza y vaca en transición”* (págs. 1-14). Colonia, UY: La Estanzuela, INIA. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7415/1/SAD-767.2016.p.1-14-Mendoza-et-al..pdf>
- Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. *Molecules*, 15(12), 9252-9287. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules15129252>
- Moore, D. A., Taylor, J., Hartman, M. L., & Sisco, W. M. (2009). Quality assessments of waste milk at a calf ranch. *J. Dairy Sci*, 3503–3509. doi:doi: 10.3168/jds.2008-1623
- MSD Animal Health. (2024). *MSD Animal Health presenta BOVILIS® CRYPTIUM®*. MSD Animal Health España. Obtenido de <https://www.msd-animal-health.es/2024/04/24/msd-animal-health-presenta-solucion-frente-cryptosporidium-parvum/>
- Navarre, C. B., Belknap, E. B., & Rowe, S. E. (2000). Differentiation of Gastrointestinal Diseases of Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(1), 37-57. doi:10.1016/s0749-0720(15)30136-5
- Naylor, J. M. (1987). Severity and Nature of Acidosis in Diarrheic Calves Over and Under One Week of Age. *Can Vet J*, 28(4), 168-173. doi:17422754
- Naylor, J. M. (1989). A retrospective study of the relationship between clinical signs and severity of acidosis in diarrheic calves. *Can Vet J*, 30(7), 577-580. doi:PMID: 17423372
- Nemocón, A., Angulo, J., Gallo, J. A., & Mahecha, L. (2020). Alimentación: factor estratégico durante la crianza artificial de terneros. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3). doi:<http://dx.doi.org/10.15517/am.v31i3.40217>.
- Organizacion Mundial de la Salud Animal. (2025). *Resistencia antimicrobiana*. Obtenido de <https://www.woah.org/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/resistencia-a-los-antimicrobianos/>
- Osorio, M., & Segura, J. (2008). actores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 20(15). Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm>
- Panciera, R. J., Thomassen, R. W., & Garner, F. M. (1971). Cryptosporidial Infection in a Calf. *Veterinary Pathology*, 8(5), 479-484. doi:10.1177/0300985871008005-00610

- Pérez Sabando, A. E. (1999). *Efecto de la adición de monensina sódica a terneros de levante suplementados con bloques multinutricionales (Tesis de grado)*. Facultad de Agronomía, Honduras. doi:<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/34b47ae4-b3dc-4d9d-b0de-6ddd4ff7b76f/content>
- Ponziani, F., Zocco, M. A., D'Aversa, F., Pompili, M., & Gasbarrini, A. (2017). Eubiotic properties of rifaximin: Disruption of the traditional concepts in gut microbiota modulation. *World Journal of Gastroenterology*, 23(25), 4491–4499. doi:10.3748/wjg.v23.i25.4491
- Radostits, O., Gay, C. C., Blood, D. C., Hinchckiff, K. W., Arundel, J. H., Jacobs, D. E., . . . Bildfell, R. J. (2002). *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino* (9 ed., Vol. 1). Madrid: McGraw-Hill.
- Renaud, D. L., Rot, C., Marshall, J., & Steele, M. A. (2021). The effect of *Cryptosporidium parvum*, rotavirus, and coronavirus infection on the health and performance of male dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 2151–2163. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2020-19215>
- Rodríguez, J. C., & Royo, G. (2001). *Cryptosporidium y criptosporidiosis*. Universidad Miguel Hernández. Elche, Servicio de Microbiología. Hospital General Universitario de Elche., Alicante. doi:recuperado de <https://seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/parasitologia/crypto.pdf>
- Schild, C. O., Caffarena, R. D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2020). A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *Journal of Dairy Science*, 10, 9418-9429. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18177>
- Searle, T. W., Graham, N. M., & Donnelly, J. B. (1989). Change of skeletal dimensions during growth in sheep: The effect of nutrition. *Journal of Agricultural Science*, 112(3), 321-327. doi:<https://doi.org/10.1017/S0021859600085774>
- Shaw, H. J., Innes, E. A., Morrison, L. J., Katzer, F., & Wells, B. (2020). Long-term production effects of clinical cryptosporidiosis in neonatal calves. *International Journal for Parasitology*, 50(5), 371–376. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2020.03.002>
- Sima, F., Stratakis, A., Ward, P., Linton, M., Kelly, C., Pinkerton, L., . . . Corcionivoschi, N. (2018). A Novel Natural Antimicrobial Can Reduce the in vitro and in vivo Pathogenicity of T6SS Positive *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* Chicken Isolates. *Frontiers in Microbiology*, 9. doi:10.3389/fmicb.2018.02139

- Sima, F., Stratakos, A., Ward, P., Gundogdu, O., Stef, L., Pet, I., . . . Corcionivoschi, N. (2019). The effect of an antimicrobial mixture on *Cryptosporidium*. *AgroLife Scientific Journal*, 8(1), 227–232. Retrieved from [http://agrolifejournal.usamv.ro/pdf/vol.VIII\\_1/Art30.pdf](http://agrolifejournal.usamv.ro/pdf/vol.VIII_1/Art30.pdf)
- Stratakos, C., Sima, F., Ward, P., Linton, M., Kelly, C., Pinkerton, L., . . . Corcionivoschi, N. (2017). The in vitro and ex vivo effect of Auranta 3001 in preventing *Cryptosporidium hominis* and *Cryptosporidium parvum* infection. *Gut Pathog*, 9(49), 1-10. doi:10.1186/s13099-017-0192-y
- Sweeny, J. A., Ryan, U. M., Robertson, I. D., & Jacobson, C. (2011). *Cryptosporidium* and *Giardia* associated with reduced lamb carcase productivity. *Veterinary Parasitology*, 182(2), 127–139. doi:<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.050>
- Takahashi, S., Hasan, M., Ito, M., Komura, M., Daio, C., Ono, M., . . . Takehara, K. (2020). Regression of viral pathogen indicators due to improvement of hygiene protocols on boots in a bovine farm. *J Vet Med Sci*, 82(12), 1793-1797. doi:10.1292/jvms.20-0358
- Thomson, S., Hamilton, C., Hope, J., Katzer, F., Mabbott, N., Morrison, L., & Innes, E. (2017). Bovine cryptosporidiosis: impact, host-parasite interaction and control strategies. *Veterinary Research volume*, 48(1), 42-42. doi:<https://doi.org/10.1186/s13567-017-0447-0>
- Timmermans, M., Hubers, W., Schroer, D., Koen, G., Segers, R., Niessen, R., & van Roosmalen, M. (2024). The first commercially approved efficacious *cryptosporidium* vaccine protecting New-Born calves from severe diarrhea. *Veterinary Vaccine*, 3(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.vetvac.2024.100054>
- Trotz-Williams, L., Jarvie, B., Peregrine, A., Duffield, T., & Leslie, K. (2011). Efficacy of halofuginone lactate in the prevention of cryptosporidiosis in dairy calves. *Veterinary Record*, 168(19), 509-509. doi:10.1136/vr.d1492
- Trotz-Williams, L., Martin, S., Leslie, K., Duffield, T., Nydam, D., & Peregrine, A. (2007). Calf-level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(1), 11-28. doi:<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.03.001>
- Turiello, M. P., Vissio, C., Heinrichs, A. J., Issaly, L. C., & Larriestra, A. (2020). Impact of age at first calving on performance and economics in commercial dairy herds in Argentina. *Livestock Science*, 240, 1871-1413. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104108>
- Tzipori, S., & Widmer, G. (2000). The Biology of *Cryptosporidium*. *Contrib Microbiol*, 6, 1-32. doi:<https://doi.org/10.1159/000060370>

- Urie, N. J., Lombard , J. E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., . . . Garry, F. B. (2018). Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 9168-9184. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2017-14010>
- Uruguay (2011, m. 1. (s.f.). *Decreto N° 98/011: Prohibición del uso de antibioticos en la alimentación para animales bovinos y ovinos*. Obtenido de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/98-2011>
- Uruguay XXI. (2024). *Informe Anual de Comercio Exterior de Uruguay - 2024*. Obtenido de <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/informe-anual-de-comercio-exterior-de-uruguay-2024/>
- Van Amburgh, M., & Soberon, F. (2013). The role of calf nutrition and management on lifetime. Obtenido de [https://scholar.google.es/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=gQ4DlrQAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=gQ4DlrQAAAAJ:LPtt\\_HFRSbwC](https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=gQ4DlrQAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=pubdate&citation_for_view=gQ4DlrQAAAAJ:LPtt_HFRSbwC)
- van Mol, W., Chantillon , L., Geerinckx , L., Coppens , J., Clinquart , J., Pas , M., . . . Pardon, B. (2024). Abomasitis associated with halofuginone intoxication in pre-weaned calves. 20(1), 8. doi:10.1186/s12917-023-03850-7
- Vélez , J., Lange , M., Zieger, P., Yoon, I., Failing, K., & Bauer, C. (2019). Long-term use of yeast fermentation products in comparison to halofuginone for the control of cryptosporidiosis in neonatal calves. *Veterinary Parasitology*, 269, 57–64. doi:10.1016/j.vetpar.2019.04.008
- Villacorta, I., Peeters, J., Vanopdenbosch, E., Theys, H., & Ares-Mazás, E. (1991). Efficacy of halofuginone lactate against *Cryptosporidium parvum* in calves. *Antimicrobial Agents And Chemotherapy*, 35(2), 283–287. doi:10.1128/aac.35.2.283
- Waltner-Toews , D., Martin , S., & Meek , A. (1986). The effect of early calfhood health status on survivorship and age at first calving. *Can J Vet Res*, 50(3), 314-317. doi:50(3):314-317
- Wang, J., Li, J., Wang, F., Xiao, J., Wang, Y., Yang, H., . . . Cao, Z. (2020). Heat stress on calves and heifers: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology volume*, 11(79). doi:<https://doi.org/10.1186/s40104-020-00485-8>
- Wattiaux, M. A. (1996). Crianza de terneras del nacimiento al destete: Alimentacion con leche y sustitutos de leche. *Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo de la Industria Lechera. Universidad de*, 113-116.

doi:<https://lebascom.files.wordpress.com/2018/02/29-alimentacic3b3n-con-leche-y-substitutos-de-leche.pdf>

- Weyl-Feinstein, S., Markovics, A., Eitam, H., Orlov, A., Yishay, M., Agmon, R., . . . Shabtay , A. (2014). Short communication: effect of pomegranate-residue supplement on *Cryptosporidium parvum* oocyst shedding in neonatal calves. *J Dairy Sci*, 97(9). doi:10.3168/jds.2013-7136.
- Windeyer, M. C., Leslie, K. E., Godden , S. M., Hodgins, D. C., Lissemore , K. D., & LeBlanc , S. J. (2014). Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev Vet Med*, 113(2), 231-240. doi:10.1016/j.prevetmed.2013.10.019