

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL GRANO DE ARROZ CON CÁSCARA COMO  
SUPLEMENTO PARA TERNERAS HEREFORD PASTOREANDO  
RAIGRÁS BILL MAX DURANTE INVIERNO EN SUSTITUCIÓN DEL  
GRANO DE SORGO**

**por**

**Josefina CARRAU de LOY**

**Esteban FÉLIX ALFONSO**

**Juan Andrés PONS PAIVA**

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

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2023**

Página de aprobación

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

---

Virginia Beretta

Tribunal:

---

Álvaro Simeone

---

Stefanía Pancini

Fecha:

26 de diciembre de 2023

Estudiante:

---

Josefina Carrau de Loy

---

Esteban Félix Alfonso

---

Juan Andrés Pons Paiva

### Agradecimientos

A nuestros padres, hermanos y amigos, por el apoyo recibido durante toda la carrera.

A los tutores de tesis Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone, por el apoyo que recibimos y el aprendizaje que nos brindaron.

Al personal de campo de la EEMAC por la colaboración en el manejo de los animales y a la Ing. Agr. Natalia Zabalveytia por su continua disposición.

## Tabla de contenido

Página de aprobación .....	2
Agradecimientos .....	3
Lista de tablas y figuras .....	6
Resumen .....	7
Summary .....	8
1. Introducción.....	9
1.1 Objetivo .....	10
1.2 Objetivos específicos: .....	10
2. Revisión bibliográfica .....	11
2.1 La problemática de la recría en sistemas ganaderos.....	11
2.2 Utilización de los verdeos de invierno.....	12
2.2.1 Calidad y valor nutricional .....	12
2.2.2 Producción y performance animal .....	15
2.3 Problemática de los verdeos.....	15
2.3.1 Relación energía/proteína y alta proporción de proteína degradable en rumen .....	16
2.3.2 Consumo de materia seca (MS).....	17
2.3.3 Deficiencia de minerales .....	18
2.4 Suplementación .....	18
2.4.1 Respuesta a la suplementación .....	19
2.4.2 Suplementación energética sobre verdeos de invierno .....	21
2.5 Grano de sorgo como suplemento energético .....	22
2.5.1 Composición química y características nutricionales del sorgo .....	22
2.5.2 Antecedentes del uso de grano de sorgo .....	24
2.6 Grano de arroz con cáscara como suplemento energético .....	25
2.6.1 Composición química y características nutricionales del GACC.....	25
2.6.2 Antecedentes del uso de GACC en la alimentación animal .....	26
2.7 Hipótesis .....	27
3. Materiales y métodos .....	29
3.1 Localización .....	29
3.2 Suelo .....	29
3.3 Pastura y suplemento .....	29
3.3.1 Pastura .....	29

3.3.2 Suplemento .....	29
3.4 Animales y tratamientos .....	30
3.5 Procedimiento experimental .....	31
3.5.1 Manejo del pastoreo .....	31
3.5.2 Manejo de la suplementación .....	31
3.6 Registro, mediciones y muestreos .....	32
3.6.1 Determinaciones en la pastura .....	32
3.6.2 Determinaciones realizadas en el animal .....	32
3.7 Variables calculadas .....	33
3.8 Datos climáticos .....	34
3.9 Análisis químicos .....	34
3.10 Análisis estadístico .....	34
4. Resultados y discusión .....	37
4.1 Condiciones ambientales .....	37
4.2 Características de la pastura .....	37
4.2.1 Biomasa y altura del forraje ofrecido y remanente .....	38
4.3 Consumo de forraje y suplemento .....	43
4.4 Ganancia de peso .....	44
4.5 Comportamiento animal .....	47
4.6 Discusión General .....	49
5. Conclusión .....	52
6. Bibliografía .....	53
7. Anexos .....	63

Lista de tablas y figuras

Tabla No.	Pág.
<b>Tabla 1</b> Composición química del forraje de avena y raigrás en distintas épocas del año .....	13
<b>Tabla 2</b> Efecto de la suplementación sobre el aumento de peso y la receptividad de la pastura.....	20
<b>Tabla 3</b> Ganancias diarias a dos niveles de suplementación en dos pasturas de distinta calidad.....	21
<b>Tabla 4</b> Recopilación de trabajos nacionales sobre la suplementación en novillos y terneros pastoreando verdeos y praderas.....	22
<b>Tabla 5</b> Análisis químico del grano de sorgo .....	24
<b>Tabla 6</b> Composición química del Arroz Partido, Sorgo Blanco y Maíz Nacional .....	26
<b>Tabla 7</b> Composición química del grano de arroz con cáscara y del sorgo (% base seca) .....	30
<b>Tabla 8</b> Precipitaciones mensuales y temperaturas medias en el periodo experimental y promedio histórico (1991 - 2020).....	37
<b>Tabla 9</b> Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre la pastura pre y post pastoreo.....	38
<b>Tabla 10</b> Efecto del tratamiento y semana experimental sobre la composición química del forraje ofrecido .....	42
<b>Tabla 11</b> Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre el CMSF, CMSS y CMST.....	43
<b>Tabla 12</b> Efecto de los distintos tratamientos sobre el PV, GMD, RS y ECS.....	45
<b>Tabla 13</b> Efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo de los animales durante el periodo experimental.....	47
Figura No.	Pág.
<b>Figura 1</b> Evolución del estado fenológico de los cultivos .....	14
<b>Figura 2</b> Evolución semanal de la biomasa y altura de forraje disponible pre pastoreo .....	40
<b>Figura 3</b> Evolución semanal del forraje remanente post pastoreo.....	40
<b>Figura 4</b> Evolución del porcentaje promedio de PC y FDA en las semanas 1, 8 y 12 .....	42
<b>Figura 5</b> Aporte relativo del CMSF y CMSS al CMST como % de PV.....	44
<b>Figura 6</b> Evolución del peso vivo de las terneras en todo el periodo experimental .....	44
<b>Figura 7</b> Efecto de los D(S) respecto a la probabilidad de ocurrencia en la AP, AR y AD .....	49

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la sustitución del grano de sorgo por grano de arroz con cáscara (GACC) sobre respuesta a la suplementación invernal en terneros pastoreando Raigrás. El experimento fue realizado en el potrero número 6 de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) localizada en la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni” (EEMAC) Facultad de Agronomía, Paysandú; Uruguay. Treinta y seis terneras de la raza Hereford nacidas en primavera del 2021, pertenecientes al rodeo experimental de la EEMAC (140 kg  $\pm$  13,3 kg) fueron sorteadas a 9 grupos, y estos a 1 de 3 tratamientos: pastoreo exclusivamente raigrás cv Bill Max a una asignación de forraje (AF) del 2,5% del peso vivo sin suplementación, o suplementadas con grano de sorgo o con grano de arroz con cáscara. El pastoreo se realizó en parcelas de 7 días de ocupación, ajustando semanalmente la AF de cada parcela en función de la disponibilidad de materia seca de raigrás y del peso promedio de los animales de cada parcela. El suplemento se suministró diariamente por la mañana a razón de 1 kg/100 kg PV (base seca). El experimento fue analizado según un diseño de parcelas al azar con medidas repetidas en el tiempo. Cuando el efecto de tratamiento fue significativo las medias se compararon mediante contrastes ortogonales evaluándose el efecto de la suplementación y el efecto del tipo de suplemento. La suplementación mejoró la ganancia diaria de peso vivo (58 vs. 289 g/día.  $P < 0,01$ ), siendo mayor la GMD en el tratamiento suplementado con grano de sorgo que para el suplementado con GACC (312 vs 266 g/día.  $P < 0,05$ ), con una eficiencia de conversión del suplemento de 6,5 y 7,78, respectivamente. El consumo de MS total de los animales suplementados fue 61,8 % superior a los animales no suplementados, no encontrándose diferencias estadísticas en el consumo de forraje y suplemento entre los distintos tratamientos. Por último, se observa que los animales testigos tendieron a aumentar la actividad del pastoreo, aunque no hubo diferencias significativas entre tratamientos tanto para la este como para la rumia. En el caso de la tasa de bocado y descanso los animales suplementados con GACC fueron los que tuvieron mayor actividad. Como conclusión la suplementación invernal mejora la GMD en terneras pastoreando raigrás Bill Max a una AF de 2,5% PV. Esta respuesta será mayor cuando se use grano de sorgo respecto al GACC.

*Palabras clave:* terneras, Bill Max, suplementación, grano de sorgo, grano de arroz, ganancias medias diarias, utilización, comportamiento

### Summary

The objective of this work was to evaluate the substitution of sorghum grain with rice grain with husk (RGWH) on winter supplementation response in calves grazing Ryegrass. The experiment was conducted in paddock number 6 of the Intensive Meat Production Unit (UPIC) located at the Experimental Station "Dr. Mario Alberto Cassinoni" (EEMAC) Faculty of Agronomy, Paysandú; Uruguay. Thirty-six Hereford heifers born in the spring of 2021, belonging to the experimental herd of EEMAC ( $140 \text{ kg} \pm 13.3 \text{ kg}$ ), were assigned to 9 groups, and these to 1 of 3 treatments: exclusive grazing of Bill Max ryegrass at a forage allocation (FA) of 2.5% of live weight without supplementation, or supplemented with sorghum grain or rice grain with husk. Grazing was carried out in 7-day occupation plots, adjusting the FA of each plot weekly based on the availability of ryegrass dry matter and the average weight of the animals in each plot. The supplement was provided daily in the morning at a rate of 1 kg/100 kg LW (dry basis). The experiment was analyzed using a randomized block design with repeated measures over time. When the treatment effect was significant, means were compared using orthogonal contrasts, evaluating the effect of supplementation and the effect of the type of supplement. Supplementation improved daily live weight gain (58 vs. 289 g/day,  $P < 0.01$ ), with higher ADG in the sorghum-supplemented treatment than in the RGWH-supplemented treatment (312 vs. 266 g/day,  $P < 0.05$ ), with a conversion efficiency of 6.5 and 7.78, respectively. The total dry matter intake of supplemented animals was 61.8% higher than non-supplemented animals, with no statistical differences in forage and supplement intake between the different treatments. Finally, it was observed that control animals tended to increase grazing activity, although there were no significant differences between treatments for both grazing and rumination. In the case of bite and rest rate, animals supplemented with RGWH showed higher activity. In conclusion, winter supplementation improves ADG in heifers grazing Bill Max ryegrass at a FA of 2.5% LW. This response will be greater when using sorghum grain compared to RGWH.

*Keywords:* heifers, Bill Max, supplementation, sorghum grain, rice grain, average daily gains, utilization, behavior

## 1. Introducción

El otoño e invierno en Uruguay presentan ciertas características como lo son bajas temperaturas y radiación incidente que determinan bajos crecimientos de las pasturas desde el mes de mayo hasta principios de primavera. Esto genera que el campo natural presente en ocasiones déficit de forraje, condicionando la carga animal y por lo tanto los resultados físicos y económicos de un establecimiento (Maschio et al., 2020). Echeverría et al. (2014) reportan que terneros manejados en invierno en campo natural experimentan pérdidas de peso vivo de 100 a 200 gramos/día.

Los verdes de invierno son una de las principales alternativas que se utilizan para evitar pérdidas de peso en invierno. Estos son un componente importante de las rotaciones agrícolas-ganaderas. Se caracterizan por ser de ciclo corto y se utilizan principalmente para cubrir períodos de déficits de forraje, otorgando una alta producción y calidad. Los verdes de invierno más utilizados en Uruguay son la Avena y el Raigrás.

La suplementación energética con concentrado a animales pastoreando sobre verdes se recomienda con el objetivo de levantar el desbalance de energía/proteína en rumen que caracteriza a los verdes en etapas tempranas, promoviendo mayores ganancias de peso y mayor consumo total de MS y nutrientes. Como resultado se acortan los ciclos de engorde, se disminuye la edad al entore y la edad de faena. Por otra parte, al suplementar se puede utilizar una mayor carga y al mismo tiempo mantener altas ganancias medias diarias y una buena eficiencia de conversión del suplemento.

Con respecto a los diferentes tipos de suplementos energéticos, el grano de maíz y sorgo son los más utilizados y los que presentan más antecedentes en cuanto a su utilización como suplemento para vacunos. En cambio, es muy escasa la información sobre la utilización del grano de arroz con cáscara (GACC) como suplemento energético animal. No es frecuente el uso de grano de arroz debido a que su destino principal es para consumo humano, sin embargo, bajo determinadas circunstancias de mercados y precios, se ha planteado la pregunta en cuanto a la viabilidad de uso del GACC (tal cual es cosechado) en la alimentación del ganado vacuno.

Disponer de coeficientes técnicos relacionando el manejo de la pasturas, la suplementación con GACC y la performance animal esperada podría contribuir a la toma de decisiones sobre la viabilidad bioeconómica de su inclusión en la dieta de vacunos.

### 1.1 Objetivo

Evaluar el efecto de la sustitución del grano de sorgo por GACC sobre la respuesta a la suplementación invernal en terneros pastoreando raigrás (*Lolium multiflorum* cv. *Bill Max*)

### 1.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre curva de crecimiento invernal de terneros.
- Cuantificar los efectos sobre el consumo de forraje y suplemento en cada tratamiento, la eficiencia de uso del forraje y la eficiencia de conversión del concentrado según el tipo de suplemento.
- Evaluar el efecto de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo.

## 2. Revisión bibliográfica

### 2.1 La problemática de la recría en sistemas ganaderos

Según Velazco (2009), la recría es el periodo de tiempo que transcurre entre el destete y el primer servicio (si nos referimos a hembras de reposición) o el momento en que los novillitos o las vaquillonas ingresan a la invernada con el destino a ser faenados.

En Uruguay, la recría se produce mayormente sobre el campo natural (Quintans, 2002). Esto lleva a que los terneros presenten pérdidas de peso de 0,1 kg/a/d y hasta 0,2 kg/a/d en vaquillonas de sobreaño en la estación de invierno (Quintans et al., 1993, 1994, como se cita en Quintans, 2002). Esto genera que los animales no alcancen un ritmo de crecimiento adecuado afectando directamente al sistema productivo, por ejemplo, por una mayor edad al primer entore, afectando la eficiencia reproductiva, mayor edad de faena. Esta pérdida invernal genera que no se llegue al servicio a los 2 años de edad con el peso suficiente para que las vaquillonas se puedan preñar al inicio de la estación reproductiva, lo cual perjudica el futuro reproductivo de la hembra y permanencia en el rodeo.

Continuando con esto, también hay datos que afirman que durante el invierno terneros pastoreando campo natural pueden tener una pérdida de peso de hasta un 20% y en algunos casos mortandad de animales (Quintans & Pigurina, 1994).

La etapa de recría es la fase en donde el animal es más eficiente en la conversión de alimento en músculo, lo que es favorecido cuando la calidad del forraje es buena (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], 2018). Según estos autores, uno de los objetivos de la recría es alcanzar ganancias de peso diario entre 150 a 200 gramos en el periodo invernal, con el fin de obtener buena performance en primavera. Estas ganancias no son frecuentes; lo común es que durante el invierno los terneros pierdan peso debido a la baja disponibilidad de forraje. Según Pigurina et al. (1998), el primer y segundo invierno son los momentos más críticos para las categorías de recría ya sea por el clima y/o cantidad y calidad del forraje.

## 2.2 Utilización de los verdeos de invierno

Según Quintans (2002), en el país se han desarrollado algunas líneas de investigación que apuntan a mejorar la performance animal a través de alternativas nutricionales en condiciones de pastoreo.

Borrajo et al. (2011) afirman que verdeos de avena y raigrás anual son fundamentales para los sistemas de recría/engorde debido a la gran cantidad y calidad de forraje que aportan en invierno, ya que complementan a las pasturas y/o campo natural. Según Moreyra et al. (2014) los verdeos de invierno manejados de forma adecuada pueden cubrir gran parte de los requerimientos energéticos y proteicos de los animales, permitiendo sustentar buenos desempeños productivos.

Los verdeos de invierno, entre los que se destacan la avena y el raigrás según Borrajo et al. (2011), aparecen como una de las principales herramientas para enfrentar la problemática planteada sobre las pérdidas de producción en animales pastoreando campo natural. Presentan como grandes ventajas la producción de forraje en los momentos en que el campo natural y las praderas tienen una producción de forraje insuficiente; uso eficiente del agua y de fertilizantes para producir materia seca; altas tasas de crecimiento en épocas críticas del año y por último, un aporte rápido de forraje por precocidad y buen rebrote (Carámbula, 2007).

Según Beretta et al. (2018), los verdeos también cumplen un rol muy importante como componentes de las rotaciones forrajeras en los sistemas intensivos de recría y engorde con base pastoril, reduciendo el tiempo en el cual el suelo permanece desnudo, disminuyendo el riesgo de erosión.

### 2.2.1 Calidad y valor nutricional

Para poder cubrir los requerimientos de los animales es necesario conocer la composición nutritiva de los alimentos.

La calidad de los verdeos utilizados en nuestros sistemas de producción, depende de la especie, potencial genético, estado de madurez, técnica empleada en el cultivo, condiciones ambientales y manejo de los mismos (Zanoniani et al., 2003).

Banchero et al. (2011) explican que el valor nutricional de los verdes también está influenciado por la estación del año y por la variación dentro de cada estación del año. En el (cuadro N°1) se presenta información nutricional para avena y raigrás -principales verdes de invierno utilizados en Uruguay- para las tres estaciones de otoño, invierno y primavera

**Tabla 1**

*Composición química del forraje de avena y raigrás en distintas épocas del año*

		Otoño	Invierno	Primavera
<b>AVENA</b>				
<b>Materia Seca (%)</b>	Promedio	14,2	19,2	34,6
	Máximo	15	27,2	50,2
	Mínimo	13,4	14,8	18,6
<b>Proteína cruda (%)</b>	Promedio	16,3	17,8	13,7
	Máximo	28,3	30,8	25,1
	Mínimo	8,25	6,9	7,1
<b>Energía metabolizable (Mcal/KgMS)</b>	Promedio	2,51	2,58	2,37
	Máximo	2,89	2,91	2,82
	Mínimo	2	1,87	2,18
<b>RAIGRÁS</b>				
<b>Materia Seca (%)</b>	Promedio	20,5	15	
	Máximo	22	16	
	Mínimo	19	14	
<b>Proteína cruda (%)</b>	Promedio	18,1	26,1	16,8
	Máximo	19,2	38,9	25,7
	Mínimo	16,5	15,5	8,47
<b>Energía metabolizable (Mcal/KgMS)</b>	Promedio	2,63	2,78	2,91
	Máximo	2,71	3,37	3,23
	Mínimo	2,51	1,83	2,35

*Nota.* Elaborado a partir de Mieres et al. (2004).

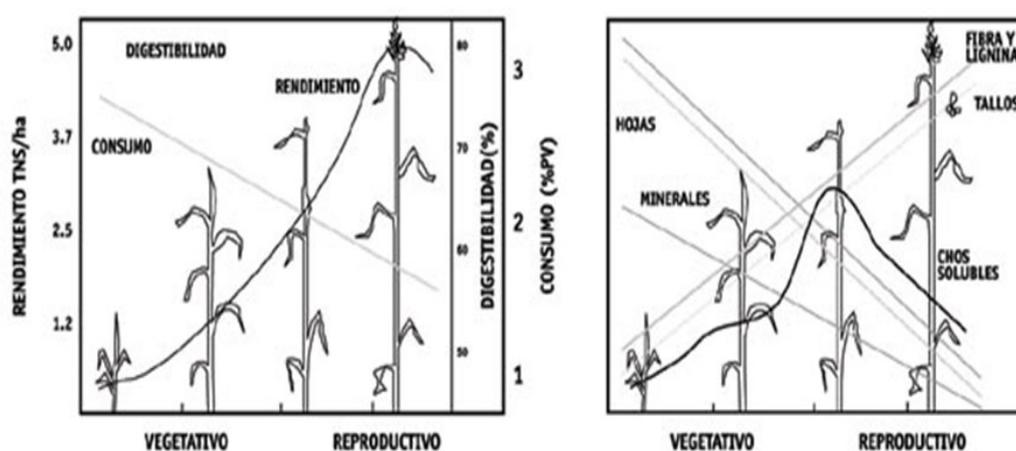
En general los verdeos de invierno utilizados en los sistemas de producción animal en Uruguay presentan alto contenido de agua, bajo contenido de fibra y una alta proporción de proteína que rápidamente se degrada en el rumen del animal (Zanoniani et al., 2003).

Según Moreyra et al. (2014) el laboratorio de Evaluación de forrajes y alimentos de la EEA Bordenave evaluó durante muchas campañas la calidad de los distintos verdeos de invierno y observaron que, si bien existen diferencias en los valores de digestibilidad de la materia seca y de proteína bruta, todos los verdeos presentan excelentes valores en estadios tempranos de desarrollo debido al bajo contenido de pared celular, representada por el parámetro FDN.

Zanoniani et al. (2003) explican que cuando el verdeo pasa de estado vegetativo a reproductivo, se produce un cambio en la composición química y en los componentes del valor nutritivo. Esto genera un aumento en el rendimiento, disminución de la digestibilidad por un mayor contenido de fibra y lignina debido a mayor relación tallo/hoja, y un descenso en los compuestos nitrogenados y contenido mineral. Esto se traduce en un descenso en el consumo de la pastura por el animal.

### Figura 1

*Evolución del estado fenológico de los cultivos*



*Nota.* Tomado de Zanoniani et al. (2003)

### 2.2.2 Producción y performance animal

Ahunchaín et al. (1997) afirman que en predios agrícolas ganaderos los verdeos son una práctica de manejo común que permite tener una elevada oferta de forraje en un corto periodo de tiempo.

Es importante destacar que, según Rovira et al. (2014), pastorear raigrás como puente verde es una alternativa válida tanto con terneros como corderos en sistemas agrícolas ganaderos. Esto logra una buena producción de carne por superficie en períodos cortos de tiempo.

El raigrás es una gramínea anual y bianual de abundante producción de forraje, generalmente más alta que la de los cereales (Carámbula, 2007). En el período otoño-invernal, puede llegar a superar los 7000 kg MS/ha, alcanzando los 11.000 Kg MS/ha en algunos cultivares, debido a su ciclo más largo (Ciliuti, 2017). El raigrás posee un hábito más postrado que le permite altas cargas instantáneas de ganado con una alta intensidad de pastoreo (Ciliuti, 2017).

Dado la calidad y producción de los verdeos, la producción animal individual y por unidad de área, va estar afectada por el manejo del pastoreo (asignación de forraje, carga), a través de su efecto sobre la intensidad de pastoreo.

Según Zabalveytia et al. (2021), terneros pastoreando verdeos de invierno con asignaciones de forraje altas (5 kg de materia seca/ 100 kg de peso vivo) presentan una ganancia de peso en torno 0.5 kg/día. Sin embargo, estos mismos autores evaluando el pastoreo de raigrás Bill Max, con asignaciones de forraje restringidas (2.5% PV) obtuvieron una buena performance animal con ganancias de 0,450kg/d, siendo mayor a la registrada por la UPIC en varios años la cual fue de 0.250 kg/día.

Por último, cuando estos autores analizaron la performance de los novillos de 250 kg pastoreando raigrás Bill Max durante un periodo de 126 días, observaron también que aún con asignaciones de forraje restringidas (2,5% del PV) se obtienen ganancias diarias superiores a 1 kg/día.

### 2.3 Problemática de los verdeos

Las pasturas de alta calidad son un componente muy importante dentro de los sistemas ganaderos. Estas proveen una gran cantidad de nutrientes, los cuales

son capaces de satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales. Sin embargo, existe una gran variabilidad de producción animal dada por las variaciones existentes en la disponibilidad de forraje y en la calidad de la misma a lo largo de las distintas estaciones del año (Elizalde, 2003).

La principal característica de la pastura en otoño es el bajo nivel de fibra, baja relación energía/proteína en rumen, un alto contenido de agua, alta proporción de proteína que rápidamente se degrada en el rumen y deficiencia de minerales (Tieri et al., 2011).

### 2.3.1 Relación energía/proteína y alta proporción de proteína degradable en rumen

Pearson et al. (1994) como se cita en Bidegain et al. (2007) explican que

los microorganismos del rumen proveen más del 50% de la proteína (aminoácidos) que necesita el rumiante. Una oferta adecuada de proteína degradable en rumen es fundamental para maximizar el consumo y la digestibilidad. Esa masa bacteriana producida depende de la digestibilidad del alimento y la tasa de pasaje de la ingesta a través del tracto digestivo (p. 6).

Una de las principales pérdidas de energía en el proceso digestivo del rumiante es a través de las heces. Sin embargo, son las pérdidas más sencillas de controlar. Esto se logra mediante dietas equilibradas de energía/proteína, con alta calidad de fibra del forraje, suministrando los alimentos de forma tal que se produzcan las sincronizaciones de los diferentes nutrientes de forma correcta (Gallardo, 2011).

Por otra parte, se afirma que los verdeos presentan un alto contenido de nitrógeno no proteico y proteínas de elevada degradabilidad ruminal las cuales acentúan la problemática. Si no se suministra la suficiente energía, los excesos de amonio generarán pérdidas extras de energía en su transformación a urea (Gallardo, 1999).

Fernández (2008) explica que el amoníaco producido en el rumen por encima de la capacidad de los microorganismos para asimilarlo, se absorbe y por sangre, es transportado al hígado y convertido en urea. Parte del amoníaco libre

existente en el rumen se absorbe directamente a través del epitelio hasta la sangre; el resto (en la mayoría de los casos, la mayor parte), pasa con los alimentos digeridos hasta el intestino donde es absorbido, llega a la sangre y luego al hígado. La mayor parte de la urea formada en el hígado se excreta a través de la orina; una parte (hasta el 20 %) es reciclada al rumen con la saliva o por difusión directa desde la sangre a través de la pared del rumen (p. 2).

En conclusión, el desbalance en la relación energía/ proteína en rumen puede ser causante de una baja performance animal. Bajo esta hipótesis se presume que el bajo contenido de carbohidratos rápidamente fermentables en los verdeos en estado vegetativo respecto a su alto contenido de proteína cruda de alta degradabilidad, determinan un uso ineficiente de esta última, lo cual redundará en una menor síntesis de proteína microbiana e incremento en el costo energético de mantenimiento, en perjuicio de la ganancia de peso, asociado a la excreción del nitrógeno excedente como forma de urea (Simeone et al., 2008).

### 2.3.2 Consumo de materia seca (MS)

Los verdeos de invierno tienen la característica de presentar alto contenido de agua y por lo tanto bajo contenido de materia seca. Esta característica se agrava con días de lluvia o de alta humedad, donde el agua extracelular se eleva (Gallardo, 1999).

Tieri et al. (2011) afirma que el exceso de agua genera que el rumiante disminuya el consumo de forraje provocando ganancias de peso inferiores a las esperadas, considerando la calidad de forraje que se le ofrece.

Según Vaz Martins y Messa (2007), existe una relación directa entre el consumo y el porcentaje de MS. Forrajes que presentan porcentajes de materia seca entre 12 y 22% aumentan el consumo 0,208 kg/día por cada incremento de 1% de MS.

Existen distintas causas las cuales pueden llegar a reducir el consumo de forraje. La primera puede estar dada por el hecho de que el agua disminuye la apetecibilidad a través de una reducción del tamaño del bocado y a su vez disminuye el tiempo total de consumo. Por otra parte el agua genera que haya mayor distensión

del tracto gastro intestinal generando efecto de llenado y como consecuencia una disminución del consumo (Vaz Martins & Messa, 2007).

Zanoniani et al. (2003) aseguran que forrajes con alto contenido de agua provocan que el ganado presente diarrea y que la digestibilidad disminuya debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino. Por otra parte, altos contenidos de agua imponen una alta carga de nutrientes en el intestino grueso generando problemas en la absorción y equilibrio de minerales que afectan la salud y la producción animal.

Como se mencionó anteriormente el porcentaje de materia seca aumenta a medida que avanzan las estaciones del año, siendo otoño la estación con menor contenido de MS y primavera la mayor. Según Banchero et al. (2011), en el año 2009 se realizaron experimentos con terneros destetados de 150 kilos, los cuales algunos tenían acceso a agua y otros no. Se observó que se lograron las mismas ganancias de peso para ambos grupos (800g/a/d). Se les ofreció raigrás cv. LE 284 al 4,5% de peso vivo desde el 1ero de julio hasta el 12 de octubre. A partir de esta fecha (12 de octubre) los terneros sin acceso a agua comenzaron a perder peso debido al incremento de materia seca del verdeo.

### 2.3.3 Deficiencia de minerales

Las deficiencias de minerales son mínimas y se dan esporádicamente. El magnesio es el principal mineral que podría llegar a estar deficiente, conocido como “tetania”. La falta de este mineral genera falta de apetito, agresividad, marcha tambaleante, salivación, temblor muscular, convulsión y hasta la muerte (Banchero et al., 2011).

## 2.4 Suplementación

Según Pasinato y Sevilla (2002) la suplementación se define como el agregado de un nutriente a la dieta base. Los objetivos principales que se buscan con su uso son: aumentar el nivel de producción individual a través del aporte de algún o algunos nutrientes que lo estén limitando, mejorar la eficiencia de utilización del alimento base, en este caso verdeo de invierno, aumentar la

capacidad de carga del sistema, prevenir enfermedades nutricionales y transformar residuos de cosecha en productos animal.

La suplementación se da mayormente en situaciones donde existen períodos deficitarios normales en cantidad y/o calidad del recurso forrajero base (Pasinato & Sevilla, 2002).

Pasinato y Sevilla (2002) afirman que se deben tener en cuenta dos aspectos básicos para que la suplementación sea realizada eficientemente. Por un lado, debe tenerse en cuenta que los requerimientos del animal varían según la edad, tamaño y nivel productivo. Como ejemplo, Pordomingo (2003) explica que los animales jóvenes o terneros, presentan un engorde más rápido y más eficiente por el menor costo energético de mantenimiento (menor masa corporal) y una menor proporción de tejido graso en el aumento de peso diario. Estos duplican en eficiencia de conversión a los novillos cuando el consumo no está restringido y se utilizan dietas de buena calidad. Por lo tanto, ante la misma dieta base consumida, las estrategias de suplementación variarán según las características de los animales en cuestión.

En segundo lugar, la estrategia de suplementación será diferente según la dieta base y en la época del año en que se encuentre. Las pasturas y verdeos presentan una mayor proporción de proteína/energía, por lo que esto definirá que tipo de suplemento se debe suministrar.

A partir de estos dos aspectos, se podrá elegir el tipo de suplemento. Se clasifican como suplementos voluminosos (fardos de pradera, pajas de cereales), suplementos proteicos (expellers) y suplementos energéticos (afrechillos, granos).

#### 2.4.1 Respuesta a la suplementación

La respuesta a la suplementación se define como la ganancia de peso de los animales suplementados respecto a aquellos que no fueron suplementados bajo la misma asignación de forraje (Beretta & Simeone, 2005).

Existen ciertos factores como la pastura/animal/suplemento que interactúan entre sí que hacen difícil la predicción de la respuesta a la suplementación (Horn & McCollum, 1987).

Hay características de la pastura, que cuando se suplementa generan ciertos efectos sobre el animal y la pastura. En el siguiente cuadro se observan dichos efectos (Flores & Bendersky, 2010).

**Tabla 2**

*Efecto de la suplementación sobre el aumento de peso y la receptividad de la pastura*

Características de la pastura	Efecto de la suplementación	Ganancia diaria de peso	Receptividad de la pastura	Producción/ha
Calidad o disponibilidad deficiente	Adición	Aumenta	No cambia	Aumenta
Buena calidad y disponibilidad	Sustitución	No cambia	Aumenta	Aumenta
Calidad y disponibilidad intermedia	Adición + Sustitución	Aumenta	Aumenta	Aumenta

*Nota.* Elaborado a partir de Flores y Bendersky (2010).

Según Pigurina (1997), la adición se da cuando el aporte de nutrientes por parte de la pastura es insuficiente. El aporte de nutrientes vía suplemento genera que se sume a los de la pastura bajo pastoreo. Presenta respuesta creciente al uso de suplemento hasta cierto límite dependiente de la cantidad y calidad del suplemento. Por otra parte, la adición y sustitución es la situación más común, el animal no expresa el potencial solo consumiendo el forraje, sustituye parte del consumo del forraje y a su vez adiciona el consumo de suplemento hasta alcanzar el potencial. Por último, la sustitución se da cuando el animal cubre sus requerimientos solo con la pastura ya que esta presenta buena calidad y disponibilidad.

Según Kellaway y Porta (1993), la tasa de sustitución se define como la disminución del consumo de forraje cuando los animales aumentan el consumo de suplemento.

Esta tasa de sustitución tiene una relación directa con la disponibilidad del forraje. Cuando la oferta de forraje es restringida (1,5% del PV) el efecto de sustitución es mínimo. En cambio, cuando la asignación del forraje es de 3% del PV en condiciones de pasturas sembrada con gramíneas y leguminosas, se produce el efecto de sustitución (Vaz Martins, 1997).

Por otra parte, según Horn y McCollum (1987) la calidad de la pastura es otro factor muy importante que afecta la tasa de sustitución. En pasturas de alta calidad cuando se pasa de niveles de suplementación de 0,5% del PV al 1% del PV las ganancias prácticamente no se modifican debido al efecto sustitución. En cambio, cuando se suplementa en una pastura de baja calidad se ve el efecto de adición cuando se pasa de niveles de 0,5% del PV a 1% del PV.

**Tabla 3**

*Ganancias diarias a dos niveles de suplementación en dos pasturas de distinta calidad*

Pastura	Niveles de suplementación con grano % del PV		
	0	0,5	1
Buena calidad	0,258 b	0,633 a	0,593 a
Mala calidad	0,015 c	0,269 b	0, 556 a

*Nota.* Elaborado a partir de Dumestre y Rodríguez (1995).

Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían en valores de entre 0.5 a 1.0 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tayler & Wilkinson, 1972).

#### 2.4.2 Suplementación energética sobre verdeos de invierno

Caton y Dhuyvetter (1997) explican que la suplementación energética con el fin de compensar las deficiencias o satisfacer las demandas de producción se practica mayormente durante los periodos de otoño e invierno. Los mismos autores señalan que en situaciones en la que la disponibilidad de energía del forraje es limitada, se recurre a la suplementación energética para satisfacer las demandas.

Tieri et al. (2011) afirman que, debido a las particularidades del forraje en otoño, la suplementación energética resulta una práctica de manejo recomendada para mejorar las ganancias de peso. Esta suplementación aporta la energía necesaria para mejorar la sincronización en el uso de la proteína del forraje y por lo tanto un mejor aprovechamiento del mismo.

**Tabla 4**

*Recopilación de trabajos nacionales sobre la suplementación en novillos y terneros pastoreando verdeos y praderas*

Época	Categoría	Pastura	AF %	Supl % PV	GMD kg/día	EC	REF
Invierno	Terneros	Pradera	2,5	1	0,521	7	Simeone et al. (2003)
Invierno	Terneros	Pradera	5	1	0,691	8	Simeone et al. (2003)
Otoño	Novillos	Verdeo	2,5	1	1	4 a 5	Simeone & Beretta (2004)
Otoño	Novillos	Verdeo	5	1	1,2	5 a 6	Simeone & Beretta (2004)

*Nota.* Asignación de forraje (AF%), Suplementación en % de peso vivo (Supl % PV), Ganancia media diaria (GMD), Eficiencia de conversión (EC).

En la misma línea la suplementación con concentrados energéticos, además de aumentar el consumo de materia seca, genera una mejora en la eficiencia de utilización del nitrógeno (Sinclair et al., 2000, Bargo et al., 2002, como se cita en Noro et al., 2006).

Caton y Dhuyvetter (1997) concluyen que aumentando el nivel de suplementación energética se produce una baja en el tiempo destinado a la actividad de pastoreo, bajando los requerimientos energéticos asociados a esta actividad.

## 2.5 Grano de sorgo como suplemento energético

### 2.5.1 Composición química y características nutricionales del sorgo

El sorgo es una gramínea de origen tropical que ha sido adaptada a través del mejoramiento genético, a una gran diversidad de ambientes, llegando a ser considerado uno de los cultivos mundiales de seguridad alimentaria (Carrasco et al., 2011).

Según Montiel et al. (2011) el grano de sorgo es uno de los cereales más cultivados en el mundo y forma parte de muchas dietas de bovinos en muchas regiones de Argentina.

Domanski et al. (1997) afirman que el grano de sorgo está constituido básicamente por proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y polifenoles, en porcentajes que varían según el genotipo y el ambiente. Estos autores reportan para el grano de sorgo un contenido de proteína variando entre 5 y 19,3 %, con una media de 10,7 % dependiendo del tipo de cultivar utilizado y factores del suelo y del clima. Las proteínas del sorgo son abundantes en los aminoácidos leucina, ácido glutámico, alanina, prolina y ácido aspártico, siendo lisina, metionina y triptofano los más limitantes. También explican que el contenido de lípidos es más elevado en el embrión (germen) y más bajo en el endosperma con un contenido aproximado de 3 – 4 %. Aproximadamente el 80 % de los lípidos en sorgo son del tipo insaturados, constituyendo los ácidos oleico y linoleico el 76 % de todos los ácidos grasos.

La energía del sorgo proviene de los carbohidratos no estructurales y de los lípidos. El principal carbohidrato de sorgo, como en los cereales, es el almidón, variando el contenido del mismo según el genotipo, con valores promedios alrededor del 74% (Domanski et al., 1997), y una degradabilidad del almidón para el grano de sorgo molido de 91% y de 87% para grano de sorgo arrollado (Caorsi & Olivera, 2005).

Gallardo (s.f.) explica que existen ciertos aspectos nutricionales que diferencian el almidón del sorgo del almidón del maíz. Por ejemplo, el almidón del sorgo presenta menor calidad debido a que tiene menor digestibilidad ruminal y duodenal. Esto sucede debido a la presencia de una matriz proteica que actúa como barrera a los microbios del rumen. Por otra parte, esta misma autora expone que el sorgo presenta taninos condensados en su cubierta externa, factor que interfiere en la digestión de las proteínas. Por esto, se recomienda que para la alimentación de terneros el sorgo se encuentre molido.

En el Cuadro N°5 se observa la composición química del grano de sorgo obtenida por Bergós y Errandonea (2020).

**Tabla 5***Análisis químico del grano de sorgo*

	Grano de sorgo
MS (%)	89.16
PC (%)	9.56
NIDA % x 6,25	3.39
aFDNmo (%)	32.18
FDAmo (%)	10.51
EE (%)	2.04
C (%)	5.24

*Nota.* Todos los valores son expresados en base seca. Materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), cenizas (C). Elaborado a partir de Bergós y Errandonea (2020).

#### 2.5.2 Antecedentes del uso de grano de sorgo

Experimentos realizados en la Unidad de Producción intensiva de Carne (UPIC) indican que terneros manejados a una asignación de forraje entre el 2,5% PV y 3% PV, suplementados al 1% del PV con grano de sorgo, presentaron ganancias de 550 gramos con una eficiencia de conversión de 5:1 (Beretta & Simeone, 2008).

Algorta et al. (2015) evaluaron la suplementación con grano de sorgo molido, en terneros pastoreando verdeos de invierno con dos asignaciones de forraje contrastantes (2,5% y 5% AF). En el experimento se utilizaron 48 terneros Hereford y 3 manejos de la suplementación: testigo sin suplementar, suplementación diaria y suplementación con autoconsumo. Como conclusión, se destaca que se obtuvo mayor respuesta en suplementación diaria con ganancias de 458g/d y 745 g/d en asignaciones de 2,5% y 5%, respectivamente.

## 2.6 Grano de arroz con cáscara como suplemento energético

El grano de arroz con cáscara o *paddy* refiere al grano cosechado provisto de su cubierta exterior o cáscara (glumas y glumelas), pero sin pedúnculo (Decreto n° 544/987, 1987).

El grano de arroz presenta la característica de tener una estructura compleja que está formada por una capa protectora llamada cáscara. Esta cáscara representa el 20% del peso del grano (Paredes et al., 2021).

La cáscara de arroz se conoce como un subproducto agroindustrial por su alto contenido de fibra y bajo contenido de proteína por lo que es utilizado muchas veces en dietas con concentrados energéticos (Ayçaguer et al., 2011).

Comparando el grano de arroz con cáscara vs el grano de arroz sin cáscara se afirma que el arroz *paddy* presenta menor contenido de proteína cruda y menor energía debido a un efecto dilución por un mayor contenido de fibra cruda (Paredes et al., 2021).

### 2.6.1 Composición química y características nutricionales del GACC

El grano de arroz es de los principales alimentos que están presentes en la dieta de la población mundial, sin embargo, su utilización en la nutrición animal como grano de arroz con cáscara es prácticamente inexistente.

Según Snell et al. (1945) esto puede estar explicado por los elevados precios existentes en el arroz.

En relación al valor nutritivo del grano de arroz con cáscara, se reporta un aporte de energía bruta de 4240 cal/kg (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement [INRAE] et al., s.f.).

Esto se explica debido a la elevada concentración de almidón de 64,3% con una degradabilidad de 68%. Su contenido en proteína es bajo (8,5%) pero con un nivel aceptable en lisina (6,8%). Su contenido en cenizas es de 5,8 % y su aporte en macrominerales prácticamente despreciable. Asimismo, su contenido en vitaminas es muy bajo (INRAE et al., s.f.).

Pomeranz y Ory (1982) como se cita en Argenta (2015) reportan para el grano de arroz con cáscara entre 62,1% - 67% de almidón, 6,7 % - 8,3% de proteína

bruta, 2,1% - 2,5% de grasa, 8,4% - 12,1% de fibra cruda y entre 3,4% - 6,0% de cenizas.

Por último, si se realiza una comparación entre el grano más usado como suplemento energético (maíz) y el grano de arroz con cáscara, se puede afirmar que el maíz y el GACC difieren ampliamente tanto en composición como en características físicas. El arroz presenta mayor contenido de fibra y minerales que el maíz, pero contiene menos grasas y nutrientes digestibles totales (Dyer & Weaver, 1955).

**Tabla 6**

*Composición química del Arroz Partido, Sorgo Blanco y Maíz Nacional*

	PC(%)	EM (kcal/kg)	FDN (%)
GACC	8,5	2400	21,7
Sorgo blanco (sin taninos)	7,5 - 9,5	2770	8,8
Maíz Nacional	8,5	2840	9

*Nota.* Elaborado a partir de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2019a, 2019b), INRAE et al. (s.f.) y Argenta (2015).

### 2.6.2 Antecedentes del uso de GACC en la alimentación animal

De la investigación realizada por Weaver y Moffett (1937), donde tuvo como objetivo el engorde de bovinos, ovinos y porcinos con grano de arroz con cáscara, se obtienen algunas conclusiones para diferentes animales. En cerdos, se utilizó un 75% más de suplemento proteico por cada 100 libras de ganancia cuando se alimentó en base a arroz en comparación a cuando se alimentó a base de maíz. En línea con esta conclusión se agrega que el consumo fue un 10% mayor cuando la dieta fue en base a arroz en lugar de maíz y a su vez también se concluye que los cerdos alimentados con arroz requieren 18% más de alimento por cada 100 libras de aumento en lugar de los cerdos que se les suministro el arroz molido. Por último, los autores concluyen que independientemente de si se suministró el grano de arroz molido o crudo, siempre se requirió la misma cantidad de suplemento proteico.

Continuando con el análisis del trabajo realizado por Weaver y Moffett (1937), en este caso con el foco puesto en corderos, las conclusiones son similares a las antes citadas para cerdos. Los corderos obtuvieron ganancias más rápidamente cuando la dieta fue basada principalmente en maíz en lugar de arroz, y también el consumo fue mayor en las dietas con base de arroz en lugar de las dietas en base a maíz. También constataron en dicha investigación que el arroz presentó una muy buena palatabilidad para los corderos.

Por último, se hace referencia a la investigación para novillos de raza Hereford que realizó Weaver y Moffett (1937), en donde las conclusiones siguen compartiendo similitudes con las obtenidas para corderos y cerdos.

El grano de arroz con cáscara resultó ser muy apetecible para dichos animales, y las dietas en base a maíz desgranado tuvieron un 18% más de ganancia en igual tiempo que el grano de arroz con cáscara. Por último, los animales alimentados con una dieta en base a grano de arroz con cáscara molido, tuvieron un 22% más de requerimiento de alimento para una ganancia unitaria en comparación a los animales alimentados con maíz desgranado.

Otro caso en donde se utilizó grano de arroz con cáscara como suplemento animal fue en la tesis de doctorado realizada en Santa María por Argenta (2015). En la misma se compara el rendimiento y comportamiento ingestivo del GACC, grano entero de maíz y avena blanca en la terminación de ganado a corral.

La conclusión fue que los animales alimentados con grano de maíz y avena tuvieron mayor peso final que los alimentados con GACC. La GMD en kg/a/día del grano de maíz, avena blanca y GACC fue de 1.3, 1.07 y 0.71 respectivamente con una conversión del alimento (kg PV/kg MS) de 6.07, 7.99 y 11.15 para maíz, avena blanca y GACC (Argenta, 2015).

Con respecto al consumo de MS no hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos (Argenta, 2015).

## 2.7 Hipótesis

La suplementación invernal de terneros con grano de sorgo o GACC ambos molidos, mejora la ganancia de peso vivo de terneros pastoreando *Lolium*

*multiflorum* cv. Bill Max con oferta de forraje restringida, siendo la magnitud de esta respuesta y de la eficiencia de uso del alimento, dependiente del tipo de suplemento.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Localización

El experimento se llevó a cabo entre el 4 de julio y 28 de septiembre del 2022 en la Unidad de Producción Intensiva de Carne de la Estación Experimental “Dr. Mario Cassinoni” (EEMAC, Facultad de Agronomía). La misma se encuentra por ruta nacional N°3 en el km 363 en el departamento de Paysandú.

#### 3.2 Suelo

El experimento se realizó en el potrero 6 de la UPIC. Los suelos se encuentran sobre la formación Fray bentos, unidad San Manuel, donde predominan los suelos Brunosoles eutricos típicos (háplicos). Asociados se encuentran Brunosoles eutricos lúvicos y Solonetz solodizado melánicos según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1000.000 (Altamirano et al., 1976).

#### 3.3 Pastura y suplemento

##### 3.3.1 Pastura

Para el experimento se utilizaron 2,5 ha de Raigrás anual Bill Max (tetraploide Westerwoldicum) de la empresa Gentos. La pastura fue sembrada el 20 de marzo del 2022 con una densidad de siembra de 25 kg/ha. Previo a la siembra se fertilizó con 80 kg/ha (18-46-0) y para el control de malezas se aplicó glifosato y 2,4-D amina. No hubo re fertilizaciones posteriores.

##### 3.3.2 Suplemento

En cuanto al suplemento se utilizó grano entero de arroz con cáscara y sorgo, ambos molidos por la empresa COPAGRAN (Cooperativa Agraria Nacional). La composición química se presenta en el Cuadro N°7.

**Tabla 7**

*Composición química del grano de arroz con cáscara y del sorgo (% base seca)*

	<b>Sorgo</b>	<b>GACC</b>
<b>MS</b>	89,66	89,89
<b>PC</b>	8,02	6,47
<b>C</b>	-	3,96
<b>FDNmo</b>	21,22	22,42
<b>FDAmo</b>	8,47	14,89
<b>NIDA x 6,25</b>	0,38	2,31
<b>EE</b>	1,5	1,07
<b>EB Mcal/kg</b>	4,28	4,09

*Nota.* Todos los valores expresados en base seca excepto materia seca (MS, % base fresca), proteína cruda (PC), cenizas (C), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA), extracto etéreo (EE), energía bruta (EB).

### 3.4 Animales y tratamientos

Se utilizaron 36 terneras Hereford provenientes del rodeo experimental de la EEMAC, nacidas en la primavera 2021, con un peso promedio al inicio del experimento de 140 kg  $\pm$  13,3 kg, las cuales fueron sorteadas a 9 grupos, y estos a 1 de 3 tratamientos:

- 1) tratamiento testigo en el que las terneras pastorearon exclusivamente el raigrás
- 2) pastoreo de raigrás más suplementación con grano de sorgo, o
- 3) pastoreo de raigrás más suplementación con grano de arroz con cáscara.

Cada tratamiento presentó tres repeticiones (n=3), y cada repetición estuvo integrada por 4 terneras pastoreando una parcela independiente. Los tres tratamientos fueron manejados con una asignación de forraje del 2,5% del peso vivo y el nivel de suplementación fue el 1% del peso vivo del animal (base seca), siendo

suplementadas diariamente por las mañanas en comederos ubicados en la parcela de pastoreo. Cada parcela presentaba dos comederos de 1 metro de largo cada uno, con un frente de ataque de 0,5 metros.

Previo al comienzo del acostumbramiento las terneras venían siendo manejadas sobre raigrás y suplementadas con ración comercial (3,0 Mcal/kg de energía metabolizable y 18% de proteína cruda) a razón del 1 kg de MS/ 100 kg de peso vivo. El 29/6/2022 comenzó una semana de acostumbramiento y transición gradual entre suplementos (período pre-experimental). El primer día se les suministró 100% de ración comercial, y en los días posteriores este suplemento fue sustituido diariamente en un 20% por grano sorgo o GACC, según el tratamiento, hasta llegar a suplementar con 100% del suplemento correspondiente. En el caso del tratamiento testigo la ración comercial se fue disminuyendo hasta que el consumo fue únicamente de raigrás Bill Max.

### 3.5 Procedimiento experimental

#### 3.5.1 Manejo del pastoreo

El pastoreo se manejó mediante franjas semanales, donde los animales ingresaban a las parcelas los miércoles por la tarde de cada semana. Cada parcela medía 17 metros de ancho variando el largo para el ajuste de la asignación de forraje, según el peso vivo de los animales en cada parcela (corregidos cada 14 días), y la disponibilidad de MS de raigrás. No hubo segundo pastoreo en las parcelas. Cada parcela presentaba bebedero sin restricción de agua.

#### 3.5.2 Manejo de la suplementación

La suplementación de los animales se realizó diariamente en comederos ubicados en cada una de las parcelas correspondientes. El suplemento se pesaba y distribuía todos los días temprano en la mañana. En el caso que hubiese rechazo se lo recolectaba y se lo pesaba, sin retornarlo al comedero

### 3.6 Registro, mediciones y muestreos

#### 3.6.1 Determinaciones en la pastura

Semanalmente se determinó la altura y biomasa de forraje pre-pastoreo, para el ajuste de la oferta de forraje. Esta medición se realizó mediante la técnica de doble muestreo (Haydock & Shaw, 1975).

Se determinaron por apreciación visual tres escalas en función de la altura y densidad del forraje (alto, medio, bajo), en las cuales semanalmente se tomaron dos muestras de cada una. Para este muestreo se utilizó un cuadro de 30×30 cm, y se midió la altura de la pastura con regla en cinco puntos de la diagonal, registrando el punto de contacto más alto. Las muestras se cortaron al ras del suelo, se pesaron en base fresca y luego se secaron en estufas por un lapso de 48 horas hasta que el peso seco de la muestra fuera constante. A partir del peso fresco y peso seco se determinó los kg de materia seca (MS)/ha de cada escala y el porcentaje de MS de la pastura. Cada parcela fue muestreada en 30 puntos, asignándole el valor de la escala correspondiente. A partir de esta frecuencia y la disponibilidad de MS/ha de cada escala se determinó la biomasa total por hectárea (kg MS/ha).

El mismo procedimiento fue utilizado para la caracterización del remanente de cada parcela. Las mediciones se realizaban al día siguiente en que los animales salían de sus respectivas parcelas.

Para obtener una caracterización de la composición química del forraje disponible para el animal, se utilizaron muestras tomadas en las semanas 1, 8, y 13, representando el inicio, mitad y fin del periodo experimental. Las muestras secas de las repeticiones de cada escala de doble muestreo fueron molidas y combinadas en una muestra compuesta por semana mediante el método de cuarteo y conservadas para posteriormente ser analizada químicamente. La composición química del forraje disponible de cada parcela se estimó luego mediante la frecuencia de aparición de las escalas en cada una de las parcelas.

#### 3.6.2 Determinaciones realizadas en el animal

##### 3.6.2.1 Peso vivo

Los animales se pesaron cada 14 días de manera individual, aleatoria y siempre con la misma balanza. Se los pesaba llenos en la tarde aproximadamente a

las 17 hs y luego quedaban encerrados sin acceso al pastoreo, suplemento ni agua, para luego volver a pesarlos al día siguiente en torno a las 8 hs para registrar el peso vacío. Se registró la altura del anca al inicio y fin del período experimental.

#### 3.6.2.2 Consumo de suplemento

El consumo de suplemento se determinó diariamente como la diferencia entre la cantidad suministrada y el rechazo si lo hubiese. En caso que hubiera rechazo, se juntó, se pesó y luego se secó en estufa para determinar humedad y consumo.

Todas las semanas se tomaba una muestra de cada uno de los suplementos y se lo secaba en la estufa para así determinar el porcentaje de materia seca. Las muestras se conservaron para realizar al final del experimento una muestra compuesta con cada uno de los suplementos para realizar el posterior análisis químico.

#### 3.6.2.3 Comportamiento animal

En las semanas 8 y 11 se registró el comportamiento ingestivo mediante observación directa, en dos animales por parcela, desde la salida del sol hasta la puesta de sol, registrando cada 10 minutos el tipo de actividad que estuviera realizando el animal. Esto se realizó los días 2, 4 y 6 de cada semana seleccionada y para cada animal seleccionado se registró pastoreo efectivo o búsqueda de pastoreo, descansa echado, descansa parado, rumia echado, rumia parado o toma agua.

También se tomaron registros de la tasa de bocado como el número de bocados realizados en 1 minuto de cada animal, en la mañana y en la tarde.

### 3.7 Variables calculadas

A partir de los registros y mediciones realizados, se calcularon nuevas variables, ganancia diaria (GMD), eficiencia de conversión del suplemento, respuesta a la suplementación y utilización del forraje. En el caso de la ganancia diaria se obtuvo por regresión del incremento de peso en función de los días entre pesadas. La eficiencia de conversión del suplemento resultó del cociente entre el

consumo de suplemento y la respuesta a la suplementación, donde esta última es otra variable calculada que se obtuvo de realizar la diferencia de GMD entre los animales suplementados con respecto al testigo. Por último la utilización del forraje se estimó mediante la siguiente fórmula:  $UF (\%) = \text{Biomasa de forraje desaparecida} / \text{biomasa ofrecida} \times 100$ .

### 3.8 Datos climáticos

Los registros climáticos fueron obtenidos de la estación meteorológica propia de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC, 2022) y del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, s.f.), tanto los registros ocurridos durante el periodo experimental, en el año 2022, como también los datos históricos.

### 3.9 Análisis químicos

Sobre muestras compuestas de pastura y suplemento, se determinó en el laboratorio de análisis químicos de la Facultad de Agronomía (UdelaR) el contenido de cenizas (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2012) a través del método 942.05, proteína cruda (AOAC, 2012) con el método 984.13, FDN con amilasa y corregido por cenizas, y FDA corregido por cenizas (Van Soest et al., 1991).

### 3.10 Análisis estadístico

El experimento fue analizado según un diseño de parcelas al azar de acuerdo a un modelo general incluyendo el efecto del tratamiento y el peso inicial como covariable y considerando a la parcela de pastoreo como unidad experimental

Se utilizó el procedimiento Mixed de SAS para el análisis del peso vivo y estimación de la ganancia diaria, consumo de materia seca, cambios en la condición y composición de la pastura (disponibilidad, altura, biomasa forraje verde).

El estudio del efecto de la ganancia media diaria GMD (coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) entre los distintos tratamientos, se realizó

mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, comparando las pendientes de los tratamientos.

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 dk + \beta_1 i \zeta_{idk} + \beta_2 PV_{ij} + \sigma_{ijkl}$$

Dónde,  $Y_{ijkl}$ : peso vivo

$\beta_0$ : intercepto

$\zeta_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento ( $i =$  Testigo, GS, GACC)

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental

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

$\beta_1 i \zeta_{idk}$ : es la pendiente del PV en función de los días para cada tratamiento

$\beta_2 PV_{ij}$ : es la pendiente que afecta a la co-variable PV al inicio del experimento

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

El modelo usado para el análisis de la pastura incluyó los efectos fijos de tratamiento (T), semana de medición (S) y la interacción entre ambos (T×S).

$$Y_{ijkl} = \mu + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + S_k + (\zeta S)_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Las variables EC del suplemento, PV final y la evolución del peso se analizaron utilizando el procedimiento GLM de SAS, de acuerdo al modelo lineal general:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij}$$

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo de los animales fue realizada la transformación LOGIT de los datos originales, la cual asume que la variable “número de registros/ registros totales” tiene distribución binomial. Transformación LOGIT:  $[\text{LN}(P/1-P)]$ , siendo P la proporción de observaciones de consumo, rumia o descanso. Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS.

$$\text{Ln}(P/(1 - P)) = \beta_0 + \tau_j + S_j + (\zeta S)_{ij} + D_k(S)_j$$

Dónde,

P: es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo

$\beta_0$ : es el intercepto

$\zeta_i$ : es el efecto de los tratamientos

$S_j$ : es el efecto de la semana

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

$D_k(S)_j$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

Para la tasa de bocado se utilizó el siguiente modelo general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \zeta_i + \epsilon_{ij} + S_k + (\zeta S)_{ik} + D_i(S)_k + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde,

$Y_{ijkl}$ : es la tasa de bocado

$\mu$ : es la media general

$\zeta_i$ : es el efecto de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$ : es el error experimental

$P_k$ : es el efecto de la semana

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

$D_i(P)_k$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

$\epsilon_{ijkl}$ : es el error de la medida repetida

Se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo I fue  $< 5\%$  ( $P < 0.05$ ).

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante contrastes Tukey, evaluándose a través de contrastes ortogonales el efecto de la suplementación (suplementados vs. testigo) y el efecto del tipo de suplemento (Sorgo vs. GACC).

#### 4. Resultados y discusión

##### 4.1 Condiciones ambientales

En el cuadro N°8 se presentan los datos de precipitación mensual y temperatura media en el periodo experimental y para el promedio histórico en el departamento de Paysandú.

**Tabla 8**

*Precipitaciones mensuales y temperaturas medias en el periodo experimental y promedio histórico (1991 - 2020)*

	Julio	Agosto	Septiembre
Temperatura media (C°)	13,4	12,1	14,3
Temperatura media histórica (C°)	12,0	13,9	15,4
Precipitaciones (mm)	75,4	39,2	60,6
Precipitaciones medias histórica (mm)	55	75	79

*Nota.* Elaborado a partir de EEMAC (2022) e INUMET (s.f.).

Las temperaturas medias en los meses en que se realizó el experimento fueron similares a las temperaturas medias históricas.

Con respecto a las precipitaciones acumuladas en los meses de julio, agosto y septiembre del año 2022, representaron un 83,8% del acumulado medio histórico para esos meses.

Holt (1972) como se cita en Carámbula (2007) explica que la producción invernal está influenciada principalmente por las temperaturas. Temperaturas medias de 4,5°C resienten fuertemente el crecimiento del verdeo. En cambio, con temperaturas por encima de 15°C la producción de MS aumenta considerablemente.

En cuanto a las precipitaciones, el déficit y exceso afectan el comportamiento del verdeo (Carámbula, 2007). El raigrás presenta requerimientos hídricos exigentes siendo estos entre 12 y 25 mm por semana (Dpto. Agronomía Infoagro, s.f.).

##### 4.2 Características de la pastura

En el cuadro N°9 se muestra la disponibilidad de entrada/salida, altura de entrada/salida y la utilización del forraje.

**Tabla 9**

*Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre la pastura pre y post pastoreo*

	Tratamientos				Efectos y contrastes (P-valor)				
	Testigo	Sorgo	GACC	EE	T	S	T×S	Supl. vs Testigo	Sorgo vs GACC
Biomasa pre pastoreo (kg/ha)	5929,3	5477	5855	314,8	ns	**	ns	ns	ns
Altura entrada (cm)	35,4	34,2	34,8	2,0	ns	**	ns	ns	ns
Biomasa rechazo (kg/ha)	1315,9	1364,9	1470	21	**	**	**	**	**
Altura rechazo (cm)	7,4	8,2	9,4	0,3	**	**	**	**	**
Utilización (%)	76,1	72,9	72,4	1,3	ns	**	ns	ns	ns

*Nota.* Significancia de los efectos: \*\* P<0,01; \* P<0,05; + <0,10, ns: P>0,10 EE: error estándar. T: tratamiento, S: semana, T×S: interacción tratamiento por semana.

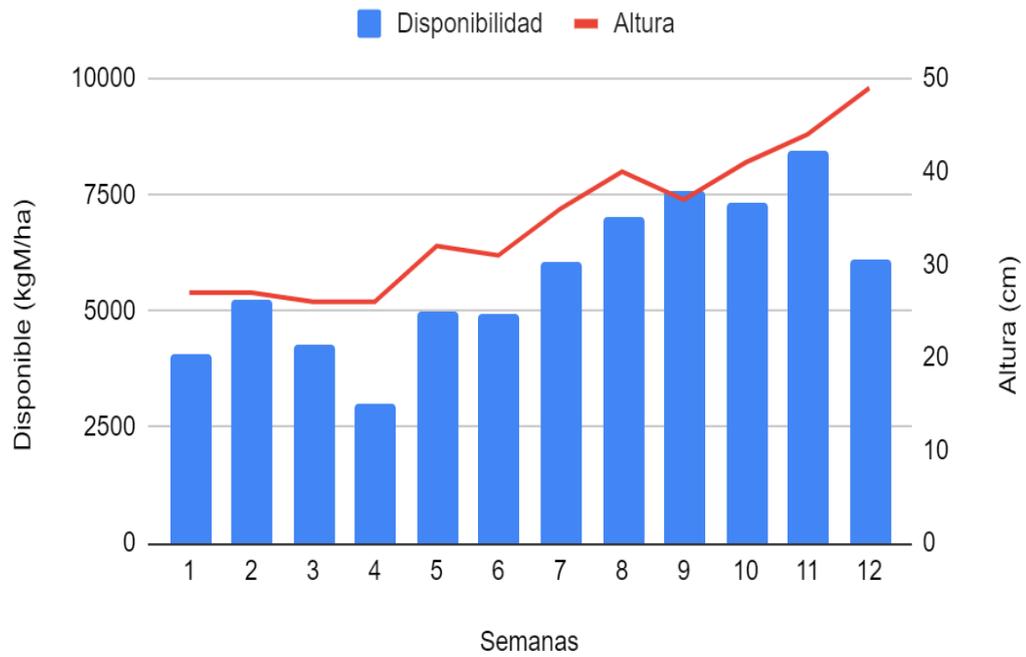
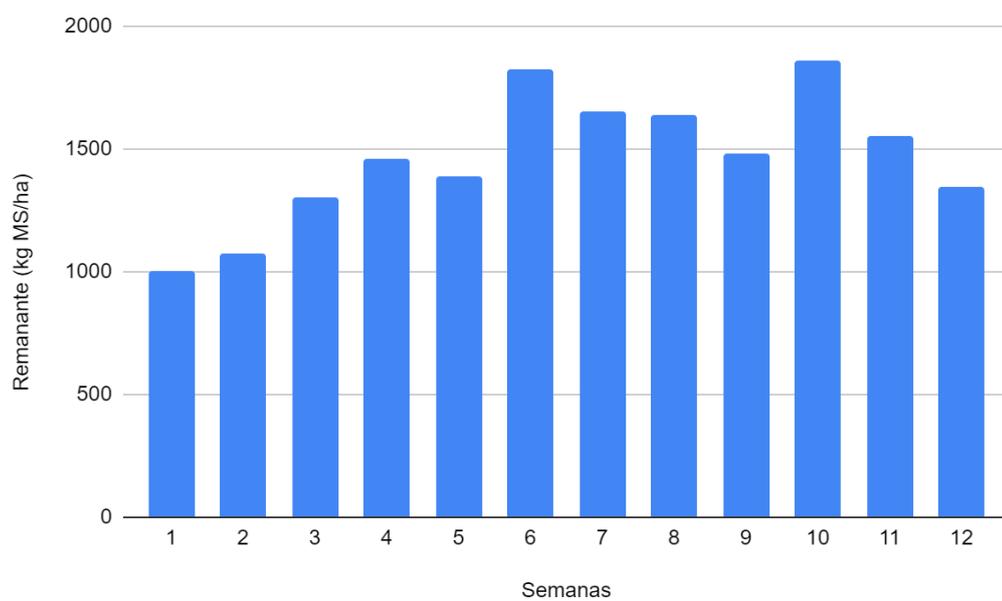
#### 4.2.1 Biomasa y altura del forraje ofrecido y remanente

La disponibilidad del forraje ofrecido promedio en el periodo de investigación fue de  $5754 \pm 1749$  kg MS/ha y  $35 \pm 9$  cm de altura, no observándose efecto del tratamiento sobre estas variables, que sí fueron afectadas por la semana experimental, independiente del tratamiento (Cuadro N°9).

A medida que transcurrieron las semanas, el forraje disponible y el remanente aumentaron (Figura N° 2 y 3, respectivamente). El aumento de la disponibilidad de forraje pre pastoreo, puede estar explicado por el avance en el desarrollo fenológico del cultivo a lo largo del experimento, en donde a medida que

transcurren las semanas su rendimiento aumenta (Zanoniani et al., 2003). Asimismo, el aumento del forraje remanente se dio tanto por efecto de la semana como por el efecto de tratamiento, el cual varió según la semana. El aumento del forraje remanente, se explica según Zanoniani et al. (2003) por una disminución en el consumo de los animales debido al avance en la madurez fisiológica del raigrás donde disminuye la digestibilidad y calidad del forraje afectando la utilización de la misma. La suplementación resultó en un aumento en la biomasa de forraje remanente y su altura, siendo el efecto mayor cuando se suplementó con GACC respecto al sorgo. Sin embargo, no se observó efecto significativo sobre la utilización de la pastura.

La utilización del forraje por parte de los animales fue elevada (74%), explicado por la baja asignación de (2,5 %) utilizada en el manejo del pastoreo. Esto se condice con lo expuesto por Rovira (2005) el cual explica que, a menor asignación de forraje, mayor es la utilización del mismo. También Invernizzi et al. (2007) reportan utilidades entre 67% y 75% en terneros pastoreando pradera con una asignación de 2,5 % PV. A su vez, Cepeda et al. (2005) obtuvieron una utilización de 68,2 % en terneros pastoreando raigrás a una asignación de 2,5% de PV.

**Figura 2***Evolución semanal de la biomasa y altura de forraje disponible pre pastoreo***Figura 3***Evolución semanal del forraje remanente post pastoreo*

Como se observa en el cuadro N° 10, no hubo diferencia significativa en la composición química del forraje ofrecido en los distintos tratamientos. Sin embargo, sí se encontró diferencias significativas en las diferentes semanas para todas las variables analizadas, siendo en caso de la PC el efecto semana dependiente del tratamiento (Figura N° 4).

Con respecto al contenido de proteína cruda se observa que fue muy bajo comparado con 26 % para raigrás reportado por Mieres et al. (2004). Nivel tan bajos como los observados podrían estar explicados por un alto contenido de restos secos en la pastura. Como explica Zanoniani et al. (2003) el avance del estado fenológico del cultivo genera que haya una disminución del contenido proteico, esto se puede observar en la figura N°4, donde se ve que al transcurrir las semanas hay un descenso del contenido de proteína cruda para los 3 tratamientos, habiendo efecto significativo entre los tratamientos y las semanas.

En cuanto a la FDA se observa que el contenido promedio fue de 46,37%. Esto no se condice por lo reportado por Altuve et al. (2004) y Acland et al. (2023), el cual presentaron contenidos de entre 22% - 25% y 29% respectivamente. Observando la figura N° 4 se aprecia que el contenido de FDA del forraje aumentó con el transcurso del tiempo.

**Tabla 10**

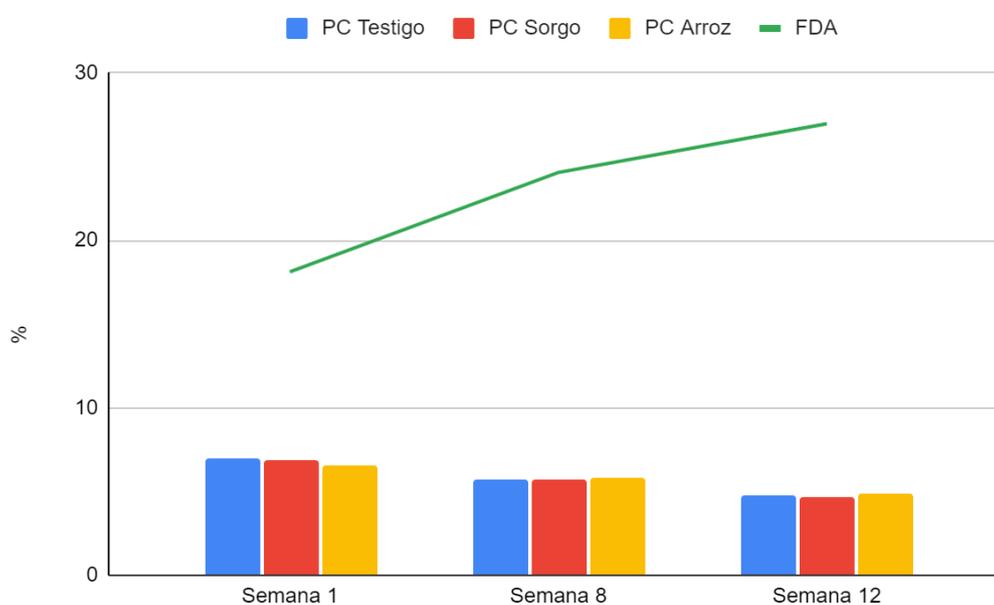
*Efecto del tratamiento y semana experimental sobre la composición química del forraje ofrecido*

	Tratamientos				Efecto (P-Valor)		
	Testigo	Sorgo	GACC	EE	T	S	TxS
C %	8,5	8,81	9,03	0,15	ns	**	**
PC%	5,85	5,75	5,75	0,054	ns	**	*
aFDNmo%	46,64	45,9	46,58	0,38	ns	**	ns
FDAmo%	23,36	22,72	23,18	0,30	ns	**	ns

*Nota.* Todos los valores son expresados en base seca. Cenizas (C) proteína cruda (PC), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo).

**Figura 4**

*Evolución del porcentaje promedio de PC y FDA en las semanas 1, 8 y 12*



*Nota.* Proteína Cruda (PC).

#### 4.3 Consumo de forraje y suplemento

En el Cuadro N°11 se presenta el consumo promedio diario de forraje y suplemento en el periodo investigado por parte de los animales expresado en porcentaje de peso vivo y kg MS/animal, junto con el consumo total.

**Tabla 11**

*Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre el CMSF, CMSS y CMST*

	Tratamientos				Efectos y contrastes (P-valor)				
	Testigo	Sorgo	GACC	EE	T	S	TxS	Supl. vs Testigo	Sorgo vs GACC
Consumo de materia seca (kg / 100 kg de peso vivo)									
CMSF	1,90	1,82	1,81	0,03	ns	**	ns	ns	ns
CMSS	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	ns
CMST	1,9b	2,82a	2,81a	0,03	**	**	ns	**	ns
Consumo de materia seca (kg/ animal/ día)									
CMSF	2,70	2,85	2,79	0,11	ns	**	*	ns	ns
CMSS		1,56	1,53	0,073	ns	**	ns	-	ns
CMST	2,70b	4,41a	4,33a	0,17	*	**	**	**	ns

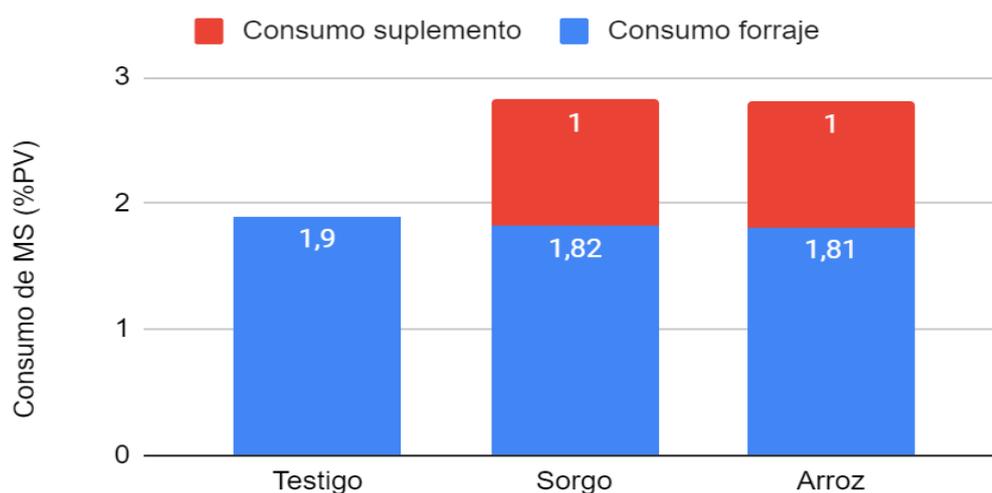
*Nota.* No significativo (n/s) ns= P>0,05; \*= P<0,05; \*\*= P<0,01; a, b: medias seguidas de diferente letra difieren estadísticamente. Error estándar (EE). Consumo de materia seca del forraje (CMSF), consumo de materia seca del suplemento (CMSS), consumo de materia seca total (CMST)

El CMSF (expresado cada 100 kg de peso vivo), no fue afectado por la suplementación, ni por el tipo de suplemento. Con respecto al consumo de suplemento no se encontró efecto entre los dos tratamientos suplementados, ambos consumieron el 1% de PV no presentando rechazo. La suplementación incrementó

significativamente el consumo total con respecto al testigo. Esto se condice con Figurina (1997) quien reporta que a bajos aportes de nutrientes por la pastura se produce un efecto de adición por parte del suplemento. A su vez Stritzler (s.f.) afirma que cuando la disponibilidad de forraje es restrictiva los animales reducen su consumo de forraje y ganancias de peso. Esto genera que cuando se suplementa se produce un efecto de adición, es decir el consumo total aumenta.

### Figura 5

*Aporte relativo del CMSF y CMSS al CMST como % de PV*

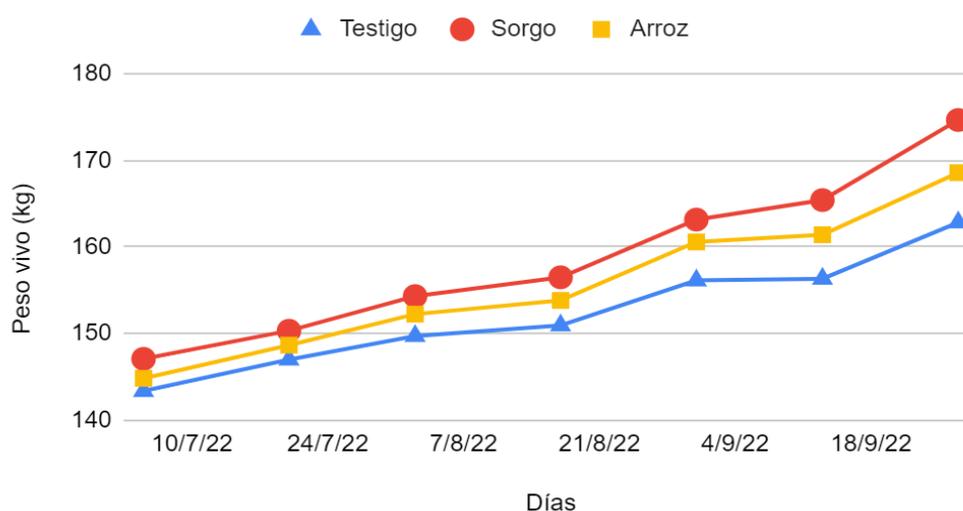


### 4.4 Ganancia de peso

En la Figura N°6 se presenta la evolución del peso vivo (kg) de las terneras durante el periodo experimental, y en el Cuadro N° 12 se presentan los resultados asociados a las variables de crecimiento y respuesta a la suplementación.

### Figura 6

*Evolución del peso vivo de las terneras en todo el periodo experimental*



**Tabla 12**

*Efecto de los distintos tratamientos sobre el PV, GMD, RS y ECS*

	Tratamientos			EE	Contrastes (P-valor)	
	Testigo	Sorgo	GACC		Supl. vs Testigo	Sorgo vs GACC
Peso inicial (kg)	138	147	145	0,81	ns	ns
Peso final (kg)	145	175	169	5,85	*	ns
GMD (kg/día)	0,058	0,312	0,266	0,014	**	*
ECS (kg/día)	-	6,5	7,83	0,38	-	ns
RS (kg/día)	-	0,249	0,204	0,011	-	ns

Nota. Significancia de los efectos: \*\*P<0,01, \*P<0,05. Error experimental (EE). Peso vivo (PV), Ganancia media diaria (GMD), Eficiencia de conversión del suplemento (ECS), Respuesta a la suplementación (RS).

Se puede observar que no hubo diferencias significativas en peso vivo al inicio del experimento en los distintos tratamientos.

Los animales que no fueron suplementados presentaron ganancias de 58 g/d. Esta ganancia es inferior a la esperada en base a los antecedentes. Simeone & Beretta (2004) obtuvieron ganancias de 272 g/d en terneros pastoreando una pradera y manejados a una asignación de forraje del 2,5 % del peso vivo sin suplementación. Por otra parte, Zabalveytia et al. (2021) reportan para terneros pastoreando Raigrás Bill Max a una asignación del 2,5% de PV ganancias de 0,450 kg/d, así como Cepeda et al. (2005) obtuvieron ganancias de 0,539 kg/d en terneros pastoreando Raigrás a una asignación de 2,5% de PV.

Comparando el tratamiento testigo con los tratamientos suplementados, se presentaron diferencias significativas en cuanto a la GMD observándose una superioridad promedio de 230 g/d por parte de estos últimos. Esta superioridad puede estar explicada por un mayor consumo total de materia seca y de nutrientes por parte de los animales suplementados (figura N°5).

El tipo de suplemento afectó la GMD, siendo significativamente mayor para los animales suplementados con sorgo respecto a aquellos que recibieron GACC (312 g/d vs 266 g/d). Las terneras suplementadas con grano de sorgo obtuvieron una superioridad de 45 g/d con respecto a los animales suplementados con GACC.

Las ganancias obtenidas por los animales suplementados con sorgo también fueron inferiores a las presentadas por Beretta y Simeone (2008) de 550 g/d en animales manejados sobre pasturas invernales a una asignación de (2,5 % - 3%) de peso vivo y suplementados al 1% del peso vivo con grano de maíz o sorgo molido y a las presentadas por Cepeda et al. (2005) que obtuvieron ganancias de 779 g/a/d en terneros pastoreando raigrás al 2,5% PV y suplementados con grano de maíz a razón del 1% del PV.

Como se muestra en el cuadro N°7 en relación al GACC, el grano de sorgo presentó mayor concentración de PC (6,47 vs 8,02) y energía bruta (4,09 vs 4,28) respectivamente, resultando en una mejor eficiencia de relación energía y proteína. Según Snell et al. (1945) el arroz presenta un contenido de proteína digestible de 6,3 %, y para Dyer y Weaver (1955) presentan un contenido de 7,9%. Según Bergós y Errandonea (2020) la proteína presente en el sorgo es de 9,56%.

El peso vivo final promedio del tratamiento testigo a la salida del invierno fue de 145 kg, 27 kg menos que el peso promedio de los suplementados (172 kg). Los animales suplementados con grano de sorgo o GACC pesaron 175 y 169 kg, respectivamente no detectándose diferencias significativas asociadas al tipo de suplemento.

Por último, la eficiencia de conversión del suplemento, la cual representa la cantidad de suplemento consumido por kg adicional de peso vivo ganado, no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos, siendo 6,5 y 7,8 para el grano de sorgo y GACC, respectivamente. Estos valores son superiores a lo reportado por Beretta y Simeone (2008), la cual fue de 5:1 en terneros manejados a una asignación de forraje de (2,5% - 3%) y suplementados al 1% del peso vivo.

En cuanto a la respuesta a la suplementación la cual corresponde a diferencias entre ganancias de peso de los tratamientos suplementados y el testigo, se observa que hubo una superioridad entre 200-250 gramos de los suplementados

con respecto al testigo, no habiendo diferencias significativas entre los tratamientos suplementados.

#### 4.5 Comportamiento animal

En el siguiente cuadro se presentan los datos sobre el comportamiento ingestivo de las terneras pastoreando raigrás Bill Max y suplementadas con GACC y sorgo.

**Tabla 13**

*Efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo de los animales durante el periodo experimental*

	Tratamientos			Efectos (P-valor)						
	Testigo	Sorgo	GACC	EE	T	S	D(S)	TxS	TxD(S)	TxSxD(S)
Pastoreo	0,526	0,480	0,473	0,015	+	ns	*	ns	ns	ns
Rumia	0,223	0,219	0,199	0,010	ns	ns	ns	ns	ns	**
Descanso	0,244	0,288	0,322	0,016	*	ns	*	ns	*	*
Tasa de bocado	19,1	19,8	21,3	0,57	*	ns	ns	-	-	-

*Nota.* ns= probabilidad>0.05; \*= P<0,05; \*\*= P<0,01; a, b: medias seguidas de diferentes letras difieren estadísticamente. S= Semana T= Tratamiento D(S)= día dentro de semana.

Con respecto al comportamiento ingestivo de los animales, lo primero a destacar es que la suplementación no afectó estadísticamente a la actividad de pastoreo (si bien se observó una tendencia,  $p=0,0574$ ), registrándose solamente diferencias asociadas al día dentro de la semana de pastoreo de la parcela.

Como se muestra en la figura N° 7, sí se encontró un efecto del pastoreo debido a los días de la semana, y como era esperado tuvo una tendencia a aumentar la actividad de pastoreo a medida que pasaban los días de la semana y se reducía el forraje disponible. Según Poppi et al. (1987) y Hodgson (1990), la disminución de

la disponibilidad y altura de la pastura genera un menor peso de bocado, por lo que el animal lo compensa aumentando el tiempo de pastoreo.

En el caso de la rumia no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, semanas, días entre semanas, tratamiento por semana y tratamiento día por semana. Esto no se condice con lo explicado por Pereyra y Leiras (1991) donde muestran que la rumia depende de la calidad del alimento y que a mayor calidad del mismo menor es el tiempo de rumia.

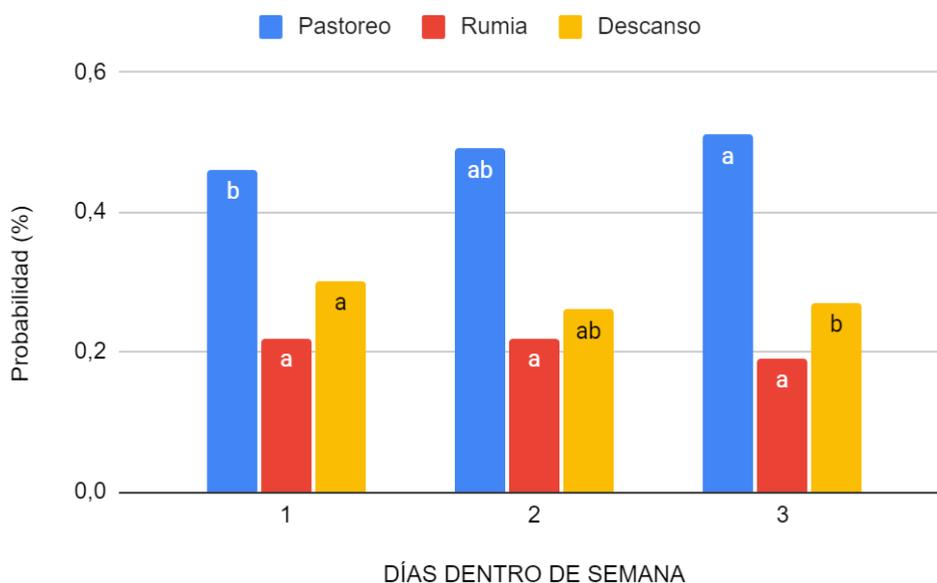
Para el caso del descanso, se encontró efecto entre tratamientos, habiendo diferencia significativa entre los suplementados con grano de arroz con cáscara con respecto a los suplementados con grano de sorgo y el testigo. No habiendo diferencia significativa entre el testigo y los suplementados con sorgo. Esto se correlaciona con lo reportado por García et al. (2008) quienes explican que la actividad de descanso es mayor en el caso de los suplementados, debido a que estos sustituyen tiempo de pastoreo por tiempo de descanso.

También se encontró efecto en la actividad de descanso entre días dentro de semana, (tratamiento x día dentro de semana) y (tratamiento x semana x día dentro de semana). No hubo diferencias en la actividad de descanso entre semana y (tratamientos x semana).

Por último, con respecto a la tasa de bocado, hubo efecto entre tratamientos, pero no se encontró diferencias significativas entre las semanas ni en los días dentro de las semanas.

**Figura 7**

Efecto de los D(S) respecto a la probabilidad de ocurrencia en la AP, AR y AD



*Nota.* Actividad de pastoreo (AP), Actividad de rumia (AR), Actividad de descanso (AD).

#### 4.6 Discusión General

Los resultados obtenidos ratifican la hipótesis planteada en cuanto a que la suplementación invernal de terneros con grano de sorgo o grano de arroz con cáscara mejoran la ganancia de peso vivo de terneros pastoreando *Lolium multiflorum* cv. Bill Max con oferta de forraje restringida. Asimismo, también se verificó que la magnitud de esta respuesta fue dependiente del tipo de suplemento, al observarse una superioridad en la ganancia de peso de 45 gr en las terneras suplementadas con sorgo respecto a aquellas suplementadas con GACC con eficiencias de conversión de 6,5 y 7,83 respectivamente. Sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en términos de la eficiencia de conversión del suplemento.

La respuesta promedio a la suplementación fue de 230 g/d con respecto al testigo. La misma aparece asociada a un aumento de 61,8% en el consumo total de materia seca en los animales suplementados. Dado la baja oferta de forraje a la cual fueron manejados los animales, el consumo de forraje no fue afectado estadísticamente por la suplementación, de forma que el consumo de suplemento

tuvo un efecto de adición. El testigo obtuvo ganancias bajas de 58 g/d explicadas por un bajo consumo de MS dada la asignación y baja calidad de forraje

Con respecto al comportamiento animal la suplementación tendió a reducir la actividad del pastoreo sin afectar la rumia, posiblemente resultando en una reducción en los requerimientos de mantenimiento. Esto concuerda con lo reportado por Gómez (2020) en donde explica que los animales que se encuentran pastoreando presentan requerimientos de mantenimiento mayores a animales estabulados y esto es debido, por ejemplo, a la disponibilidad y las distancias recorridas por el animal para cosechar forraje. Un mayor consumo de energía y proteína, sumado a un menor gasto energético en pastoreo, afectarían positivamente el balance de energía de los terneros favoreciendo una mayor tasa de ganancia diaria de peso y peso al final del invierno.

La sustitución de grano de sorgo por GACC redujo la GMD en 46 g/d. Esta respuesta puede estar explicada por las diferencias en el valor nutritivo de cada suplemento, ya que no se encontraron diferencias significativas en el consumo total de materia seca entre ambos, ni en los consumos parciales de forraje y grano. El grano de sorgo en comparación con el GACC presenta mayor contenido de almidón (74 % vs 64%) y una menor degradabilidad ruminal (75% o 80%), este mayor aporte de almidón por parte del sorgo mejora la fermentación ruminal obteniendo como resultado una mejor relación de propiónico/acético en comparación al GACC.

Ustarroz y De León (1999) afirman que la vía de fermentación del ácido propiónico es más eficiente que la del acético ya que se producen menores pérdidas de metano, por lo que habrá un mayor saldo de energía para el animal.

Los animales que consumieron grano de sorgo tuvieron un consumo de proteína cruda total de 289 gramos/día y los suplementados con GACC de 259 gramos/día. Con respecto al aporte de FDA de la dieta, el sorgo aportó 132 gramos/día y el GACC 228 gramos/día. En cuanto al aporte de energía bruta fue para el sorgo y el GACC de 4,28% y 4,09 % respectivamente.

En esta situación en donde el raigrás tuvo un bajo aporte de proteína cruda a la dieta (5,7%), el mayor contenido de PC del sorgo vs el GACC podría explicar la mejor performance animal por una mejor relación proteína/energía, y más

importante aún en esta categoría, que según Luzardo et al. (2010) requieren entre 13% y 16% de proteína cruda.

## 5. Conclusión

La suplementación invernal con grano de sorgo molido o GACC molido a razón de 1 kg de MS/100 kg de peso vivo en terneras Hereford pastoreando raigrás Bill Max con una asignación de forraje de 2,5% PV, mejora la ganancia promedio en torno a 230 g/d con eficiencias de conversión de 6,5 y 7,78, respectivamente.

Con respecto a los 2 tipos de suplementos, se observó una superioridad en la ganancia media diaria de 45 g/d del sorgo, que evidenciaría un mayor valor nutritivo de este último con relación al GACC.

## 6. Bibliografía

- Acland, M., Blanco, W., & Soca, D. (2023). *Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la respuesta productiva a la suplementación con grano de lupino en terneros Hereford pastoreando en raigrás Bill Max durante invierno* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Ahunchaín, M., Restaino, E., Cibilis, R., Risso, D. F., & Zarza, A. (1997). Verdeos de invierno: Variedades doble propósito. En E. Restaino & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva* (pp. 67-75). INIA.
- Algorta, M. B., Iruleguy, G., & López, I. (2015). *Evaluación del uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de terneros en condiciones de oferta contrastante* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Altamirano, A., Da Silva, H., Durán, A., Echevarría, A., Panario, D., & Puentes, R. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: Clasificación de suelos*. MAP.
- Altuve, S., Bendersky, D., Méndez, D., & Davies, P. (2004). *Producción y calidad de forraje de raigrás anual*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/08-actualizacion\\_pasturas\\_invernales.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/08-actualizacion_pasturas_invernales.pdf)
- Argenta, F. M. (2015). *Grãos inteiros de milho, aveia branca ou arroz com casca na terminação de bovinos confinados desempenho e comportamento ingestivo* [Disertación doctoral]. Universidade Federal de Santa María.
- Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (19<sup>th</sup> ed.). AOAC International.
- Ayçaguer, S., Iriñiz, J., & Martínez, V. (2011). *Evaluación de fuentes alternativas de fibra en dietas altamente concentradas para novillos y terneros alimentados a corral* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.

- Banchero, G., Mieres, J., Tieri, M. P., & La Manna, A. (2011). Cómo consumir sus verdeos de invierno con terneros o novillos teniendo una buena utilización de los mismos. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Jornada de ganadería: El menú de la invernada* (pp. 4-8).  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/632/1/112761251011104130.pdf>
- Beretta, V., & Simeone, A. (2005, 18 de agosto). *Manejo nutricional del ganado de carne* [Contribución]. Jornada de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. Suplementación y engorde a corral: Cómo y cuándo integrarlos en el sistema ganadero, Paysandú.
- Beretta, V., & Simeone, A. (2008). Suplementación de terneros en invierno sobre pasturas sembradas. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Décima Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Una década de investigación para una ganadería más eficiente* (pp. 32-34). UPIC.  
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Beretta, V., Simeone, A., Pancini, S., Caorsi, C. J., Calero, S., & Taruselli, S. (2018). Combinando el grano entero de avena como fuente de fibra y el autoconsumo en la recría de terneros a corral (sistema ADT). En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *20a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: 20 años de investigación para una ganadería más rentable* (pp. 16-28). UPIC.  
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2018.pdf>
- Bergós, A. I., & Errandonea, J. C. (2020). *Alternativas de suplementación en terneras de recría pastoreando verdeos de invierno* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Bidegain, I., García, F., Maisonnave, F., & Trajtenberg, G. (2007). *Potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdeos de invierno: Efecto sobre tasa de ganancia, características de canal y calidad de carne* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.

- Borrajo, C. I., Barbera, P., Bendersky, D., Pizzio, R., Ramírez, M., Maidana, C., Zapata, P., Ramírez, R., & Fernández, J. R. (2011). *Verdeos de invierno en Corrientes*. Sitio Argentino de Producción Animal.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/87-corrientes-1.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/87-corrientes-1.pdf)
- Caorsi, M. L., & Olivera, Á. P. (2005). *Efecto del método de conservación de distintos materiales de grano de sorgo sobre la degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal de la materia seca* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Carámbula, M. (2007). *Verdeos de invierno*. Hemisferio Sur.
- Carrasco, N., Zamora, M., & Melin, A. (Eds.). (2011). *Manual de sorgo*. INTA.
- Caton, J. S., & Dhuyvetter, D. V. (1997). Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *Journal of Animal Science*, 75(2), 533-542. <https://doi.org/10.2527/1997.752533x>
- Cepeda, M., Scaiewicz, A., & Villagran, J. (2005). *Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Ciliuti, J. (2017, 8 de febrero). *Verdeos de invierno: Avena versus raigrás*. LecheríaUY. <https://www.lecheriauy.com/produccion/verdeos-invierno-avena-versus-raigras/>
- Decreto n° 544/987: *Reglamentación para la comercialización del arroz cáscara* (1987). IMPO. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/544-1987/5#:~:text=Se%20denomina%20tambi%C3%A9n%20%22palay%22%20o,denomina%20tambi%C3%A9n%20%22arroz%20cargos%22>
- Domanski, C., Giorda, L. M., & Feresin, O. (1997). *Composición y calidad del grano de sorgo*. Sitio Argentino de Producción Animal.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/42-calidad\\_y\\_composicion\\_del\\_grano\\_de\\_sorgo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/42-calidad_y_composicion_del_grano_de_sorgo.pdf)
- Dpto. Agronomía Infoagro. (s.f.). *El cultivo del raigrás (Lolium spp.)*. Infoagro. [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_raigras\\_em\\_lolium\\_em\\_spp\\_.asp#:~:text=El%20cultivo%20de%20raigr%C3%A1s%20es,precipitaci%C3%B3n%20o%20riego%20por%20semana](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_raigras_em_lolium_em_spp_.asp#:~:text=El%20cultivo%20de%20raigr%C3%A1s%20es,precipitaci%C3%B3n%20o%20riego%20por%20semana)

- Dumestre, J., & Rodríguez, N. (1995). *Efecto de niveles de suplementación con grano y frecuencia en el cambio de parcela de pastoreo en el comportamiento de novillos* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Dyer, A. J., & Weaver, L. A. (1955). *Corn substitutes for fattening cattle*. University of Missouri.
- Echeverría, J., Rovira, P., & Montossi, F. (2014). Manejo de la alimentación invernal de la recría bovina sobre campo natural. *Revista INIA*, (37), 14-18.
- Elizalde, J. C. (2003). *Suplementación en condiciones de pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/13-suplementacion\\_en\\_condiciones\\_de\\_pastoreo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.pdf)
- Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. (2022). *Annual climatological summary*. <http://meteorologia.eemac.edu.uy/NOAAPRYR.TXT>
- Fernández, A. (2008). *Urea: Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/44-urea\\_caracteristicas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/44-urea_caracteristicas.pdf)
- Flores, J., & Bendersky, D. (2010). *Suplementación sobre verdes*. INTA. [https://fcvinta.files.wordpress.com/2015/04/inta-nc2ba-461\\_suplementacion3b3n-sobre-verdeos.pdf](https://fcvinta.files.wordpress.com/2015/04/inta-nc2ba-461_suplementacion3b3n-sobre-verdeos.pdf)
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019a). *Maíz nacional*. <https://www.fundacionfedna.org/node/370>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019b). *Sorgo blanco (bajo en taninos <0,4 %)*. [https://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/sorgo-blanco-bajo-en-taninos](https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/sorgo-blanco-bajo-en-taninos)
- Gallardo, M. (s.f.). *Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes*. Ganadería SOS. <https://ganaderiasos.com/concentrados-y-subproductos-para-la-alimentacion-de-rumiantes/>

- Gallardo, M. (1999). *Importancia de la fibra en otoño*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/35-importancia\\_de\\_la\\_fibra\\_en\\_otono.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/35-importancia_de_la_fibra_en_otono.pdf)
- Gallardo, M. (2011, julio). *Observación y monitoreo de las deposiciones fecales y su relación con el proceso digestivo del ganado*. <https://www.veterinariargentina.com/revista/2011/07/observacion-y-monitoreo-de-las-deposiciones-fecales-y-su-relacion-con-el-proceso-digestivo-del-ganado/>
- García, G., García, L., & López, M. (2008). *Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de raigrás perenne bajo cuatro presiones de pastoreo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Gómez, M. J. (2020). ¿Cuánto incide la actividad de pastoreo en la producción de vacunos de carne? *Revista del Plan Agropecuario*, (176), 22-24. [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/191\\_2971.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/191_2971.pdf)
- Haydock, K., & Shaw, N. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15(76), 663-670. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000138.pdf>
- Hodgson, J. (1990). Grazing management: Science into practice. *Agricultural Systems*, 37(2), 219-220. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(91\)90006-V](https://doi.org/10.1016/0308-521X(91)90006-V)
- Horn, G. W., & McCollum, F. T. (1987). *Energy supplementation of grazing ruminants* [Contribución]. Grazing Livestock Nutrition Conference Proceedings, Wyoming.
- Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement & Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, & Association Française de Zootechnie. (s.f.). *Rice, paddy*. <https://www.feedtables.com/content/rice-paddy>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2018). *Recría*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9517/1/Ficha-tecnica-7v5-Alimentacion-invernal.pdf>

- Instituto Uruguayo de Meteorología. (s.f.). *Tablas estadísticas*.  
<https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
- Invernizzi, G., Puig, C., & Viroga, S. (2007). *Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Kellaway, R., & Porta, S. (1993). *Feeding concentrates: Supplements for dairy cows*. Agmedia.
- Luzardo, S., Montossi, F., & Brito, G. (2010). La necesidad de la suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina. *Revista INIA*, (22), 11-15.  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2164/1/14432220710124329.pdf>
- Maschio, F., Soria, S., & Stábile, F. (2020). *Producción animal sobre una pastura de raigrás (Lolium multiflorum c. Bill max) pastoreada por novillos bajo diferentes ofertas de forraje* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Mieres, J., Assandri, L., & Cúneo, M. (2004). Tablas de valor nutritivo de alimentos. En J. M. Mieres (Ed.), *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 13-68). INIA.
- Montiel, M., Elizalde, J., Santini, F., & Giorda, L. (2011). Características físicas y químicas del grano de sorgo. Relación con la degradación ruminal en bovinos. *Archivos de Zootecnia*, 60(231), 533-541.
- Moreyra, F., Giménez, F., López, J. R., Tranier, E., Real Ortellado, M., Krüger, H., Mayo, A., & Labarthe, F. (2014). *Verdeos de invierno*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/109-Verdeos\\_invierno.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/109-Verdeos_invierno.pdf)
- Noro, M., Vargas, V., Pulido, R. G., & Wittwer, F. (2006). Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(3), 227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000300005>

- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., & Loaiza, K. (2021). Calidad del grano de arroz. En M. Paredes, V. Becerra, & G. Donoso (Eds.), *100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional 1920-2020* (Vol. 1, pp. 250-279). INIA.
- Pasinato, A., & Sevilla, G. (2002). *Suplementación de rumiantes*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/31-suplementacion\\_de\\_rumiantes.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/31-suplementacion_de_rumiantes.pdf)
- Pereyra, H., & Leiras, M. A. (1991). *Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/etologia\\_bovinos/04-comportamiento\\_bovino\\_de\\_alimentacion\\_rumia\\_y\\_bebida.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/04-comportamiento_bovino_de_alimentacion_rumia_y_bebida.pdf)
- Pigurina, G. (1997). Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En M. Carámbula, D. Vaz Martins, & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 195-200). INIA.
- Pigurina, G., Brito, G., Pittaluga, O., Scaglia, G., Riso, D. F., & Berretta, E. J. (1998). Alimentación de la recría en vacunos. *El País Agropecuario*, 4(40), 23-26. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10376/1/40-40.pdf>
- Poppi, D. P., Hughes, T. P., & L'Huillier, P. J. (1987). Intake of pasture by Grazing Ruminants. En A. M. Nicol (Ed.), *Livestock feeding on pasture* (pp. 55-64). New Zealand Society of Animal Production.
- Pordomingo, A. J. (2003). *Suplementación con granos a bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/67-suplementacion\\_con\\_granos\\_en\\_pastoreo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf)
- Quintans, G. (2002). Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Seminario de actualización técnica sobre la cría y recría ovina y vacuna* (pp. 47-55). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12984/1/sad288.pdf>
- Quintans, G., & Pigurina, G. (Eds.). (1994). *Bovinos para carne: Avances en Suplementación de la Recría e Invernada Intensiva*. INIA.

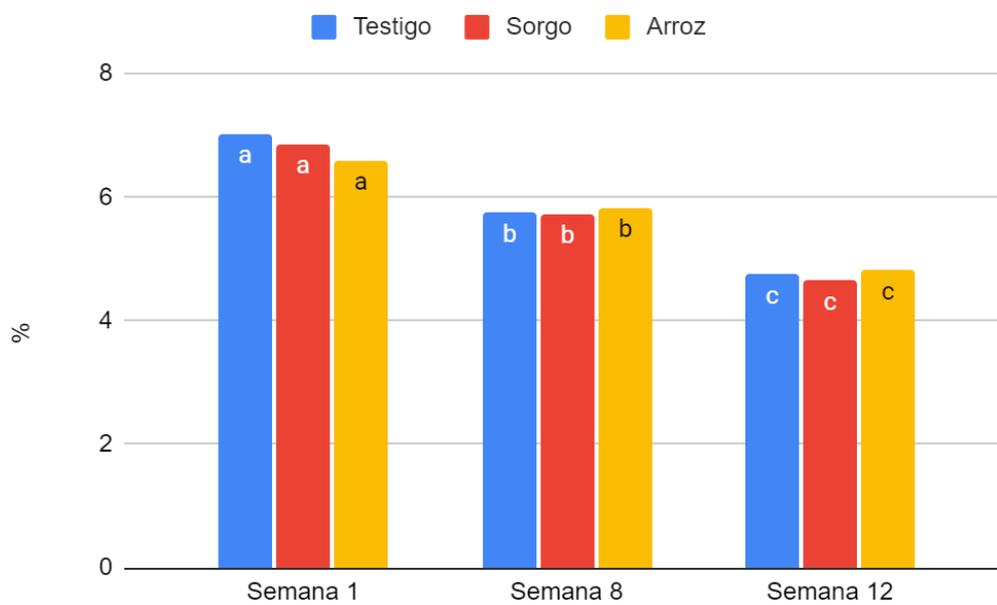
- Rovira, P. (2005). Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreaño sobre praderas durante la primavera. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Jornada Anual de Producción Animal: Resultados experimentales* (pp. 23-32).  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/449/1/14445180308140411.pdf>
- Rovira, P., Echeverría, J., & Soares de Lima, J. M. (2014). Pastoreo de raigrás como cultivo de cobertura con corderos o terneros en sistemas ganadero-agrícolas. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Seminario de actualización técnica: Estrategias de intensificación ganadera* (pp. 46-55).
- Simeone, A., & Beretta, V. (2004). Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos: ¿Es buen negocio suplementar al ganado? En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Manejo nutricional en ganado de carne: Primera Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de carne* (pp. 10-17). UPIC.  
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2004.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J. C., & Franco, J. (2008). Suplementación otoñal de novillos en engorde. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Una década de investigación para una ganadería más eficiente: Décima Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne* (pp. 24-28). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., & Baldi, F. (2003). Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. En J. L. Corbett (Ed.), *Recent advances in animal nutrition in Australia*. University of New England.
- Snell, M. G., Bray, C. I., Morrison, F. L., & Jackson, M. E. (1945). *Fattening steers on corn, rice products, and rice straw*. Louisiana State University.
- Stritzler, N. P. (s.f.). *Suplementación de rodeos de cría e invernada en pastoreo en la región del caldenal*. Sitio Argentino de Producción Animal.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/21-suplementacion\\_region\\_caldenal.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf)

- Tayler, J., & Wilkinson, J. (1972). The influence of level of concentrate feeding on the voluntary intake of grass and on live-weight gain by cattle. *Animal Science*, 14(1), 85-96. <https://doi.org/10.1017/S0003356100000301>
- Tieri, M. P., Banchemo, G., La Manna, A., Fernández, E., Mieres, J., Montossi, F., Pérez, J., Uzúca, J. J., & Pérez, E. (2011). Pastoreando verdes invernales sin acceso a la aguada: ¿Es posible obtener iguales ganancias con un manejo más sencillo? *Revista INIA*, (25), 9-12.
- Ustarroz, E., & De León, M. (1999). *Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/77-pasturas\\_y\\_suplementacion\\_en\\_invernada.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf)
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Vaz Martins, D. (1997). Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En D. Vaz Martins (Ed.), *Suplementación estratégica para el engorde de ganado* (pp. 17-22). INIA.
- Vaz Martins, D., & Messa, A. (2007). Las bajas ganancias otoñales en bovinos, un fenómeno multicausal. *Revista INIA*, (10), 2-5.
- Velazco, J. I. (2009). Suplementación estratégica de la recría bovina sobre campo natural. *Revista INIA*, (18), 6-9.
- Weaver, A., & Moffett, H. C. (1937). *Rough rice for fattening cattle, sheep, and hogs*. University of Missouri.
- Zabalveytia, N., Beretta, V., Burjel, V., Simeone, A., Rodríguez, D., Bellenda, F., & Villamil, F. (2021). Productividad de las pasturas sembradas en la Upic. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *22a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Nuevos datos para una ganadería más eficiente* (pp. 16-25). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2021.pdf>

Zanoniani, R. A., Ducamp, F., & Bruni, M. A. (2003). *Utilización de verdes de invierno en sistemas de producción animal*. Sitio Argentino de Producción Animal. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/66-verdeos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/66-verdeos.pdf)

7. Anexos**Anexo A**

*Evolución de la proteína cruda de la pastura en cada tratamiento*



**Anexo B**

*Evolución de la FDA promedio de la pastura en las semanas 1, 8 y 12*

