



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Evaluación del tamo de cebada amonificado como suplemento alimenticio sobre los parámetros zootécnicos y digestibilidad en vaconas de reemplazo en la hacienda “El Prado-IASA I”

Chamba Macas, María Fernanda y Collaguazo Tituaña, Raúl Mauricio

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vela Tormen, Diego Alonso Mgs.

25 de enero del 2023



Introducción



Fig. 1 Ganado bovino

En la producción de ganado bovino uno de los factores más importantes es la alimentación, la cual debe cumplir con los requerimientos nutricionales de los animales.



Fig. 2 Rastrojo de cosecha

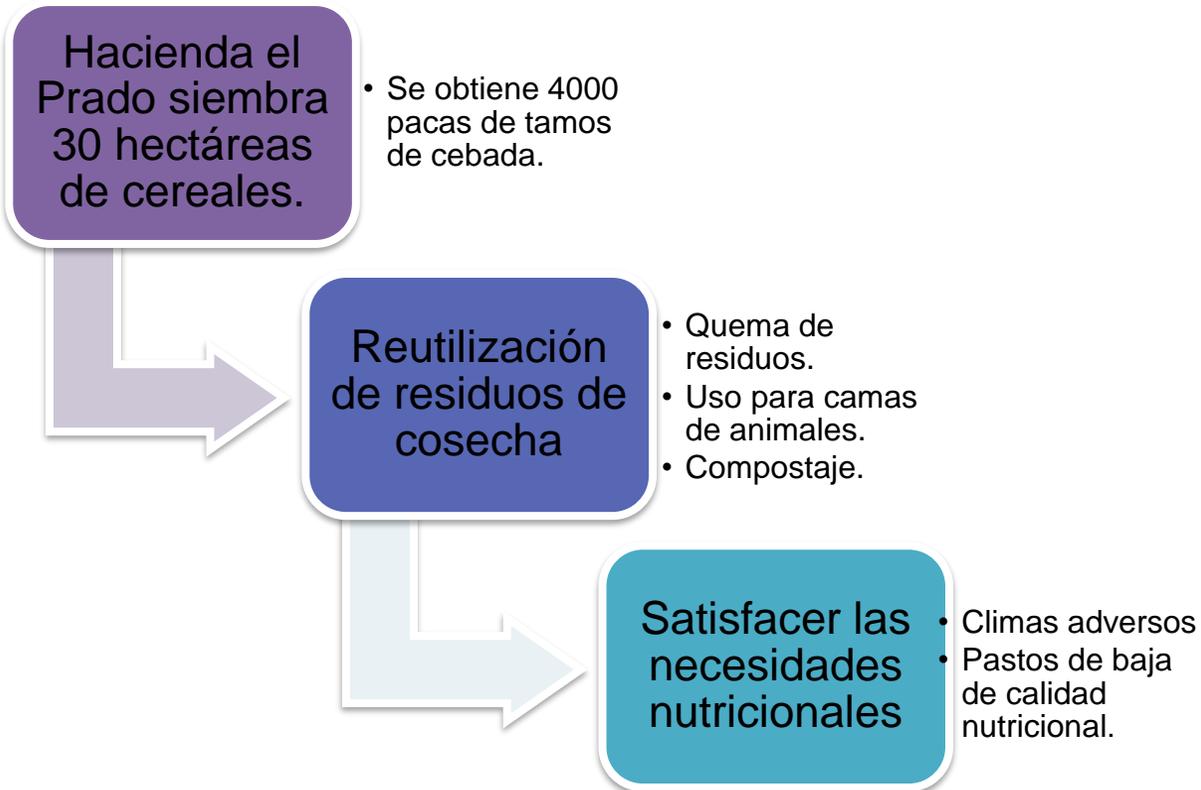
Uso de subproductos agroindustriales que son obtenidos durante la cosecha o procesamiento de alimentos o fibras indispensables como cebada, sorgo, maíz, etc.



Fig. 3 Tamo de cebada amonificado

El tamo de cebada que es obtenido después de la cosecha del grano, el cual posee 93,13 % de MS, la proteína oscila entre 4 a 6 % y tiene una digestibilidad que fluctúa entre 45 y 50 %

Planteamiento de problema



Justificación

Aprovechar el tamo de cebada amonificado para la alimentación del ganado.

El proceso de amonificación es de bajo costo.

Mejora la digestibilidad de la materia seca, eleva el contenido de proteína.



Objetivo General

- Evaluar el tamo de cebada amonificado como suplemento alimenticio sobre los parámetros zootécnicos y degradabilidad en vaconas de remplazo en la hacienda “El Prado-IASA I”

Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros zootécnicos en vaconas de remplazo al adicionar tamo de cebada amonificado como suplemento alimenticio.
- Estimar el valor nutricional y degradabilidad ruminal del tamo de cebada amonificado como suplemento alimenticio.
- Indicar los niveles de nitrógeno ureico en sangre en vaconas de remplazo al ser suplementadas con tamo de cebada amonificado.

Hipótesis

El suministro de las diferentes raciones de tamo de cebada amonificado como suplemento alimenticio en vaconas de reemplazo, tiene un efecto significativo sobre los parámetros zootécnicos y digestibilidad evaluados.

Marco Referencial



Fig. 4 Sudeste de Asia



Fig. 5 África septentrional

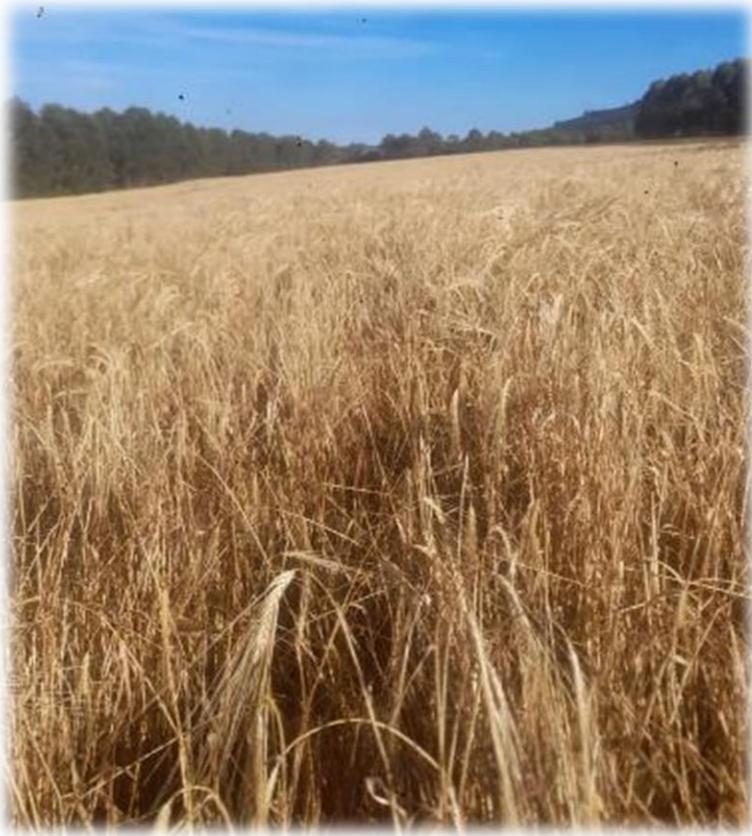


Fig. 6 Cultivo de cebada en el Sector de Tabacundo

260 millones de ton (2021)



Fig. 7 Mapa Mundial



14.107 ton (2020)

Fig. 8 Mapa del Ecuador

Marco Referencial

Cebada

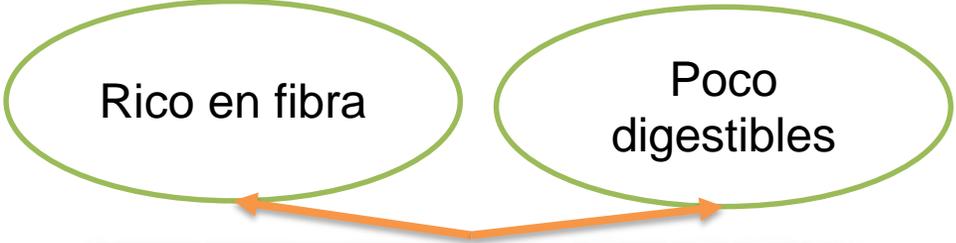
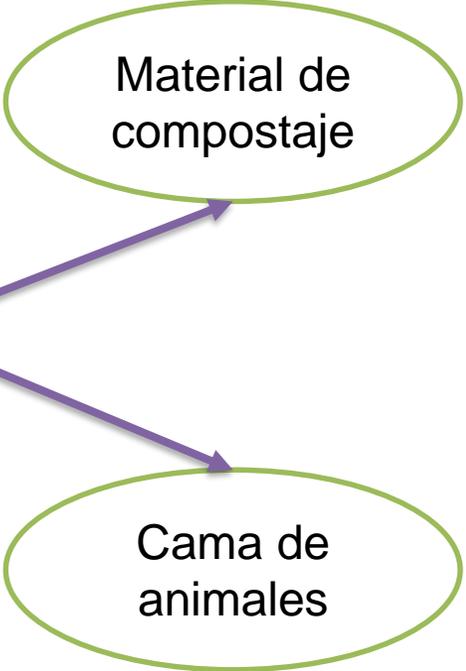


Fig. 9 Grano de Cebada para la cosecha



Fig. 10 Cosecha se la cebada



Marco Referencial

Amonificación



Fig. 11 Pacas de cebada



Urea

Melaza

Levadura

Proceso químico que se aplica en los materiales fibrosos.

Mejora el valor nutritivo.

Incrementa el consumo voluntario del alimento.



Marco Referencial

Ventajas de la amonificación

-Se puede realizar con cualquier tipo de rastrojo de cosecha.

-La amonificación además de conservar el subproducto mejora la calidad nutricional de los productos tratados.

-La elaboración del amonificado puede hacerse de forma artesanal, sencilla y de bajo costo.

-Aumenta el consumo de los forrajes toscos o muy fibrosos.



Fig. 11 Ganado bovino consumiendo tamo amonificado

Al realizar el proceso se debe tener cuidado en su almacenamiento, evitando exponerlo al sol.

Marco Referencial

Requerimientos nutricionales para vaconas de remplazo.

Tabla 1. Requerimientos nutricionales para vacas de remplazo según su edad y peso

Parámetros	Edades (meses)		
Edad (meses)	3-6	7-12	13-18
Peso (kg)	125	240	350
Consumo (kg en MS)	3-5	5-7	7-9
Proteína cruda	16	15	14
ENm (Mcal/kg en MS)	1,72	1,46	1,43
FDN	23	25	25
FDA	19	22	22

Autor: Cerdas (2013)

Los nutrientes son esenciales para el desarrollo estructural y su función reproductora.

- Peso
- Edad
- Raza

Las raciones de las vacas de leche se deben formular combinando uno o dos forrajes

- Fibra
- Proteína y energía
- Sales minerales
- Vitaminas

Una vacona de remplazo con edades pasado los 12 meses deben presentar pesos entre 220 a 300 kg, con una ganancia de peso de 0,55 kg/día



Marco Referencial

Degradabilidad ruminal

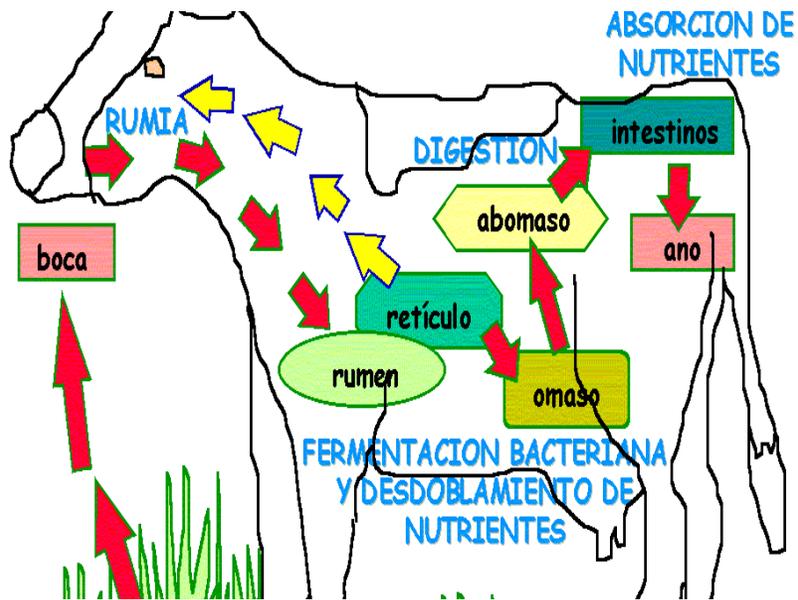


Fig. 12 Digestión en bovinos.

La digestión en los rumiantes es un proceso dinámico que implica la digestión y deglución de los alimentos.

El rumen provee un ambiente adecuado donde se puede desarrollar un complejo microbiota simbiote

- Bacterias
- Hongos
- Protozoarios.

La técnica de degradación *in situ*, ha sido ampliamente utilizada para evaluar la tasa de degradación de los alimentos en el rumen.

La actividad metabólica de la microflora simbiote es responsable de la digestión del material fibroso que consume el rumiante.

- Fuente de:
- Energía
 - Proteína
 - Vitaminas
 - Elevada digestibilidad intestinal

Métodos

Ubicación de la investigación



Fig. 13 Ubicación del "IASA I"

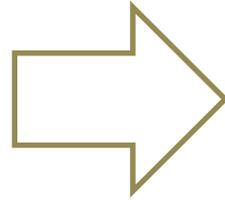


Fig. 14 Ubicación de los potreros de la hacienda "El Prado-IASA I"

Métodos

Elaboración del tamo de cebada amonificado



300 ml / kg

60% Agua

40%
Melaza

Urea 5%

Levadura

Peso de la paca	15	Kg
Cantidad de pacas	1	Unidades
Solucion por pacas	4,5	L
Peso total de pacas	15	Kg
Materia Seca	13,5	Kg
Solucion Total	4,5	L
Agua	2,70	L
Melaza	1,80	L
Urea	0,68	Kg
Levadura	0,19	Kg

10 %
humedad

Tabla 2. Cantidad de materiales para 1 paca de cebada de 15 kg

Fig. 15 Elaboración de la solución

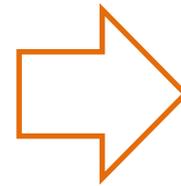
Métodos

Elaboración del tamo amonificado

4,5 L



Fig. 16 Aplicación de la solución



30 días



Fig. 17 Almacenamiento del producto

Implementación del ensayo

Métodos

Comederos

Divisiones

Bebederos

15
potreros

33m x 44m



Fig. 18 Acondicionamiento de los potreros para el ensayo

Métodos

21 vaconas



Fig. 19 Identificación de los diferentes tratamientos

Clasificación de los animales

Tratamiento testigo (manejo tradicional de la hacienda al pastoreo).

Tamo de cebada amonificado (1% del PV del animal/día)

Tamo de cebada amonificado (2% del PV del animal/día)

T1	T0	T1	T0	T2	T0	T1
T2	T2	T0	T2	T1	T2	T0
T1	T0	T1	T2	T0	T1	T2

Fig. 20 Croquis Experimental

Métodos

VALOR NUTRICIONAL DEL TAMO AMONIFICADO



Fig. 21 Molienda de las muestras para posterior análisis

DEGRADABILIDAD *in situ*



Fig. 22 Toma de muestras de degradabilidad

ANÁLISIS DE SANGRE



Fig. 23 Extracción de sangre para el NUS

VARIABLES EVALUADAS

Peso vivo

Pesaje semanal

Ganancia de peso

$$GP = \frac{PF - PI}{\# \text{ días}}$$

Condición corporal

Escala de Edmonson:
1 a 5 ± 0,25 puntos

Altura de la cruz

Distancia desde el
piso hasta el
omoplato

Altura a la grupa

Distancia desde el
piso hasta la
tuberosidad sacra

Consumo de alimento

Una vez al día,
registro del consumo

Conversión alimenticia

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (kg)}}{GP \text{ (kg)}}$$

Condición de heces

Escala de consistencia de
heces del 1 al 5

PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS



Fig. 24 Toma de datos zootécnicos

Resultados y Discusión

Valor nutricional

Tabla 3. Composición nutricional del tamo de cebada amonificado y sin amonificar.

Indicadores	Amonificado	Sin Amonificar	EE	p-valor
Materia seca, %	83,78 ^a	86,53 ^b	0,03	< 0,001
Humedad, %	16,22 ^a	13,47 ^b	0,03	< 0,001
Proteína Bruta, %	11,51 ^a	2,84 ^b	0,07	< 0,001
Extracto Etéreo, %	0,41 ^a	0,53 ^b	0,01	0,003
Ceniza, %	8,63 ^a	6,94 ^b	0,07	< 0,001
Fibra Bruta, %	37,06 ^a	47,71 ^b	0,23	< 0,001
Extracto libre de N., %	42,39 ^a	41,99 ^a	0,26	0,3150
Fibra Detergente Neutra, %	67,23 ^a	82,09 ^b	0,18	< 0,001
Fibra Detergente Ácida, %	47,15 ^a	58,25 ^b	0,18	< 0,001



Resultados y Discusión

Análisis de sangre

Tabla 4. Valores de nitrógeno ureico en sangre (mg/dL)

Tratamiento	Semana 1	Semana 14
T0	10,15	12,09
T1	10,21	15,78
T2	10,18	15,62

De Acuerdo Hammond (1998), menciona que en vaconas de crecimiento rápido las concentraciones de nitrógeno ureico en bovinos en general deben ser entre 6,7 a 18,2 mg/dL

Otros estudios indicaron niveles de nitrógeno ureico en sangre en vacas lecheras sometidas a raciones con nitrógeno no proteico (urea) y fuentes de energía, entre 16,46 y 17,54 mg/dL

Resultados y Discusión

Degradabilidad “in situ” de la materia seca

Tabla 5. Degradabilidad ruminal de la MS del tamo de cebada amonificado y sin amonificar a diferentes tiempos de incubación.

Tiempo (h)	Amonificado	Sin amonificar	EE	p-valor
0	22,58 ^a	9,41 ^b	0,18	<0,0001
4	23,28 ^a	9,52 ^b	0,26	<0,0001
8	26,24 ^a	12,40 ^b	0,65	<0,0001
12	34,31 ^a	18,23 ^b	0,78	<0,0001
16	35,48 ^a	19,20 ^b	0,55	<0,0001
24	36,57 ^a	20,12 ^b	0,50	<0,0001
36	43,19 ^a	25,53 ^b	0,74	<0,0001
48	54,78 ^a	34,73 ^b	0,50	<0,0001
72	57,62 ^a	38,13 ^b	0,58	<0,0001

La degradabilidad ruminal de la MS del tamo amonificado y sin amonificar (Tabla 10), se observaron diferencias significativas en los tiempos de incubación evaluados ($p < 0,0001$), presentando una fracción soluble en el tiempo cero de 22,58% en el amonificado y de 9,41% en el tamo sin amonificar.

Resultados y Discusión

Cinética de degradación ruminal in situ de la MS

Tabla 6. Cinética de la degradación ruminal in situ de la MS del tamo de cebada amonificado y sin amonificar.

Parámetros	Amonificado	Sin amonificar	EE	p-valor
A (%)	22,57 ^a	9,41 ^b	0,18	<0,0001
B (%)	35,04 ^a	28,72 ^b	0,69	0,0002
kd (%/h)	1,71 ^a	1,39 ^a	0,15	0,1805
A+B (%)	57,62 ^a	38,13 ^b	0,58	<0,0001
DE (2 %/h)	38,56 ^a	20,99 ^b	0,58	<0,0001
DE (5 %/h)	31,42 ^a	15,57 ^b	0,45	<0,0001
DE (8 %/h)	28,69 ^a	13,61 ^b	0,35	<0,0001

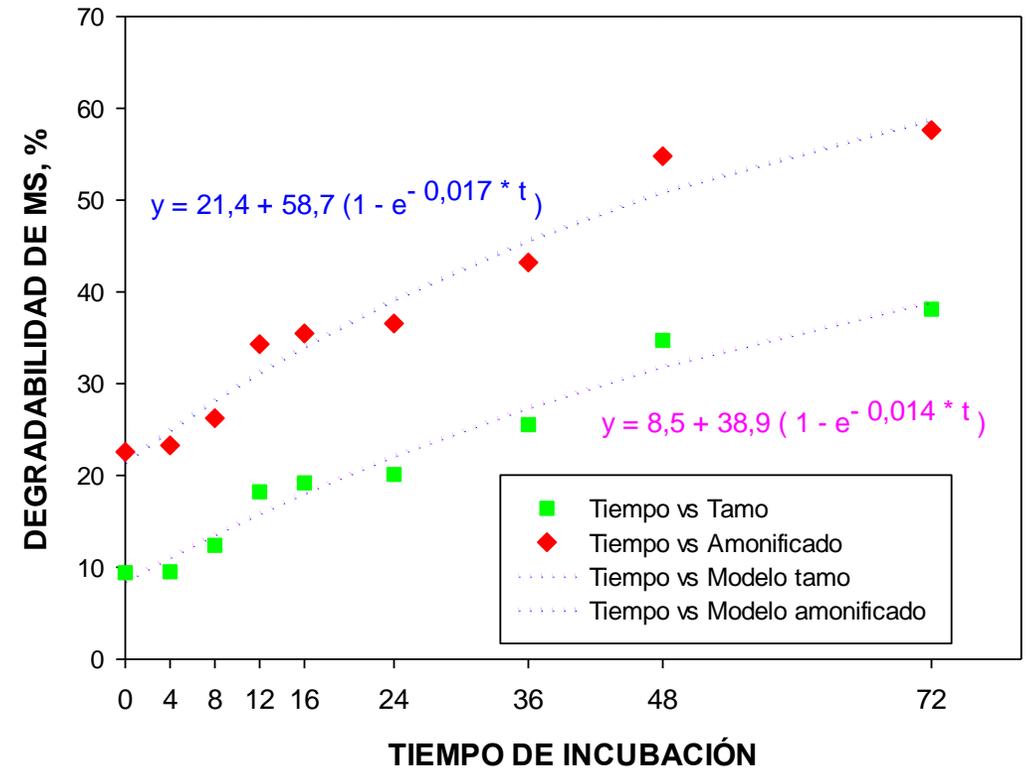


Fig. 24 Curva y ecuación de degradabilidad in situ del tamo de cebada amonificado y sin amonificar

Resultados y Discusión

Peso vivo

Tabla 7. Promedio \pm EE de peso vivo final (90 días) en vaconas de remplazo

Tratamiento	Peso vivo (kg)
Testigo (T0)	231,86 \pm 6,16 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	247,79 \pm 6,16 ^{ab}
Amonificado al 2 % del PV (T2)	254,79 \pm 6,16 ^b

Nota. Letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Un estudio realizado por Arias *et al.* (2012), mencionan que suministraron silo de sorgo más bagacillo de caña de azúcar amonificado, en vacas estabuladas en etapa de producción por un período de 12 días, reportaron buenos rendimientos sobre el peso vivo de los animales teniendo un promedio de 364,64 a 443,57 Kg de peso vivo.

Ganancia de peso

Tabla 8. Promedio \pm EE de la ganancia de peso diaria en vaconas de remplazo

Tratamiento	Ganancia de peso (kg/día)
Testigo (T0)	0,34 \pm 0,01 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	0,45 \pm 0,01 ^b
Amonificado al 2 % del PV (T2)	0,52 \pm 0,01 ^c

Nota. Letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Estudios realizados por Cardona (2013), reporta ganancias de pesos diarias que fluctuaban entre 497 y 601 gr/día/animal cabe recalcar que todos los animales fueron alimentados con tamo de arroz amonificado, torta de algodón, bloques multinutricionales, facilitando la conversión de residuos en alimento

Resultados y Discusión

Altura de la Cruz

Tabla 9. Promedio \pm EE de altura de la cruz en vaconas de remplazo

Tratamiento	Altura a la cruz (m)
Testigo (T0)	1,145 \pm 0,009 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	1,145 \pm 0,009 ^a
Amonificado al 2 % del PV (T2)	1,149 \pm 0,009 ^a

Nota. Letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Estudios realizados por Almeyda & Parreño (2011), en vaconas con edades entre 6 a 14 meses, reportan que la altura de la cruz va aumentando cuando los animales están en proceso de crecimiento, teniendo valores de 105 a 122,5 m en promedio.

Altura de la Grupa

Tabla 10. Promedio \pm EE de altura de la grupa en vaconas de remplazo

Tratamiento	Altura a la grupa (m)
Testigo (T0)	1,200 \pm 0,01 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	1,202 \pm 0,01 ^a
Amonificado al 2 % del PV (T2)	1,202 \pm 0,01 ^a

Nota. Letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Estudios realizados por Morales & Ramírez (2014), quienes mencionan de manera general, que las razas lecheras poseen una altura de grupa entre 114 a 117 cm en vaconas con edades de 8 a 10 meses, indican que no existe una variación significativa de alturas puesto que en pleno crecimiento los animales tienden a ganar más en peso corporal.

Resultados y Discusión

Condición corporal

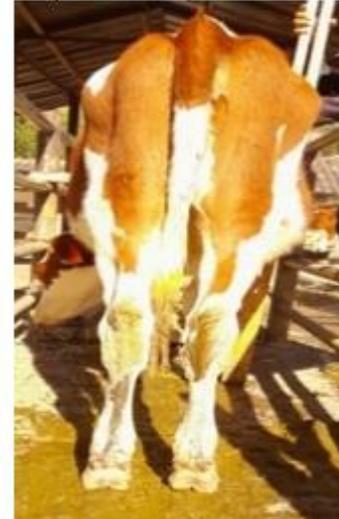
Tabla 11. Promedio \pm EE de condición corporal en vaconas de reemplazo

Tratamiento	Condición corporal
Testigo (T0)	2,70 \pm 0,01 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	2,88 \pm 0,01 ^b
Amonificado al 2 % del PV (T2)	2,95 \pm 0,01 ^b

Nota. Letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Investigaciones realizados por parte de Almeyda (2018), quien menciona promedios generales para la condición corporal de 2,25 y 2,75 en vaconas de 6 a 12 meses de edad, datos que difieren a estudios realizados por Guzmán y Jaramillo (2020), donde reportó que en vaconas medio y fierro con pesos que oscilaban entre 170 y 200 kg, presentaron valores entre 2,05 y 2,45 en escala Edmonson

(T0) Vacona con condición corporal de 2,70



(T1) Vacona con condición corporal de 2,88



Vacona con condición corporal de 2,95



Fig. 24 Toma de datos de la condición corporal en escala Edmonson por tratamientos.

Resultados y Discusión

Condición de heces

Tabla 12. Promedio \pm EE de condición de heces en vaconas de remplazo

Tratamiento	Escala de la consistencia y forma de las heces
Testigo (T0)	2,30 \pm 0,05 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	3,13 \pm 0,05 ^b
Amonificado al 2 % del PV (T2)	3,27 \pm 0,05 ^b

Nota. Letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Para determinar bien la condición de las heces, se debe observar el color, olor y consistencia, estos tienen relación directa con el tipo de ingrediente principal de la dieta, con el contenido de bilis y con la tasa de pasaje de los alimentos a lo largo de tracto digestivos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2014).



Fig. 25 Fotos de la condición de heces por tratamientos.

Resultados y Discusión

Consumo de alimento

Tabla 13. Consumo de alimento entre tratamientos en vaconas de remplazo

Tratamientos	Consumo de FV (kg)	Consumo de tamo amonificado (kg)	Consumo total de la ración (kg)
Testigo (T0)	8,02	-	8,02
Amonificado al 1 % del PV (T1)	7,28	1,74	9,02
Amonificado al 2 % del PV (T2)	6,60	3,55	10,15

Nota. FV forraje verde, el consumo de alimento está calculado por animal en los diferentes tratamientos

Estos resultados son similares a un estudio realizado por Aranda & Vindell (2019), quien utilizó animales que fueron alimentados con dietas a base de heno Sudan, melaza y sebo por un tiempo de 105 días, los animales tenían un peso entre 350 a 400 kg, con un consumo de alimento total entre 12.90, 10.85 y 8.66 Kg/día/animal.

De la misma manera Pordomingo (2004), registró de forma general, que las novillas con pesos promedios de 300 kg al utilizar dietas compuestas por fibra, pellet de girasol y soja, urea y melaza por un período de 90 días, tienen un consumo de alimento de 10,08 kg/día/animal, similar a los resultados de este estudio.

Resultados y Discusión

Conversión alimenticia

Tabla 14. Promedio \pm EE de condición de heces en vaconas de remplazo

Tratamiento	Conversión alimenticia
Testigo (T0)	24,75 \pm 0,66 ^a
Amonificado al 1 % del PV (T1)	21,06 \pm 0,66 ^b
Amonificado al 2 % del PV (T2)	20,41 \pm 0,66 ^b

Nota. Letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según Tukey.

Ramírez (2015), quien obtuvo conversiones alimenticias de 16,70 y 18,61 kg de consumo alimenticio para ganar un kilogramo de peso, esto se debe que existe una mejora en el valor nutricional de materiales de baja calidad.

Villanueva & San Martín (1997), reportaron conversiones alimenticias que fluctuaron entre 13,53 y 14,37 en vaquillas en crecimiento que fueron alimentadas con paja de arroz, urea, melaza

Resultados y Discusión

Costos de producción

Tabla 15. Costos de producción de alimento para la ganancia de 1kg de PV

Tratamiento	Costo diario (\$)	Costo *90 días (\$)	Ganancia de peso total *90 días (kg)	Precio en venta kg de PV (\$)	Costo de producción
T0	1,58	142,20	29,93	65,85	2,16
T1	1,99	178,80	39,21	86,26	2,07
T2	2,39	214,70	45,64	100,40	2,14



CONCLUSIONES

- ❖ En base al análisis bromatológico realizado, el tamo amonificado incrementa considerablemente la proteína bruta en un 8,67 % en relación con el tamo no tratado (de 2.84 a 11.51 %). De igual manera, al realizar el proceso de amonificación al tamo de cebada se logró una reducción en el porcentaje de FDN Y FDA, donde en FDN se redujo un 14.86 % (82.09 a 67.23) y en FDA en 11.10 %, (58.25 a 47.15) respectivamente.
- ❖ La degradabilidad ruminal de la MS a las 72 horas evaluadas se incrementa en 19.49 % en el tamo amonificado en comparación al tamo sin tratar, donde la fracción soluble fue de 22.57 %, la fracción insoluble de 35.04%, teniendo así una degradabilidad efectiva de 57.61 % con una tasa de degradación constante de la fracción B de 1.71 %/h.

CONCLUSIONES

- ❖ La amonificación del tamo de cebada logra un efecto significativo entre tratamientos para parámetros zootécnicos como peso vivo, ganancia de peso diario al finalizar los 90 días de evaluación, siendo el mejor el tratamiento T2 (2% del PV/animal/día) con respecto al testigo, para la ganancia de peso hubo un incremento 0.180 kg/día (0.34 a 0.45 kg/día), para peso vivo fue de 22.93 kg (231.86 a 254.79 kg) y en condición corporal de 0.25 (2.70 a 2.95). El T2 también registra una mejor conversión alimenticia de suplemento alimenticio + forraje verde por animal siendo este de 20.41.
- ❖ En las condiciones en que se realizó el estudio, se concluye que al adicionar tamo de cebada amonificado en la dieta, se ve reflejado en un incremento en el contenido de proteína cruda y por ende el nivel de las concentraciones de nitrógeno ureico en sangre aumentan, donde el T2 (2% del PV/animal) tiene un incremento de 3.53 mg/dL (12.09 a 15.78 mg/dL), pero que se encuentran dentro de los valores normales para este tipo de bovino.

CONCLUSIONES

- ❖ En cuanto a los costos de producción se puede decir que no hay diferencia entre tratamientos y testigo teniendo un promedio de \$ 2,12, sin embargo, se puede denotar que el T2 (2% del PV/animal/día) para tener una mayor producción de ganancia de PV pero con un costo más elevado, estos resultados muestran que el tamo amonificado como suplemento para vacas de remplazo es una alternativa viable productiva, contribuyendo así a la disminución del uso de alimentos concentrados y posibilitando el mantenimiento de la producción en épocas de climáticos adversos.
- ❖ El uso de tamo amonificado en vacas de reemplazo, puede ser muy beneficioso, no solo por lograr buenos resultados en parámetros zootécnicos, sino porque se aprovecha un recurso forrajero abundante en ciertas épocas y que es subutilizado para alimentación de rumiantes, por lo que puede ser una gran alternativa como reserva forraja en épocas de baja producción de pastos, o como opción para la ceba de toretes con alimentos de alternativos.

RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda la utilización del suplemento de tamo de cebada amonificado, en una cantidad del 2% del del peso vivo, ya que en la presente investigación registraron resultados satisfactorios.
- ❖ Utilizar el tamo de cebada amonificado como una reserva de alimento cuando exista escases de alimento en épocas de sequias o extremas lluvias, ya que puede remplazar al forraje o concentrados no en su total, pero si lograr mantener a los animales en crecimiento.
- ❖ Probar el tamo de cebada en la cría y engorde de toretes de cruce Montbeliarde del taller de ganadería, donde se podrían lograr resultados satisfactorios en cuanto a parámetros zootécnicos.

AGRADECIMIENTOS

