



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Suplementación nutricional de vacas en producción con mezclas de sub
productos agroindustriales de la región San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario

AUTOR:

Julio César Gonzáles del Aguila

ASESOR:

Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque Alcarraz

CO – ASESORA:

M.V. M.Sc. Alicia María López Flores

Perú - Tarapoto

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Suplementación nutricional de vacas en producción con mezclas de sub
productos agroindustriales de la región San Martín**

AUTOR:
Julio César Gonzáles del Aguila

Sustentada y aprobada el día 25 de junio del 2019, ante el honorable jurado

.....
Dr. Orlando Ries Ramírez
Presidente

.....
Ing. Zoot Justo German Silva del Águila
Secretario

.....
Méd. Vet. Hugo Sánchez Cárdenas
Miembro

.....
Ing. Zoot Roberto Edgardo Roque Alcarraz
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Julio César Gonzáles del Aguila, con DNI N° 47457455, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, con la tesis titulada: Suplementación nutricional de vacas en producción con mezclas de sub productos agroindustriales de la región San Martín.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se construirán en aportes a la realidad investigativa.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio, (al presentar otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

Tarapoto, 25 de junio de 2019



.....
Julio César Gonzáles del Aguila
DNI. 47457455



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Gonzales del Aguila Julio César	
Código de alumno :	091208	Teléfono:
Correo electrónico :	jcada.mv@gmail.com	DNI: 47457455

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de:	Medicina Veterinaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	Suplementación nutricional de vacas en producción con mezclas de sub productos agroindustriales de la región San Martín.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

09 / 12 / 19



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios sobre todas las cosas, por la vida, por cada día nuevo y permitirme llegar hasta este punto en mi vida profesional, dándome la sabiduría y la fortaleza para alcanzar este triunfo.

A mis padres:

César Augusto Gonzáles Mori

Luciola del Águila del Águila

Por darme la vida las herramientas y los valores para desenvolverme en esta etapa de mi vida de formación académica; con su amor, sacrificio y esfuerzo me educaron para ser una persona de bien. Gracias por su amor y fortaleza ante los obstáculos de la vida, por enseñarme que el que persevera alcanza al éxito.

A mis queridos hermanos:

Diego Favio Gonzáles del Águila.

Linda Suzetty Gonzáles del Águila.

Por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. Por sus palabras de aliento y por hacerme entender que por más lejos que estemos y vayamos a lugares que no conocemos siempre dejamos el nombre de la familia en alto.

A mi Asesor y Co Asesora:

Ing.zoot Roberto Edgardo Roque Alcarraz

MV. M.Sc. Alicia María López Flores

Por la orientación y ayuda que me brindaron para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto. Gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

Agradecimiento

Al proyecto:

“Suplementación Nutricional estratégica para vacunos en la región San Martín y Amazonas mediante el uso de Bloques Multinutricionales y residuos locales como estrategia de adaptación al impacto climático” – Proyecto: 016-2016-INIA-PNIA/UPMSI/IE, Alianza Estratégica entre las universidades UNALM, UNSM, UNTRM, Universidad de Hohenheim, que contribuyeron directa e indirectamente para ser realidad el presente estudio.

A los miembros del proyecto:

Ing. Rossmery Daza la Plata

Mg.Sc. David Godoy Padilla

Por encaminarme en la parte teórica para poder realizar y culminar este proyecto y por sus innumerables consejos para efectuar la parte experimental sin ningún contratiempo ni error.

A mi Asesor y Co-asesora:

Ing. Zoot. Roberto Edgardo Roque Alcarraz

M.V. M.Sc. Alicia María Lopez Flores

Por sus amplios conocimientos que ayudaron a llevar a cabo esta investigación, y por su tiempo brindado durante todo el proceso para llegar a culminar este trabajo.

A mi Jurados:

Dr. Orlando Ríos Ramírez

Ing. Zoot. Justo German Silva Del Águila

Méd. Vet. Hugo Sánchez Cárdenas

Por las valiosas contribuciones que hicieron al trabajo final y por el tiempo que dedicaron para revisarlo, a pesar de tantas actividades que los ocupan.

Índice general

	Página
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1
CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.1.1. Sobre los subproductos agroindustriales y la suplementación	3
1.1.2. Sobre la utilización de residuos agroindustriales en vacas	5
1.2 Bases teóricas	6
1.3 Definición de términos básicos.....	21
CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODOS	23
2.1 Materiales	23
2.2 Métodos	24
2.2.1 Tipos y nivel de investigación	24
2.2.2 Diseño de la investigación	25
2.2.3 Población y Muestra.....	29
2.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
2.2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1 Mezcla a base de subproductos agroindustriales	33
3.2 Productividad y calidad de leche	34
3.3 Análisis costo beneficio.....	36
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	41

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Valor nutritivo promedio de algunos alimentos utilizados para la suplementación de vacas lecheras a pastoreo (base materia seca)	7
Tabla 2. Diseño de Recambio – Primera estancia	27
Tabla 3. Diseño de Recambio – Segunda instancia.....	28
Tabla 4. Uso de residuos agroindustriales y composición química de las dietas experimentales.....	30
Tabla 5. Composición química y nutricional en base seca de los residuos agroindustriales usados en los tratamientos I y II	31
Tabla 6. Diseño de intercambio prueba de inversión	32
Tabla 7. Mezcla a base de subproductos agroindustriales y composición química de la dieta experimental	33
Tabla 8. Efecto de la suplementación de residuos agroindustriales en la producción y composición de la leche	35
Tabla 9. Ingreso (s/.) por efecto de suplementación con residuos agroindustriales	36

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Efectos de la suplementación con concentrado a vacas en pastoreo.....	8
Figura 2: Digestión y absorción de carbohidratos en rumiantes	17
Figura 3: Ácidos grasos volátiles producidos por la fermentación ruminal	17
Figura 4: Efecto de la composición de la dieta en los AGV ruminales y la producción de leche	20

Resumen

Se desarrolló una mezcla a base de subproductos agroindustriales con potencial en la alimentación en base a los análisis químicos hechos dando como resultado la siguiente fórmula alimentaria en base a 3.5kg de ración por día: polvillo de arroz 1.17kg, arrocillo 0.46kg, minerales 0.02kg, sal 0.04kg, fosfato dicálcico 0.04 kg, torta de coco 1.29 kg, cascarilla de cacao 0.41 kg, urea 0.08 kg. Se evaluó el efecto de la suplementación a base de residuos agroindustriales (tratamiento I: polvillo de arroz y tratamiento II: suplemento que incluye 4 residuos agroindustriales) en vacunos lecheros criados en forma extensiva en San Martín, Perú. Se seleccionaron 10 vacas en producción integradas en el diseño de cambio simple con 2 periodos de 21 días cada uno (11 días de adaptación y 10 días de evaluación). Durante la fase de evaluación se midió la producción de leche por animal por día (Kg/día) y la composición de leche basada en el nivel de proteína (%), grasa (%) y lactosa (%). Los resultados mostraron diferencias significativas en la producción de leche ($p < 0.001$) entre la suplementación con el tratamiento II (10.2 kg/vaca/día promedio) y tratamiento I (8.8 kg/vaca/día promedio). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a proteína ($p = 0.923$), grasa ($p = 0.899$) y lactosa ($p = 0.828$). Se concluye que una dieta basada en residuos agroindustriales para la alimentación de vacas en producción mejoró la producción lechera sin afectar la composición de la leche y el consumo de alimento.

Palabras clave: subproductos de arroz, torta de coco, cascarilla de cacao, vacunos lecheros trópico.

Abstract

A base mixture of agro-industrial byproducts with potential in the feed was developed based on the chemical analyzes made, resulting in the following food formula based on 3.5kg day ration; rice powder 1.17kg, arrocillo 0.46kg, minerals 0.02kg, salt 0.04kg, dicalsic phosphate 0.04kg, coconut cake 1.29kg, cocoa husk 0.41kg, urea 0.08kg. The effect of supplementation based on agroindustrial waste (treatment I: rice dust and Treatment II: supplement that includes 4 agroindustrial residues) in dairy cattle raised extensively in San Martin, PERU was evaluated. Ten cows in production integrated into the simple change design were selected with 2 periods of 21 days each (11 days of adaptation and 10 days of evaluation). During the evaluation phase, milk production per animal per day (Kg/day) and milk composition were measured based on the level of protein (%), fat (%) and lactose (%). The results showed significant differences in milk production ($p < 0.001$) between supplementation with treatment II (10.2 kg / cow / day average) and treatment I (8.8 kg / cow / day average). No significant differences were found between the treatments with respect to protein ($p = 0.923$), fat ($p = 0.899$) and lactose ($p = 0.828$). It is concluded that a diet based on agroindustrial waste for feeding cows in production improved milk production without affecting the composition of the milk and the consumption of food.

Keyword: rice by-products, coconut cake, cocoa husk, dairy cattle tropic.



Introducción

La producción de vacunos en la selva peruana es una de las actividades más importantes para los pobladores de dicha región. Se ha reportado un total de 768.8 mil cabezas de ganado, siendo el ganado criollo la raza dominante con 41.9 %, el departamento de San Martín cuenta con 221.785 mil cabezas de ganado y con un notable incremento en comparación con la población registrada en 1994.¹

Sin embargo, la baja calidad nutricional y baja disponibilidad de pastos, entre otros factores, agravan el performance productivo y reproductivo, provocando un impacto económico negativo para los ganaderos.²

Frente a este problema, se han planteado estrategia de suplementación en vacunos con la finalidad de cubrir los requerimientos que el animal requiere. Los residuos agroindustriales y agrícolas podrían ser buenas opciones para ser utilizados como insumos para la elaboración de dietas.³

Para ello, se debe tener en cuenta la disponibilidad de estos residuos en la región, y si su uso es justificable de acuerdo a la disponibilidad de pasturas.²

En la Amazonía peruana, la producción de diversos cultivos como el arroz, cacao, café, naranja, plátano, sacha inchi, orujo de cervecería, entre otros, generan residuos no convencionales que podrían ser aprovechables en la alimentación de vacunos en la región (Del Águila et al 2018, Rosales-Conde & Tang 2017). Considerando la gran producción de algunos de estos cultivos en la región San Martín tales como el arroz, con aproximadamente 822 mil toneladas anuales en el 2017 (MINAGRI 2017), el cacao con 13 238 toneladas producidas en el 2016 (MINAGRI 2016), supondría una alta disponibilidad de los residuos como resultado final del procesamiento.⁴

En algunos trabajos realizados en el trópico han considerado los subproductos del arroz (polvillo de arroz, nielen del arroz), semillas de sacha inchi, pulpa de café, pulpa de naranja, cascarilla de cacao, entre otros como insumos potenciales para la alimentación de ganado vacuno en base a su composición nutricional (Bernal et al 2017, Goñas 2017, Rosales-Conde y Tang 2017)⁵.

Sin embargo, es importante poder evaluar la incorporación de estos residuos en las dietas de los animales para ver el efecto que tendrían en la productividad y sostenibilidad de la producción ganadera. Por ellos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de una dieta basada en residuos agroindustriales en vacunos lecheros del distrito de Juan Guerra, San Martín, Perú.

Razón por las cuales se tomaron en consideración el siguiente objetivo, contribuir al mejoramiento de la productividad y calidad de la leche de la ganadería lechera mediante la suplementación con mezclas elaboradas con subproductos agroindustriales de la región San Martín. Que nos llevó a denotar los siguientes objetivos específicos.

- Objetivos

- a) Desarrollar una mezcla idónea elaborada a partir de subproductos agroindustriales que cubran los requerimientos nutricionales para vacas lecheras en producción.
- b) Evaluar la productividad y la calidad de la leche en vacas de producción, suplementadas con la mezcla, antes mencionada, en un hato ganadero en el distrito de Juan Guerra.
- c) Efectuar un análisis de costo-beneficio del uso de las mezclas en la productividad y la calidad de la leche en vacas en producción.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1. Sobre los subproductos agroindustriales y la suplementación

Anita layza M ⁶, la evaluación de residuos agroindustriales disponibles en la Región de San Martín – Perú, para identificar su potencial nutricional en la alimentación de vacunos de acuerdo con el volumen producido y su disponibilidad. Se seleccionó 10 residuos provenientes del cacao, coco, palma aceitera, arroz, palmito y café. Se realizó el Análisis químico proximal, Fibra detergente neutro (FDN) y Digestibilidad in vitro de la Materia Seca (DIVMS) de cada muestra. Los residuos con mayor potencial de uso en alimentación de ganado vacuno por el aporte de energía son los que provienen del pulido del arroz como nielen, polvillo de arroz y arrocillo (93.2%, 92.5% y 80.3% de NDT en base seca respectivamente) los cuales a su vez tienen mayor potencial de uso por su alta DIVMS, (99.3%, 99.0% y 90.5%, respectivamente). Además, la pulpa de café y cáscara de palmito son subproductos energéticos sin embargo su DIVMS es regular y baja. (79,3% y 57.2% respectivamente). Mientras que por aporte de proteína los insumos con mayor potencial son: la torta de coco y cascarilla de cacao (21.9% y 21.8% de proteína en base seca respectivamente). Residuos fibrosos con menor potencial de uso por su baja DIVMS fueron la fibra de palma, cascarilla de arroz y cáscara de palmito (27.8%, 27.7% y 57.2% respectivamente) y por su alto contenido de FDN (69.8%, 72.6% y 60.4% respectivamente).

Villaseca A ⁷, para determinar el efecto de la suplementación energética (Semolina de Arroz y Harina Integral de Palma) en dos niveles (T1 = 1kg/vaca/ordeño y T2 = 2kg/vaca/ordeño) sobre la producción de leche y eficiencia reproductiva en sistemas de doble propósito bajo pastoreo rotacional intensivo. Se utilizaron 32 animales $\frac{1}{2}$ sangre Holstein de una y dos lactancias, divididas en dos grupos en base a días post-parto, condición corporal, producción de leche en la semana antes del estudio y producción de leche acumulada para luego ser asignados a uno de los tratamientos. Las variables a medir fueron: producción de leche/vaca/día (PLVD), contenido de grasa (G) y proteína (P), condición corporal (CC), peso de ternero (PT), días a primer celo (DPC), días a servicio efectivo (DSE), números de pajillas por vaca preñada (NPVP) y porcentaje de preñez (PP). Los animales que recibían 2kg/vaca/ordeño (9.5

± 0.05) produjeron más leche/día ($P < 0.0001$) en comparación con los que recibieron 1kg/vaca/ordeño (8.99 ± 0.05) sin afectar los porcentajes de G y P en la leche ($P < 0.993$; $P < 0.679$), CC ($P < 0.819$) y PT ($P < 0.523$) En los parámetros reproductivos, no se mejoró DPC ($P < 0.474$) ni los DSE ($P = < 0.993$); sin embargo, la fertilidad al primer celo se vio mejorada por el mayor grado de suplementación (2kg/vaca/ordeño), donde el NPVP fue menor (1.73 ± 0.08), obteniéndose además un 68.75% de preñez en comparación a los animales que recibieron 1kg/vaca/ordeño (2.71 ± 0.11) y 35.7% de preñez, respectivamente. Con el incremento de producción y la mejora en el desempeño reproductivo se debiera obtener mayor productividad de las vacas con la suplementación energética adicional.

En otro trabajo se indica que el pastoreo es la fuente principal y más económica de alimento desde inicios de primavera hasta mediados de otoño, es decir, durante 6 a 8 meses del año. Pero tanto la disponibilidad como la calidad nutritiva de la pradera varían ampliamente durante este periodo debido a factores ambientales y de manejo. En verano, la disponibilidad y la calidad nutritiva de la pastura inevitablemente descienden, hasta valores mínimos entre febrero y mediados de marzo. El contenido de fibra aumenta y la digestibilidad del forraje disminuye con respecto a primavera, limitando el consumo de materia seca y el aporte de energía. El contenido de proteínas, así como el de varios minerales también decrece en esta época, contribuyendo aún más a una ingesta restringida de nutrientes ⁸.

También se hace mención que vacas de raza Gir Lechero bajo un sistema semi intensivo, alimentadas con dos tipos de pastos tropicales: Brachiaria Brizanta y Camerun, que por sus características se adaptan fácilmente a las condiciones climáticas de la zona. El primero siendo utilizado para el pastoreo y el segundo como pasto de corte. La alimentación de las vacas se realizó en 2 etapas: la primera durante la mañana cuando las vacas van al pastoreo en los potreros que tienen pasto cultivado de la variedad Brachiaria Brizanta. La segunda etapa, cuando a las vacas en horas de la tarde son llevados a sus corrales previo a un manejo de separación de sus crías, donde se les complementa la alimentación con el suministro de pasto de corte de la variedad Camerun y concentrado ⁹.

Las vacas fueron ordeñadas una vez al día y conforme concluía el ordeño fueron juntadas con sus respectivas crías desde la 7 am hasta las 2 pm en que estaban al

pastoreo. A la evaluación de la producción de leche durante un periodo de 7 meses las vacas mostraron un rendimiento promedio de 5.51 kg de leche por vaca/día en un solo ordeño, sin considerar el consumo de leche por el ternero estimado en unos 5 kg por ternero/día. Es de resaltar que durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero los promedios fueron de 6.1; 6.3; 6.9 y 6.7 kg/vaca, respectivamente y durante los meses de marzo, abril y mayo los promedios fueron: 5.7; 3.4 y 1.7 kg/vaca, respectivamente. Estos resultados indican que la raza Gir Lechero es una buena alternativa para la producción de leche para la zona del trópico¹⁰.

1.1.2. Sobre la utilización de residuos agroindustriales en vacas

Los sistemas de producción en la Amazonía peruana se caracterizan por el empleo de ganado cruzado con diferente grado de mestizaje, pero con predominancia del genotipo cebú, manejados bajo un sistema semi-extensivo, con una alimentación basada principalmente en el uso de forraje al pastoreo¹¹.

Las pasturas están constituidas por pastos naturales conocidas como torourco (*Axonopus compressus*, *Paspallum conjugatum* y *Homolepsis aturensis*) y menos del 20% corresponde a pastos mejorados o naturalizados como *Brachiaria decumbens*, *Paspalum plicatulum* (pasto negro) y algunas leguminosas¹². (5)

Una amplia gama de subproductos agroindustriales que tienen un adecuado potencial nutricional está disponible en grandes cantidades. El subproducto de cervecería (orujo) es un ejemplo típico en la zona de Pucallpa. Se trata de un subproducto de la industria de la cerveza que utiliza granos de cereal como materia prima, donde el almidón es primariamente utilizado en el proceso de fabricación de la cerveza, quedando un residuo rico en proteínas. Tanto la forma fresca como seca son buenas fuentes de energía, proteína y fibra dietética (10); sin embargo, se debe tener cuidado con la cantidad suministrada para evitar problemas de desequilibrio ácido base ruminal.¹³(7)

Se registran valores de proteína cruda en un rango de 20% a 30%. La composición química y digestibilidad del orujo de cervecería seco en la zona de Ucayali fue descrita por Rosales y Tang¹⁴, reportando 16.4% de contenido proteico, 63.7% de carbohidratos solubles, 9.4% de fibra cruda y una digestibilidad regular (37.95%). Las variaciones en su composición se atribuyen al grano, a los métodos de obtención y a

la naturaleza de los aditivos empleados. El residuo de cervecería puede ser explotado para emplearse como parte de la alimentación en animales de lechería en el trópico.

Un factor limitante para la producción de carne y leche es la baja calidad nutritiva de las gramíneas tropicales, que presentan bajos contenidos de proteína cruda (PC) (entre 3 y 10%), digestibilidad inferior a 55% y carbohidratos no estructurales menores de 100 g/kg de materia seca (MS)¹¹. Así mismo, el alto contenido de fibra limita el consumo voluntario al pastoreo, comprometiendo el nivel de respuesta animal¹². Otra sería limitación es la estacionalidad, ya que los niveles de producción forrajera son menores de 5 kg MS/ha/ día en la época de menor precipitación.⁵

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Suplementación de vacas a pastoreo (3)

La suplementación de vacas a pastoreo permite compensar los desbalances nutricionales de la pradera y aumentar el consumo de nutrientes, fundamentalmente de energía. Los beneficios pueden ser diversos según sea el caso: aumento de la producción de leche, mejora de la condición corporal, de la fertilidad y de la salud de las vacas, e incremento de la carga animal por hectárea.⁶

Efecto de sustitución

El aporte de un suplemento a vacas en pastoreo reduce parcialmente el consumo de pradera, fenómeno conocido como efecto de sustitución. La tasa de sustitución indica en kg de materia seca, cuánto disminuye el consumo de pradera por cada kg de suplemento ingerido.

Mientras menor sea la sustitución de pradera, mayor será el consumo adicional de materia seca y de energía por kg de suplemento. Por lo tanto, la respuesta en producción de leche a la suplementación aumentará.

La tasa de sustitución y la respuesta a la suplementación dependen principalmente de la interacción entre tres factores:

- La disponibilidad y la calidad de la pradera,
- El tipo y cantidad de suplemento utilizado, y
- El nivel productivo de las vacas.

1.2.2 Tipo y cantidad de suplemento

Existen distintos tipos de suplementos, cuyas características nutricionales, disponibilidad y costo los hace más o menos apropiados para las diferentes épocas del año. Los más utilizados en el período de pastoreo son los concentrados a base de cereales, los subproductos agroindustriales, los forrajes conservados y las praderas o cultivos suplementarios de verano. tabla 1.

Existen otros, como los complementos vitamínico-minerales, que no serán discutidos en esta sección.

Los concentrados ricos en energía (más de 3 Mcal de EM/kg MS) y bajos en proteína (menos de 14% PC), como aquéllos a base de granos de cereales y/o de subproductos de la industria de la remolacha azucarera, son los más apropiados para la suplementación de vacas a pastoreo durante el período primaveral, periodo durante el cual la energía es el nutriente más deficitario.¹⁴

Tabla 1.
Valor nutritivo promedio de algunos alimentos utilizados para la suplementación de vacas lecheras a pastoreo (base materia seca).

ALIMENTO	EM* (Mcal/kg MS)	PC* (%)	FDN* (%)
Cereales de grano pequeño y maíz			
Avena grano	2,8	11,1	33,0
Cebada grano	3,1	12,1	19,5
Triticale grano	3,2	13,0	14,8
Trigo grano	3,2	12,5	13,0
Maíz grano	3,3	10,1	9,0
Subproductos agroindustriales			
Afrecho/Afrechillo de trigo	2,5 - 2,6	16 - 18	40 - 45
Coseta de remolacha	2,9 - 3,0	9 - 10	49 - 54
Melaza de remolacha	2,9 - 3,0	13 - 15	
Forrajes conservados			
Ensilaje de pradera	2,2 - 2,5	12 - 15	50 - 60
Heno de pradera	2,0 - 2,3	10 - 12	55 - 65
Praderas/Cultivos de verano			
Alfalfa	2,3 - 2,4	18 - 20	38 - 44
Trébol rosado	2,3 - 2,5	18 - 20	40 - 45
Nabo forrajero, hojas	2,8 - 3,0	14 - 20	17 - 24
Nabo forrajero, bulbo	2,9 - 3,2	9 - 14	15 - 18

* EM = Energía metabolizable, PC = Proteína cruda, FDN = Fibra a detergente neutro (paredes celulares o fibra total)

Fuente: Suplementación de vacas lecheras a pastoreo.⁶ (3)

1.2.3 Nivel productivo de las vacas

En la medida que el nivel de producción de las vacas se incrementa o que éstas se encuentran en la primera etapa de la lactancia, mayor es la respuesta en producción de leche a la suplementación. Esto se explica porque aumenta la diferencia entre los requerimientos de energía de los animales y su capacidad de consumo en pastoreo, y por lo tanto la sustitución de pradera disminuye.

Además, las vacas de mayor producción o que se encuentran en los estados iniciales de lactancia, destinan una mayor proporción de la energía ingerida a la producción de leche (Figura 1). Por lo tanto, junto con requerir un mayor aporte de energía, estos animales son más eficientes para transferir la a la síntesis de leche.

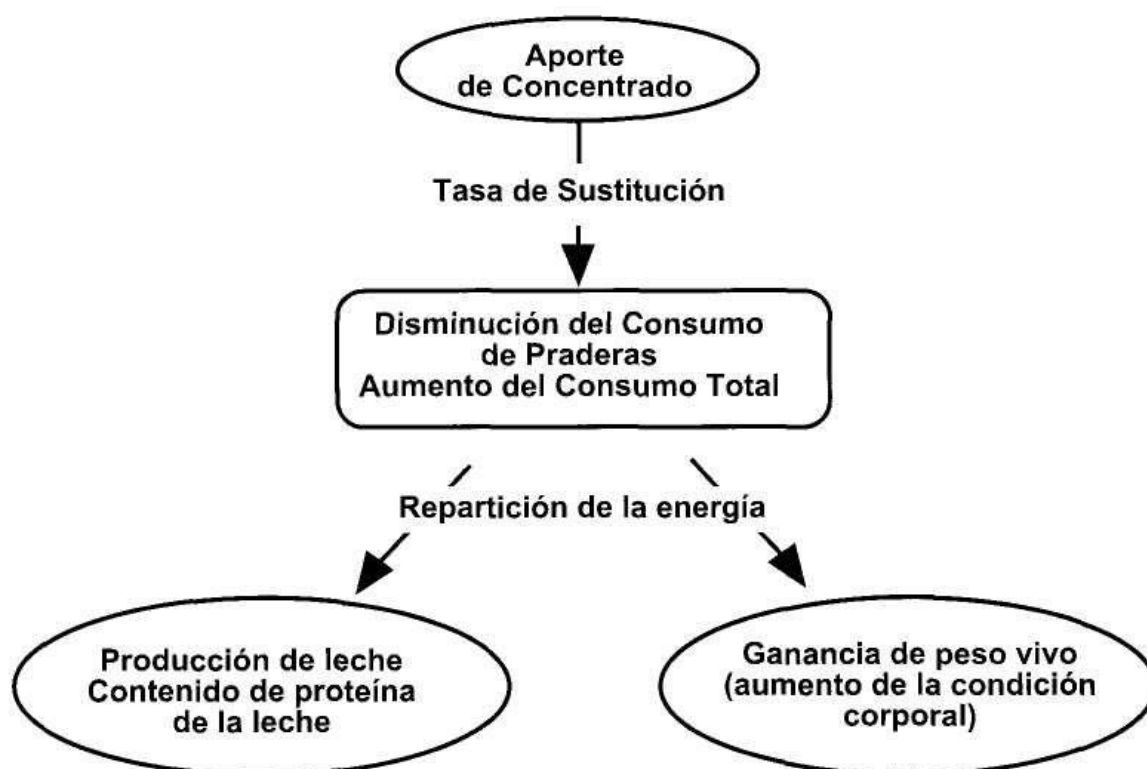


Figura 1: Efectos de la suplementación con concentrado a vacas en pastoreo. Fuente: Suplementación de vacas lecheras a pastoreo.⁶

En términos prácticos, lo anterior se traduce en que vacas a pastoreo en condiciones de clima tropical con producciones iguales o superiores a 24 litros a inicios de primavera o con menos de 60 días postparto, requerirán de suplementación energética. El umbral de producción de leche para la suplementación de verano es inferior al de

primavera y, probablemente, será cercano a los 14 litros por vaca o menos, si el año es seco.

1.2.4 Producción de leche (4)

La presencia de varias razones económicas para satisfacer la demanda creciente de leche y carne en países en vías de desarrollo es a través del mejoramiento de los sistemas actuales de producción, basados en animales multipropósito, entendiendo que los sistemas multipropósito, la leche producida es compartida entre el ternero, consumo familiar y/o venta. Las bases para esta práctica, ⁽¹⁵⁾ son:

- La competencia entre las vacas lecheras especializadas (más de 3,000 litros por animal/año o campaña), el ser humano y los animales monogástricos por los recursos alimenticios de alto valor nutritivo.
- La preferencia por la leche rica en grasa, especialmente en el subcontinente de India (los niveles de grasa en la leche son mayores en las vacas mestizas que en las razas lecheras especializadas).
- En el trópico un alto nivel de producción de leche no es factible, ya que este ambiente dificulta la eliminación del calor producida por la digestión y metabolismo de grandes cantidades de alimentos que son necesarios para mantener producciones diarias elevadas.
- En los países en vías de desarrollo es esencial poder mantener la flexibilidad en los sistemas de producción debido a la falta de infraestructura administrativa.

1.2.5 Digestión, absorción y metabolismo de los carbohidratos en rumiantes

1.2.5.1 Características generales y comentarios sobre los principales carbohidratos

Los carbohidratos, hidratos de carbono o azúcares son compuestos orgánicos integrados por carbono, oxígeno e hidrógeno estos dos últimos en la misma proporción que el agua, aunque existen glúcidos que contienen otros elementos en su molécula principalmente N, S y P. Tienen las siguientes características químicas:

Estructura está basada en un esqueleto carbonado (molécula orgánica)

Cadena carbonada con grupos hidroxilo (OH-) por lo que se pueden considerar polialcoholes.

Pueden tener un grupo aldehído o un grupo cetona, o ambos.

Moléculas ricas en enlaces de alta energía (C-H; C-C; C-OH; C=O)

Presentan isómeros y muchos presentan actividad óptica.

Son muy abundantes en los vegetales en los que frecuentemente sobrepasan el 75% de la materia seca, a diferencia de los organismos animales en cuya composición entran en un porcentaje mucho más bajo. Esta abundancia en los organismos del reino vegetal se debe a su fácil elaboración mediante los mecanismos de fotosíntesis según la siguiente reacción general:



Los carbohidratos presentes en las plantas proporcionan energía y fibra. Los vegetales son la fuente más importante de energía para los herbívoros y no solo proporcionan carbohidratos solubles, sino que también son la fuente necesaria de fibra dietética especialmente importante en los rumiantes para la estimulación de la rumia.

1.2.5.2 Clasificación

Los carbohidratos de bajo peso molecular se conocen comúnmente como "azúcares". Se clasifican según el número de unidades estructurales de azúcares sencillos en monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos, mientras que los carbohidratos de alto peso molecular se conocen como polisacáridos.

1.2.5.3 Monosacáridos

Los monosacáridos también se clasifican en dos grandes grupos dependiendo de la posición del grupo carbonilo (C=O) que los caracteriza. Si el grupo carbonilo está localizado en un carbono terminal se trata de una "aldosa" y si este grupo está localizado sobre un carbono secundario el azúcar es una "cetosa". Entre las aldosas más estudiadas por la bioquímica se encuentra la glucosa y entre las cetosas su homóloga la fructosa.

1.2.6 Monosacáridos más importantes:

1.2.6.1 Pentosas:

- Arabinosa. Forma parte de hemicelulosas, presente en la goma arábiga y otras gomas
- Xilosa. Integrante de xilanas, pentosanas que constituyen la cadena principal de las hemicelulosas de la hierba.
- Ribosa: Presente en el ARN en todas las células vivas.

1.2.6.2 Hexosas:

- Glucosa. Azúcar de uvas, frutas, miel, sangre, linfa y componente de muchos oligosacáridos y polisacáridos.
- Fructosa. Azúcar de fruta, hojas verdes, miel, muy dulce, las plantas verdes frondosas tienen mucha.
- Manosa. No se encuentra libre. Forma polímeros, presente en hongos y bacterias.
- Galactosa: Tampoco se encuentra libre. Importante por formar parte de la molécula de lactosa, presente en la leche.

1.2.7 Disacáridos y oligosacáridos

1.2.7.1 Disacáridos

Los disacáridos son sustancias cuyas moléculas están constituidas por dos unidades de monosacárido. El enlace característico mediante el cual se unen los dos monosacáridos para conformar un disacárido se conoce como "enlace glucosídico" y es un enlace tipo: C-O-C derivado de la combinación de un grupo hidroxilo, de una molécula de monosacárido, con una porción aldehído o cetona de la otra (Formación de hemiacetales y hemicetales).

Los disacáridos más comunes son la maltosa, la lactosa y la sacarosa. Tienen también en común el hecho de que, al menos uno de los monosacáridos que conforman el dímero, es D-glucosa.

- **Sacarosa:** Es el más ubicuo y abundante en vegetales, presente en la caña de azúcar, en la remolacha y en las frutas en general. Constituido por glucosa y fructosa.

- **Lactosa:** Es el azúcar de la leche. Se forma en la glándula mamaria, fermenta con facilidad por lo que se agria. Constituido por glucosa y galactosa.
- **Maltosa:** Azúcar de malta, que se obtiene por ejemplo a partir del almidón en la germinación y fermentación del grano de cebada. Constituido por dos moléculas de glucosa.
- **Celobiosa:** Es el disacárido integrante de la celulosa

Los oligosacáridos (del griego oligo "pocos") son carbohidratos constituidos por varias unidades de monosacáridos pero que están entre los límites de 2 y 10 unidades. Los disacáridos son oligosacáridos, por lo que no es extraño encontrarlos bajo esta denominación en algunos textos; algunos de estos son la "Rafinosa" del azúcar de remolacha y la "Melicitosa" derivada de la savia de algunas plantas coníferas.

1.2.7.2 Polisacáridos

Son polímeros constituidos por cadenas de monosacáridos, que se unen por medio de enlaces glucosídicos.

Los polisacáridos, conocidos también como: "Glucanos", se diferencian entre sí por la clase de monosacáridos que los constituyen, por la longitud de las cadenas, por el grado de ramificación y por su origen biosintético.

Los "homopolisacáridos" están constituidos por un solo tipo de monosacárido, mientras que los "heteropolisacáridos", por dos o más clases de monosacáridos.

Entre los más importantes están los siguientes:

a) Almidón

El almidón es un homopolisacárido constituido por unidades de D-glucosa que forman el enlace glucosídico mediante enlaces tipo α (1-4) y α (1-6). En el tejido de los frutos y raíces vegetales el polímero se forma de tamaños variados con pesos moleculares que varían desde miles hasta 500.000.

El almidón presenta dos tipos de agrupaciones moleculares: amilosa y amilopectina. La amilosa se caracteriza porque sus cadenas largas, no ramificadas y por lo general forman una estructura helicoidal. Es posible preparar soluciones coloidales de amilosa, pero ésta no es soluble en agua; de

hecho, para las aplicaciones domésticas e industriales suelen utilizarse las preparaciones coloidales en agua.

La amilopectina es un polímero de D-glucosa de cadenas ramificadas de longitud media (24 a 30 unidades por ramificación). Los enlaces glucosídicos de la cadena principal (esqueleto) son del tipo $\alpha(1\rightarrow4)$ pero los de los puntos de ramificación son $\alpha(1\rightarrow6)$.

La amilopectina constituye el 80% de casi todos los almidones. Es muy viscosa y es fácilmente hidrolizada por la amilasa.

El almidón se encuentra abundantemente en los granos, semillas, tubérculos y frutas. Es la fuente principal de carbohidratos para el hombre.

b) Glucógeno

El glucógeno, también llamado almidón animal es un homopolímero de glucosa análogo al almidón vegetal, pero con un grado mayor de ramificación al de la amilopectina y más compacto. Abunda principalmente en el hígado de los animales superiores, constituyendo el 10% de su peso húmedo. Se halla también en proporción del 1 al 2% en el músculo esquelético.

c) Celulosa

Es el constituyente principal de las membranas de las células vegetales y es prácticamente insoluble en agua y resistente a la digestión ácida y a la acción de las amilasas gástricas.

Cuando se hidroliza produce glucosa, pero no sufre alteración significativa en el tracto digestivo, como si ocurre con los almidones, el glucógeno y las dextrinas. Los animales herbívoros, cuya base alimenticia es rica en celulosa, han desarrollado un sistema mediante el cual algunas bacterias, levaduras y protozoos presentes en el rumen o en el intestino grueso degradan parcialmente la celulosa para formar, D-glucosa y ácidos grasos inferiores que el animal utiliza para fines energéticos.

La celulosa también es un homopolímero lineal y se diferencia de los almidones en el tipo de enlace glucosídico que forma: mientras que el enlace glucosídico de los almidones y el glucógeno es principalmente del tipo a (1→4), el de la celulosa es del tipo b (1→4).

Se ha estimado el peso molecular de celulosas de diversas procedencias encontrándose un rango amplio de variación: 50.000 a 2500000, el equivalente a un rango de 300 a 15000 unidades de glucosa por molécula. Las pruebas de difracción con rayos X demuestran que las moléculas de celulosa están organizadas en cadenas paralelas que forman fibrillas, las cuales se aglutinan por otros polímeros hemicelulosa, pectina y extensina.

d) Hemicelulosa

Son polisacáridos integrantes de las paredes celulares de los vegetales similares a la celulosa, pero se degradan más fácilmente.

También es importante considerar que estos compuestos varían dependiendo de la edad, y variabilidad de las especies cultivadas y mejoradas. La hemicelulosa se caracteriza por ser una molécula con ramificaciones, como lo es el ácido urónico, capaz de unirse a las otras moléculas mediante enlaces que constituyen la pared rígida que protege a la célula de la presión ejercida sobre esta por el resto de las células que la rodean.

e) Pectina

Aparece en los espacios intercelulares como sustancia cementante, suele constar de una cadena polisacárida con cadenas laterales de arabana y galactana que se esterifican con Calcio y Magnesio. La actividad microbiana del rumen e intestino grueso la digieren. También se comporta como antidiarreico al retener agua.

f) Lignina

Como lignina se conocen un grupo de compuestos químicos presentes en las paredes celulares de las plantas y forman parte integrante de la madera.

La palabra lignina proviene del término latino *lignum*, que significa madera; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas.

La lignina está formada por la extracción irreversible del agua de los azúcares, creando compuestos aromáticos. Los polímeros de lignina son estructuras interconectadas con pesos moleculares muy elevados.

Se caracteriza por ser un complejo aromático (no carbohidrato) del que existen muchos polímeros estructurales (ligninas). Resulta conveniente utilizar el término lignina en un sentido colectivo para señalar la fracción lignina de la fibra. Después de los polisacáridos, la lignina es el polímero orgánico más abundante en el mundo vegetal. Es importante destacar que es la única fibra no polisacárido que se conoce.

Este componente de la madera realiza múltiples funciones que son esenciales para la vida de las plantas. Por ejemplo, posee un importante papel en el transporte interno de agua, nutrientes y metabolitos. Proporciona rigidez a la pared celular y actúa como puente de unión entre las células de la madera, creando un material que es notablemente resistente a los impactos, compresiones y flexiones. Realmente, los tejidos lignificados resisten el ataque de los microorganismos, impidiendo la penetración de las enzimas destructivas en la pared celular.

Estructura química

La molécula de lignina es una macromolécula, con un elevado peso molecular, que resulta de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico). La lignina es el polímero natural más complejo en relación a su estructura y heterogenicidad. Por esta razón no es posible describir una estructura definida de la lignina; sin embargo, se han propuesto numerosos modelos que representan una “aproximación” de dicha estructura.

Propiedades físicas

Las ligninas son polímeros insolubles en ácidos y en álcalis fuertes, que no se digieren ni se absorben y tampoco son atacados por la microflora del intestino grueso. Pueden ligarse a los ácidos biliares y otros compuestos orgánicos (por

ejemplo, colesterol), retrasando o disminuyendo la absorción en el intestino delgado de dichos componentes.

El grado de lignificación afecta notablemente a la digestibilidad de la fibra. La lignina, que aumenta de manera ostensible en la pared celular de la planta con el curso de la maduración, es resistente a la degradación bacteriana, y su contenido en fibra reduce la digestibilidad de los polisacáridos fibrosos.

1.2.8 Metabolismo de los carbohidratos en rumiantes (5)

Los carbohidratos son la fuente más importante de energía y de los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos del rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que están ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas. La fibra es voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y la hemicelulosa fermentan lentamente. Mientras que madura la planta, el contenido de lignina de la fibra incrementa y el grado de fermentación de celulosa y hemicelulosa en el rumen se reduce. La presencia de fibra en partículas largas es necesaria para estimular la rumia. La rumia aumenta la separación y fermentación de fibra, estimula las contracciones del rumen y aumenta el flujo de saliva hacia el rumen. La saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfatos que ayudan a mantener la acidez (pH) del contenido del rumen en un pH casi neutral. Raciones que faltan fibra suficiente resultan en un porcentaje bajo de grasa en la leche y contribuyen a desordenes de digestión, tales como desplazamiento del abomaso y acidosis del rumen. (5)

Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan rápidamente y completamente en el rumen. El contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementa la energía en la dieta, y así mejora el suministro de energía y determina la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumia o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra.

Así, el equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos es importante en alimentación de los rumiantes y en especial de las vacas lecheras para la producción eficiente de leche. La Figura 2 resume la transformación de carbohidratos en varios

órganos. En la vaca lactante, el rumen, el hígado y la glándula mamaria son los principales órganos involucrados en el metabolismo de carbohidratos.



Figura 2: Digestión y Absorción de Carbohidratos en rumiantes. Fuente: (5)

1.2.9 Producción de ácidos grasos volátiles en el rumen (5)

Durante la fermentación ruminal, la población de microorganismos, principalmente bacterias, fermenta los carbohidratos para producir energía, gases (metano y dióxido de carbono), calor y los ácidos grasos volátiles (AGV) acético (vinagre), propiónico y butírico que conforman la mayoría (>95%) de los ácidos producidos en el rumen (Cuadro 1). También la fermentación de aminoácidos generados en el rumen produce ácidos, llamados iso-ácidos. La energía y los iso-ácidos producidos durante la fermentación son utilizados por las bacterias para crecer (es decir principalmente para sintetizar proteína). El CO_2 y CH_4 son eructados, y la energía todavía presente en el CH_4 se pierde. Si no es necesario para el mantenimiento de la temperatura del cuerpo, el calor producido durante fermentación se disipa.¹⁸

Nombre	Estructura
Acético	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
Propionico	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
Butirico	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

Figura 3: Ácidos grasos volátiles producidos por la fermentación ruminal. Fuente: Elaboración propia

Los AGV son productos finales de la fermentación microbiana y son absorbidos a través de la pared del rumen. La mayoría del acético y todo el propiónico son transportados al hígado, pero la mayoría del butírico se convierte en la pared del rumen en fuente de energía para la mayoría de tejidos del cuerpo. Este butírico proviene principalmente del producido en el rumen, pero en las etapas iniciales de lactancia viene también de la movilización de tejidos adiposos.

1.2.9.1 Producción de glucosa en el hígado

Todo el propionato se convierte en glucosa en el hígado. Además, el hígado utiliza los aminoácidos para síntesis de glucosa. Este es un proceso importante porque normalmente no hay glucosa absorbida del tracto digestivo y todos los azúcares de la leche (aproximadamente 900 g cuando una vaca produce 20 kg de leche) deben ser producidos por el hígado. Una excepción se produce cuando la vaca se alimenta con grandes cantidades de concentrados ricos en almidón o una recibe alguna fuente de almidón resistente a la fermentación ruminal, así este almidón escapa de la fermentación y alcanza el intestino delgado. La glucosa formada mediante la digestión en el intestino es absorbida, y transportada al hígado donde contribuye al suministro de glucosa de la vaca.

El ácido láctico es una fuente alternativa de glucosa para el hígado. El ácido láctico proviene de los ensilajes bien conservados, pero además hay producción de ácido láctico en el rumen hecho que suele ocurrir cuando hay un exceso de almidón en la dieta. Esto no es deseable porque el ambiente del rumen se acidifica, la fermentación de fibra se paraliza y en casos extremos la vaca deja de comer.

1.2.9.2 Síntesis de lactosa y grasa en el hígado

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para la utilización de glucosa. La glucosa se utiliza principalmente para la formación de lactosa (azúcar en la leche). La cantidad de lactosa sintetizada en la ubre está estrechamente ligada a la cantidad de leche producida cada día. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante de aproximadamente 4,5%. Así, la producción de leche en las vacas lecheras está altamente influida por la cantidad de glucosa derivada del propionato producido en el rumen.

Los otros dos ácidos, acético y butírico se utilizan para la formación de la grasa de la leche. También, parte de la glucosa se convierte en glicerol y se utiliza en síntesis de la grasa. La glándula mamaria sintetiza ácidos grasos saturados de cadena corta que contienen de 4 a 16 átomos de carbono. Casi la mitad de grasa de leche es sintetizada en la glándula mamaria. La otra mitad que es rica en ácidos grasos no-saturados que contienen de 16 a 22 átomos de carbono (ácidos grasos de cadena larga) provienen de los lípidos de la dieta. La energía requerida para la síntesis de grasa y lactosa viene de la combustión de metabolitos procedentes de la digestión de los carbohidratos, pero el acetato y la glucosa también pueden ser utilizados como fuente de combustible para las células de muchos tejidos.

1.2.10 Efecto de la dieta sobre la fermentación ruminal y el rendimiento de leche¹⁸

La fuente de carbohidratos del alimento influye sobre la cantidad y la relación de AGV producidos en el rumen. La población microbiana del rumen genera aproximadamente 65% ácido acético, 20% ácido propionico y 15% ácido butírico cuando la ración contiene una alta proporción de forrajes. En este caso, el suministro de acetato puede ser adecuado para maximizar la producción de leche, pero la cantidad de propionato producido en el rumen puede limitar la cantidad de leche producida porque el suministro de glucosa es limitado.

Los carbohidratos no-fibrosos presentes en muchos concentrados promueven la producción de ácido propionico mientras los carbohidratos fibrosos que se encuentran principalmente en forrajes estimulan la producción de ácido acético en el rumen. Además, los carbohidratos no-fibrosos rinden más AGV (es decir más energía) porque son fermentados más rápidamente y más completamente.

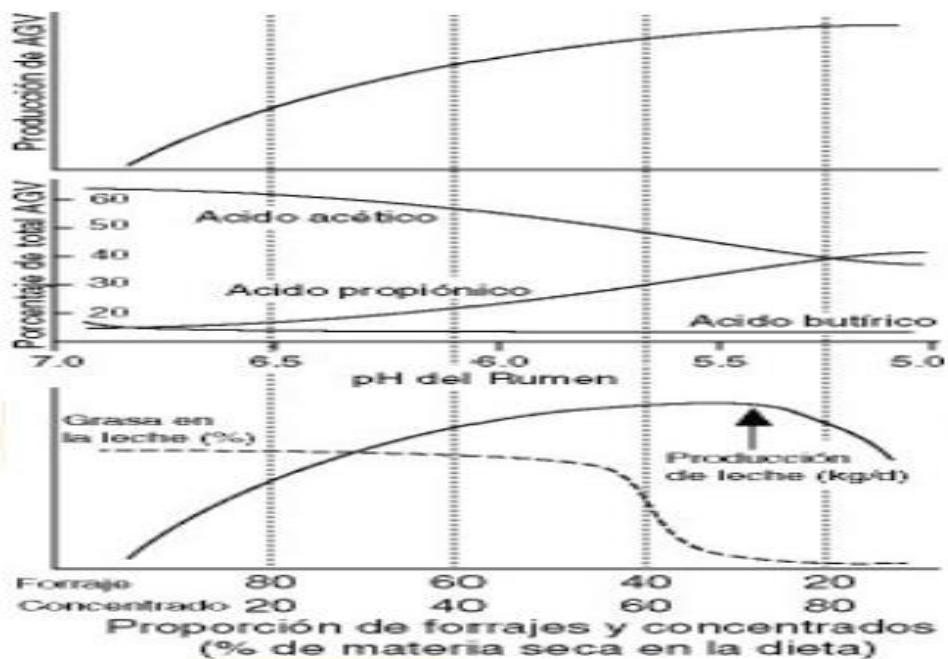


Figura 4: Efecto de la composición de la dieta en los AGV ruminales y la producción de leche. Fuente: metabolismo de los carbohidratos en vacas lecheras¹⁸

Así, la alimentación de concentrados usualmente resulta en un aumento de producción de AGV y una proporción mayor de propionato en lugar de acetato. Cuando se alimentan grandes cantidades de concentrados (cuando se alimentan con forrajes bien molidos), el porcentaje de ácido acético se reduce debajo de 40% mientras el porcentaje de propionato se aumenta más de 40%. La producción de leche puede aumentarse porque el suministro de glucosa proveniente de propionato se incrementa, pero el suministro de ácido acético para la síntesis de grasa puede ser limitante. En general, esta reducción en disponibilidad de ácido acético está asociada con una reducción de la producción de grasa y por tanto el porcentaje de grasa en la leche disminuye. Además, un exceso de propionato en relación al acetato obliga a la vaca a utilizar la energía disponible para depositar tejido adiposo (aumenta de peso corporal) en lugar de utilizarla en la síntesis de leche.

Así un exceso en el concentrado en la ración lleva a vacas gordas. La alimentación prolongada de esta ración puede tener un efecto negativo para la salud de la vaca, que tiene más propensión a padecer hígado graso, cetosis y

dificultades en el parto. Por otro lado, cantidades insuficientes de concentrado en la ración limitan la ingestión de energía y la producción de leche.

En resumen, un cambio en la proporción de forraje y concentrado en una dieta provoca un cambio importante en las características de los carbohidratos que y tiene un efecto profundo en la cantidad y porcentaje de cada AGV producido en el rumen.

1.3 Definición de Términos Básicos

- **Suplementación:** Suplementar es la acción de un alimento o mezcla de alimentos, que se agregan a otro que se llama la dieta base. Por ejemplo, a animales pastoreando (la dieta base es el pasto), se les administra una cantidad fija de un concentrado (suplemento) y/o pasto de corte (Pasto elefante picado).
- **Mezcla:** Una mezcla es la agregación de varias sustancias o cuerpos que no se combinan químicamente entre sí. A cada una de las sustancias que conforman una mezcla se le llama componente, los cuales al estar juntos o separados conservan sus propiedades características, e intervienen en proporciones variables.

Muchas de las sustancias que manejamos diariamente son mezclas, éstas tienen numerosos usos en la vida diaria y en la industria. Ejemplos de ellas son: el concreto, la tierra, la madera, el papel, el granito, el aire, el petróleo, la leche, la sopa, y muchos otros alimentos y objetos.

Las mezclas pueden ser homogéneas y heterogéneas, en las primeras los componentes no se pueden distinguir, debido a que están distribuidos uniformemente por toda la mezcla; es decir, que la composición es la misma en toda ella. A este tipo de mezcla se le conoce como solución; por ejemplo, cuando una cucharada de azúcar se disuelve en agua.

- **Sub productos:** Son aquellos insumos obtenidos después de haber obtenido la materia prima de un producto animal, vegetal o mineral o producto del refinamiento de los mismos.

• **Subproductos agroindustriales:** Son aquellos que provienen de un proceso industrial.

Ejemplo: Polvillo de arroz, nielen, arrocillo, cáscara de cacao, palmiste, torta de coco, cáscara de café, etc

• **Subproductos de cosecha:**

Ejemplo: panca de maíz, hojas de plátano, hojas de yuca, cogollo de caña de azúcar, etc.

- **Eln:** Elemento libre de nitrógeno, fracción del análisis proximal que contiene los azúcares solubles.
- **Macronutrientes:** Son esos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo. Los principales son hidratos de carbono, proteínas, y grasas. Otros incluyen alcohol y ácidos orgánicos. Se diferencian de los micro-nutrientes como las vitaminas y minerales en que estos son necesarios en pequeñas cantidades para mantener la salud, pero no para producir energía.
- **Micronutrientes:** Sustancias que el organismo de los seres vivos necesita en pequeñas dosis. Son indispensables para los diferentes procesos bioquímicos y metabólicos de los organismos vivos y sin ellos morirían. Desempeñan importantes funciones catalizadoras en el metabolismo como cofactores enzimáticos, al formar parte de la estructura de numerosas enzimas (grupos prostéticos) o al acompañarlas (coenzimas).

En los animales engloba las vitaminas y minerales y estos últimos se dividen en minerales y oligoelementos. Estos últimos se necesitan en una dosis aún menor. Los micro-nutrientes no siempre necesitan ser aportados diariamente. La vitamina A y D o la B12 puede almacenarse en el hígado para cubrir las necesidades de periodos superiores al año.

- **Calidad de leche:** Engloba a todos los estándares, físicos, químicos y organolépticos que se rigen según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Materiales

a. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo se realizó en el fundo “Eloy Lazo” en el distrito de Juan Guerra, región y provincia de San Martín.

Ubicación geográfica

Latitud sur	:	06° 34' 57”
Longitud oeste	:	76° 20' 16”
Altitud	:	200 m.s.n.m.

Condiciones climáticas

Ecosistema	:	tropical de sabana lluviosa, semiclida y humedad
Precipitación anual	:	1200 mm.
Temperatura	:	Max = 35° C Min = 21°C Prom = 28°C
Altitud	:	200 m.s.n.m.
Humedad relativa	:	70%

Fuente: SENAMHI (2013).³⁶

b. Material biológico en estudio

Se trabajó con 10 vacas criolla en producción (cruce de holstein con gyr) con condición corporal promedio de 3.2 ± 0.14 en la escala del 1 al 5 de Edmonson *et al.* (1989), con un promedio de 135 ± 19.3 días en lactación. Los animales pastoreaban en campos donde predominaba la especie *brachiaria brizantha* y se realizaba dos ordeños al día con intervalos de nueve horas aproximadamente. Además, los animales eran suplementados con polvillo de arroz (*oryza sativa*), residuo usado comúnmente en la alimentación de vacunos por su disponibilidad en la zona. Los animales fueron divididos en 2 grupos de cinco vacas (grupo A y grupo B) al inicio de la evaluación, en el grupo A y B tuvieron una producción lechera de 9.9 ± 1.4 y 9.1 ± 1.53 , respectivamente.

a) Insumos

- ✓ Polvillo de arroz 2kg vaca/día
- ✓ Alimento a base de subproductos 3.5kg vaca/día

b) Equipos generales**✓ Generales**

- balanza electrónica de 1500kg de capacidad
- balanza de 50kg
- balde plástico de 30lt de capacidad
- jarra dosificadora de 1lt
- hojas de control
- registro del ganadero
- bebederos
- comederos
- ordeñadoras eléctricas de succión por presión

✓ Equipos para el análisis de la leche

- Lactoscan
- Tubos de ensayo
- Envases térmicos de 150 ml
- Marcador indeleble
- Termo transportador
- Hielo en gel
- Gradilla
- Gel peachimetro

2.2 Métodos**2.2.1 Tipo y nivel de investigación****a) Tipo de investigación**

El tipo de investigación según su finalidad es: Investigación Aplicada; donde se busca crear una nueva fórmula de suplemento alimenticio que ayudara a reducir costos de alimentación y a no depender de los subproductos importados usando nuestros subproductos agroindustriales que se generan hoy en nuestra región.

b) Nivel de investigación

Nivel explicativo: Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa – efecto. En este sentido los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación postfacto), como de los efectos (experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

2.2.2 Diseño de la investigación

De la población de 60 vacas en ordeño del fundo “Eloy lazo” se tomó una muestra de 10 animales con la condición que tengan el mismo número de partos y que hayan dado sus crías en el mismo mes esto nos da un alcance previo de cuál era la edad de las seleccionadas, al mismo tiempo se separaron por raza siendo seleccionadas las que tenían el cruce de gyr 50% y holstein 50% más conocidas en ámbito popular como vacas gyrholando; otro de los puntos para seleccionar las vacas fue de que hagan bajar su leche sin necesidad de la presencia de la cría así poder tener el peso total de la leche en cada ordeño.

Se procedió a separar las 10 vacas en dos grupos de 5 las cuales unas recibirán el alimento normal que el ganadero acostumbra y las otras 5 recibirán el alimento que está en experimentación no obstante los animales que comieron el alimento en experimentación pasarán por un periodo de adaptación de 11 días para poder acostumbrarse al alimento nuevo.

El periodo de adaptación consta de 11 días como ya se ha mencionado se empezó con el grupo B y se le dio de la siguiente forma:

- Día 1 y 2 = 75% alimento del ganadero + 25% alimento experimento.
- Día 3 y 4 = 50% alimento del ganadero + 50% alimento experimento.
- Día 5 y 6 = 25% alimento del ganadero + 75% alimento experimento.
- Día 7 al 11 = 0% alimento del ganadero + 100% alimento experimento.

En el día 1 del periodo de prueba se empezó a tomar el peso de cada uno de los animales por consiguiente también se tomaron los pesos el día 21 (que es la mitad de mi periodo de experimentación) y el día 42 (que es el día final de proceso de mi experimentación).

En el mismo día 1, una vez identificadas las vacas se procedió a dar el alimento a la hora del ordeño 5 am, donde el grupo A (tratamiento I) empezó a comer el alimento que normalmente le pone el ganadero a la hora del ordeño y al grupo B (tratamiento II) se empezó con el periodo de adaptación dándole la primera ración de 75% alimento del ganadero y 25% alimento que fue sujeto a prueba previamente mezclado con el alimento del ganadero; esto continua progresivamente hasta el día 11 e la medida explicada anteriormente, en esta etapa se pesó la leche y se tomó registro de producción por vaca tanto en el grupo A como en el B.

En el día 12 hasta el 21 lo llamamos periodo de medición porque en esta etapa el ganado ya está acostumbrado a la comida y presencia del operador de alimento ósea mi presencia, se continuó pesando la leche individualmente y en los últimos 4 días de este periodo se tomó muestras para analizar su composición en el lactoescan. La consideración y protocolos para usar el lactoescan están en el anexo 1.

En el día 22 se empieza la etapa de recambio que no es más que hacer un intercambio entre grupos experimentales esto quiere decir que el grupo A (tratamiento I) pasara por el tratamiento que tuvo el grupo B y el grupo B (tratamiento II) pasara por el tratamiento que tenía el grupo A

Concluyendo todo este experimento en el día 42 véase la imagen a continuación.

Tabla 2

Diseño de Recambio – Primera estancia

CUADRO - DISEÑO DE RECAMBIO		
PERIODO DE ADAPTACION		
Nº DIAS	GRUPO A	GRUPO B
1	ALIMENTO TESTIGO	75 % DE ALIMNETO T. + 25% ALIMENTO PRUEBA
2	ALIMENTO TESTIGO	75 % DE ALIMNETO T. + 25% ALIMENTO PRUEBA
3	ALIMENTO TESTIGO	50 % DE ALIMNETO T. + 50% ALIMENTO PRUEBA
4	ALIMENTO TESTIGO	50 % DE ALIMNETO T. + 50% ALIMENTO PRUEBA
5	ALIMENTO TESTIGO	25 % DE ALIMNETO T. + 75% ALIMENTO PRUEBA
6	ALIMENTO TESTIGO	25 % DE ALIMNETO T. + 75 % ALIMENTO PRUEBA
7	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
8	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
9	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
10	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
11	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
PERIODO DE MEDICION		
12	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
13	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
14	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
15	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
16	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
17	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
18	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
19	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
20	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%
21	ALIMENTO TESTIGO	ALIMENTO PRUEBA 100%

PRIMERA ESTANCIA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3
Diseño de recambio – segunda instancia

CUADRO - DISEÑO DE RECAMBIO		
Nº DIAS	PERIODO DE ADAPTACION	
	GRUPO A	GRUPO B
22	80 % DE ALIMNETO T. + 20% ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
23	60 % DE ALIMNETO T. + 40% ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
24	40 % DE ALIMNETO T. + 60% ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
25	20 % DE ALIMNETO T. + 80% ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
26	0 % DE ALIMNETO T. + 100% ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
27	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
28	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
29	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
30	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
31	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
32	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
PERIODO DE MEDICION		
33	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
34	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
35	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
36	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
37	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
38	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
39	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
40	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
41	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO
42	ALIMENTO PRUEBA	ALIMENTO TESTIGO

SEGUNDA ESTANCIA

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Población y Muestra

Población. Sesenta (60) Vacas en ordeño en el Fundo Eloy Lazo – distrito de Juan Guerra.

Muestra. Díez Vacas (Recambios), se usará la técnica de recambio que consiste en dividir la muestra en dos (2) grupos de cinco (5), aplicando cuatro (4) estancias de medición con un tiempo de dieciséis (16) días; cada estancia comprende dos (2) parámetros:

2.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Pesaje de animales:** se pesarán los animales con una balanza electrónica para una mayor exactitud, al comienzo del experimento, después de cada estación y al final del experimento para saber la ganancia de peso.
- **Calidad de leche:** con ayuda de un lactoscan (equipo utilizado para medir la calidad de sólidos dentro de la leche en forma numérica con la visualización de un tablero digital).
- **Cantidad de leche:** con ayuda de una balanza y un balde medidor se pesará y se contará en litros la cantidad de leche diaria de cada animal a medir.
- **Condición corporal:** con ayuda de una tabla de medición corporal se evaluará la condición corporal de cada animal al terminar cada estancia.
- **Promedio de producción lechera del hato:** se obtendrá con la ayuda de los registros que el ganadero maneja donde apunta su producción diaria de leche.
- **Temperatura:** con ayuda de un termómetro ambiental digital se tomará nota de la temperatura a la hora de los ordeños.
- **Suplementación:** se establecieron dos suplementos en base a residuos agroindustriales. La primera se basó en el suministro de solamente polvillo de arroz (Tratamiento 1) mientras que la segunda fue una dieta formulada en base a residuos agroindustriales (tratamiento 2) tales como el arrocillo, polvillo de arroz, torta de coco y cascarilla de cacao (Tabla 3). La elección de los residuos agroindustriales a integrar en la elaboración de las dietas fue en base a su disponibilidad, precio en el mercado y composición nutricional el cual fue previamente analizado (Tabla 4). La formulación del suplemento en base a

residuos se hizo teniendo en cuenta el valor nutricional y el consumo del forraje (entre 33 y 35 kg/forraje/día).

Tabla 4

Uso de residuos agroindustriales y composición química de las dietas experimentales

	Tratamiento 1		Tratamiento 2	
	%	kg/vaca/día	%	kg/vaca/día
Polvillo de arroz	100	2	33.43	1.17
Arrocillo	---	---	13.14	0.46
Torta de coco	---	---	36.57	1.28
Cascarilla de cacao	---	---	11.71	0.41
Urea	---	---	2.29	0.08
Minerales	---	---	0.57	0.02
Fosfato dicálcico	---	---	1.14	0.04
sal	---	---	1.14	0.04
Sub total	100	2	100	3.5
<i>Brachiaria brizantha</i>		34		34
Total		36		37.5
Contenido nutricional (base seca)				
<i>Proteína cruda %</i>		9.1		11.7
<i>Fibra detergente neutra %</i>		56		54
<i>Grasa %</i>		3.7		4.3
<i>Fósforo %</i>		0.32		0.34
<i>Consumo de Materia seca (MS) kg.</i>		13.9		14.5
<i>Energía de lactación (ENL) Mcal/kg.</i>		1.19		1.23

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5
Composición química y nutricional en base seca de los residuos agroindustriales usados en los tratamientos I y II

	Residuos agroindustriales			
	Polvillo de arroz	Arrocillo	Cascarilla de cacao	Torta de coco
Proteína cruda (%)	14.14	9.2	23.6	21.9
Grasa (%)	14.98	0.3	10.6	16.4
Fibra cruda (%)	5.43	0.8	32.3	14.6
Fibra detergente neutra (%)	13	0.5	28.5	51,7
Energía neta de lactación (EN _L) Mcal/kg.	1.85	2.15	1.47	1,77
Fósforo (%)	0.3	0.3	-	0.2
Nutrientes digestibles totales (%)	80.30	92.5	64.7	76,9

Fuente: laboratorio de nutrición agraria la molina

- **Parámetros a evaluar:** Se evaluó la producción diaria (kg de leche/día) de las 10 vacas en evaluación mediante el pesaje de la leche en cada ordeño durante la fase de evaluación. La composición de leche (grasa, proteína y lactosa) de 06 vacas se evaluó mediante un equipo analizador de leche Lactoscan S PFP (Milkotronic Ltd., Bulgaria) durante cuatro días dentro de la fase de evaluación.

2.2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- **Técnica estadística (diseño de intercambio)**

Los experimentos relacionados con la producción de leche en los rumiantes, las condiciones son diferentes. En un momento determinado, un hato de vacas lactantes forma un grupo muy heterogéneo y los diseños estadísticos sencillos son poco eficientes para estudiar los efectos de las raciones sobre la producción, más en la forma de la curva de lactación. A pesar de un número suficiente de vacas pueda parir al mismo tiempo, la variación entre las vacas y el error experimental serán notables. Para reducir el error experimental, se emplean **Diseños de Intercambio**. En estos diseños, cada animal se somete de forma secuencial a más de un tratamiento destinado para ello. En estas pruebas cada animal sirve para su propio control; mediante los apropiados análisis estadísticos, el error experimental, incluido el efecto de la variación entre animales se reduce, pudiendo

llevarse a cabo experimentos muy valiosos con un a relativamente cantidad de animales.

- **Intercambio prueba de inversión:**

En el más sencillo diseño de intercambio, las pruebas de inversión, se emplean dos tratamientos llamados **A y B** con dos grupos de vacas en un experimento que se prolonga durante dos periodos de varias semanas cada uno, según como se indica a continuación.

Tabla 6

Diseño de intercambio prueba de inversión

	Periodo 1	Periodo 2
Grupo 1	A	B
Grupo 2	B	A

Fuente: elaboración propia

En este tipo de diseño, la variable dependiente sometida al análisis estadístico es la variación en la producción en la leche de las vacas, coincidente con el cambio de tratamiento, es decir la diferencia en la producción media entre los periodos 1 y 2.

La información fue ordenada y almacenada utilizando Microsoft Excel. Los resultados del experimento fueron analizados mediante el diseño de cambio simple (Calzada 1982) ²⁰ donde cada animal recibió sucesivamente todos los tratamientos en etapas continuas, aumentando la precisión del estudio al eliminar el error de variabilidad entre unidades. Se aplicó el procedimiento ANOVA para realizar el análisis de varianza usando el programa SAS 9.4. La comparación de medias entre ambos tratamientos se hizo mediante la prueba de T (LSD) y Duncan a un nivel de significancia de 95 %.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Mezcla a base de subproductos agroindustriales

Se hizo una mezcla/ración a base de subproductos agroindustriales seleccionados por su disponibilidad precio y su composición química, los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de alimentos de la universidad agraria la molina, los resultados fueron publicados en la tesis de A. Laiza Mendiola⁶ y se tomaron del cuadro presente en el (anexo A).

Tabla 7

Mezcla/ración a base de subproductos agroindustriales y composición química de la dieta experimental

Insumos	Tratamiento	
	%	kg/vaca/día
Polvillo de arroz	33.43	1.17
Arrocillo	13.14	0.46
Torta de coco	36.57	1.28
Cascarilla de cacao	11.71	0.41
Urea	2.29	0.08
Minerales	0.57	0.02
Fosfato dicálcico	1.14	0.04
Sal	1.14	0.04
Sub total	100	3.5
<i>Brachiaria brizantha</i>		34
Total		37.5
Contenido nutricional (base seca)		
<i>Proteína cruda %</i>	11.7	
<i>Fibra detergente neutra %</i>	54	
<i>Grasa %</i>	4.3	
<i>Fósforo %</i>	0.34	
<i>Consumo de Materia seca (MS) kg.</i>	14.5	
<i>Energía de lactación (ENL) Mcal/kg.</i>	1.23	

Fuente: Elaboración propia

Los residuos con mayor potencial de uso en alimentación del ganado vacuno por el mayor aporte de energía son los provenientes de la molienda del arroz como polvillo de arroz y arrocillo (92.5% y 80.3% de NDT en base seca respectivamente). Mientras que por aporte de proteína los insumos con mayor potencial son la torta de coco y cascarilla de cacao (21.9% y 21.8% de proteína en base seca respectivamente).

En comparación con el orujo de cervecería descrito por Rosales y Tang¹⁴ donde demostraron que el orujo de cervecería podía usarse en alimentación vacuna solo poseía un 16.4% de proteína y una digestibilidad de 37.95% en comparación a nuestros insumos utilizados que reportaron una gran diferencia en cuanto a proteína y digestibilidad mencionados anteriormente.

El polvillo de arroz y el nielen mostraron gran potencial como insumo energético debido a su alto contenido en grasa, mientras que la cascarilla de cacao y la torta de coco, mostraron buenos niveles de proteína cruda, lo que significaría un buen balance energético-proteico por parte de esta dieta.

Esto denota una considerable asimilación de la ración dada dándonos un buen aporte de ENL (energía de lactación), que se reflejará a la hora de la bajada de la leche (cesar Gomes, uso de concentrados para ganado de leche y doble propósito, 2015)¹⁹.

Mientras que el nivel de adaptación no será un determinante ya que el ganado en prueba ya está acostumbrado al consumo de suplemento a la hora del ordeño esto nos dará menos margen de error debido a la baja posibilidad de estrés por cambio de alimento (cesar Gomes, uso de concentrados para ganado de leche y doble propósito, 2015)¹⁹.

3.2 Productividad y calidad de leche

En la Tabla 8, se observa el efecto del uso de las suplementaciones en base a residuos agroindustriales de la región San Martín, Perú. Se observaron diferencias significativas entre la producción lechera de los animales que consumieron polvillo de arroz con aquellos suplementados con la dieta basada en cuatro residuos agroindustriales (polvillo de arroz, arrocillo, torta de coco y cascarilla de cacao). El tratamiento II logró 1.4 kg promedio de leche más que el tratamiento I. Esta respuesta podría ser explicada en base a la mayor

contribución energética-proteica que la composición química del tratamiento II mostró en base a la composición nutricional de los residuos agroindustriales implementados.

Tabla 8

Efecto de la suplementación de residuos agroindustriales en la producción y composición de la leche

	Tratamiento I (Polvillo de arroz)	Tratamiento II (suplemento residuos agroindustriales)	P
Producción de leche (kg/día)	8.8 ^a	10.2 ^b	<0.001
Composición de leche			
- Grasa (%)	3.48 ^a	3.50 ^a	0.899
- Proteína (%)	3.17 ^a	3.17 ^a	0.923
- Lactosa (%)	4.54 ^a	4.55 ^a	0.828

^{ab} Letras distintas entre tratamientos en la misma fila indican diferencias significativas $p < 0.05$

Fuente: Elaboración propia

No se mostraron diferencias significativas entre los dos tratamientos con respecto a la composición de leche. Los niveles de grasa (%), proteína (%) y lactosa (%) fueron similares en aquellos animales que fueron suplementados con el tratamiento I y el tratamiento II.

Nuestros resultados tuvieron un efecto significativo en la producción lechera como los presentados por Villaseca (1998)⁵, quien evaluó el efecto de una suplementación energética (basado en semolina de arroz y harina integral de palma) en vacas de doble propósito, donde aquellos animales suplementados con 2 kg/vaca/día tuvieron una mayor producción lechera (9.5 kg leche/día) que aquellos suplementados con 1 kg/vaca/día (8.99 kg leche/día). Al igual que el presente trabajo, no se encontraron diferencias significativas con respecto al nivel proteína (%) y grasa (%).

Así mismo, en un trabajo realizado en vacas lecheras de trópico peruano, hubo diferencias significativas en la producción lechera de aquellos animales suplementados con residuos secos de cervecería (orujo)¹⁴ complementados con sal mineral (Del Águila et al 2018). Villanueva y San Martín (1997) evaluaron la suplementación con paja de arroz amonificada con urea y harina de pescado, logrando mayores ganancias de peso en vaquillas.

3.3 Análisis costo beneficio

El consumo promedio del tratamiento I fue de 2 kg mientras que el tratamiento II, 3.46 kg. A pesar que los animales del tratamiento II fueron ofertados con mayor cantidad de suplemento, el uso de éste se ve justificado en base al ingreso generado a comparación del tratamiento I. En la Tabla 9 se puede apreciar el ingreso por efecto de suplementación con residuos agroindustriales (anexo J).

Tabla 9

Ingreso (S./) por efecto de suplementación con residuos agroindustriales

	Suplemento convencional (Polvillo de arroz)	Suplemento - residuos agroindustriales
Costo, S./ / kg de suplemento + kg forraje*	0.6	0.67
Costo, S./ / animal / día	4	5
Producción de leche promedio (kg)/día	8.76	10.24
Precio de leche (S./kg)	1.1	1.1
Ingreso bruto por kg leche (S./)	9.64	11.26
Ingreso neto por kg leche (S./)	5.64	6.26
Ingreso por efecto de suplementación con residuos agroindustriales (S./)		0.62

*Se consideró un consumo de pasto estimado de 34 kg forraje/animal con un costo de S/. 0.08 soles/kg.

En comparación con la suplementación con polvillo de arroz, el suplemento basado en varios residuos agroindustriales tuvo un margen de S/. 0.62 soles mayor, lo cual es rentable para los productores.

Estos costos varían a favor del ganadero ya que los precios de los insumos agroindustriales tienden a bajar en temporadas de producción alta de las materias primas dando mayor rentabilidad al ganadero.

CONCLUSIONES

- Se seleccionaron 8 subproductos agroindustriales una vez identificado su valor nutricional, volumen productivo y disponibilidad estos fueron (cascarilla de cacao, torta de coco, fibra de palma, arrocillo, ñelen, cascarilla de arroz, palmiste y polvillo de arroz; los cuales a su vez se usaron 4 para producir nuestra mezcla de suplemento basándonos en los resultados de los análisis químicos y los requerimientos del animal, se desarrolló una mezcla/ración a base de 4 residuos agroindustriales que suplían las deficiencias nutricionales que tenían los animales siendo estos (polvillo de arroz, cascarilla de cacao, arrocillo y torta de coco).
- El uso de una dieta basada en residuos agroindustriales para la alimentación de vacas en producción mejoró la producción lechera obteniendo un incremento notable de 1.48 litros en la producción lechera por animal sin afectar la composición de la leche y el consumo de alimento
- En comparación con la suplementación con polvillo de arroz que frecuentemente usaba el ganadero versus el suplemento basado en la mezcla de subproductos agroindustriales la segunda tuvo un margen de S/. 0.62 soles mayor, lo cual es favorable para los productores.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de esta mezcla con residuos agroindustriales ya que nos da un buen incremento de producción lechera, no se muestran complicaciones al consumo, es de bajo costo y por su disponibilidad en los insumos requeridos para su elaboración.
2. Antes de la compra de los residuos agroindustriales fijarse en la calidad de los insumos ya que eso influye mucho a la hora de la caducidad del alimento ya preparado. Esto nos dará menos margen de complicaciones de salud gástrica al momento de cualquier estudio o alimentación habitual que se haga en cualquier tipo de hato.
3. Al momento de tomar muestras para analizar leche en lactoscan se debe remover en la totalidad la muestra obtenida ya que la leche es un soluto y si pasa mucho tiempo en reposo el lactoscan solo tomara la leche de la superficie mientras los sólidos se han sedimentado y esto nos puede dar una mala lectura de la composición de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEI. El Instituto Nacional de Estadística (2012). Presentación. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. Recuperado de: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INEI/Resultados%20Finales%20IV%20CENAGRO%202012%20INEI.pdf>
2. Preston y Leng, problemática en la producción y explotación de ganado vacuno en la selva peruana. Lima 1989
3. Megias et al (2002). Sallam et al (2008). Producción y alimentación en ganado tropicalizado en la selva peruana.
4. MINAGRI. Ministerio de Agricultura y Riego (2016). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera. Recuperado de: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-agricola-ganadera2016_210917_0.pdf
5. Bernal et al (2017). Goñas (2017). Rosales-Conde y Tang (2017). Cultivos agroindustriales en la amazonia peruana.
6. Anita Layza M. Pontencial nutricional para la alimentación de bovinos con subproductos agroindustriales generados en la región San Martín. (2019). Escuela de medicina veterinaria, Tarapoto, Perú. Tesis para optar el título de Médico Veterinario.
7. Villaseca A. Efecto de la suplementación energética en producción de leche y eficiencia reproductiva en vacas de doble propósito. (1998). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Zamora, Honduras. Trabajo de investigación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. 40.p. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2628/1/CPA-1998-T109.pdf>
8. Pargan J,L.F. Suplementación de vacas lecheras a pastoreo. (2006). Boletín INIA N° 148, Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Centro Regional de Investigación Remehue.
9. Guillen Xavier. “Evaluación de la producción de leche de vacas Gir bajo un sistema semi intensivo en el trópico”, (2017). Proyecto de tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista, agraria La Molina Lima.
10. Del Aguila Rea. Efecto de la utilización de subproducto de cervecería y sales minerales en vacas cruzadas en ordeño en el trópico peruano. (2017). Rev Inv Vet Perú 2018; 29(2): 706-712.

11. Araujo-Febres O RN. La amonificación de henos como técnica para mejorar su aprovechamiento. *Rev Inv Vet Perú.* (2001); Supl 1: 88-91.
12. Alimentación OdINUpIAYl. FAO. [Online].; 2001 [cited 2018 agosto 12 [Memorias Conferencia Electrónica de la FAO sobre Ensilajes en el Trópico]. Available from: <http://www.fao.org/3/ax8486s.pdf>.
13. Delgado A TATTARGC. *Rev Inv Vet Perú.* (2012); (23: 153-159). Efecto de un modificador orgánico en la ganancia de peso en ganado cebú en el trópico peruano.
14. Rosales-Conde J M and Tang T (2017). Composición Química y Digestibilidad De Insumos Alimenticios De La Zona De Ucayali. *Folia Amazónica*, 8(2), 13. <https://doi.org/10.24841/fa.v8i2.318>
15. Preston T R and Leng R A (1989). Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. *Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT). Ltda. Cali, Colombia. Pp.312*
16. *Brasileira de Zootecnia*; (1999). Porto Alegre, Brasil CO. P. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. Aspectos nutricionales, productivos y económicos. In XXXVI Congreso Anual de la Sociedad.
17. Del Aguila R. *Nacional Agraria La Molina.*; (2014). Evaluación de tres tipos de pasturas y su efecto en el nivel de nitrógeno ureico en leche de vacas bajo pastoreo en Pucallpa. Tesis de Magíster. Lima.
18. Bondi AA. *Nutrición Animal.* (1988). Zaragoza, España. Editorial ACRIBI.
19. Cesar Gomez, *Agraria La Molina*, (2015). Uso de concentrados para ganado de leche y doble propósito, boletín ganadería en la actualidad. Lima - Perú
20. Calzada, B. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación.* 4ta.Edición. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644pp

ANEXOS

Anexo A: Composición química y digestibilidad *in vitro* de residuos agroindustriales de la zona de San Martín, Perú, en base seca (%)

Se clasificaron 10 residuos agroindustriales en base a los resultados del análisis proximal, fibra detergente neutra (FDN) y digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Estos análisis facilitaron el estudio de sus características nutricionales y la posible sustitución de un residuo por otro. Existen diferentes criterios de clasificación de los insumos (Crampton y Harris 1974, McDonald et al 1981 y Ensminger 1992). Un criterio que resulta ser un común denominador es considerar su aporte nutricional y de esta forma clasificarlos como alimentos energéticos, proteicos y/o fibrosos.

Residuos (procedencia)	MS %	PC%	Grasa%	Ceniza%	FDN%	FDA%	DIVMS %
Arrocillo (Bellavista)	88.8	9.9	0.3	0.6	0.5	1.5	98.5
Arrocillo (Moyobamba)	87.8	7.7	0.3	0.6	0.5	1.4	99.1
Arrocillo (San Martín)	88.5	10	0.2	0.3	0.4	1.8	99.3
Cáscara de palmito (San Martín)	97	7	1.3	4.7	60.4	-	57.2
Cascarilla de arroz (Bellavista)	97.2	3.1	0	16.1	77.1	62.6	24.1
Cascarilla de arroz (San Martín)	97.2	3.9	0.2	13.2	68	52.8	31.2
Cascarilla de cacao (Mariscal Cáceres)	91	19.9	14.3	7.1	28.2	25.1	75.5
Cascarilla de cacao (Tarapoto)	91.1	23.6	10.6	8.9	28.7	26.6	77.4
Fibra de palma (Lamas)	97.6	7.4	7.7	7.5	66.8	-	29.5
Fibra de palma (Tocache)	97.1	7.1	3.3	6.4	72.7	-	26
Nielen (Bellavista)	87.7	9	0.3	0.5	0.5	0.5	99.6
Nielen (Moyobamba)	88.8	9.3	0.6	0.7	0.8	0.7	99.4
Nielen (San Martín)	88.2	10.1	0.5	0.8	1	1.6	99.1
Palmiste (Tocache)	94	14.2	11.1	5.1	67.7		41.9
Polvillo de arroz (Moyobamba)	89.9	13.5	15.5	8	13.7	5.7	90
Polvillo de arroz (San Martín)	89	13.7	13.5	6.2	12.8	4.9	90.3
Polvillo de arroz (Bellavista)	89.2	15.2	15.9	8.6	12.8	7.0	91.3
Pulpa de café (Moyobamba)	94.3	12.9	2.4	5.8	37.2	-	79.3
Torta de coco (Picota)	92.4	21.9	16.4	6.8	51.7	28.2	52

MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácida; DIVMS: digestibilidad aparente *in vitro* de la materia seca

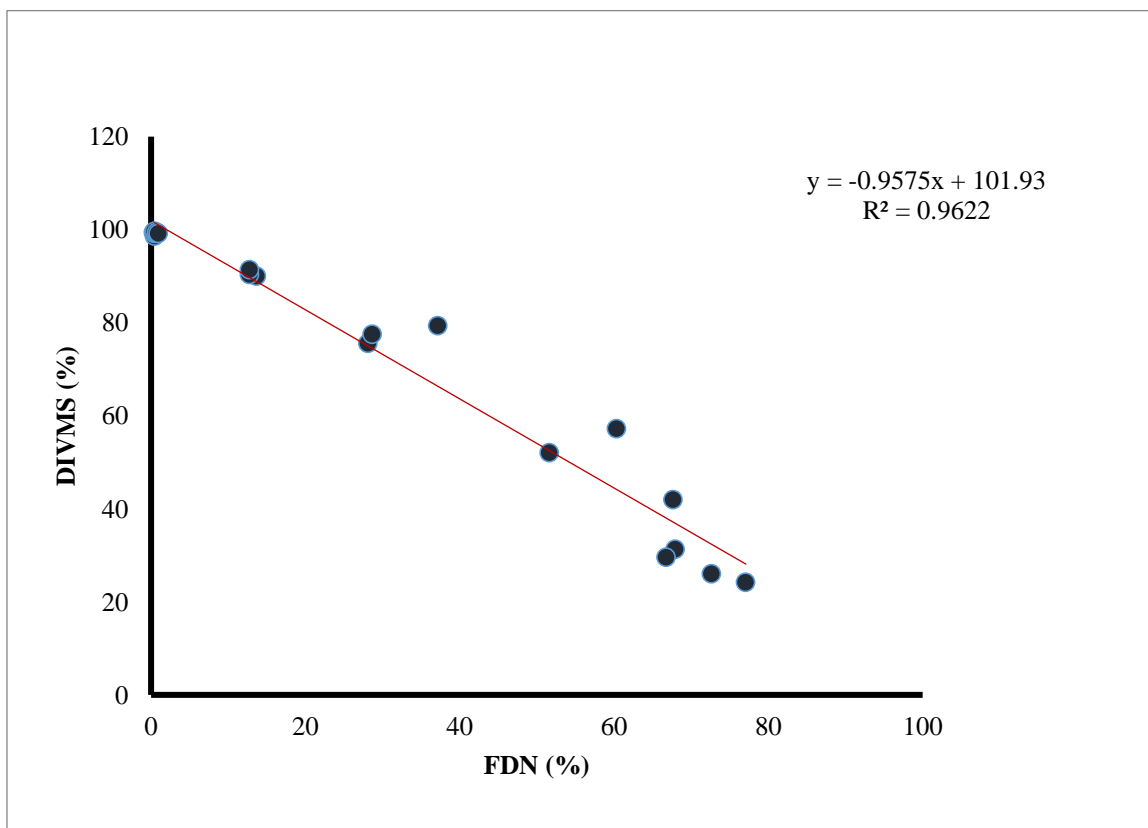
Anexo B: Nutrientes digestibles totales (NDT) y energía meta de lactación (EN_L) en residuos agroindustriales de la zona de San Martín, Perú, en base seca (%)

Residuos (procedencia)	Estimación al 95%	
	NDT %	EN _L Mcal/kg
Arrocillo (Bellavista)	90.3	2.10
Arrocillo (Moyobamba)	93.9	2.19
Arrocillo (San Martín)	93.3	2.17
Cáscara de palmito (San Martín)	57.9	1.31
Cascarilla de arroz (Bellavista)	37.5	0.80
Cascarilla de arroz (San Martín)	41.4	0.90
Cascarilla de cacao (Mariscal Cáceres)	70.1	1.60
Cascarilla de cacao (Tarapoto)	64.7	1.47
Fibra de palma (Lamas)	56.0	1.26
Fibra de palma (Tocache)	52.8	1.18
Nielen (Bellavista)	94.0	2.19
Nielen (Moyobamba)	93.0	2.17
Nielen (San Martín)	92.5	2.15
Palmiste (Tocache)	73.8	1.69
Polvillo de arroz (Bellavista)	79.6	1.84
Polvillo de arroz (Moyobamba)	79.6	1.84
Polvillo de arroz (San Martín)	81.6	1.88
Pulpa de café (Moyobamba)	69.8	1.60
Torta de coco (Picota)	76.9	1.77

Fraccionamiento de proteínas de los residuos agroindustriales de la región de San Martín, según la metodología descrita por Sniffen *et al* (1992)

Residuos	Fracciones de proteína (%)					Proteína cruda utilizable
	A	B1	B2	B3	C	(%)
Arrocillo - Prov. Bellavista	2.8	10.2	80	2.1	4.8	13.5
Arrocillo - Prov. Moyobamba	6.2	8.3	75.5	0.2	9.9	10.1
Arrocillo - Prov. San Martín	2.2	2.4	82.3	4.7	8.4	12.3
Cáscara de cacao - Prov. Tarapoto	43.8	5.2	19.5	11.9	19.7	24.5
Cascarilla de cacao - Prov. Mariscal Cáceres	37.6	11.6	16.8	10.5	23.5	21.6
Cascarilla de arroz - Prov. San Martín	11.9	18.9	19.5	5.7	44.1	4.6
Cascarilla de arroz - Prov. Bellavista	9.7	15.3	2.4	4.7	68	3.16
Nielen - Prov. Bellavista	1.4	12.4	79.5	0.4	6.4	11.9
Nielen - Prov. Moyobamba	0.9	4.1	78.8	5.2	11.1	11.3
Nielen - Prov. San Martín	3.4	6.7	83.3	1	5.6	13.3
Polvillo de arroz- Prov. Bellavista	17.5	0.2	66.9	10.5	4.9	19.1
Polvillo de arroz- Prov. Moyobamba	19	5.5	52.6	15.7	7.1	18.3
Polvillo de arroz- Prov. San Martín	19.5	7.6	55.8	9.7	7.4	17.9
Torta de coco - Prov. Picota	8	1.9	20.8	52.8	16.5	24.9

Anexo C: Figura de relación entre el contenido de fibra detergente neutra (FDN) y la digestibilidad in vitro de la materia seca aparente (DIVMS) de los residuos agroindustriales de la región de San Martín



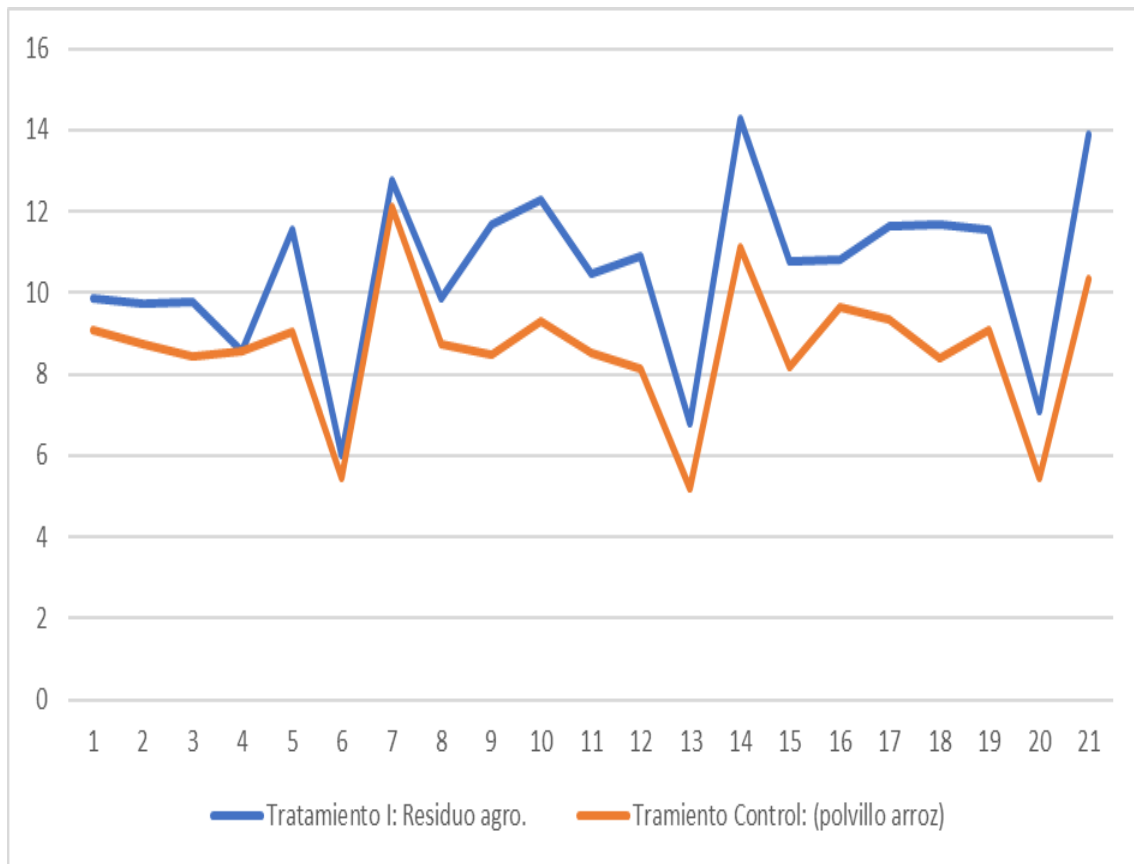
Se encontró una correlación negativa significativa entre ambos parámetros ($r = -0.98$), es decir que, cuando hubo un incremento de la FDN, el valor de la DIVMS se redujo.

Anexo D: Selección y peso de las vacas a inicio intermedio y final del experimento

Nombre	Raza	Edad	Número de partos	Fecha de último parto	1/09/2018			21/10/2018			11/11/2018		
					Peso inicial	días lactación (peso)	C.C. 1er ciclo	Peso 1er ciclo (fin periodo 1)	días lactación (1er peso)	C.C. 2do ciclo	Peso 2do ciclo (fin periodo 2=)	días lactación (2do peso)	
Pinta Coja	GYR-HOLSTEIN	6	4	15/05/2018	460	109	3	463	159	3	462	180	
Abrila/Blanca	GYR-HOLSTEIN	6	4	15/03/2018	360	170	3.5	364	220	3.5	364	241	
Morocho	GYR-HOLSTEIN	6	4	12/04/2018	433	142	3	437	192	3	435	213	
Morochita 1	GYR-HOLSTEIN	6	4	13/05/2018	404	111	3.25	407	161	3	408	182	
Meche	GYR-HOLSTEIN	6	4	10/05/2018	483	114	3.5	487	164	3.5	485	185	
Pinta con cuerno	GYR-HOLSTEIN	8	6	15/03/2018	350	170	3.5	353	220	3	354	241	
Seguilona	GYR-HOLSTEIN	6	4	15/06/2018	398	78	3	392	128	3.25	392	149	
Maribel	GYR-HOLSTEIN	6	4	15/03/2018	310	170	3	307	220	3.25	311	241	
Soledad	GYR-HOLSTEIN	7	5	15/04/2018	455	139	3.25	450	189	3.25	454	210	
Florcita	GYR-HOLSTEIN	7	5	11/04/2018	380	143	3	382	193	3	385	214	

Anexo E: Tabla de producción del primer ciclo de tratamiento y gráfica

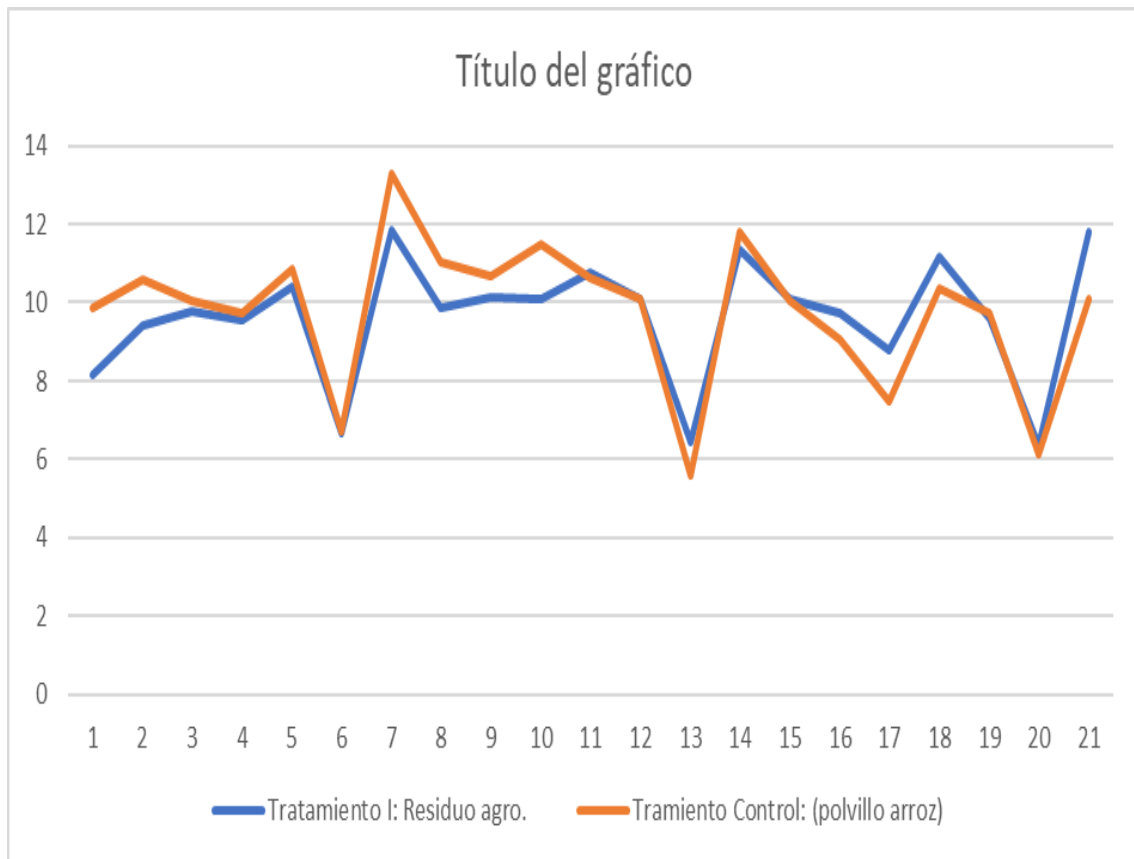
	Adaptación														Evaluación													
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7	dia 8	dia 9	dia 10	dia 11	dia 12	dia 13	dia 14	dia 15	dia 16	dia 17	dia 18	dia 19	dia 20	dia 21							
pinta coja	Mañana	6.485	6.42	6.22	6.3	8.525	6.95	12	6.35	8.38	9.05	6.295	7.22	8.12	10.88	8.1	5.86	6.3	6	7.1	6.9	9.75						
	Tarde	3.1	4.7	4.05	3.8	5.485	3.46	4.47	5.19	3.25	4.875	4.585	4.585	3.575	4.17	4.455	4.9	5.025	4.3		3.65							
	Total	9.595	10.59	10.325	10.1	14.01	6.55	15.46	10.82	13.57	12.285	11.19	11.805	8.12	14.255	12.27	10.315	11.2	11.025	11.4	6.9	12.915						
Abrilabi anca	Mañana	6.75	6.32	5.725	5.65	8.78	5.98	10.36	5.88	7.38	8.15	5.82	6.58	7.535	11.425	6.335	6.865	7.32	7.85	6.8	6.75	10.865						
	Tarde	5	3.76	4.225	3.15	5.638	3.12	2.76	4.32	4.14	4.52	4.22	4.22	3.48	4.62	4.62	5.73	5.85	6.12	4.9	4.41							
	Total	11.75	10.08	9.95	8.8	14.418	5.98	13.48	8.64	11.7	12.29	10.34	10.8	7.535	14.905	10.955	12.595	13.17	13.97	11.7	6.75	15.495						
Morocha	Mañana	4.48	4.58	5.4	4.28	7.85	5.4	7.62	5.545	6.35	6.52	3.675	4.88	5.675	7.905	4.965	5.2	6.1	5.98	6.105	6.32	7.28						
	Tarde	3.67	2.55	3.88	2.9	5.32	2.25	2.95	1.79	3.67	3.15	4	4	2.89	2.7	2.4	3	4.85	4.05		3.81							
	Total	8.15	7.13	9.28	7.18	13.17	5.4	9.77	8.095	8.14	10.19	6.825	8.88	5.875	10.95	7.685	7.6	9.1	10.83	10.155	6.32	11.09						
Residuo agro.	Mañana	6.62	6.105	6.83	6.32	6.42	6.98	10.365	6.88	8.355	8.85	7.665	6.525	6.21	13.94	6.3	8.865	9.125	6.42	8.8	9.22	11.68						
	Tarde	4.58	6	5.23	3.5	3.125	3.66	4.41	4.15	4	5.1	5.1	5.1	5.5	5.345	6.785	6.52	5.01	6.4		5.3							
	Total	11.2	12.105	12.06	9.82	9.545	6.98	14.025	11.29	12.505	12.85	12.765	11.625	6.21	19.34	11.645	15.35	15.645	11.43	15.2	9.22	16.98						
Bayuquit alMeche	Mañana	4.885	5.225	4.225	4.78	4.35	5.1	8.075	7.12	7.11	9.25	6.956	6.43	6.185	9.685	7.13	5.525	6.125	5.18	6.23	6.22	8.45						
	Tarde	3.74	3.445	3.1	2.1	2.22	3	3.445	5.43	4.475	4.755	5.005		2.985	4.2	2.75	2.95	4.88	3.12		4.51							
	Total	8.605	8.67	7.325	6.88	6.57	5.1	11.075	10.565	12.54	13.725	11.35	11.435	6.185	12.68	11.33	8.275	9.075	11.06	9.35	6.22	12.96						
CICLO 1	Promedio mañana	5.84	5.73	5.68	5.466	7.185	6.012	9.884	6.355	7.555	8.364	6.002	6.327	6.785	10.627	6.57	6.403	6.994	6.486	7.007	7.062	9.649						
	promedio tarde	3.74	3.445	3.1	2.1	2.22	#DIV/0!	3	3.445	5.43	4.475	4.755	5.005	#DIV/0!	2.985	4.2	2.75	2.95	4.88	3.12	#DIV/0!	4.51						
	promedio total	9.858	9.715	9.788	8.566	11.5426	6.012	12.762	9.882	11.691	12.284	10.482	10.909	6.785	14.275	10.777	10.827	11.638	11.663	11.561	7.062	13.888						
Soledad	Mañana	5.925	5.1	5.61	5.225	4.85	5.905	9.61	4.985	5.05	5.225	5.205	5.35	5.325	8.615	4.9	5.01	4.92	5.1	4.83	4.52	7.39						
	Tarde	3.885	3.725	3.72	3.1	3.62	2.93	3.625	3.725	3.885	3.9	3.15	3.15		2.83	3.12	3.69	3.8	3.5	3.6	3.065							
	Total	9.39	8.825	9.33	8.325	8.47	5.505	12.54	8.81	8.775	9.21	9.105	8.5	5.325	11.445	8.02	8.7	8.72	8.6	8.43	4.52	10.455						
Florcia	Mañana	5.9	6.05	5.42	5.5	6.435	5.87	10.85	5.62	4.985	6.005	5.975	5.22	5.1	10.18	5.1	5.98	5.325	5.82	5.3	5.21	7.82						
	Tarde	4.38	4.33	3.52	4.18	3.885	2.44	4.49	3.985	4.035	3.985	3.55			2.66	3.965	4.3	4.05	3.62	3.92		2.805						
	Total	10.28	10.38	8.94	9.68	10.32	5.87	13.09	10.1	8.97	10.07	9.96	8.78	5.1	12.84	9.085	9.88	9.375	9.44	9.22	5.21	10.625						
Tramien o Control: (polvillo arroz)	Mañana	6.85	5.99	5.68	5.795	6.8	5.985	11.4	6.05	5.985	5.86	5.075	4.9	5.42	10.32	5.8	7.355	6.45	6.12	6.325	5.83	10.16						
	Tarde	4.18	3.865	4.1	3.88	4.515	2.55	3.865	3.88	4.31	3.55	3.425			2.92	4.265	4.37	4.2	2.88	4.15	2.88							
	Total	10.375	9.855	9.78	9.675	11.315	5.995	13.95	9.915	9.665	10.17	8.625	8.325	5.42	13.24	10.065	11.725	10.65	9.01	10.475	5.83	13.04						
Maribel	Mañana	5.56	5.165	4.82	5.1	5.62	5.88	8.775	5.26	5.22	5.405	4.55	4.68	5.245	8.78	5.33	6.24	6.88	4.82	6.295	5.95	8.72						
	Tarde	3.76	3.02	3.22	3.95	3.4	2.965	3.08	3.31	3.495	2.95	3.525			2.69	3.43	4.14	3.8	2.63	3.95	2.63							
	Total	9.32	8.135	8.04	9.05	9.02	5.88	11.34	8.34	8.53	8.89	7.5	8.205	5.245	11.47	8.76	10.38	10.63	7.45	10.245	5.95	11.35						
Promedio mañana	Mañana	3.7	3.8	3.9	3.1	3.985	3.98	7.875	3.8	3.55	4.995	4.38	3.95	4.78	5.85	3.99	5.75	5.52	4.55	5.52	5.72	4.06						
	Tarde	2.4	2.64	2.2	2.9	2.1	1.78	2.67	2.8	3.2	3.05	2.8	2.8	1.42	1.05	1.715	1.8	3.05	1.62		2.13							
	Total	6.1	6.44	6.1	6	6.085	3.98	9.655	6.47	6.35	8.195	7.485	6.75	4.78	6.605	5.04	7.465	7.32	7.565	7.14	5.72	6.19						
promedio tarde	Mañana	5.376	5.211	5.086	4.944	5.538	5.445	9.662	5.143	4.958	5.496	5.037	4.82	5.174	6.516	5.024	5.887	5.808	5.282	5.654	5.446	7.63						
	Tarde	2.4	2.64	2.2	2.9	2.1	#DIV/0!	1.78	2.67	2.8	3.2	3.05	2.8	#DIV/0!	1.42	1.05	1.715	1.8	3.05	1.62	#DIV/0!	2.13						
	promedio total	9.093	8.727	8.438	8.546	9.042	5.446	12.115	8.727	8.458	9.305	8.535	8.112	5.174	11.12	8.194	9.63	9.339	8.413	9.102	5.446	10.332						



Anexo F: tabla de producción del segundo ciclo del tratamiento y gráfica.

	Adaptación											Evaluación										
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7	dia 8	dia 9	dia 10	dia 11	dia 12	dia 13	dia 14	dia 15	dia 16	dia 17	dia 18	dia 19	dia 20	dia 21	
pinta coja	Mañana	7.285	5.82	5.8	6.12	5.92	5.85	10.6	7.2	6.85	7.8	7.22	6.88	5.1	7.985	7.32	4.79	5.07	7.11	5.39	5.1	8.845
	Tarde	4.3	4.83	5.41	3.42	4.95	3.05	4.255	4.12	3.67	3.8	3.82	3.82		3.3	3.24	3.78	3.25	3.1	3.42		3.12
	Total	11.585	10.65	11.21	9.54	10.87	5.85	13.65	11.465	10.97	11.47	11.02	10.4	5.1	11.285	10.56	8.57	8.33	10.21	8.81	5.1	11.965
Abrilabi anca	Mañana	6.8	6.34	6.1	6.05	6.525	6.32	10.7	7.52	7.2	7.525	6.84	6.32	5.85	8.92	7.48	6.125	5.825	6.23	6.06	5.95	9.985
	Tarde	4.1	4.12	4.3	3.88	4.23	3.98	4.1	3.85	3.235	3.12	3.95	3.95		3.24	3.75	3.465	2.075	3.785	3.83	2.42	
	Total	10.9	10.46	10.4	10.03	10.755	6.32	14.68	11.62	11.05	10.76	9.76	10.27	5.85	12.16	11.195	9.59	7.9	10.015	9.89	5.95	11.985
Tramien o Control: (polvillo a 1	Mañana	4.5	6.12	5.45	5.285	6.3	6.18	6.27	5.7	5.9	7.895	7.55	5.85	4.2	6.95	5.4	3.405	4.085	6.98	5.88	6.11	5.35
	Tarde	3.25	2.4	1.51	2.85	2.4	2.24	2.85	2.92	2.52	2.48	2.6	2.6		2.5	2.48	2.98	1.23	2.88	2.82	1.12	
	Total	7.75	8.52	6.96	7.935	8.7	6.18	8.51	8.35	8.82	10.355	10.03	8.45	4.2	9.45	7.88	6.385	5.315	9.66	8.7	6.11	6.47
Morochit a 1	Mañana	7.99	8.1	7.185	6.92	8.82	9.1	12.58	8.5	7.9	8.795	8.21	7.6	8.12	11.85	7.1	8.04	6	7.9	10.5	8.95	11.3
	Tarde	3.42	6	5.145	5.82	6.07	5.58	5.64	4.95	4.66	4.24	3.92	4.1	4.05	5	4.35	4.13	3.92			3.9	
	Total	11.41	14.1	12.33	12.54	14.69	9.1	18.16	14.14	12.85	13.455	12.45	11.52	8.12	15.75	11.15	13.04	10.36	12.03	14.42	8.95	15.2
Bayuquit aMeche	Mañana	3.9	5.83	5.8	5.42	5.83	6.05	8.625	6.1	6.25	8.205	6.45	6.32	4.8	7.3	6.2	4	4	6.42	3.52	4.62	3.35
	Tarde	3.8	3.36	3.575	3.24	3.36	2.845	3.385	3.52	3.22	3.35	3.48			3.12	3.12	3.765	1.88	3.47	3.24	1.88	
	Total	7.7	9.19	9.375	8.66	9.19	6.05	11.47	9.485	9.77	11.425	9.8	9.8	4.8	10.42	9.32	7.765	5.58	9.89	6.76	4.62	4.93
Promedio mañana promedio tarde promedio total		6.095	6.42	6.067	5.959	6.639	6.7	9.756	7.004	6.82	8.032	7.214	6.534	5.914	8.951	6.7	5.272	4.996	6.928	6.27	6.146	7.682
		3.8	3.36	3.575	3.24	3.36	2.845	3.385	3.52	3.22	3.35	3.48	#DIV/0!	3.12	3.12	3.765	1.88	3.47	3.24	#DIV/0!	1.88	
		9.869	10.584	10.055	9.741	10.841	6.7	13.294	11.012	10.692	11.493	10.612	10.088	5.614	11.813	10.021	9.017	7.497	10.361	9.716	6.146	10.11
Soledad	Mañana	5.145	6.3	5.42	5.82	6.2	6.32	7.905	6.5	6.48	6.82	6.93	6.82	6.18	7.85	6.65	5.945	5.01	6.8	6.895	6.5	7.96
	Tarde	3	2.845	3.48	2.95	3.845	3.44	3.77	3.82	3.06	3.6	3.62			3.4	3.82	3.795	3.885	3.98	3.82	3.49	
	Total	8.145	9.145	8.9	8.57	10.045	6.32	11.345	10.27	10.3	9.88	10.53	10.44	6.18	10.555	10.47	9.34	8.595	10.78	10.635	6.5	11.45
Florcia	Mañana	5.95	6	5.98	5.8	7.86	7.79	8.325	6.8	6.85	6.95	7.4	6.44	7.32	8.045	6.99	6.3	6.285	7.1	5.5	7.65	8.785
	Tarde	2.85	4.16	3.57	4.18	4.185	3.865	3.07	3.22	3.88	3.82	3.45			3.82	3.14	3.18	3.58	4.92	3.55	3.82	
	Total	8.765	10.16	9.55	9.98	12.025	7.79	11.69	9.87	10.07	10.78	10.92	9.89	7.52	11.865	9.73	9.48	9.865	12.02	9.05	7.65	12.285
Petcuern o	Mañana	6.42	5.015	6.05	6.1	6.5	7.12	9.55	5.9	5.85	6.12	6.82	5.89	6.48	7.6	6.66	6	4.86	5.48	5.24	6.42	8.105
	Tarde	2.72	3.975	5.02	3.82	3.975	3.83	3.92	3.85	3.63	3.92	3.92			3.88	3.83	3.625	3.83	4.88	2.84	3.72	
	Total	9.14	8.99	11.07	10.475	10.712	13.345	9.82	9.7	9.75	10.44	9.81	6.48	6.48	11.18	10.49	9.525	8.69	11.36	8.08	6.42	11.825
Seguilon a	Mañana	5.045	6.2	5.3	5.42	5.92	6.1	8	6.35	6.62	6.85	7.12	6.82	5.85	7.545	6.42	7.45	4.99	6.9	6.73	5.85	7.97
	Tarde	3.1	3.15	3.75	3.85	3.975	3.505	3.65	4.1	3.59	4.12	3.72			4.23	3.54	3.98	3.535	4.1	3.48	3.54	
	Total	8.145	9.35	9.05	9.27	9.895	6.1	11.505	10	10.72	10.44	11.24	10.54	5.85	11.775	9.96	10.995	8.525	11	10.21	5.85	11.51
Maribel	Mañana	4.15	5.1	6.2	5.88	5.3	6.085	8.09	5.8	5.95	6.45	7	5.95	6.1	7.63	6.1	5.255	4.455	6.885	6.45	5.42	8.85
	Tarde	2.52	4.22	4.11	4.38	4.3	3.29	3.955	3.82	3.86	3.89	3.88			3.85	3.61	3.95	3.88	3.88	3.59	3.76	
	Total	6.635	9.32	10.31	10.26	9.6	6.085	11.38	9.305	9.77	10.31	10.69	9.83	6.1	11.38	9.71	9.205	8.345	10.775	10.015	5.42	11.925
Promedio mañana promedio tarde promedio total		5.328	5.723	5.79	5.764	6.356	6.883	8.367	6.27	6.35	6.638	6.994	6.394	6.426	7.575	6.484	6.103	5.12	6.835	6.14	6.388	8.893
		2.52	4.22	4.11	4.38	4.3	3.29	3.955	3.82	3.86	3.89	3.88	#DIV/0!	3.85	3.61	3.95	3.88	3.88	3.59	3.88	3.59	3.76
		8.166	9.393	9.776	9.56	10.408	6.683	11.853	9.853	10.112	10.106	10.764	10.102	6.426	11.351	10.072	9.709	8.804	11.187	9.596	6.368	11.799

CICLO 2



Anexo G: Proceso de los resultados estadísticos de cantidad y calidad de leche

1. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Periodos	Unidades experimentales (animales)									
	pinta coja	Abrila/blanca	Morocha	Morochita 1	Bayuquita/Meche	Soleidad	Florcita	Pc/cuerno	Seguilona	Maribel
Periodo 1 (10 días de evaluación)	TRT. A	TRT. A	TRT. A	TRT. A	TRT. A	TRT. B	TRT. B	TRT. B	TRT. B	TRT. B
Periodo 2 (10 días de evaluación)	TRT. B	TRT. B	TRT. B	TRT. B	TRT. B	TRT. A	TRT. A	TRT. A	TRT. A	TRT. A

TRT.A = Alimento en polvo con residuos agroindustriales. 3.5 kg.

TRT.B = polvillo de arroz (control). 2 kg.

2. VARIABLES

- Producción lechera Kg.
- Nivel de grasa en leche (%)
- Nivel de proteína en leche (%)
- Nivel de lactosa en leche (%)

3. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los resultados del experimento fueron analizados en base al diseño de cambio simple. El análisis de varianza se realizó aplicando el procedimiento ANOVA del programa SAS 9.1 y la diferencia de medias usando la prueba de Duncan y LSD.

Modelo aditivo lineal general:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + A_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : La observación del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo periodo y en el k-ésimo animal.

μ : El efecto de la media poblacional de la variable de respuesta.

T_i : El efecto del i-ésimo tratamiento.

P_j : El efecto del j-ésimo periodo.

A_k : El efecto del k-ésimo animal.

E_{ijk} : El efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo periodo y en el k-ésimo animal.

Análisis de la Varianza para el modelo

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Ho: $t_1=t_2=t_3\dots=t_t$

Ha: Al menos un efecto de un tratamiento es diferente a los demás.

- La hipótesis Ho se acepta cuando el valor de Pr es mayor al nivel de significancia (0.05 y/o 0.01).
- La hipótesis Ho se rechaza cuando el valor de Pr es menor al nivel de significancia (0.05 y/o 0.01).

4. Resultados

a. PRODUCCIÓN LECHERA (KG)

Periodos	Unidades experimentales									
	pinta coja	Abrila/ blanca	Morochoa	Morochita 1	Bayuquita/ Meche	Soledad	Florcita	Pc/cuerno	Seguilona	Maribel
Periodo 1	11.02	11.79	8.77	13.26	9.86	8.27	8.96	9.78	8.97	6.46
Periodo 2	9.03	9.48	7.26	12.05	7.39	9.49	9.94	9.39	9.62	9.27

TRT. A RESIDUOS
TRT. B POLVILLO

Valores de producción (kg de leche) son promedios por animal obtenidos durante los 10 días de evaluación en cada periodo.

Información de nivel de clase

Clase Niveles Valores

ani 10 blanc coja cuerno flor mari meche mochita moro segui sole

per 2 I II

trt 2 A B

Número de observaciones leídas 20

Número de observaciones usadas 20

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: con

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	46.97932000	4.27084727	10.52	0.0013
Error	8	3.24710000	0.40588750		
Total corregido	19	50.22642000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE con Media**0.935351 6.704125 0.637093 9.503000**

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ani	9	35.19602000	3.91066889	9.63	0.0020
per	1	0.89042000	0.89042000	2.19	0.1768
trt	1	10.89288000	10.89288000	26.84	0.0008

t Tests (LSD):

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.405887
Critical Value of t	2.30600
Least Significant Difference	0.657

	Mean	N	trt
A	10.2410	10	A
B	8.7650	10	B

Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.*Duncan's Test:**

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.405887

Number of Means	2
Critical Range	.6570

	Mean	N	trt
A	10.2410	10	A
B	8.7650	10	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Conclusiones:

- Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos A (alimento residuo) y B (polvillo de arroz) ya que el valor de Pr es menor al nivel de significancia 0.05 y 0.01 (Pr = 0.008). Así mismo, las pruebas de medias indican que existen diferencias entre ambos tratamientos, siendo el tratamiento A, superior con respecto a la producción lechera (kg).
- No existen diferencias significativas entre los periodos I y II.
- Existen diferencias significativas entre las unidades experimentales.

b. NIVEL DE GRASA (%)

periodos	Unidades experimentales					
	pinta coja	Morochita 1	meche	Soledad	Seguilona	Florcita
Periodo 1	3.56	2.90	3.56	3.65	3.23	3.32
periodo 2	3.85	3.53	3.31	4.30	3.38	3.32

TRT. A	RESIDUOS
TRT. B	POLVILLO

Valores de grasa de la leche (%) son promedios por animal obtenidos durante los 4 días de evaluación en cada periodo (sólo se utilizaron 6 animales para esta evaluación).

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
ani	6	coja flor meche mochita segui sole
per	2	I II
trt	2	A B

Número de observaciones leídas 12

Número de observaciones usadas 12

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: con

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1.02785833	0.14683690	1.88	0.2831
Error	4	0.31276667	0.07819167		
Total corregido	11	1.34062500			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE con Media

0.766701 8.006521 0.279628 3.492500

Fuente DF Anova SS Cuadrado de la media F-Valor Pr > F

ani 5 0.84637500 0.16927500 2.16 0.2371

per 1 0.18007500 0.18007500 2.30 0.2037

trt 1 0.00140833 0.00140833 0.02 **0.8997**

t Tests (LSD)

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 4
 Error Mean Square 0.078192
 Critical Value of t 2.77645
 Least Significant Difference 0.4482

	Mean	N	trt
A	3.5033	6	A
A	3.4817	6	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Duncan's Test

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 4
 Error Mean Square 0.078192

Number of Means 2
 Critical Range .4482

	Mean	N	trt
A	3.5033	6	A
A	3.4817	6	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Conclusiones:

- No existen diferencias significativas entre los tratamientos A (alimento residuo) y B (polvillo de arroz) con respecto a valor de la grasa en leche (%) ya que el valor de Pr es mayor al nivel de significancia 0.05 y 0.01 (Pr = 0.89). Así mismo, las pruebas de medias indican que no existen diferencias entre ambos tratamientos.
- No existen diferencias significativas entre los periodos I y II.
- No existen diferencias significativas entre las unidades experimentales.

c. NIVEL DE PROTEÍNA (%)

periodos	Unidades experimentales					
	pinta coja	Morochita 1	meche	Soledad	Seguilona	Florcita
Periodo 1	3.29	3.21	3.19	3.26	3.12	3.04
periodo 2	3.18	3.20	3.19	3.12	3.12	3.08

TRT. A RESIDUOS
TRT. B POLVILLO

Valores de proteína de la leche (%) son promedios por animal obtenidos durante los 4 días de evaluación en cada periodo (sólo se utilizaron 6 animales para esta evaluación).

Información de nivel de clase

Clase Niveles Valores

ani 6 coja flor meche mochita segui sole

per 2 I II

trt 2 A B

Número de observaciones leídas 12

Número de observaciones usadas 12

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: con

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.04563333	0.00651905	2.06	0.2523
Error	4	0.01263333	0.00315833		
Total corregido	11	0.05826667			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE con Media

0.783181 1.774707 0.056199 3.166667

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ani	5	0.04156667	0.00831333	2.63	0.1848
per	1	0.00403333	0.00403333	1.28	0.3216

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trt	1	0.00003333	0.00003333	0.01	0.9231

t Tests (LSD)

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	4
Error Mean Square	0.003158
Critical Value of t	2.77645
Least Significant Difference	0.0901

	Mean	N	trt
A	3.16833	6	A
A			
A	3.16500	6	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Duncan's Test

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	4
Error Mean Square	0.003158
Number of Means	2
Critical Range	.09009

	Mean	N	trt
A	3.16833	6	A
A			
A	3.16500	6	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Conclusiones:

- No existen diferencias significativas entre los tratamientos A (alimento residuo) y B (polvillo de arroz) con respecto a valor de la proteína en leche (%) ya que el valor de Pr es mayor al nivel de significancia 0.05 y 0.01 (Pr = 0.92). Así mismo, las pruebas de medias indican que no existen diferencias entre ambos tratamientos.
- No existen diferencias significativas entre los periodos I y II.
- No existen diferencias significativas entre las unidades experimentales.

d. NIVEL DE LACTOSA (%)

periodos	Unidades experimentales					
	pinta coja	Florcita	meche	Soledad	Morochita 1	Seguilona
Periodo 1	4.73	4.35	4.58	4.69	4.59	4.46
periodo 2	4.56	4.41	4.57	4.48	4.58	4.49

TRT. A RESIDUOS
TRT. B POLVILLO

Valores de lactosa de la leche (%) son promedios por animal obtenidos durante los 4 días de evaluación en cada periodo (sólo se utilizaron 6 animales para esta evaluación).

Información de nivel de clase

Clase Niveles Valores

ani 6 coja flor meche mochita segui sole

per 2 I II

trt 2 A B

Número de observaciones leídas 12

Número de observaciones usadas 12

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: con

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.10065833	0.01437976	1.89	0.2810
Error	4	0.03043333	0.00760833		
Total corregido	11	0.13109167			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE con Media

0.767847 1.920920 0.087226 4.540833

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ani	5	0.09224167	0.01844833	2.42	0.2057
per	1	0.00800833	0.00800833	1.05	0.3629
trt	1	0.00040833	0.00040833	0.05	0.8282

t Tests (LSD)

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	4
Error Mean Square	0.007608
Critical Value of t	2.77645
Least Significant Difference	0.1398

	Mean	N	trt
A	4.54667	6	A
A	4.53500	6	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Duncan's Test

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	4
Error Mean Square	0.007608

Number of Means	2
Critical Range	.1398

	Mean	N	trt
A	4.54667	6	A
A	4.53500	6	B

***Letras iguales significan que no hay diferencias entre tratamientos.**

Conclusiones:

- No existen diferencias significativas entre los tratamientos A (alimento residuo) y B (polvillo de arroz) con respecto a valor de lactosa en leche (%) ya que el valor de Pr es mayor al nivel de significancia 0.05 y 0.01 (Pr = 0.82). Así mismo, las pruebas de medias indican que no existen diferencias entre ambos tratamientos.
- No existen diferencias significativas entre los periodos I y II.
- No existen diferencias significativas entre las unidades experimentales.

Anexo H: Protocolo para el muestreo de la leche

Materiales

- Envase de plástico de 100 ml aprox. (para muestras de orina).
- Caja de Tecnopor.
- Hielo o geles congelantes.



Procedimiento

- **En el caso de que el establo realice 1 sólo ordeño por día:** Se toma una muestra del ordeño completo de una vaca y se deposita en el envase de plástico (mayor a 50 ml o al nivel de la parte superior de la etiqueta blanca del envase). Repetir procedimiento por vaca.
- **En el caso de que el establo realice 2 ordeños por día (mañana y tarde):** Se toma una muestra del ordeño completo de la mañana por vaca, y posteriormente, se realiza otro muestreo del ordeño completo de la tarde por vaca. Ambos muestreos se combinan para el análisis. Repetir procedimiento por vaca.
- Luego de obtener las muestras, se depositan dentro de la caja de Tecnopor con los geles congelantes en su interior para mantener la cadena de frío.

Consideraciones de las características de las muestras para el análisis

- Las muestras se obtienen de un ordeño completo de la vaca.
- En caso de que se realicen 2 ordeños por día, lo ideal es que se combinen la muestra de la mañana y de la tarde, para que posteriormente la muestra combinada sea analizada.
- Previo al análisis de las muestras, éstas deben ser movidas sutilmente (pasar el contenido de leche entre envases). **NO AGITAR BRUSCAMENTE.**
- La temperatura ideal de la muestra de leche a ser analizada debe ser de 20°C aproximadamente.
- El análisis de las muestras debe realizarse 4 horas después de que la muestra fuera obtenida en el fundo.
- Si las muestras serán analizadas 2 o 3 días después de haber realizado el muestreo, agregar 2 gotas de formol al 40 % a la muestra para su conservación (de igual forma la cadena de frío se mantiene).



PROTOCOLO PARA ANÁLISIS DE LECHE UTILIZANDO EL LACTOSCAN

Materiales

- LactoScan
- Muestra de leche
- Matraz
- Envases de plástico
- Solución de limpieza alcalina
- Solución de limpieza diaria
- Agua destilada
- Medidor de Ph. (pHmetro).
- Probeta de 100 ml.

Consideraciones

- Previamente al análisis, el LactoScan debe estar calibrado.
- El equipo debe funcionar con un estabilizador.
- El equipo debe estar ubicado en una superficie plana y firme.
- NO debe estar ubicado junto a otros equipos que generen vibraciones.
- El lugar de análisis debe ser impermeable.

Procedimiento

- Encender el LactoScan.
- Colocar el pHmetro en el LactoScan.
- Realizar la limpieza del tubo de entrada del analizador con agua destilada a 40 °C.
- iniciar el análisis de las muestras de leche.



- colocar una muestra de leche en los envases de plástico.
- Analizar las muestras en el LactoScan.
- **EL PRIMER RESULTADO** del análisis de una muestra de leche **NO** se debe considerar.
- **EL SEGUNDO RESULTADO** de la misma muestra de leche es la que **DEBE SER CONSIDERADA**.
- después de 20 a 30 minutos de uso del LactoScan, ésta debe ser limpiada con la solución **ALCALINA** al 3 % (preparar 3 ml de solución en 100 ml de agua destilada en una probeta graduada).

Anexo I: Protocolo para prueba de calidad de forraje, simulación manual.

Protocolo de la técnica de simulación manual

1. Definición de la técnica

Consiste en observar al animal lo más cerca posible e identificar las especies de pastizal que conforman la dieta de los animales, una vez identificadas se procede a simular manualmente la misma dieta en un área continua con las mismas características y dimensiones del pasto (Austin *et al.* 1983)

2. Materiales

- 5 vacas en producción
- Pintura o marcador de ganado
- Bolsas de plástico 30x40 cm
- Bolsas de papel N°25
- Estufa de aire circulante
- Balanza digital
- Lapiceros y stickers

3. Descripción del protocolo

- a) Seleccionar del hato a 5 animales, estas deben ser las más dóciles.
- b) Numerar a las vacas del 1 al 5 en la paleta derecha y en el anca izquierda, de manera que el numero pueda ser visible en ambos lados, la pintura a usar debe ser resaltante de lo lejos.
- c) Iniciar el muestreo al inicio del pastoreo, por la mañana, rotular con el numero 1 la bolsa plástica para colección de dieta, identificar a la vaca 1, luego iniciar acercándose al animal en el momento en el que inicia el pastoreo (1era estación). Las estaciones alimentarias se definen como el semicírculo en frente del animal dentro del cual el animal cosecha el forraje cada vez que se detiene a comer (Flores, 1993).
- d) Observar que especies y que partes del forraje está seleccionando en cada mordida.

Ejem: B. brizhanta y B. decumbes / hojas.

- e) Entre la quinta y decima mordida de cada estación se debe interrumpir el pastoreo, para luego realizar la **simulación manual**, recoger la muestra con los dedos y la palma de la mano en forma giratoria. La cantidad debe ser proporcional a lo observado y luego depositar en la bolsa de plástico directamente. Por ejemplo: si es animal da 20 mordidas en cada estación, entonces se debe recolectar 20 muestras en esa misma estación.
- f) Repetir el mismo procedimiento siguiendo a la misma vaca durante 25 estaciones. Terminando con la vaca 1 continuar hasta finalizar con la vaca 5. Finalmente se tendrá 5 bolsas, es decir cada bolsa con la dieta de una vaca.

- g) Pasar las muestras a bolsa de papel previamente rotuladas con el número del animal y llevarlas a estufa de aire continuo 60°C por un periodo de 48 horas. La bolsa de papel debe tener hasta un máximo de 2/3 del total para asegurar que el secado sea homogéneo.
- h) Moler la muestra con un tamiz de 1mm.
- i) Sellar la bolsa de papel y rotular las muestras con el N° del animal, lugar de procedencia, día de recolección, peso de la muestra.
- j) Enviarlas al laboratorio para ser evaluadas.

4. **Recomendaciones**

- a) Revisar al final la muestra dentro de la bolsa de plástico para eliminar posibles errores de muestra, como raíces, heces, ramas, basura, etc.
- b) Se recomienda al observador identificar previo a la evaluación las especies forrajeras que se encuentran en los pastizales.

Anexo J: Análisis costo beneficio detallado

	Precio	Suplemento	Suplemento
	S./kg	Actual	kg/vaca/día
Polvillo de arroz	0.6	2	1.17
Arrocillo			0.46
Minerales	7		0.02
Sal	0.8		0.04
Fosfato Dicálcico	2.7		0.04
Torta de coco	0.5		1.29
Cascarilla de cacao - La orquídea	0.8		0.41
Urea	1.5		0.08
Sub total		2	3.5
<i>Pasto Brachiaria</i>	0.08	35	33
Total		37	36.5
Costo, S./ kg de concentrado		0.6	0.67
Costo, S./ animal / día		4	5
Producción de leche promedio (kg)/día		8.76	10.24
Precio de leche (S//kg)	1.1		
Ingreso bruto por kg leche (S./)		9.64	11.26
Ingreso neto por kg leche (S./)		5.64	6.26
Ingreso por efecto de suplementación (S./)			0.63

fotos del proceso de la realización de la tesis.

Anexo K: Fotos del informe de tesis

Toma de datos y recolección de pasto en la prueba de simulación



Estación de alimentación de vaca en prueba



Porción de pasto recolectado según prueba de simulación



Pasto guardado en bolsa oscura para transporte



Personal capacitado para la toma de muestra en prueba de simulación



Separación de maleza y raíces para el proceso de pesado y análisis químico del pasto



Pesaje de pasto



Membretado de pasto según la vaca en simulación



Secado en estufa de pasto una vez membretado para luego ser mandado a lima para su análisis químico



Alimentación de vacas con mezcla elaborada



Colocación de chupones para ordeño de vacas



Peso de la leche

... DE TESIS
 ... FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA
 ... DE LA ACADÉMIA DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA
 ... DE SAN MARTÍN ARAPOYO ... identificado (a) ...
 ... seruano (a), en el Jr. ...

AC = 30 kg AR = 20 kg		Dia 2 (miércoles 3 de octubre) / 75% A.C + 25% A.R					
vaca		Mañana		Tarde			
	peso (kg)	litros	///	peso (kg)	litros	sobras M y T	
pinta coja	6.420	6.300	///	4.130	4.000	0.3	
abrila	6.320	6.200	///	3.760	3.700	10.3	
morocha	4.380	4.400	///	2.500	2.500	0.1	
morochita	6.180	6.000	///	4.810	4.800	0.3	
bayuquita 3	6.230	6.100	///	3.415	3.300	30.3	
soledad	6.220	6.400	///	3.725	3.600	0	
Rocita	6.070	6.200	///	4.330	4.200	0	
P. C/ cuerno	5.380	5.600	///	3.865	3.700	0	
seguilona	5.110	5.000	///	3.030	2.900	0	
maribel	3.800	3.600	///	2.670	2.600	0	
leyenda: AC= alimento control / AR= alimento con residuos							

AC = 30 kg AR = 20 kg		Dia 4 (viernes 5 de octubre) / 50% A.C + 50% A.R					
vaca		Mañana		Tarde			
	peso (kg)	litros	///	peso (kg)	litros	sobras M y T	
pinta coja	7.300	6.100	///	3.800	3.600	0	
abrila	5.650	5.400	///	3.150	3.000	20.8	
morocha	4.280	4.100	///	2.900	2.800	0	
morochita	6.350	6.100	///	3.580	3.300	15.3	
bayuquita 3	4.780	4.500	///	2.100	2.000	460.8	
soledad	6.325	6.200	///	3.100	3.000	0	
Rocita	5.500	5.300	///	4.180	4.000	0	
P. C/ cuerno	5.380	5.600	///	3.880	3.600	0	
seguilona	5.100	5.000	///	3.750	3.600	0	
maribel	3.180	3.000	///	2.400	2.300	0	
leyenda: AC= alimento control / AR= alimento con residuos							

Hoja de registro diario de peso de la leche



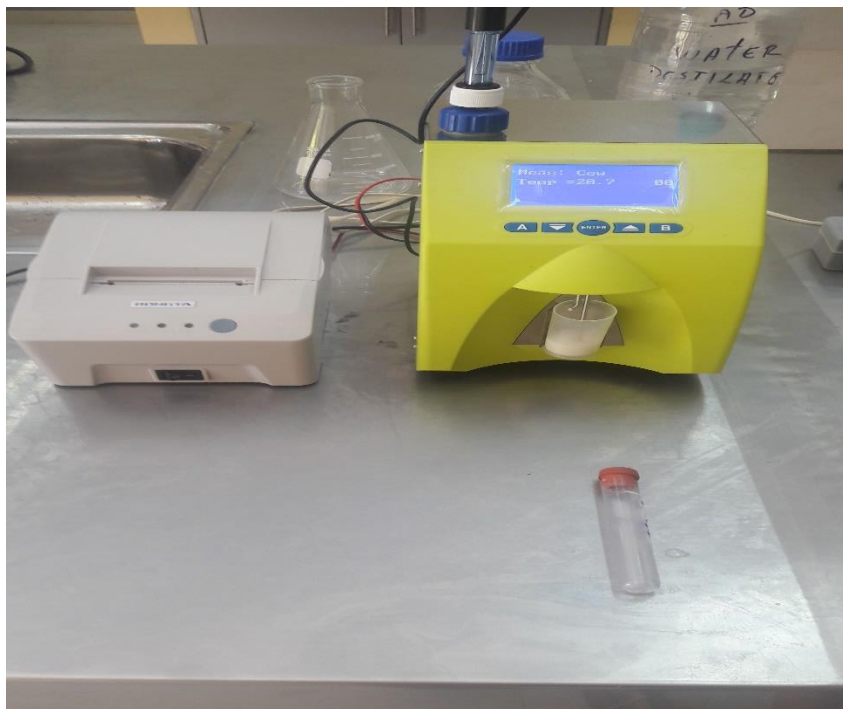
Envases membretados para análisis de leche



Modo de transporte de la leche a analizar



Leche en envases lista para su análisis



Análisis de leche

