

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

**CONSUMO VOLUNTARIO Y COMPORTAMIENTO
INGESTIVO EN VACAS SECAS DE DOBLE PROPOSITO
ALIMENTADAS CON ENSILAJE DE SORGO (*Sorghum
Vulgare*)**

Informe Técnico de Residencia Profesional

que presentan los C.

CANSECO LARA BRENDA

SOTERO ESPINOZA ANTONIO

N° de Control 12870080

N° de Control 12870101

Carrera: Ingeniería en agronomía

Asesor Interno: M en C. Jaime Durango Sosa Madariaga

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2016

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **BRENDA CANSECO LARA**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M EN C. JAIME DURANGO SOSA MADARIAGA, el asesor externo el M.V.Z ARTURO DELGADO NOVELO, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **CONSUMO VOLUNTARIO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN VACAS SECAS DE DOBLE PROPOSITO ALIMENTADAS CON ENSILAJE DE SORGO (*Sorghum Vulgare*)**, que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno



M en C. Jaime Durango Sosa Madariaga.

Asesor Externo



M.V.Z Arturo Delgado Novelo.

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2016

AGRADECIMIENTOS.

A MI ASESOR

Agradezco a mi asesor por su apoyo, por estar siempre a lado de nosotros para poder llevar a cabo este proyecto, por los valores enseñados y parte de su conocimiento, sin ello no lo hubiéramos logrado.

A MIS PADRES

Agradezco a los seres más queridos que tengo que son mis padres, a ellos que siempre me motivaron para poder seguir a delante, los cuales se esforzaron junto conmigo para poder realizar un logro más en mi vida, los que me dieron una educación para formar de mí un futuro profesionalista.

A DON HUMBERTO LEON NEGRETE.

Gracias a don Humberto por habernos prestado las instalaciones de su rancho para poder llevar a cabo este proyecto, gracias a su apoyo cuando lo necesitamos, a su experiencia en la ganadería.

RESUMEN

En el sur de Quintana Roo los sistemas de producción presentan una baja disponibilidad de forrajes de buena calidad nutricional y a bajo costo. La utilización de forrajes conservados, como el ensilaje de sorgo es una opción económica y ecológica para mejorar la disponibilidad de proteína en épocas críticas de producción. El presente trabajo evaluó los parámetros de consumo voluntario y comportamiento ingestivo en 21 vacas secas de doble propósito con un peso de 350 ± 450 de las razas brahmán. Se proporcionó ensilaje de sorgo en dos periodos de 21 días con 14 días para la adaptación y 7 días para la medición del consumo voluntario. El comportamiento ingestivo se realizó durante 24 horas tomando datos a cada 10 minutos y las variables observadas fueron consumo, rumia y descanso. En cada periodo de medición del consumo voluntario se colectó una muestra del alimento ofrecido y rechazado, se molieron las muestras para determinar la MS, MO, PC, y FDN. Se proporcionó ensilaje de sorgo de 90 días, a todas las vacas secas y se administró $80\text{gr por kg}^{.75}$ y se les adicionó un 20% de más para asegurar un adecuado consumo de materia seca del ensilaje de sorgo, la dieta se proporcionó al 100% del consumo voluntario. El consumo de materia de ensilaje de sorgo fue de MS $6,457.75\pm 1048.32$ gr de ensilaje de sorgo, para la PC el consumo fue 484 ± 78.73 gr de PC que equivale a 6 ± 0.24 gr de PC por $\text{kg}^{.75}$, FDN de $3,764.71\pm 614.26$ gr y un consumo de 46.57 ± 1.82 gr de FDN por $\text{kg}^{.75}$. Para comportamiento ingestivo los resultados obtenidos fueron de 13.48 ± 2.71 g de materia seca consumida por minuto, 6.16 ± 1.26 g de materia consumida por minuto por $\text{kg}^{0.75}$, 1.19 ± 0.26 relación rumia consumo por minuto, 11.56 g de materia seca rumiados por minuto, 7.11 g de materia seca rumiados por minuto por $\text{kg}^{0.75}$, en este sentido el comportamiento ingestivo ensilaje de sorgo por su naturaleza de elevado contenido en celulosa y hemicelulosa presentó un mayor tiempo en minutos para la rumia, siguiendo el consumo y un menor tiempo para el descanso. El mayor tiempo de rumia es por la cantidad de fibra detergente neutra que posee este forraje con alto contenido celular.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE CUADRO.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. DESCRIPCION DEL LUGAR EXPERIMENTAL	4
III. PROBLEMAS A RESOLVER	5
IV. OBJETIVOS.....	6
4.1. Objetivo general.....	6
4.2. Objetivos específicos.....	6
V. JUSTIFICACIÓN	7
VI. MARCO TEORICO	9
6.1. Consumo voluntario de materia seca	10
6.2. Comportamiento ingestivo.....	10
6.3. Determinación de la digestibilidad de los alimentos	11
6.4. Cultivo de sorgo.....	12
6.5. Ensilaje de sorgo	14
VII. DESARROLLO DE ACTIVIDADES	15
7.1. Localización.....	15
7.2. Descripción de los animales.....	15
7.3. Dietas experimentales.....	15
7.4. Manejo zoonosanitario	15

7.5. Comportamiento ingestivo.....	16
7.6. Consumo voluntario.....	16
7.7. Análisis bromatológico.....	16
7.8. Muestras de alimento ofrecido y rechazado	16
7.9. Análisis de MS.....	17
7.10. Materia orgánica y cenizas	17
7.10.1. Contenido de ceniza	17
7.11. Proteína cruda (PC)	17
7.12. Fibra detergente neutra (FDN).....	18
7.13. Consumo voluntario.....	19
VIII. RESULTADOS.....	20
8.1 Consumo de materia seca de ensilaje de sorgo	20
8.2. Consumo voluntario de proteína cruda de ensilaje de sorgo	21
8.3. Consumo voluntario de fibra detergente neutra	23
8.4. Comportamiento ingestivo.....	25
IX. CONCLUSIONES.....	29
X. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	30
10.1. Competencias instrumentales.....	30
10.2. Competencias interpersonales	30
10.3. Competencias sistémicas	31
XI. FUENTES DE INFORMACION	32
XII. ANEXOS	33

INDICE DE CUADRO

	Pág.
Cuadro 1. Consumo voluntario de materia seca en gramos por peso metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.....	22
Cuadro 2. Consumo voluntario de proteína cruda en gramos de peso vivo y por kg de peso vivo metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.....	24
Cuadro 3. Consumo voluntario de Fibra Detergente Neutra en gramo de peso vivo y por kg de peso vivo metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.....	25
Cuadro 4. Promedio de tiempo utilizado en minutos en el consumo, rumia y descanso en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.....	27
Cuadro 5. Promedio de tiempo utilizado en materia seca consumida y rumiada por minuto y relación de tiempo, rumia y consumo en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.....	28

INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Croquis de la localización del área de trabajo Rancho San Rafael.....	4

I. INTRODUCCIÓN

El PIB en el Estado de Quintana Roo del sector primario ocupa el tercer lugar en importancia y participa con el 0.32 % del PIB ganadero nacional. En el Estado de Quintana Roo existe un potencial de 460 mil ha aptas para la cría de ganado bovino que no es utilizado. Las principales especies explotadas son el ganado bovino con aproximadamente 110 mil cabezas, las principales áreas ganaderas se localizan en el municipio de Othón P. Blanco, al sur de la entidad, y en el municipio de Lázaro Cárdenas en el norte del Estado (*INEGI, 2000*). Sin embargo, el bajo valor nutritivo de los pastos y forrajes en el sur del Estado de Quintana Roo, es una de las mayores restricciones en la productividad de la ganadería, por el alto contenido en fibra, siendo deficiente en nutrientes como nitrógeno, azufre, fósforo y minerales, que son esenciales para la fermentación microbiana. Con el avance de la madurez, los forrajes incrementan su contenido de lignina, lo cual ocasiona un mayor descenso de la degradabilidad de los elementos contenidos en la pared celular, lo que reduce la disponibilidad energética para el animal hospedero (*Van Soest y Wine, 1967; Parra et al., 1972; Minson, 1981*). Estas deficiencias pueden ser parcialmente solucionadas por suplementar dietas conteniendo nutrientes necesarios en proteína y carbohidratos. De tal manera que durante la época de sequía en que la producción de materia seca en las praderas se ve limitada es necesario suplementar con concentrados y subproductos de origen animal que aporten el N necesario para cubrir los requerimientos de proteína con el consecuente incremento en los costos de operación que reduce la rentabilidad en la producción de carne o leche. El sorgo forrajero como alternativa agrotecnológica para la alimentación animal, contribuye a suplir las necesidades de forraje y de materia seca necesaria para el rumiante especialmente para la época seca. El *Sorghum Vulgare* es una de las especies gramíneas tropicales por su alto potencial por ser tolerante a la sequía, con una elevada producción de materia seca y calidad nutritiva (*Faria-Marmol y Morillo 1997; Faria-Marmol et al., 1996*).

Su importancia del *Sorghum Vulgare* como cultivo forrajero radica en su alto rendimiento de biomasa, rápida tasa de crecimiento, buena palatabilidad y contenido de nutrientes (8 a 12% de proteína cruda y 18 a 27% de materia seca), La utilización de forrajes conservados, es una opción económica y ecológica para mejorar la disponibilidad de alimento como fuente de proteína en épocas críticas de producción (*Mahecha y Gallego,2002*). El ensilaje requiere menor uso de maquinaria e infraestructura y es menos dependiente del clima, con respecto a la henificación (*Weiss,1996*). Su principio de conservación es una rápida disminución del pH, gracias a la producción de ácidos orgánicos por las bacterias ácido lácticos que impide crecimiento microbiano y la actividad de las enzimas endógenas catabólicas de la planta preservando el alimento. Las características del forraje que determinan la calidad de la fermentación son su contenido de materia seca, carbohidratos solubles, capacidad buffer y la microflora epifita con la que comienza el proceso fermentativo (*Weiss,1996 y Bolsen et al.,1992*). El ensilaje de sorgo es una opción que permite el suministro de materia seca y obtener un mejor porcentaje de proteína que carecen algunos pastos, otra ventaja del ensilaje es el poder suministrar una buena alimentación en épocas de carencia de pastos a los bovinos y reducir los costos de operación. El consumo voluntario de materia seca en vacas de alta producción depende en gran medida de la capacidad del retículo rumen. El llenado físico de estas cavidades digestivas, es determinado por la tasa de digestión, la tasa de pasaje de sólidos y el efecto de llenado de la dieta. El contenido de fibra detergente neutra y agua de los alimentos, la motilidad del retículo rumen, el volumen retículo rumen y la digestibilidad de la fibra detergente neutra en el rumen son los principales factores que controlan el consumo voluntario. Cuando los requerimientos de proteína y energía son cubiertas en la alimentación el consumo voluntario se detiene y deprime como resultado de la retroalimentación al centro de la saciedad en el sistema nervioso central. Los AGV's son producidos como resultado de la degradación microbial del alimento en el rumen y la cantidad de cada ácido producido y absorbido tiene efecto individual y combinado sobre la regulación del consumo voluntario de los alimentos.

Los consumos voluntarios de materia seca de vacas estabuladas en lactación son también afectadas por el comportamiento ingestivo, el cual es influido por las prácticas de manejo, el estado de salud y las interacciones sociales (*Grant and Albright, 2001; DeVries et al., 2005*). En consecuencia, los factores que influyen en el comportamiento ingestivo individual y grupal y el consumo potencial de materia seca tiene un gran impacto sobre la productividad de las vacas, estado de salud del hato y rentabilidad económica. La finalidad de la presente Residencia fue estimar en vacas secas de doble propósito el efecto del ensilaje de sorgo (*Sorghum Vulgare*) sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo.

II. DESCRIPCION DEL LUGAR EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en el rancho San Rafael del propietario del Señor Rafael León Negrete localizado a $18^{\circ} 31'$ latitud norte $88^{\circ} 21'$ longitud oeste, con clima predominante AWO con temperaturas que oscilan entre 22°C como mínima y 38°C como máxima (García, 1986). Existe una precipitación pluvial de 10-09 mm a 1054 mm predominando las lluvias en los meses de junio, octubre y parte de invierno, El Rancho San Rafael cuenta con ganado bovino de carne y leche, así como corrales de manejo De igual manera cuenta con establecimientos de forraje, ensilados y una ordeña.



Figura 1. Croquis de localización del área de trabajo Rancho San Rafael.

III. PROBLEMAS A RESOLVER

En el sur de Quintana Roo, una de las principales problemáticas que presentan los productores, es la baja disponibilidad de forrajes de buena calidad nutricional y producción a bajo costo. Otra de las limitantes para la producción que enfrenta la ganadería en el Estado de Quintana Roo y en el Municipio de Othón P. Blanco, son los elevados costos de producción por concepto de alimento balanceados para rumiantes, cuya fuente de proteína de alta calidad depende de la inclusión de harina de pescado, harina de soya u otra fuente de proteína, por lo que es elevado en su precio, lo que deja muy poco margen de utilidad a esta actividad productiva. La utilización de forrajes conservados, como el ensilaje de sorgo es una opción económica y ecológica para mejorar la disponibilidad de alimento como fuente de proteína en épocas críticas de producción (*Mahecha y Gallego, 2002*). El ensilaje requiere menor uso de maquinaria e infraestructura y es menos dependiente del clima, con respecto a la henoificación (*Weiss, 1996*). Su principio de conservación es una rápida disminución del pH, gracias a la producción de ácidos orgánicos por las bacterias ácido lácticos que impide crecimiento microbiano indeseable y promueve la actividad de las enzimas endógenas catabólicas de la planta preservando el alimento. Las características del forraje que determinan la calidad de la fermentación son su contenido de materia seca, carbohidratos solubles, capacidad buffer y la microflora epifita con la que comienza el proceso fermentativo (*Weiss, 1996 y Bolsen et al., 1992*). El grano de sorgo se caracteriza por poseer almidones que promueven una rápida acidificación del ensilaje y disponer de este sustrato para suministrar una buena alimentación en épocas de carencia de pastos. La disponibilidad de ensilajes de sorgo le permite al productor, ahorrar el dinero de la siembra y el riesgo de la misma; contando con mayor número de hectáreas para realizar otra actividad o aumentar la carga animal.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Estimar en vacas secas de doble propósito el efecto del ensilaje de sorgo (*Sorghum Vulgare*) sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar el consumo voluntario de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) en vacas secas de doble propósito con una dieta a base de ensilaje de sorgo (*Sorghum Vulgare*).
- Evaluar el comportamiento ingestivo en vacas secas de doble propósito con una dieta a base de ensilaje de sorgo (*Sorghum Vulgare*).

V. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la actividad ganadera de Quintana Roo ha disminuido debido a que durante los últimos años se han reducido el número de ranchos dedicados a la cría o engorda de ganado bovino, pues de cuatro mil 500 ranchos registrados ante la Unión Ganadera Regional (UGR), por lo menos el 20% se encuentran vacíos y otro 15 han disminuido sus cabezas de animales, debido a que los sistemas de producción de engorda de bovinos son tradicionales a base de pastos como monocultivos lo que representa un gran problema debido a su poco contenido proteico, calórico y poca disponibilidad en temporadas de seca, todo esto conlleva a sus efectos negativos como el estrés y poca ganancia de peso lo que ha llevado a los productores a buscar otras soluciones como suplementar la dieta de los bovinos con alimentos balanceados o concentrados que poseen un alto valor nutricional lo cual genera un gran costo de operación y se ve reflejado en la poca rentabilidad que tiene este sistema de producción.

Determinar el consumo voluntario de bovinos es compleja debido al alto número de variables presentan en los distintos tipos de vegetación y animales, a esto se debe sumar la falta de una metodología de medición adecuada, no obstante, el conocimiento de la cantidad de forraje que consume los bovinos y de los factores que la afectan son importantes en el manejo eficiente de producción y el mantenimiento de la productividad.

Los requerimientos de energía pueden ser modificados por variaciones en desplazamiento o estrés térmico. La densidad aparente del alimento, facilidad de consumo, facilidad de reducción de partícula, palatabilidad y facilidad de digestión y pasaje ruminal interactúan con las necesidades y deseos del animal.

Fue importante conocer cómo influye el *Sorghum Vulgare* sobre el consumo voluntario de materia seca y el comportamiento que adquiere un animal en el consumo de ensilaje. Lo que también llevo a obtener un buen manejo de los animales en tiempos de sequía cuando la disponibilidad de materia seca se encuentra muy reducida en pasturas y esto fue una forma de evaluar dicho problema, mediante la utilización de mediciones del consumo de ensilaje de *Sorghum Vulgare*.

VI. MARCO TEORICO

Una gran parte de los sistemas ganaderos de nuestro país están basados en el pastoreo directo de recursos forrajeros, con o sin aporte de suplementos tales como granos, subproductos de cosecha, forrajes conservados como los ensilajes, etc. En el caso de las pasturas y los forrajes conservados, la calidad del alimento ofrecido sufre variaciones que dependen de la especie, época del año, estado fisiológico, momento de corte o pastoreo, y otros factores (*Crampton y col. 1960 y Duble y col, 1971*), concluyeron que la variación en el consumo voluntario del forraje responde en un 70% a la variabilidad en el valor nutritivo del mismo. Dichos autores observaron que cuando la digestibilidad (DMS) del forraje disminuye por debajo del 70%, se requiere mayor cantidad del mismo para maximizar las ganancias de peso. Además, una disminución en la concentración de MS por debajo del 20% podría provocar una reducción en el consumo voluntario del forraje con la consiguiente caída en las ganancias de peso (*John y Ulyatt, 1987*). La reducida producción de Saliva producto del consumo de forrajes con bajos contenidos de MS, pueden reducir la digestión y consecuentemente el consumo (*Butris y Phillips, 1987*).

El valor nutritivo de un alimento incluye la composición nutricional cuantitativa (carbohidratos, proteínas, fibra, lípidos, vitaminas y minerales) y la eficiencia de utilización de estas fracciones por parte del animal, cuantificada a través de la eficiencia de conversión del alimento consumido en producto animal (*Coleman y Moore, 2003*).

El análisis de alimentos se lleva a cabo utilizando técnicas que intentan predecir alguno de los tres parámetros que constituyen la performance animal: el consumo, la DMS y la eficiencia de utilización (*Cherney, 2000*). Siendo que las variaciones en el consumo explican entre un 60 y 90% de la variación en la energía digestible del alimento (*Mertens, 1994*), sería conveniente entonces determinar las características de los forrajes más asociadas al consumo y a la DMS (*Cherney, 2000*). Entre ellas se encuentran la fibra, la lignina y la proteína cruda, junto con una precisa determinación del contenido de MS (*Cherney y Mertens, 1998*).

6.1. Consumo voluntario de materia seca

El consumo voluntario (CV) es la cantidad de alimento que consume el animal cuando la oferta y calidad del mismo no es limitante. El CV varía en función de muchos factores, entre los que se destacan la característica de la dieta, el clima, el peso vivo, y además varía de acuerdo al estado fisiológico del animal y al tipo de producción (leche o carne). (*Penning y Rutter 2004*)

Factores inherentes al animal la presencia del alimento en el tracto digestivo estimula a una amplia gama de receptores, mecánicos, químicos y de temperatura, esa información es enviada al sistema nervioso central (Forbes,1996). Es necesario alcanzar un claro entendimiento de los factores que regulan a corto plazo (cantidad consumida y a largo plazo (grasa corporal) el apetito y el consumo de alimentos (*Reynolds y Benson,2004*) por otra parte existen también los Factores inherentes a la dieta el consumo de forrajes no depende exclusivamente de los atributos del alimento o de la capacidad del tracto ingestivo del animal, pero estos factores son tan importantes que permitan una predicción bastante precisa del consumo (*Forbes ,1996*), los rumiantes deben almacenar los alimentos por varias horas para permitir la fermentación microbiana; este almacenaje es una limitante al consumo.

6.2. Comportamiento ingestivo

Según *Penning y Rutter 2004*, el comportamiento que exhiben los animales que indican la relación existente entre su estado interno (salud, requerimientos nutricionales) y el ambiente que los rodea (estado del dosel de la pastura, clima). Por lo que el conocimiento del comportamiento ingestivo puede ayudar a explicar resultados experimentales, donde aquellos aspectos del comportamiento que se requiere registrar dependen del objetivo del experimento.

La observación visual directa es la técnica de medición que se ha empleado tradicionalmente, la cual desafortunadamente, tiene que efectuarse bajo condiciones climáticas adversas y por equipos de observación cuyos integrantes pueden diferir en el conocimiento de los patrones de apacentamiento del animal, que los pueden llevar a una interpretación diferencial del comportamiento.

Tiempos de apacentamiento, rumia y otras actividades. Se pueden estimar por observación directa, efectuando lecturas de “barrido”, donde cada cinco o diez minutos, se registra la actividad efectuada por cada animal, que puede ser: pastando, rumiando de pie o echado, de pie o echado sin pastar ni rumiar y caminado. El tiempo por actividad se calcula bajo el supuesto de que aquella registrada continúa en los siguientes cinco o diez minutos (*Penning y Rutter 2004*) La información se puede transferir a una hoja de cálculo, para estimar rápidamente los tiempos empleados en cada actividad por cada animal.

6.3. Determinación de la digestibilidad de los alimentos

Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (*Church y Pond, 1994*) quedando disponibles para el animal (*Bondi, 1989*).

La digestibilidad depende mayormente de la composición nutritiva de los componentes de la dieta, y es afectada por cantidades importantes de materiales de origen no dietético presente en las heces (*Merchen, 1993*). Éstas últimas, constituyen una importante vía de excreción de compuestos nitrogenados, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno (*Church y Pond, 1994*), encontrándose reportes que indican que no hay secreción de carbohidratos a nivel intestinal (*Bondi, 1989*).

Por lo mencionado en el párrafo anterior, los coeficientes de digestibilidad determinados por diferentes métodos se denominan “aparentes”. Es difícil cuantificar con exactitud las cantidades de origen endógeno de un determinado elemento presente en las heces, ocasionando la subestimación de su digestibilidad verdadera.

Los valores estimados de digestibilidad aparente de las fracciones correspondientes a proteínas y lípidos, sin incluir los aportes de compuestos endógenos, son siempre menores a los coeficientes de digestibilidad verdadera. Por lo que un dato de gran utilidad al trabajar con rumiantes es que el aporte de nitrógeno endógeno varía entre 0,5 a 0,6g cada 100g de MS consumida (aproximadamente un 4% de la proteína de

la dieta), por lo que los coeficientes de digestibilidad aparente en raciones con un contenido de proteína inferior al 4%, son negativos (*Bondi, 1989*).

En sistemas bajo pastoreo, la digestibilidad *in vivo* es afectada por aquellos elementos que tienen efecto sobre el consumo, como la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material, la disponibilidad de agua, la tasa de pasaje del alimento, la eficiencia metabólica de los animales y hasta las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa). Esto trae como consecuencia, que difícilmente la técnica *in vitro* pueda reproducir las transformaciones ocurridas en la digestibilidad *in vivo* (*Cochran y col., 1986*).

6.4. Cultivo de sorgo

El sorgo (*Sorghum Vulgare*) es una gramínea anual de origen tropical de la familia de las Poaceas con una muy alta tasa de crecimiento durante los meses cálidos. Es una especie que ha sido adaptada naturalmente y a través del mejoramiento genético a una gran variedad de ambientes.

Además de ser utilizado para la cosecha de grano, el sorgo también se destina para pastoreo directo como verdeo de verano, diferido en el invierno, para la elaboración de rollos y ensilajes. De esta manera, se minimizaría el déficit de forraje que se presenta en la época invernal en la región del sudoeste bonaerense.

En el área de influencia de la Chacra experimental del MAA de Coronel Suárez, sitio donde se realizó este trabajo de investigación, los rendimientos alcanzados por este cultivo (resultados de 3 años de ensayo) fueron de 6500 kg grano/ha y 12,000 kg MS planta entera ha⁻¹ (*Melin y col., 2008*).

Al ser un cultivo anual ofrece una gran flexibilidad de manejo en las explotaciones ganaderas, por sus altos rendimientos estacionales de forraje de calidad que son aprovechados en pastoreo durante verano y principios de otoño.

La difusión de sorgos abarca generalmente áreas marginales para el maíz, dado que presenta una serie de características que favorecen su adaptación.

Especialmente en suelos someros, con menor capacidad de retención de agua y menor fertilidad, los rendimientos de sorgos forrajeros son más consistentes que los de maíz.

Presenta un sistema radicular fibroso que puede extenderse 1,5 m alrededor del tallo, duplicando la proporción de raíces secundarias y pelos radicales en cualquier estado de crecimiento (*House, 1982*). Así, las raíces de la planta pueden penetrar un mayor volumen de suelo para obtener humedad, siendo más eficiente la absorción de nutrientes. Otra característica propia de esta especie es el alto contenido de sílice presente en la endodermis radical, lo cual actúa como un refuerzo mecánico contra el colapso bajo condiciones de sequía (*Doggett, 1970*).

Posee menor área foliar que el maíz, hojas más angostas y cerosas con una cutícula gruesa, menor proporción de estomas en el haz que en el envés de las hojas y células motoras ubicadas cerca de la nervadura central que favorecen el rápido arrollamiento de la lámina, lo que le otorga una muy buena capacidad de regulación de la transpiración (*Doggett, 1970*).

El sorgo, además, tiene la capacidad de disminuir los procesos metabólicos y permanecer latente durante períodos de sequía, para retomar su crecimiento en períodos favorables de humedad. Antes situaciones de estrés hídrico el ciclo de crecimiento puede alargarse o acelerarse dependiendo del momento en que ocurre la sequía, las etapas más críticas para el cultivo de sorgo son las de panojamiento y floración (*Bennett y Tucker, 1986*).

Toda esta característica le permite una mayor estabilidad en el rendimiento frente al maíz, bajo condiciones de fuerte estrés hídrico en verano propios de regiones subhúmedas o semiáridas.

Además de la adaptación a los ambientes semiáridos, es importante destacar la presencia del cultivo de sorgo en las rotaciones agrícolas de los diferentes sistemas de producción, debido al aporte de rastrojos voluminosos al suelo y la capacidad de mejorar la estructura del mismo debido a su sistema radical profundo (*Carrasco, 1989*).

6.5. Ensilaje de sorgo

La aptitud para ensilaje del cultivo de sorgo es similar a la del maíz y todos los tipos de sorgos pueden ser ensilados con éxito, aunque la calidad es muy dependiente del estado de madurez del material ensilado, tipo de híbrido (forrajero, granífero, silero, azucarado, con nervadura marrón), condiciones de elaboración del ensilaje y los componentes ambientales que prevalecen durante el período de crecimiento del cultivo. El porcentaje de grano es una característica agronómica importante en el ensilaje, a medida que el contenido, en planta entera, aumenta de 0 a 48, el % de MS, materia orgánica (MO) y PB también aumenta, reduciéndose las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (*FDA; Young y col, 1996*).

VII. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

7.1. Localización

Este proyecto se realizó en el rancho San Rafael del propietario del Señor Rafael León Negrete ubicado a unos escasos kilómetros del poblado de Juan Sarabia, (figura 1) en un área delimitada por corrales donde se mantuvieron y permanecieron los bovinos, para la realización de las pruebas destinadas a la evaluación del consumo voluntario y comportamiento animal.

7.2. Descripción de los animales

Se utilizaron 21 vacas vacías de doble propósito con un peso aproximado de 350 ± 450 de las razas brahmán rojo.

7.3. Dietas experimentales

Se proporcionó ensilaje de sorgo de 90 días ad libitum a todas las vacas secas y se administró 80gr por kg ^{.75}y se les adicionó un 20% de más para asegurar un adecuado consumo de materia seca del ensilaje de sorgo durante un periodo de 6 meses la dieta se proporcionó al 100% del consumo voluntario (*Osuji 1994*).

7.4. Manejo zoonosanitario

En el manejo zoonosanitario de los bovinos, se utilizaron antibióticos, desparasitantes, vitaminas, los cuales les ayudaron a mantenerse libres de cualquier microorganismo causante de alguna enfermedad y a mejorar el comportamiento digestivo del animal.

7.5. Comportamiento ingestivo

En el comportamiento ingestivo se observó en 5 bovinos durante 24 horas, en la cual se recolectaron datos cada 10 minutos, las variables a observar fueron consumo, rumia, descanso. Los datos recabados fueron registrados en el programa de Excel Se realizaron 2 mediciones en el periodo del proyecto.

7.6. Consumo voluntario

Se realizaron períodos de 21 días de los cuales 14 días se utilizaron para adaptación y 7 días se utilizaron para la medición del consumo voluntario. Previo al período los animales fueron pesados el primer día y último día del experimento y se colocaron en corrales de manera individual. En cada período de medición de consumo voluntario se colecto una muestra del alimento ofrecido (5%) en una bolsa de plástico hermética y se congelo. A partir del día 15 al día 21 se pesó el alimento ofrecido y el rechazado, se tomó una muestra y se congelo (*Osuji, 1993*).

7.7. Análisis bromatológico

La composición química proximal se realizó en ensilaje de sorgo (*Sorghum Vulgare*), que comprende la materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas y fibra detergente neutra (FDN) mediante el procedimiento propuesto por la AOAC (1970).

7.8. Muestras de alimento ofrecido y rechazado

Las muestras de alimento ofrecido se mezclaron por animal, fueron molidas con una criba de 2 mm, se tomaron 100 g del alimento ofrecido y rechazado mismas que se almacenaron en bolsas de plástico cerradas herméticamente para evitar cambios en el contenido de humedad. Posteriormente se realizaron un "pool" de las muestras ofrecidas y rechazadas para la determinación de los componentes nutricionales antes mencionados. Previo al análisis de laboratorio se molieron en las muestras con un molino wiley en una cantidad de 200 g con una criba de 1 mm y fueron almacenadas en un bote cerrado de 250 ml. Se determinó la MS, MO, PC y FDN tanto del ensilaje de sorgo ofrecido y el rechazado.

7.9. Análisis de MS

Para determinar la MS se aplicará la ecuación propuesta por la AOAC (2005) siendo esta:

Materia

$$\text{Materia seca}(\%) = \frac{(\text{peso de la charola} + \text{muestra} - \text{peso de la charola}) * 100}{\text{gramos de muestra}}$$

7.10. Materia orgánica y cenizas

Se realizó por el método de determinación de humedad utilizando la estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra (Nollet, 1996).

7.10.1. Contenido de ceniza

Las cenizas se determinaron como el residuo que queda al quemar en un horno o mufla los componentes orgánicos a 550 ° C durante 5 h y representa el contenido del alimento en minerales indigestibles para el animal (AOAC, 1990).

Para calcularlo será con las siguientes formulas:

$$\text{Cenizas BS}(\%) = \frac{(\% \text{ Cenizas BA} * \% \text{ de materia seca de la muestra})}{100}$$

7.11. Proteína cruda (PC)

El nitrógeno total del alimento se determinó por el método Kjeldahl: - digestión de la muestra: consiste en tratar el alimento con ácido sulfúrico concentrado, que convierte en amoniaco todo el nitrógeno del alimento, formándose sulfato amónico, posteriormente se libera el amoniaco mediante la adición de hidróxido sódico concentrado, y este amoniaco se fija sobre ácido diluido, valorando finalmente por titulación con ácido clorhídrico (AOAC, 1990).

la ecuación para determinarlo es:

$$\% \text{Nitrogeno} = \frac{(\text{Ml acido} - \text{Ml muestra blanco})(\text{normalidad de acido})(1.40)}{\text{peso de muestra}}$$

$$\% \text{de proteina cruda} = \% \text{nitrogeno} * 6.2$$

7.12. Fibra detergente neutra (FDN)

Se determinó la cantidad de fibra detergente neutra en una muestra de forraje, por medio de la técnica desarrollada por Van Soest, como uno de los métodos auxiliares usados para estimar la calidad nutritiva del forraje. Se colocó una muestra del forraje en un crisol Gooch a peso constante, para ello se depositó una cantidad de lana o fibra de vidrio en el fondo del crisol, de tal forma que se cubrió los orificios que tiene, se lleva el crisol con la fibra de vidrio hasta la estufa (130-140°C) durante 30 minutos, y se pasó a enfriar a un desecador. Se molió la muestra en el molino, utilizando la criba de 1 mm. Se pesó con exactitud aproximadamente un gramo de muestra molida y se colocó en un vaso de Berzelius de 600 ml. Se le agregó al vaso 100 ml. de la solución de detergente neutro y 2 ml. de la solución de amilasa; de igual manera, se agregó 0.5 g. de sulfito de sodio anhidro (solo se usa si el producto a analizar es de origen animal).

Se colocó el vaso en el digestor, abrir la llave de refrigeración, de igual manera se encendió la resistencia y se reguló la temperatura de tal manera que la solución hierva a un nivel constante, sin la formación de espuma.

Durante exactamente 60 minutos, tomando el tiempo desde que se inicia la ebullición. Terminado el período de ebullición, se decantó la solución en el crisol Gooch del paso 1 (El cual fue previamente pesado junto con la fibra de vidrio).

Se filtró el residuo con la ayuda de la bomba de vacío; Se enjuaga tres veces el residuo usando porciones de agua caliente de 200 ml en cada ocasión.

Terminado el lavado con agua, se lavó con 2 porciones de 5 ml cada una de acetona y se dejó el crisol conectado al vacío hasta que se completó el secado. Se utilizó una pinza y colocando los crisoles en la estufa a 105°C durante 12 horas. Al terminar el tiempo, se sacó con pinzas, se pasó a un desecador y se enfrió por 40 minutos. Se pesó en una balanza analítica.

7.13. Consumo voluntario

El consumo voluntario de materia seca de ensilaje de sorgo será determinado y calculado para cada bovino de la siguiente manera:

Promedio diario de materia seca consumida = $A - B$

Donde:

A = Promedio diario de MS ofrecida

B = Promedio diario de materia seca rechazado

VIII. RESULTADOS

8.1 Consumo de materia seca de ensilaje de sorgo

Los Resultados obtenidos en el consumo voluntario de materia seca en un período de 21 días en 21 vaquilla lecheras secas se indican en el cuadro 1, pudiéndose observar en las vacas de doble propósito un peso vivo promedio de 350.62 ± 69.56 y un peso metabólico de 80.74 ± 12.11 , presentaron un consumo promedio de materia seca de $6,457.75 \pm 1048.32$ gramos de ensilaje de sorgo. Estos resultados obtenidos en este trabajo, son superiores con los reportados por Ribeiro (2007) al alimentar a novillas de 251 kg de peso vivo encontrando consumos de 4,638 gramos de materia seca de ensilaje de sorgo que corresponde a 73.55 g por $\text{kg}^{0.75}$. Sin embargo, coinciden con los reportados por Duran (2011), al evaluar el efecto de alimentar vacas de leche con ensilajes de sorgos Sureño y Centurión sobre la producción de leche, consumo de MS, condición corporal y porcentaje de grasa en leche, encontró un consumo de materia seca de 7,730 gramos para vacas de 420 kg, es decir 83.36 g por $\text{kg}^{0.75}$.

El consumo voluntario de materia seca de forrajes por los rumiantes puede estar limitado por la distensión resultante del flujo restringido de la digesta a través del tracto gastrointestinal, es decir el pasaje de los sólidos contenidos en el ensilaje de sorgo en el rumen de las vacas. Además del tiempo del tránsito a través del tracto gastrointestinal de los rumiantes, el consumo de materia seca dependerá de la capacidad de los bovinos para el “llenado” así como del peso y el volumen del alimento que causa la distensión. Por otra parte, la consistencia líquida del contenido del rumen (aproximadamente 12 a 18% de materia seca), es mantenida por la salivación continua, que además tiende a amortiguar el pH del medio, y por el agua de bebida; además de la difusión del agua entre el torrente sanguíneo y el rumen (Troncoso, 2014).

El ensilaje de sorgo se caracteriza por ser un alimento alto en fibra y esta característica, reduce el consumo voluntario de los rumiantes a través de factores en una interacción compleja planta-animal. Los factores del animal están ampliamente valorados indicando algún control sobre la carga de la digesta en el rumen, y que sólo pequeñas partículas (<1 mm de tamaño), logran salir del rumen hacia el tracto posterior. Hay evidencia de que la retención de pequeñas partículas puede ser prolongada debido a que su paso del rumen hacia el retículo puede estar restringido por la flotabilidad y entrapamiento del alimento que flota en el rumen (Troncoso, 2014). A pesar de que el ensilaje de sorgo presenta la característica de ser fibroso, la edad de la planta que fue de 90 días y contiene granos de sorgo, que proporcionan carbohidratos altamente fermentables en el ensilaje y el rumen de las vacas una vez que estas ingieren el ensilado, lo que probablemente pudiera proporcionar una digestibilidad del 53.7 al 60% de la materia seca (Nuñez, 2016).

8.2. Consumo voluntario de proteína cruda de ensilaje de sorgo

En el cuadro 2, se observa el consumo voluntario de proteína cruda en gramos de peso vivo y por kg de peso vivo metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo, con un consumo voluntario promedio de 484 ± 78.73 g de proteína cruda que equivale a 6 ± 0.24 gramos de proteína cruda por $\text{kg}^{0.75}$. De acuerdo a *NRC (2001)* una vaca de 300 kg de peso vivo debe de ingerir 11.7% de PC de la materia seca consumida, es decir que para una vaca de 350.62 kg la cantidad en gramos de PC que debe consumir sería de 883 g y por el consumo presentado por las vacas secas de doble propósito en este trabajo, existe una deficiencia de 398 g de PC de acuerdo a este criterio en el presente estudio. Sin embargo, *Johnson (2003)* indica que en vacas secas de 700 libras de peso vivo deben de consumir el 9.5% de proteína cruda sobre el consumo de materia seca, lo que traducido a kg de proteína cruda del presente estudio significa, que las vacas secas con un peso promedio de 350.62 kg, debieron de consumir para cubrir sus requerimientos de nitrógeno 676 g de proteína cruda, es decir de acuerdo a este último criterio existe un déficit, pero de 191.02 g de proteína cruda.

Cuadro 1. Consumo voluntario de materia seca en gramos por de peso vivo y por kg de peso vivo metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.

No. Vacas	PESO VIVO	PESO METABÓLICO	CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA g	CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA g kg ^{0.75}
26	456	98.68	7838.91	79.44
26	421	92.94	7361.52	79.21
26	406	90.45	6930.42	76.62
26	354	81.61	6212.05	76.12
26	345	80.05	6329.99	79.07
26	332	77.78	6024.06	77.45
26	274	67.35	5356.28	79.53
26	266	65.87	5626.47	85.42
26	257	64.19	5011.65	78.08
26	443	96.56	7760.34	80.37
26	419	92.61	7813.72	84.37
26	402	89.78	7204.68	80.25
26	351	81.09	6506.67	80.24
26	341	79.35	6558.41	82.65
26	285	69.36	5633.41	81.22
26	272	66.98	4800.24	71.67
26	263	65.31	5340.37	81.77
26	255	63.81	5040.75	78.99
26	439	95.91	7909.29	82.47
26	415	91.95	7825.33	85.11
26	367	83.85	6528.23	77.86
PROMEDIO	350.62	80.74	6457.75	79.90
DESVIACIÓN ESTANDAR	69.56	12.11	1048.32	3.21

Es importante considerar que en rumiantes los microorganismos (bacterias, hongos y protozoarios) incorporan y asimilan el nitrógeno contenido en los alimentos; mismos que posteriormente son digeridos en el abomaso o estómago verdadero como proteína verdadera. Sin embargo, el aporte de proteína de la dieta es un nutriente crítico en la dieta de los bovinos de doble propósito (*Parish, 2008*). Considerando que la cantidad de proteína microbial producida en el rumen es primariamente dependiente de la disponibilidad de nitrógeno y carbohidratos fermentables, por lo que la elevada degradabilidad del almidón contenida en los granos quizá incremente el consumo de nitrógeno amoniacal por los microbios del rumen (*Colombini, 2010*).

En conclusión, una disminución en la concentración de proteína se refleja en una baja en el consumo voluntario, pérdida de peso, pobre crecimiento, mal funcionamiento del ciclo reproductivo y reducción en la producción de leche (*Parish,2008*).

8.3. Consumo voluntario de fibra detergente neutra

Los Resultados obtenidos en el consumo voluntario de fibra detergente neutra en un período de 21 días en 21 vacas secas secas se indican en el cuadro 3, con un consumo de fibra detergente neutra de $3,764.61 \pm 614.26$ gramos y un consumo de 46.57 ± 1.82 g de fibra detergente neutra por $\text{kg}^{0.75}$. Estos datos no coinciden con lo reportado por Silveira (2016) quien evaluó el comportamiento alimenticio en vacas F1 Holstein Cebú con ensilaje de sorgo quien encontró en vacas de 500 kg de peso vivo un consumo de fibra detergente neutra de 9,620 g que equivale a 90.98 g de fibra detergente neutra por $\text{kg}^{0.75}$.

A pesar de que el consumo voluntario de materia seca, puede estar limitado para ruminantes consumiendo alimentos fibrosos como el ensilaje de sorgo, como resultado de la restricción del flujo de la ingesta a través del tracto gastrointestinal, el consumo puede variar inversamente con la capacidad de llenado de los forrajes, la cual es representada por la cantidad de fibra. *Van Soest (1965)*, encontró que el consumo voluntario de materia seca de los forrajes estuvo más altamente relacionado con la fibra neutro detergente, que a otras características químicas de las plantas. Los efectos del llenado pueden variar con el tamaño de partícula, fragilidad de la partícula, velocidad y grado de digestión (degradación) de la misma FND. Por lo tanto, la fibra detergente neutra está relacionada con el porcentaje de degradación de los forrajes en el retículo rumen (*Naeem, 2008*).

Cuadro 2. Consumo voluntario de proteína cruda en gramos de peso vivo y por kg de peso vivo metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.

No. Vacas	PESO VIVO	PESO METABÓLICO	CONSUMO VOLUNTARIO DE PROTEÍNA CRUDA g	CONSUMO VOLUNTARIO DE PROTEÍNA CRUDA g kg ^{0.75}
26	456	98.68	588.70	5.97
26	421	92.94	552.85	5.95
26	406	90.45	520.47	5.75
26	354	81.61	466.52	5.72
26	345	80.05	475.38	5.94
26	332	77.78	452.41	5.82
26	274	67.35	402.26	5.97
26	266	65.87	422.55	6.42
26	257	64.19	376.37	5.86
26	443	96.56	582.80	6.04
26	419	92.61	586.81	6.34
26	402	89.78	541.07	6.03
26	351	81.09	488.65	6.03
26	341	79.35	492.54	6.21
26	285	69.36	423.07	6.10
26	272	66.98	360.50	5.38
26	263	65.31	401.06	6.14
26	255	63.81	378.56	5.93
26	439	95.91	593.99	6.19
26	415	91.95	587.68	6.39
26	367	83.85	490.27	5.85
PROMEDIO	350.62	80.74	484.98	6.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	69.56	12.11	78.73	0.24

Cuadro 3. Consumo voluntario de fibra detergente neutra en gramos de peso vivo y por kg de peso vivo metabólico durante un periodo de 21 días en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.

No. Vacas	PESO VIVO kg	PESO METABÓLICO kg ^{0.75}	CONSUMO VOLUNTARIO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRA g	CONSUMO VOLUNTARIO DE PROTEÍNA CRUDA g kg ^{0.75}
26	456	98.68	4560.68	46.22
26	421	92.94	4282.93	46.08
26	406	90.45	4185.22	46.27
26	354	81.61	3614.17	44.28
26	345	80.05	3682.79	46.01
26	332	77.78	3504.80	45.06
26	274	67.35	3116.28	46.27
26	266	65.87	3273.48	49.70
26	257	64.19	2915.78	45.43
26	443	96.56	4514.96	46.76
26	419	92.61	4546.02	49.09
26	402	89.78	4191.68	46.69
26	351	81.09	3785.58	46.68
26	341	79.35	3815.69	48.08
26	285	69.36	3277.52	47.25
26	272	66.98	2792.78	41.70
26	263	65.31	3107.03	47.57
26	255	63.81	2932.71	45.96
26	439	95.91	4601.63	47.98
26	415	91.95	4552.78	49.52
26	367	83.85	3798.12	45.30
PROMEDIO	350.62	80.74	3764.41	46.57
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	33.81	7	614.26	1.82

8.4. Comportamiento ingestivo

El promedio de tiempo en minutos utilizado en consumo de ensilaje de sorgo en vacas secas de doble propósito como lo indica el cuadro 4, fue de 486.19 ± 62.81 , para la rumia fue de 564.29 ± 68.53 y el tiempo de descanso que presentaron las vacas 389.52 ± 54.45 . Esto significa que el mayor tiempo del comportamiento ingestivo se utilizó para el proceso fisiológico de rumia con un 39.19%, le siguió la actividad de consumo de alimento con un 33.76% y por último el descanso de las vacas con un 27.05%. El mayor tiempo utilizado para la rumia se explica en el sentido que el ensilaje de sorgo es necesario reducir su tamaño de partícula para un adecuado pasaje de sólidos del rumen al retículo y omaso. *Van Soest (1996)* indica que el tiempo gastado

en rumia en ganado de carne es de 10 a 11 horas d^{-1} y que forrajes con elevado contenido de pared celular permanecen en el rumen más tiempo requiriendo más masticación y se digieren más lentamente que forrajes de bajo contenido de fibra (*Francoise-Domingue et al., 1991*). Sin embargo, el tiempo promedio de rumia para el presente trabajo fue de 8.10 horas, valor inferior a lo reportado.

Los resultados obtenidos en comportamiento ingestivo para materia seca consumida y rumiada por minuto como lo indica el cuadro 5, fueron de 13.48 ± 2.71 g de materia seca consumida por minuto, 6.16 ± 1.26 g de materia consumida por minuto por $kg^{0.75}$, 1.19 ± 0.26 relación rumia consumo por minuto, 11.56 g de materia seca rumiados por minuto, 7.11 g de materia seca rumiados por minuto por $kg^{0.75}$. Estos resultados indican que si bien el tiempo en que se consume un kg de materia seca equivale a 1.24 horas fue menor el tiempo que la rumiada que equivale a 1.44 horas por kg de materia seca. Lo anterior puede ser explicado debido a que el consumo de ensilaje de sorgo por su naturaleza jugosa, así como al proceso de fermentación realizada por las bacterias celulolíticas y por presencia de carbohidratos solubles contenido en el grano de este forraje, durante el ensilaje existió una predigestión de la celulosa y hemicelulosa, por lo que este sustrato no tuvo que ser masticado en exceso al ser consumido, no requiriendo mucho tiempo para la prehensión y reducción del alimento, mezclándose con la saliva a un tamaño de bolo que sea deglutible. Sin embargo, si fue necesario el masticado suficiente durante la rumia para poder reducir el tamaño de partícula y aumentar el peso específico de las partículas de menos de 1 mm para que pudiera pasar del rumen al retículo y omaso. Esta afirmación se puede corroborar con la relación rumia consumo por minuto, utilizándose 19 segundos de más en el proceso de rumia.

Cuadro 4. Promedio de tiempo utilizado en minutos en el consumo, rumia y descanso en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.

No. PROG	kg PESO VIVO	PESO METABOLICO kg	CONSUMO MATERIA SECA g	CONSUMO MATERIA SECA g/kg ^{0.75}	CONSUMO (min)	RUMIA (min)	DESCANSO (min)
1	456	98.68	7839	79.44	490	620	330
2	421	92.94	7362	79.21	540	590	310
3	406	90.45	6930	76.62	470	620	350
4	354	81.61	6212	76.12	530	500	410
5	345	80.05	6330	79.07	600	460	380
6	332	77.78	6024	77.45	420	640	380
7	274	67.35	5356	79.53	400	620	420
8	266	65.87	5626	85.42	550	480	410
9	257	64.19	5012	78.08	440	500	500
10	443	96.56	7760	80.37	440	530	470
11	419	92.61	7814	84.37	490	620	330
12	402	89.78	7205	80.25	540	590	310
13	351	81.09	6507	80.24	470	620	350
14	341	79.35	6558	82.65	530	500	410
15	285	69.36	5633	81.22	600	460	380
16	272	66.98	4800	71.67	420	640	380
17	263	65.31	5340	81.77	400	620	420
18	255	63.81	5041	78.99	550	480	410
19	439	95.91	7909	82.47	440	500	500
20	415	91.95	7825	85.11	420	640	380
21	367	83.85	6528	77.86	470	620	350
PROMEDIO	350.62	80.74	6457.75	79.90	486.19	564.29	389.52
SD	69.56	12.11	1048.32	3.21	62.81	68.53	54.45

Cuadro 5. Promedio de tiempo utilizado en materia seca consumida y rumiada por minuto y relación de tiempo rumia consumo en vacas secas de doble propósito alimentadas con ensilaje de sorgo.

No. PROG	kg PESO VIVO	PESO METABOLICO kg	g MATERIA SECA CONSUMIDO min ⁻¹	g MATERIA SECA CONSUMIDO min ⁻¹ kg ^{0.75}	RUMIA/CONSUMO/min	g MATERIA SECA RUMIADOS min ⁻¹	g MATERIA SECA RUMIADO min ⁻¹ kg ^{0.75}
1	456	98.68	16.00	4.97	1.27	12.64	6.28
2	421	92.94	13.63	5.81	1.09	12.48	6.35
3	406	90.45	14.75	5.20	1.32	11.18	6.85
4	354	81.61	11.72	6.49	0.94	12.42	6.13
5	345	80.05	10.55	7.50	0.77	13.76	5.75
6	332	77.78	14.34	5.40	1.52	9.41	8.23
7	274	67.35	13.39	5.94	1.55	8.64	9.21
8	266	65.87	10.23	8.35	0.87	11.72	7.29
9	257	64.19	11.39	6.85	1.14	10.02	7.79
10	443	96.56	17.64	4.56	1.20	14.64	5.49
11	419	92.61	15.95	5.29	1.27	12.60	6.69
12	402	89.78	13.34	6.01	1.09	12.21	6.57
13	351	81.09	13.84	5.80	1.32	10.49	7.65
14	341	79.35	12.37	6.68	0.94	13.12	6.30
15	285	69.36	9.39	8.65	0.77	12.25	6.63
16	272	66.98	11.43	6.27	1.52	7.50	9.56
17	263	65.31	13.35	6.12	1.55	8.61	9.49
18	255	63.81	9.17	8.62	0.87	10.50	7.52
19	439	95.91	17.98	4.59	1.14	15.82	5.21
20	415	91.95	18.63	4.57	1.52	12.23	6.96
21	367	83.85	13.89	5.61	1.32	10.53	7.39
PROMEDIO	350.62	80.74	13.48	6.16	1.19	11.56	7.11
SD	69.56	12.11	2.71	1.26	0.26	2.05	1.23

IX. CONCLUSIONES

- Los consumos voluntarios de materia seca para ensilaje de sorgo por vacas secas de doble propósito son adecuados por su naturaleza que es un alimento alto en fibra.
- El consumo voluntario de proteína fue bajo presentando un déficit en el aporte de nitrógeno y de proteína al rumen.
- El consumo voluntario de fibra detergente neutra fue elevado representando el 58.29% del consumo de materia seca.
- En el comportamiento ingestivo ensilaje de sorgo por su naturaleza presento un mayor tiempo de rumia y menor tiempo para el consumo. El mayor tiempo de rumia es por la cantidad de fibra detergente neutra que posee este forraje con alto contenido celular.

X. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

El Propósito de este proyecto fue realizar pruebas de consumo voluntario y comportamiento animal en vacas secas de doble propósito alimentadas con una dieta de ensilaje de sorgo en las instalaciones del rancho San Rafael, con la finalidad de recaudar datos, durante la Residencia se aplicaron competencias que se adquirieron durante el transcurso de su carrera y que fueron las siguientes:

10.1. Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.
- Conocimientos sobre propagación y destrucción de microorganismos
- Conocimiento de los sistemas de producción pecuaria
- Planear las estrategias e implementar las técnicas de prevención y control de las enfermedades de los animales domésticos y de las zoonosis.
- Evaluar las repercusiones sociales y económicas de las enfermedades de los animales domésticos.

10.2. Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Capacidad de trabajar en equipo multidisciplinario

10.3. Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Búsqueda del logro

XI. FUENTES DE INFORMACION

Castillo Gallegos Epigmenio, 2003. Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito, p. 4-7.

Colombini Stefania, Rapetti Luca, Galassi Gianluca, (*et. al*) 2010. Brown midrib forage Sorghum silage for the dairy cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet, p. 62-73.

Dr. Paris Jane A., Dr. Rhinehart Justin D. 2008. Protein in Beef Cattle Diets, p. 192-202.

Duran Aguirre, Hernández Reyes, 2011. Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de sorgo híbrido Sureño y Pampa Centurión, p. 43-57.

Guerrero Benigno, Herrera Domiciano, 2006. Manejo de cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum Vulgare L*), p. 23-33.

León M. Marcelo, Giménez, 2004. Ensilaje de sorgo y maíz: rendimiento, composición y valor nutritivo, p. 1-3.

Mejía Haro José, 2002. Consumo voluntario de forrajes por rumiantes, p. 56-63.

Mvz. Troncoso A Humberto, 2014. Consumo voluntario y comportamiento ingestivo en bovinos lecheros, p. 7-13.

Rodríguez Norberto, Goncalves Carlos Lucio, Pereira Ribeiro Gustavo (*et. al*) 2007. Consideraciones sobre el ensilaje de sorgo, p. 23-27.

Sagarpa, inifap, faz contreras Rodolfo, 2011. Bovinos lecheros, p. 2-6.

XII. ANEXOS

