

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



“Pasantía para el proyecto de investigación efectos ambientales y nutricionales sobre el desempeño productivo de ganado lechero en condiciones tropicales “

Por:

María Elena Merlos

Requisito para optar al título de:

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

San Salvador, Ciudad Universitaria, Diciembre 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING. BALMORE MARTINEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

JEFE DEL DEPARTAMENTO

ING. AGR. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTIZ

DOCENTE DIRECTOR

ING. AGR. MSc. EDGARDO COREA GUILLEN

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

2. Resumen

En el presente documento se describe la metodología y resultados de pasantía de grado, que se realizó para optar por el título de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de El Salvador, que se realizó en un periodo de 6 meses que comprendió de junio a diciembre de 2021. La pasantía fue desarrollada en la hacienda Velesa ubicada en el municipio de Caluco en Sonsonate, el objetivo principal dentro de la pasantía es evaluar los efectos ambientales y nutricionales sobre el desempeño reproductivo y productivo de ganado lechero en condiciones tropicales, lo cual es parte del proyecto SIC UES 15.37 “Efectos ambientales y nutricionales sobre el desempeño productivo de ganado lechero en condiciones tropicales” financiado por la Secretaria de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador.

En el experimento que se participó como parte de la pasantía se utilizaron dieciocho vacas Holstein en ordeño con un promedio de 540 kg PV, 25 kg de leche, 90 días en leche, una calificación de condición corporal superior a 3.0 y antecedentes de salud normales. Se asignaron al azar a 2 grupos de 9 vacas cada uno para recibir uno de los tratamientos que consisten en combinaciones de dos diferentes fuentes de energía en el concentrado: Harina de Maíz (HM) o Pulpa Cítrica (PC). El experimento tuvo una duración de 42 días en 2 periodos de 21 días con 14 días de adaptación y 6 días de muestreo cada uno.

Durante este tiempo se participó directamente en los procesos de alimentación en donde se formularon dietas para poner los efectos en estudio (maíz versus pulpa cítrica como fuente principal de energía), así como también, en la elaboración de las raciones totales mezcladas realizando los pesajes de cada ingrediente del concentrado y su respectivo picado tanto del heno como de los zacates ofrecidos. También se acompañó el proceso de muestreo en el cual se tomaron muestras de orina, muestra fecales y de leche las cuales se tomaron de la maquina ordeñadora.

La conclusión principal del trabajo fue que el cambio de maíz por pulpa cítrica como fuente de energía en el concentrado de vacas lecheras, resulto en una disminución en el consumo de los nutrientes materia seca (18.5 vs 17.7 kg), materia orgánica (16.7 vs 15.8), materia orgánica digestible (11.7 vs 10.7 kg) y proteína (3206 vs 3050 gr) ($P < 0.01$). Sin embargo, los consumos de FND y FAD se mantuvieron similares en los dos grupos de animales.

Palabras claves: Pulpa Cítrica, consumo, Harina de Maíz, Vacas Holstein,

Agradecimientos

AGRADEZCO A DIOS TODO PODEROSO: Por haberme iluminado, guiado, cuidado, protegido y darme una buena salud tanto física como mental, que a pesar de no tener todas las condiciones materiales, mantuvo enaltecido en mí el espíritu de superación, de igual forma por darme la fortaleza y sabiduría para vencer cada obstáculo que se me presentó durante estos siete años de estudio.

A MI ESPOSO Jorge Alberto Rodríguez Melara, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento, quien ha sido mi apoyo incondicional a lo largo de este arduo proceso, brindándome su amor, paciencia y comprensión en todo momento. Los dos hemos llevado este largo camino de perseverancia hacia esta carrera y ambos estamos cumpliendo la misma meta para poder ser médicos veterinarios.

INGENIERO COREA, a quien me gustaría reconocer por su invaluable ayuda durante mi pasantía, su orientación y experiencia fueron cruciales para el éxito de la misma. Ya que siempre ha sido accesible a cualquier duda y de igual manera ha estado apoyando en todo momento de la pasantía.

AMIGOS Y DOCENTES DE LA CARRERA, quiero agradecer por su constante apoyo y motivación, sin ellos, este logro no habría sido posible.

Gracias a todos ellos, he podido culminar este sueño y estoy muy agradecida por su presencia en mi vida.

Atentamente,

María Elena Merlos

Índice General

2. Resumen	v
Agradecimientos	vi
Índice General	vii
Índice de Cuadros	ix
Índice de Figuras	x
3. Introducción	1
4. Marco teórico	2
4.1 Composición de los Alimentos	2
4.1.1 Inorgánicos. (Minerales)	2
4.1.2 Materia orgánica	2
Compuestos Nitrogenados	2
Proteína verdadera,	2
Nitrógeno No Proteico o Amoniacal (la urea, el sulfato de amonio, etc.),	2
Vitaminas	3
Lípidos	3
Lipólisis	3
Digestión y absorción de los lípidos.	4
Carbohidratos	4
Fibra	5
Clasificación de la fibra	5
Celulosa	6
Hemicelulosa	6
Pectinas	6
Lignina	6
Análisis de la Fibra	7
Fibra Neutro Detergente (FND)	7
Fibra Acido Detergente (FAD)	7
La pulpa cítrica como fuente de energía	8
Cítricos en la alimentación de rumiantes	9
Efecto de la inclusión de cítricos sobre la producción de leche.	10
Ensayos con el uso de pulpa cítrica.	10

5. Desarrollo	12
5.1 Metodología del Experimento	12
5.1.1 Elaboración de Dietas.	12
5.1.2 Metodología de Campo	13
5.1.2.2 Periodos Muestreo	13
5.1.2.3 Materiales	14
5.1.2.4 Muestreo	14
6. Resultados y Discusión.	15
6.1 Trabajo de campo.	15
6.2 Análisis de Laboratorio.	15
6.3 Consumo de Nutrientes.	17
6.4 Experiencia Adquirida.	17
6.4.1 Trabajo en Experimentos con animales, muestreo, alimentación.	17
6.4.2 Técnicas de laboratorio.	18
6.4.3 Experiencia en investigación.	19
7. Conclusiones y Recomendaciones	19
7.1. Conclusiones	19
7.2. Recomendaciones	20
8. Bibliografía.	21
9. Anexos	25

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Ejemplos de diferencias en el contenido de carbohidratos de alimentos para ganado.	4
Cuadro 2. Ejemplos de diferencias en el contenido de fibra detergente neutra de alimentos para ganado	7
Cuadro 3. Ingredientes y composición química de dietas experimentales para vacas lecheras.	12
Cuadro 4. Determinaciones de laboratorio diferentes muestras	16
Cuadro 5. Consumo de nutrientes en vacas lecheras alimentadas con dietas basadas en harina de maíz o pulpa cítrica.....	17

Índice de Figuras

Figura 1. Ilustración de una estructura de célula vegetal.....	7
Figura A1. Área de trabajo preparada para la separación de cada uno de los tratamientos con sus respectivos sujetos de estudio.	25
Figura A2. Recolección de rechazo posterior a la administración de cada uno de los tratamientos.	25
Figura A3. Area de elaboración y mezcla de las dietas utilizadas en los diferentes tratamientos	25
Figura A4. Transporte de las dietas a través de carretillas.	25
Figura A5. Distribución de las dietas a cada grupo de estudio.	26
Figura A6. Toma de muestra de leche, obtenida a través de maquina ordeñadora. ...	26
Figura A7. Clasificación de las muestras obtenidas de leche.	26
Figura A8. Toma de muestras de heces directamente del recto del sujeto de estudio.	26
Figura A9. Clasificación de las muestras recolectadas de heces y orina en sus respectivos depósitos.....	26
Figura A10. Pesaje de materia prima, previo a la elaboración de los tratamientos.	27
Figura A11. Secado y molida de las heces en laboratorio.	27
Figura A12. Mezclado de Orina, para la determinación de alantoína.....	27
Figura A13. Equipo de asesores técnicos y de laboratorio de la pasantía realizada. ...	27

3. Introducción

La ganadería lechera juega un importante rol en la Seguridad Alimentaria Nutricional y en la generación de empleo rural y su funcionamiento es clave para la población de El Salvador, a pesar de que no ocupa un lugar tan importante en el producto interno bruto.

Es muy conocido que la alimentación es el principal componente de los costos de alimentación y, por otro lado, que la alimentación es la principal determinante del desempeño productivo y reproductivo. Los dos principales nutrientes que pueden limitar el desempeño son la proteína y la energía, pero no existen mucha información generada en los trópicos. En estudios previos se ha estudiado como el aporte proteico a través del uso de leguminosas tropicales puede representar una ventaja en la asimilación de nutrientes (Corea *et al.* 2017), la producción láctea (Castro-Montoya *et al.* 2018), el crecimiento de novillas (Corea *et al.* 2021) encontrándose resultados positivos en utilización de nutrientes, rendimiento, y retorno económico. A pesar de lo anterior, la información sobre evaluación de alternativas de energía es aún más escasa. La harina de maíz es la fuente de energía más importante en la dieta de las vacas. El almidón que es el mayor constituyente de cereales como maíz o trigo, es un factor dietético ha sido utilizado para inducir acidosis en vacas (Kmicikewycz y Heinrichs, 2015). El almidón en la dieta aumenta el riesgo de acidosis ruminal que es responsable de problemas como bajas en consumo, diarrea o laminítis, por lo que otras fuentes de energía con constituyentes diferentes del almidón, pueden causar efectos positivos en las vacas.

Considerando que las vacas lecheras El Salvador reciben hasta 8 kg de harina de maíz al día, surge la idea de probar el uso de pulpa cítrica paletizada para sustituir parcialmente a la harina de maíz en dietas que contienen forraje de leguminosa para vacas en ordeño y como esto afecta el uso de nutrientes, la partición del nitrógeno, y la producción de nutrientes de la leche y la rentabilidad.

Se decidió realiza esta pasantía con el propósito de colaborar y aprender sobre el manejo nutricional, los procesos de laboratorio, las técnicas de investigación y las posibles alternativas de mejora de la alimentación de vacas lecheras en El Salvador y de esta manera poder desarrollar habilidades y destrezas para elevar el perfil de egresada y a la vez, poder colaborar con el fomento de la investigación.

4. Marco teórico

La alimentación de los animales de carne y leche ha dejado de ser la aplicación de una serie de habilidades artesanales. En la actualidad la misma está basada en principios fisiológicos y nutricionales. Estos principios son los mismos para un sistema pastoril que para un sistema de producción con animales estabulados, consumiendo alimentos concentrados o raciones total o parcialmente mezcladas (Santini, 2014).

4.1 Composición de los Alimentos

Los alimentos están compuestos por agua más otros ingredientes que constituyen la materia seca. La materia seca está conformada por componentes: inorgánicos (minerales) e orgánicos (materia orgánica) (Van Soest, 1994).

4.1.1 Inorgánicos. (Minerales)

Las deficiencias de minerales en el ganado, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes, el Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Selenio (Se) y Zinc (Zn); otros como el Cu, Co, Hierro (Fe), Se, Zn y Molibdeno (Mo) disminuyen conforme avanza la edad del forraje (Campabadal, 2007).

4.1.2 Materia orgánica

Dentro de la materia orgánica se encuentran: los compuestos nitrogenados, los lípidos, los carbohidratos, las vitaminas, otros componentes que incluyen lignina, toxinas, hormonas, sustancias que contribuyen al sabor, el olor, el color. (Van Soest, 1994)

Compuestos Nitrogenados

En la alimentación de rumiantes, las fuentes nitrogenadas o proteínas pueden tener varios orígenes, uno de ellos es el proveniente de los alimentos, los cuales podríamos dividirlos en dos grupos:

Proteína verdadera,

Son aquellos compuestos nitrogenados que son mayoritariamente de origen aminoacídico, y estos pueden ser de origen vegetal (soya, canola, semilla de girasol, semilla de algodón, heno de alfalfa, pasto) o animal (harina de pescado, harina de ave. (Ronquillo, 2019).

Nitrógeno No Proteico o Amoniacal (la urea, el sulfato de amonio, etc.),

Que en estricto sentido no con proteínas, sino que potencialmente se pueden transformar en ellas (proteína microbiana) por los microorganismos que viven en la panza. Los microorganismos al morir y pasar a otros compartimentos del tracto

gastrointestinal son digeridos y sus componentes, entre ellos los aminoácidos de las proteínas, absorbidos al cuerpo animal (Ronquillo, 2019).

Vitaminas

Aunque el ganado bovino probablemente necesita todas las vitaminas conocidas, no es necesario tener una fuente dietética de vitaminas C y K y del complejo de vitamina B, excepto en animales muy jóvenes (Harold 2000). Los requerimientos por las vitaminas A, D y E es mucho más simple aún ya que estos se calculan por un método no factorial con base en el peso vivo (PV) del animal utilizando ecuaciones diferentes para vacas lactantes, vacas secas y novillas de reemplazo; en el caso de la vitamina D esta se calcula para animales adultos y para el caso de la vitamina E, se establece una diferencia entre animales en pastoreo o en estabulación (NRC 2001).

Lípidos

El conjunto de los lípidos presentes en los alimentos consumidos recibe comúnmente el nombre de grasa de la dieta. Los lípidos cuantitativamente más importantes en la alimentación de los rumiantes son aquellos que contienen ácidos grasos unidos a glicerol: triglicéridos, glicolípidos y fosfolípidos. Los triglicéridos son mayoritarios en los lípidos de las materias primas no forrajeras, y los glicolípidos y fosfolípidos, predominan en los lípidos de los forrajes (Morand-Fehr y Tran, 2001).

A los triglicéridos se les denomina de forma genérica como grasas, aunque normalmente se distinguen dos tipos: aceites y grasas (Fuller, 2008).

Los lípidos de los alimentos sufren dos importantes transformaciones en el rumen: lipólisis y biohidrogenación (Martínez *et al.* 2010).

Lipólisis

La lipólisis se refiere a la liberación por hidrólisis de los ácidos grasos esterificados en los triglicéridos, glicolípidos y fosfolípidos.

Si los lípidos de la dieta son accesibles a la microflora del rumen, son hidrolizados rápida y extensamente. La lipólisis libera los ácidos grasos y el glicerol, o la galactosa en el caso de los glicolípidos, con nula o escasa acumulación de mono o diglicéridos (Hawke y Silcock, 1970).

La menor lipólisis observada en dietas ricas en almidón es debida probablemente al bajo pH ruminal que ocasiona el consumo de tales dietas (Martínez *et al.* 2010).

Digestión y absorción de los lípidos.

Los lípidos de los alimentos no sufren una digestión apreciable hasta que llegan al intestino delgado. En este, con la ayuda de la bilis producida por el hígado, las grasas se emulsionan, es decir, se disgregan en gran número de gotitas muy pequeñas. Entonces la lipasa, es una enzima del jugo pancreático, descompone las grasas en ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos y el glicerol son absorbidos por las vellosidades del intestino (Denni y Pasby, 2009).

Carbohidratos

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 en el rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas. Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan en forma rápida y completa en el rumen. El contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementa la densidad de 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 rumiación o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra. (Amnstrong y Smithard, 1979)

Debido a que los carbohidratos son casi completamente degradados en rumen, queda muy poca glucosa disponible para ser absorbida a nivel intestinal. En realidad, el tracto alimentario del rumiante carece de glucosa; la concentración de glucosa en sangre (glucemia) correspondiente a los monogástricos aunque los requerimientos totales son similares en ambos tipos de animales (cuadro 1). Además, la utilización de la glucosa aumenta tres veces durante la lactancia. Por esa razón la presencia de glucosa es absolutamente esencial para la síntesis de leche (en realidad para la síntesis de lactosa) y no puede ser reemplazada por ningún otro azúcar o compuestos (Danelon, 1988).

Cuadro 1. Ejemplos de diferencias en el contenido de carbohidratos de alimentos para ganado.

Nivel de carbohidratos	Alimento	Carbohidratos solubles %
Bajo	Pradera verde y ensilajes	5 - 20
Medio	Torta de oleaginosa	20 - 40
	Pradera madura	20 - 40
Alto	Cereales	60-70
	Melaza	62

Fuente: (Danelon, 1988).

Clasificación de Carbohidratos

Así, el equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos es importante para alimentar las vacas lecheras en una producción eficiente de leche. En la vaca lactante, el rumen, el hígado y la glándula mamaria son los principales órganos involucrados en el metabolismo de carbohidratos (Amnstrong y Smithard, 1979).

Esta clasificación divide a los carbohidratos en tres principales grupos, azúcares oligosacáridos y polisacáridos. Los azúcares comprenden monosacáridos, disacáridos, poliacoholes (azúcares-alcoholes). (REIS.R.A.1993)

Carbohidratos estructurales: Dentro de su conformación poseen tres tipos de carbohidratos estructurales, entendidos como celulosa, hemicelulosa y lignina (figura 1); tanto la celulosa conserva su capacidad de aportar nutrientes para la alimentación bovina, mientras que la lignina no es digerible. (Englyst, 1987)

Carbohidratos no estructurales: Los demás carbohidratos que forman parte de la dieta se denominan no estructurales y son aportados por cereales mediante productos concentrados. Los **azúcares** son carbohidratos no estructurales y entre ellos se encuentran: monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos. (Guttmann,1974)

Fibra

Las concentraciones mínimas de “fibra” en la dieta se basan principalmente en consideraciones de salud ruminal (estimular motilidad ruminal, prevenir descensos bruscos de pH en el rumen, aumentar el tiempo de retención de los alimentos) y de la vaca (evitar cuadros de acidosis sub-aguda, laminitis y abomaso desplazado); mientras que la concentración máxima de fibra estará determinada por los requerimientos de energía de la vaca, ya que a mayores niveles de fibra el consumo voluntario de MS se ve limitado debido a un efecto de “llenado” del rumen (*Keim, 2017*).

Clasificación de la fibra

Desde el punto de vista químico, la fibra se compone de un entramado de celulosa, hemicelulosa y lignina. Para fines prácticos se ha definido en términos de Fibra Bruta (FB), cuyo uso en los sistemas actuales está limitado, Fibra Neutro Detergente, y Fibra Acido Detergente, y se utiliza para la predicción de la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos. Desde el punto de vista de la nutrición de los rumiantes, la fibra puede definirse como el conjunto de componentes de los vegetales que tienen baja digestibilidad y promueven la rumia y el equilibrio ruminal (Calsamiglia 1997).

Fibra bruta

Celulosa

Es el principal carbohidrato estructural y le da rigidez a la pared celular). Los forrajes maduros son más ricos en celulosa y puede representar de 15 a 20% de la materia seca de la ración (*Hutjens 2003, Bach y Casamiglia 2006*).

Hemicelulosa

Esta fracción de la pared celular de las plantas esta relacionada con las gomas vegetales, que se encuentra en menor cantidad que la celulosa y su estructura química es de menor tamaño comparada con la celulosa engloba a un gran grupo de polisacáridos heteroglicosos solubles en soluciones básicas y capaces de unirse a la celulosa a través de puentes de hidrogeno, en la gramínea la mayoría de la hemicelulosa son xilano el cual este es un tipo de azúcar de poli de cinco carbonos, que existe ampliamente en la pared celular de las plantas con ramificaciones de arabinosa y ácidos glucoronicos, en los monos gástricos la hemicelulosa suele ser mas digestibles que la celulosa pues la celulosa apenas se digiere en monogástricos, pero en los rumiantes la celulosa suele ser más digestibles que la hemicelulosa. (Cañas. 1995).

Pectinas

Se encuentran en cantidades elevadas en leguminosas. Se digieren más rápidamente que la celulosa o la hemicelulosa, pero a diferencia de lo que ocurre con la rápida fermentación del almidón, la fermentación de estas no disminuye el pH ruminal (*Bach y Casamiglia 2006*).

Lignina

Es totalmente indigestible en el tubo digestivo de los rumiantes y ejerce un efecto negativo directo sobre la digestión total y un efecto indirecto a consecuencia de impedimentos físicos que limitan el acceso de las bacterias a las zonas degradables de la fibra, efecto más evidente en las gramíneas, la concentración de lignina depende de la especie de forraje, siendo mayor en leguminosas que en gramíneas, y del estado vegetativo, a mayor madurez más lignina (*Van Soest, 1968*).



Figura1. **Estructura de célula vegetal (Hutjens 2003)**

Análisis de la Fibra

Fibra Neutro Detergente (FND)

Es el material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, existen otros componentes minoritarios, como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno (Calsamiglia 1997).

Cuando la porción de FND y almidón degradable en el rumen es menos de 1:1 o cuando las proporciones del concentrado son más altas del 50% del consumo de materia seca, (cuadro 2) se produce una fermentación ácida y más propionato es formado; resultando en un mayor potencial para disminuir el contenido de grasa en la leche (Bunting 2004).

Fibra Acido Detergente (FAD)

Es el material insoluble en una solución detergente acida, y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y minerales. La diferencia entre FND y FAD consiste fundamentalmente en hemicelulosa (Calsamiglia 1997).

Cuadro 2. Ejemplos de diferencias en el contenido de fibra detergente neutra de alimentos para ganado

Nivel de fibra	Alimento	FND %
Bajo	Productos de origen animal	0
	Subproductos cereales	22-45
Medio	Forraje verde fresco	38-45
	Heno y forrajes secos	37-63
Alto	Paja	64-83

Fuente: Composición de alimentos para el ganado bovino, Anrique, *et al.* (2014).

La pulpa cítrica como fuente de energía.

El uso de subproductos en la alimentación de bovinos, permite convertir un material de aplicación limitada en humanos en energía para el animal; asimismo, se busca una aplicación óptima de los cítricos enteros negociables y no negociables retirados del mercado por no cumplir con las características deseables para la venta al público; el conocimiento de la posibilidad de utilizar cítricos enteros para la alimentación animal, a pesar de su gran utilidad en zonas productoras, es escasa (NRC, 1978; Volanis *et al.*, 2004).

La alimentación de bovinos con frutos enteros de naranja (FEN) y subproductos cítricos (SPC) asume tres ventajas importantes: primero, para disminuir la dependencia de los vacunos en los granos que pueden ser consumidos por los seres humanos; segundo, para eliminar la necesidad de programas de gestión de residuos costosos como medio de reciclaje (Grasser *et al.*, 1995; Ajila *et al.*, 2012) y tercero para ayudar a resolver problemas de competitividad en el sector citrícola con frutos que no cumplen los estándares impuestos por la demanda interna y externa (Passaro *et al.*, 2012).

La pulpa de cítrico representa el 60 % del peso fresco del fruto, con 19,7 % de MS como promedio (Mirzaei-Aghsaghali y Maheri-Sis, 2008); 6,6 % de pulpa cítrica y digestibilidad de la MS de 62,9 % (Bampidis y Robinson, 2006). Asimismo, la Pulpa Cítrica constituye un adecuado suplemento energético para vacas lecheras en lactación (Bampidis y Robinson, 2006); tiene alto potencial de degradabilidad ruminal y elevada digestibilidad aparente, y se considera un alimento rico en pectinas (Lashkari y Taghizadeh, 2014). De ahí que se catalogue como un concentrado fibroso (Bampidis y Robinson, 2006), que puede incluso reemplazar parcialmente los granos de cereales en las raciones de los animales, sin efectos adversos en la producción y la calidad de la leche (Salvador *et al.*, 2014).

Además, la Pulpa cítrica modifica la fermentación ruminal, mejora la digestión de la fibra (Gado *et al.*, 2011), e incrementa la síntesis de proteína microbiana en vacas lecheras (Gado, 2009).

Un estudio a incorporación de pulpa de cítricos permite reducir sustancialmente (75%) el aporte de maíz en el alimento balanceado de vacas de producción, lo que representa una ventaja comparativa tanto para el productor como para el país. Para maximizar el aprovechamiento ruminal y optimizar la producción de proteína microbiana de bajo costo, proveniente de la pulpa, se requiere de la incorporación de compuestos nitrogenados que

se acoplen a la velocidad de aprovechamiento de la pulpa de cítricos (Rojas-Bourillon, 2001).

Uso de pulpa como alimento en ganado.

Se trata de un producto muy interesante, ya que por una parte tendrá las características de los cítricos frescos, y por otra no tiene el problema de los efluentes. Del silo se descarga directamente al carro mezclador con el resto de alimentos, aumentando la humedad de la mezcla, y dificultando la selección. Este producto aportará energía (>50% azúcares) y agua principalmente. Al igual que los cítricos frescos es pobre en proteína, pero la cantidad de fibra efectiva será menor, por el menor tamaño de partícula. Esto hay que tenerlo muy en cuenta en animales muy productivos con dietas muy energéticas, ya que por su estructura física será un alimento rápidamente degradable a nivel ruminal (Caparra. 2007).

Cítricos en la alimentación de rumiantes

Los cítricos, en la alimentación de rumiantes, son considerados como un alimento voluminoso energético por lo se utilizan en sustitución total o parcial del concentrado de la ración, cereales principalmente. Al sustituir parte del cereal de la ración por cítricos lo que estamos haciendo es sustituir el tipo de carbohidratos de la ración: almidón por fibra fácilmente degradable, pectinas principalmente. Este cambio de carbohidratos conllevará cambios en la fermentación ruminal modificando el perfil de ácidos grasos volátiles (VFA), concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), síntesis de proteína microbiana, pH, etc. Cambios que afectarán a los parámetros productivos; en animales en lactación la producción y composición de la leche se puede ver afectada, así como el cambio en condición corporal del animal (Piquer, 2006).

La pulpa cítrica tiene un elevado potencial de degradabilidad ruminal y digestibilidad aparente (>78%), aumentando la digestibilidad de la fracción fibrosa en raciones en las que sustituye parcial o totalmente a los cereales (Barrios-Urdaneta *et al.*, 2003). En general, a nivel ruminal los cítricos dan lugar a una menor producción de propiónico y láctico que los alimentos ricos en almidón, causando por tanto una menor disminución del pH ruminal (Ben-Ghedalia *et al.*, 1989; Piquer *et al.*, 2009b). Sin embargo, la síntesis de proteína microbiana puede disminuir en raciones donde la pulpa sustituye a cereales (Balcells *et al.*, 1993; Barrios-Urdaneta *et al.*, 2003; Salvador *et al.*, 2008).

Efecto de la inclusión de cítricos sobre la producción de leche.

Volanis *et al.* (2006) utilizando pulpa ensilada en sustitución de parte del concentrado no observaron diferencias en la producción diaria de leche, pero sí observaron mayor porcentaje de grasa en la leche de ovejas alimentadas con pulpa cítrica. Otros autores, en cambio, sí obtuvieron menor producción de leche con dietas que incluían cítricos, pero no varió la producción y porcentaje de grasa (Castrillo *et al.*, 2004, Salvador *et al.*, 2008).

Algunos autores, como Castrillo *et al.* (2004) y Salvador *et al.* (2008), han observado una disminución en la secreción diaria de proteína en la leche producida por animales alimentados con cítricos, lo que se explicaría por una menor síntesis de proteína microbiana observada para éstas raciones. Sin embargo, en vacuno se han observado resultados distintos según el nivel de producción de leche. En vacas de alto nivel productivo la inclusión de cítricos sí disminuye la producción de proteína (Solomon *et al.*, 2000; Broderick *et al.*, 2002; Salvador *et al.*, 2008), pero no se observa este efecto en vacas lecheras de menor producción (<20 kg/día) (Van Horn *et al.*, 1975; Tavares *et al.*, 2005).

Ensayos con el uso de pulpa cítrica.

Muchas investigaciones se han llevado a cabo desde 1950 con respecto al uso de los subproductos cítricos (SPC) en la dieta para ganado vacuno; es así como revisiones de literatura realizadas por Arthington (2002) ponen de manifiesto la utilización de cítricos y SPC en alimentación animal, demostrando tener efectos favorables y similares a dietas a base de maíz; desde entonces, se han logrado resultados que sugieren que la pulpa de cítricos debe limitarse por lo menos al 50% en la dieta de rumiantes.

Barreto *et al.* (2008), realizaron un estudio con 15 vacas lecheras canuladas para comparar el efecto de la sacarosa o la pulpa cítrica sobre el riesgo de acidosis láctica ruminal aguda, encontrando que la adición de Sacarosa produjo una baja en el pH ruminal y sanguíneo y síntomas como inapetencia, diarrea y taquicardia, mientras que la pulpa cítrica solo disminuyó momentáneamente el pH ruminal por lo que concluyeron que la pulpa cítrica puede usarse como fuente energética para prevenir la presentación de acidosis.

En trabajos realizados por Wing (1975) y Rodríguez (1971, 1972) no se determinó una mejoría en el contenido de grasa láctea con la adición de pulpa de cítricos; aunque se ha señalado que esta pulpa favorece un aumento en la proporción de ácido acético en el rumen, el cual es un precursor de la síntesis de grasa de la glándula mamaria.

Belibasakis y Tsirgogianni (1996) quienes utilizaron un 20% de pulpa en la ración total, correspondiente a un consumo diario de pulpa de 3.74kg/animal. Ellos observaron un aumento no significativo de 0.5 y 1.8 kg en producción diaria y corregida al 4% grasa respectivamente.

El uso de pulpa de cítricos ha estado asociado a efectos positivos sobre la fermentación de pectinas encontrando aumentos en la producción de leche con mayor contenido graso (Strobel y Russell, 1986) y cambios moderados en el pH ruminal (Villareal *et al.*, 2006; Piquer *et al.*, 2009). La pulpa cítrica se ha estudiado como fuente de energía alternativa para la sustitución de algunos cereales en la dieta de vacunos como suplementación económicamente viable cuando es utilizada para reemplazar el concentrado en porcentajes del 30%, esclareciendo que la utilización de niveles superiores conduce a una disminución en la eficiencia de conversión alimenticia, peso, rendimiento y densidad de la canal (Caparra *et al.*, 2007).

Del mismo modo, se han observado efectos negativos (reducción de la producción y contenido de proteína de la leche) cuando la pulpa cítrica se ha comparado con otros subproductos (harina de maíz y sémola de maíz) destinados principalmente como una fuente de energía alimentaria (Leiva *et al.*, 2000).

Piquer *et al.* (2009) evaluaron la evolución de los parámetros ruminales de ovejas *in vivo* (pH, ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacal), ajustando la inclusión de frutos enteros de cítricos (FEC), donde reemplazaron el grano de trigo y la compararon con la pulpa cítrica en el mismo nivel de inclusión; los resultados muestran que los carbohidratos de cítricos son altamente degradables y pueden ser utilizados como una alternativa al almidón de cereales para cubrir las necesidades energéticas de las ovejas, pareciendo no suponer un riesgo para el comportamiento del rumen; es así como inclusiones del 26% de FEC y de pulpa cítrica en las dietas de rumiantes se comportaron de manera similar, indicando que inclusiones mayores al 30% de FEC en la suplementación de bovinos conlleva a un deterioro de los parámetros ruminales (Volanis *et al.*, 2006; Piquer *et al.*, 2009).

Según (Bermudez-Loiza *et al* 2015) el aumento del 11,4% en términos de la producción de sólidos totales de la leche, la estabilidad en la grasa de la leche y la poca variación del pH ruminal, muestran que el ensilaje de frutos enteros de naranja puede sustituir parte de la ración alimenticia del ganado bovino como alternativa energética en momentos de escases de alimentos.

5. Desarrollo

5.1 Metodología del Experimento

El experimento se realizó en la hacienda Velesa ubicada en el municipio de Caluco en Sonsonate con coordenadas 13°43'05" N y 89°40'07.7" W a una altitud de 450 msnm, en un periodo de 6 meses que comprenden de diciembre 2,021 a abril de 2,022, en la cual se utilizaron dieciocho vacas Holstein en ordeño con un promedio de 540 kg PV, 25 kg de leche, 90 días en leche, una calificación de condición corporal superior a 3.0 y antecedentes de salud normales, se asignaron al azar a 2 grupos de 9 vacas cada uno para recibir uno de los tratamientos que consisten en combinaciones de dos diferentes fuentes de energía en el concentrado: Harina de Maiz (HM) o Pulpa Cítrica en un diseño cross over. El experimento tuvo una duración de 42 días en 2 períodos de 21 días con 14 días de adaptación y 6 días de muestreo cada uno. Después de las 21, las primeras vacas pasaron al siguiente tratamiento. Las vacas se alojaron en un establo techados con lámina de hierro y piso de concreto equipados con echaderos de arena y tuvieron acceso a un comedero lineal. Recibieron acceso libre a alimento y agua potable.

5.1.1 Elaboración de Dietas.

Se formularon dietas para satisfacer los requerimientos de nutrientes de vacas lecheras de 540 kg PV que rindan 25 kg de leche según NRC (2001), para ser isoenergéticas e isonitrogenadas con una relación forraje / concentrado de 50:50 y fueron ofrecidas como Ración Total Mezclada (TMR) a las 8 am y las 2 pm. La oferta de alimento fue ajustada para un rechazo estimado del 5% alimento ofrecido.

La comparación consistió en sustituir el 60 % del grano de maíz (5kg = 11 lb) en el concentrado por pulpa cítrica peletizada (3kg= 6.6 lb), dejando todos los ingredientes y la composición de la ración isocalórica e isoproteica (cuadro 3).

Cuadro 3. Ingredientes y composición química de dietas experimentales para vacas lecheras.

Forraje	Ensilado de maiz			Ensilado de Maiz		
	Vigna			Vigna		
Energia	Harina de Maiz			Pulpa Citrica		
	Tal como ofrecido lbs/d	MS kg/d	% MS	Tal como ofrecido lbs/d	MS kg/d	% MS
Soya	7.70	3.15	13.94	8.07	3.30	14.60
Afrecho	3.67	1.50	6.64	3.30	1.35	5.97
Melaza de caña de azúcar	4.23	1.25	5.53	4.23	1.25	5.53
Harina de maíz	11.00	4.50	19.92	4.40	1.80	7.96

Pulpa de cítricos				6.60	2.70	11.95
Sal mineral	0.27	0.12	0.53	0.27	0.12	0.53
Sal	0.09	0.04	0.18	0.09	0.04	0.18
Grasa sobrepasante	0.67	0.30	1.33	0.67	0.30	1.33
Carbonato de calcio	0.33	0.15	0.66	0.33	0.15	0.66
Bicarbonato de sodio	0.36	0.16	0.71	0.36	0.16	0.71
Diamond (levadura)	0.11	0.05	0.22	0.11	0.05	0.22
Ox Mg	0.04	0.02	0.09	0.07	0.03	0.13
TOTAL Concentrado	28.46	11.24	49.76	28.49	11.25	49.78
Ensilaje de Maíz	37.33	5.60	24.79	37.33	5.60	24.78
King Grass	24.75	1.80	7.97	24.75	1.80	7.96
Heno Vigna	8.65	3.50	15.49	8.65	3.50	15.49
Heno suazi	4.95	0.45	1.99	4.95	0.45	1.99
TOTAL Forraje	75.69	11.35	50.24	75.69	11.35	50.22

5.1.2 Metodología de Campo

Se inició con una revisión de las áreas de alojamiento de cada grupo de vacas.

Pesaje de rechazos. Durante los 6 días de muestreo, se recogió de los dos comederos todo el alimento rechazado del día anterior con una pala y una carretilla, se depositó en un recipiente plástico y se pesó en una báscula eléctrica. (Figuras A1, A2 y A3).

Elaboración de Raciones Totales mezcladas. Para la elaboración de las TMR, usó las proporciones presentadas en el cuadro X. Se peso los ingredientes de los concentrados. Se agregó las cantidades de forrajes picando el zacate napier, el heno de vigna y heno de suazi en una picadora estacionaria que lo lanzaba dentro del carro mezclador equipado con bascula, luego se agregó el ensilado de maíz y los ingredientes de concentrado para ser mezclados (figura A4)

5.1.2.1 Alimentación

Para la alimentación, una vez concluida la mezcla se llevó el carro mezclador al pasillo de alimentación y se vació su contenido en carretillas para repartir las raciones en los respectivos comederos (Figura A5) Este proceso se realizó todos los días de la duración del experimento y dos veces al día se ofrecía alimento.

5.1.2.2 Periodos Muestreo

Se realizaron 2 periodos de muestreo los cuales se realizaron 6 días de muestreo por cada periodo.

5.1.2.3 Materiales

Para el muestreo se rotularon los materiales según el caso como se describe a continuación:

Bolsas para toma de muestra de heces.

Bolsas para toma de muestra de leche.

Bolsas para colecta de rechazo.

Bolsa para colecta de ración.

Frasco para toma de muestra de orina.

Tubos para orina sin dilución.

Tubos para orina ya diluidos.

5.1.2.4 Muestreo

Durante la semana de muestreo, las vacas fueron estimuladas con masajes perianales para obtener muestras de orina de 1 litro. Se acidificó una submuestra de 100 ml de orina con ácido sulfúrico (20% v / v) para reducir el pH por debajo de tres, fueron filtradas y luego diluidas con agua destilada, en una relación de uno a cinco, se tomó con alícuotas de 10 ml por duplicado y una sin diluir. Todas las muestras se congelaron -20 ° C hasta su análisis.

Durante la semana de muestreo, se recolectó diariamente 200 gr de muestras fecales directamente del recto de cada vaca, se congeló a – 20°C para preservarlas hasta el momento de su análisis. Toma de muestra de leche, se tomó 2 muestras diarias de leche por vaca (3 am y 3 pm) en el medidor de la máquina ordeñadora utilizando una bolsa estéril de unos 50 ml, las muestras se mantuvieron a 4 °C y se mezclaron posteriormente en un recipiente plástico para tener una muestra por vaca por día, que luego fue enviada en hielera al laboratorio de la cooperativa la salud.

5.1.3 Fase de laboratorio

Se comenzó procesando las muestras de orina, dejado las descongelar a temperatura ambiente. Posteriormente se clasificaba cada muestra de acuerdo al nombre de cada vaca y de cada semana de muestreo.

Se realizaba una homogenización de las muestras, así obtener muestras listas para realizar análisis. Las muestras de alimento y heces se secaron en bandejas de aluminio en una estufa de aire circulante (100-800, Memmert GmbH and Co. KG, Schwabach, Alemania) a 60°C por 48 horas para determinar materia seca y fueron molidas a un tamaño de partícula de 1 mm en un molino de martillo Wiley (Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, PA).

El nitrógeno (N) se analizó en alimentos secos, rechazos y heces recién descongeladas. Para estimar la proteína cruda mediante el procedimiento Kjeldahl se multiplicó la concentración de N por 6.25. El procedimiento se realizó en un equipo de DK y destilación UDK 129 (VELP Scientifica, Italia).

En alimentos, rechazos y heces se determinó fibra neutro detergente (FND, usando α -amilasa) y fibra ácido detergente (FAD) siguiendo el procedimiento descrito por Van Soest, (1991) usando un analizador Ankom 200 ((ANKOM technology, Macedon, NY). Se determinó también cenizas por medio de combustión en una mufla (L24/12/P320, Nabertherm, Bremen, Alemania) a 550 °C por 2 h (AOAC, 2005).

En muestras de orina se analizó alantoína y ácido úrico mediante procedimientos espectrofotométricos y la síntesis de proteína microbiana se determinó a partir de éstos según Chen y Gómez (1992).

Las muestras de leche se analizaron en un aparato Foss MilkoScan F1 (Foss Electric, Hillerød, Dinamarca) para determinar la concentración de proteína, grasas, sólidos totales (ST), lactosa y N ureico en leche.

6. Resultados y Discusión.

6.1 Trabajo de campo.

Se trabajó en el experimento de campo durante dos periodos de 21 días. Las principales actividades que se desarrollaron fueron: preparación de dietas (incluyendo picado de heno y zacate, pesaje de materias primas y cargado del carro mezclador), alimentación de las vacas, muestreos de heces, orinas y leche, procesamiento de muestras en campo, pesaje de animales y control de producción láctea.

6.2 Análisis de Laboratorio.

Se procesaron diversas muestras en laboratorio para diferentes determinaciones en total se efectuaron 1686 análisis. En alimento, rechazo y heces se procesaron 138 materias secas, 138 molidos, 138 cenizas, 138 Fibras neutro detergentes y 138 fibras ácido detergentes. Se analizaron 282 proteínas en las muestras anteriores más las orinas 144 creatinina, 144 alantoína y 144 ácido úrico. Se analizaron 144 Lactosa, 144 Proteína y 144 Grasa en leches (cuadro 4)

Cuadro 4. Determinaciones de laboratorio diferentes muestras

		n	MS	molido	N/CP	FND	FAD	ASH	Creatinina	Allantoina	Acido urico	Lactosa	Prot	Grasa	SNG	
ALIMENTO	3 muestras por tiempo															
	Silo de maiz		6	6	6	6	6	6								
	Encilado de King grass		6	6	6	6	6	6								
	Frijol mono		6	6	6	6	6	6								
	RTM1		6	6	6	6	6	6								
	RTM2		6	6	6	6	6	6								
	RTM3		6	6	6	6	6	6								
	RTM4		6	6	6	6	6	6								
RECHAZOS	RTM1		6	6	6	6	6	6								
	RTM2		6	6	6	6	6	6								
	RTM3		6	6	6	6	6	6								
	RTM4		6	6	6	6	6	6								
HECES	1 POOL POR TIEMPO															
	T1	9	18	18	18	18	18	18								
	T2	9	18	18	18	18	18	18								
	T3	9	18	18	18	18	18	18								
	T4	9	18	18	18	18	18	18								
ORINA	2 pools por tiempo															
	T1	9			36				36	36	36					
	T2	9			36				36	36	36					
	T3	9			36				36	36	36					
	T4	9			36				36	36	36					
LECHE	6 muestras/ tiempo =4 pools															
	T1	9										36	36	36	36	
	T2	9										36	36	36	36	
	T3	9										36	36	36	36	
	T4	9										36	36	36	36	
TOTAL			138	138	282	138	138	138				144	144	144	144	1686

6.3 Consumo de Nutrientes.

El cambio de maíz por pulpa cítrica como fuente de energía en el concentrado de vacas lecheras, resulto en una disminución en el consumo de los nutrientes materia seca (18.5 vs 17.7 kg), materia orgánica (16.7 vs 15.8), materia orgánica digestible (11.7 vs 10.7 kg) y proteína (3206 vs 3050 g ($P < 0.01$)). Sin embargo, los consumos de FND y FAD se mantuvieron similares en los dos grupos de animales (cuadro 5).

Cuadro 5. Consumo de nutrientes en vacas lecheras alimentadas con dietas basadas en harina de maíz o pulpa cítrica.

Variable	Maíz	Pulpa	EEM	P F de Energía
Materia seca (kg)	18.5	17.7	0.37	<0.01
Materia orgánica (kg)	16.7	15.8	0.33	<0.01
Materia orgánica digestible (kg)	11.7	10.7	0.32	<0.01
Proteína cruda (g)	3206	3050	59.6	<0.01
Fibra neutro detergente (g)	6868	6913	148	0.46
Fibra ácido detergente (g)	3793	3823	80.3	0.64

EEM= Error estándar de la media

6.4 Experiencia Adquirida.

6.4.1 Trabajo en Experimentos con animales, muestreo, alimentación.

Trabajar en un área de bovinos ha sido un aprendizaje, en él se ha comprendido la importancia desde los inicios, el manejo, la conservación y finalización de todos los procesos y la importancia de cada una de las etapas que conllevo toda esta investigación.

La etapa del muestreo fue una de las actividades en la cuales hubo que trabajar cuidadosamente debido que las muestras a tomar debían ser recolectadas con mucho cuidado y tomando las indicaciones requeridas para no tener falsos resultados. Entre las varias lecciones aprendidas con esta experiencia, están 1) el sentido de la repetición de las observaciones (registros de producción, pesos vivos o muestras) en varios días consecutivos como una garantía de la obtención de la respuesta mas acercada a la realidad 2) la correcta identificación del envase de la muestra previo a su toma para facilitar el trabajo y evitar errores y 3) la necesidad de crear facilidades en campo como mesa con rodos, envases, bolsas ziplock, bolsas estériles para leche o en el caso de las orinas, un área de trabajo con mesa de trabajo, embudos, phmetro, beakers, papel filtro, balones, viales y un método para el procesamiento de estas muestras por medio de filtrado, baja controlada de pH dilución y submuestreado.

La alimentación también fue hecha con mucha rigurosidad y cuidado ya que se debía realizar la preparación de las materias primas, pesarlas para luego llevarlas a la mezcladora y posteriormente, llevarlas a los comederos de cada módulo de acuerdo a la asignación de

alimentación. En esta actividad se debía cumplir con el requisito de ofrecer una alimentación balanceada a las vacas para procurar su buena producción, pero aún más importante en este caso fue cumplir con el efecto en estudio en los dos grupos que era sustituir el 66% de la harina de maíz por pulpa cítrica del concentrado en el grupo tratamiento y ofrecer exactamente las mismas condiciones a los dos grupos de animales.

Muy importante fue también la colección y pesaje de rechazos para sacar los consumos por diferencia con lo ofrecido, igualmente la medición de la producción diaria por vaca que se repitió dos veces al día por seis días en ambos periodos de muestreo

El trabajo realizado en el módulo de bovinos permitió un aprendizaje durante el tiempo que se desarrolló el experimento en el manejo y trato con los animales, ya que, a pesar de haber estudiado esta especie durante la carrera, la interacción que se generó durante el proyecto contribuyó a afianzar de mejor manera la experiencia en técnicas para el manejo y cuidado de las vacas lecheras. Este aprendizaje fue importante para mi experiencia profesional, debido a que al entrar en el mundo profesional y laboral, tendré mejor capacidad para desenvolverme en el rubro pecuario, así mismo tendré más confianza para puntualizar mis habilidades de manejo e interacción con el ganado lechero.

6.4.2 Técnicas de laboratorio.

En esta etapa se adquirió destrezas en diferentes procedimientos aplicadas a la determinación de concentración de nutrientes en muestras que fueron utilizados para la determinación de parámetros nutricionales como el consumo, la digestibilidad, la excreción y la eficiencia de nutrientes en leche que son de mucha utilidad para comparar el valor nutricional de un ingrediente como la pulpa cítrica.

Para el desarrollo de las técnicas de laboratorio se realizó en primer lugar la identificación de cada una de las muestras, congelado, descongelado, secado y molido según cada caso, Se trabajó con muestras de orina haciendo una mezcla de las 6 muestras de un animal, se analizó Nitrógeno por el método de Khjedahl, Creatinina, alantoína y ácido úrico mediante procedimientos espectrofotométricos para estimar volumen de orina por día, excreción de nitrógeno, de derivados purínicos y la síntesis de proteína microbiana.

En las muestras de alimento, rechazo y heces: se realizó un proceso más exhaustivo, el cual consistió en descongelar las muestras y mezclar las 6 muestras de un animal (pool), secar cada muestra, las cuales se colocaron en bandejas de aluminio y posteriormente se colocaron en una estufa de aire circulante a 60°C por 48 horas. Luego de obtener la materia seca, se molieron en un molino de martillo (wiley) para tamaño de 1 mm.

Como se describió antes, se determinó ceniza en un horno de mufla, proteína (Kjedahl), fibra neutro detergente y fibra ácido detergente (por el método de van Soest). Este es una información fundamental para el cálculo del consumo, digestibilidad y excreción de nutrientes.

Las muestras de leche tomadas del ordeño de la mañana y la tarde, se refrigeraron a 4°C y se mezclaron 6 muestras (de 3 días) y se llevaron al laboratorio de la Salud donde se analizaron en un aparato Foss MilkoScan F1, para determinar la concentración de proteína, grasas, sólidos totales (ST), lactosa y N ureico en leche (NUL). Esta información junto con las producciones diarias de leche, permiten calcular la producción diaria de nutrientes

6.4.3 Experiencia en investigación.

En el aspecto técnico científico, participar en la implementación de un proyecto de investigación de nutrición animal por medio de un experimento de campo fue una experiencia edificante por los aspectos logísticos, técnicos y científicos involucrados. La investigación permitió realizar una comparación sobre una fuente de energía utilizada comúnmente como es el maíz y otra forma alternativa que permita reducir los costos de producción para el sector pecuario, que es un asunto de mucho interés entre ganaderos. Es una área en la cual es de suma importancia tener los conocimientos adecuados para poder brindar alimentación nutricional adecuada a los bovinos de acuerdo a la raza y el propósito en el cual se quiere enfocar una ganadería, debido que si no tenemos estos conocimientos difícilmente obtendremos los resultados pensados y tendremos pérdidas, la posibilidad de generar problemas de salud a los bovinos derivados de su alimentación.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

A través de esta pasantía en proyectos de investigación se mejoró la experiencia y las competencias en el área de manejo de ganado lechero, experimentación en campo y trabajo en laboratorio.

Esta investigación permitió mostrar que, aunque la pulpa cítrica es una fuente alimenticia con alto contenido de pectina y que su valor es considerablemente menor que el del maíz, cuando se sustituye dos tercios del maíz en la ración de las vacas, se ve afectado negativamente el consumo de nutrientes y la digestibilidad

El cambio de maíz por pulpa cítrica como fuente de energía en el concentrado de vacas lecheras, resulto en una disminución en el consumo de los nutrientes materia seca,

materia orgánica, materia orgánica digestible y proteína. Sin embargo, los consumos de FND y FAD se mantuvieron similares en los dos grupos de animales).

7.2. Recomendaciones

Que se tenga mayor oportunidad de poder realizar pasantías de tipo práctico para que como alumnos tengamos la oportunidad de experimentar el trabajo de campo, poder reforzar nuestra experiencia y tener una mejor visualización del manejo del ganado que se realiza en una explotación ganadera.

Se recomienda tener más estudios dentro de la facultad enfocados en alternativas energéticas para sustituir el maíz en las dietas del ganado bovino.

Realizar estudio de la pulpa cítrica en ganado de menor producción para evaluar el rendimiento productivo y poder tener un mayor enfoque en cuanto al uso de la pulpa cítrica como suplemento de energía en las dietas del ganado bovino.

8. Bibliografía.

- Anrique R. Molina X.; Alfaro M, 2014.** Composición de Alimentos para el Ganado Bovino, Cuarta edición, Consorcio Lechero La Cadena Lactea de Chile. Consultado el 3 de diciembre de 2023- Disponible en: <https://www.consorcirolechero.cl/wp-content/uploads/2021/04/composicion-de-alimentos-para-ganado-bovino.pdf>
- Ajila, C.M.; Brar, S.K.; Verma, M.; Tyagi, S.; Godbout; J.R. Valéro. 2012.** Bio-processing of agro-byproducts to animal feed. *Critical Reviews in Biotechnology*; Early Online: 1–19
- Arthington, J. D ; Kunkle, W. E. ; Martin, A. M., 2002.** Citrus pulp for cattle. *Vet. Clin. Food Anim.*, 18: 317-326
- Bach, A.; Calsamiglia, S. 2006.** La Fibra en los Rumiantes. ¿Química o Física? XII Curso de Especialización FEDNA. (en línea). Universidad Autónoma de Barcelona. Consultado: 28 de abril del 2021. Disponible en: http://www.produccionovina.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/10_fibra_en_rumiantes.pdf
- Balcells J.; Fondevila M.; Guada J.A.; Castrillo C.; Surra J.C.E. 1993.** Urinary excretion of purine derivatives and nitrogen in sheep given straw supplemented with different sources of carbohydrates. *Anim. Prod.* 57: 287-292.
- Bampidis, V. A. & Robinson, 2006.** P. H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 128:175-217.
- Barrêto Júnior, R. A.; Minervino, A. H. H.; Rodrigues, F. A. M. L.; Antonelli, A. C.; Sucupira, M. C. A.; Mmori, C. S., & Ortolani, E. L. (2008).** Comparative study of the citrus pulp to cause acute rumen lactic acidosis in cattle. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 45(6), 421-428. Consultado disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1413-95962008000600002>
- Barrios-Urdaneta A.; Fondevila M.; Castrillo C. 2003.** Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. *Anim. Sci.* 76: 309-317.
- Belibasakis N.G.; Tsirgogianni D. 1996.** Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. *Anim. Feed Sc Technol.* 60:87-9
- Ben-Ghedalia D.; Yosef E.; Miron J.; Est Y. 1989.** The effects of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 24: 289-298.
- Berchielli TT.; Pires AV, De Oliveira SG, 2011.** editors. *Nutrição de Ruminantes*. 2.edição ed. Funep
- Bermudez-Loiza, JA; Melo-Camacho EP; Estrada-Alvares J. 2015.** Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos, *Revista Veterinaria y Zootecnia*, v. 9, n. 2, p. 38-53. DOI: 10.17151/vetzo.2015.9.2.4
- Broderick G.A.; Mertens D.R.; Simons R. 2002.** Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*, 85, 1776-1776.
- Brosh A.; Henkin Z.; Ungar ED.; Dolev A.; Shabtay.; Orlov A, 2010.** Energy cost of activities and locomotion of grazing cows: A repeated study in larger plots. *J Anim Sci.* Jan1;88(1):315-23.
- Bunting, L. 2004.** Estrategias Nutricionales Para Cambiar los Componentes de la Leche. (en línea). II Seminario Sobre Alimentación y Manejo de Ganado Lechero. México. Consulta: 23 de febrero del 2021. Disponible en: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Factor/Estrategias.pdf>
- Calsamiglia, S.1997.** Nuevas Bases Para la Utilización de la Fibra en Dietas de Rumiantes. XIII Curso de Especialización FEDNA. (en línea). Universidad Autónoma de Barcelona. ES.

Consultado: 23 de febrero de 2010. Disponible en:
http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_1.pdf

Campabadal, C.2007. Efecto de la nutrición sobre la reproducción del ganado de leche. Disponible en: <http://www.soyamex.com.mx/sp/Animal/lance%202004/Ganado%20leche/ENURG.html>

Cañas, C.R. (1995). Alimentación y nutrición animal. PUC. Santiago, Chile.

Caparra, P. 2007. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.68, n.3, p. 303-311.

Castrillo C., Barrios-Urdaneta M., Fondevila M., Balcells J., Guada A. 2004. Effects of substitution of barley with citrus pulp on diet digestibility and intake and production of lactating ewes offered mixed diets based on ammonia-treated barley straw. *Anim. Sci.* 78, 129-138.

Castro-Montoya J.M.; García R.A.; Ramos R.A.; Alas E.A.; Flores J.M.; Corea Guillen E.E.; 2018. Dairy cows fed on tropical legume forages: Effects on milk yield, nutrient efficiency and profitability. *Trop. Anim. Health. Prod.* 50:837–843. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1505-3>

Chase, L.E.; Smith R.D. Nutrition and Reproduction. Dairy Integrated Reproductive Management. USA. Consultado 14 febrero 2021. Disponible en:
<http://www.wvu.edu/~exten/infores/pubs/livepoul/dirm14.pdf>

Church, D. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. Luis Jorge Pérez. MEX. D.F. LIMUSA. p 289, 290..

Church, D.C; Pond, W.G; Pond, K.R. 2004. Fundamentos Nutricionales y Alimenticios de animales. Trad. L. J. MEX. LIMUSA. p.31-48; 259-253.

Corea E.E., Aguilar J.M., Alas N.P., Alas E.A., Flores J.M., Broderick G.A., 2017. Effects of dietary Vigna hay and protein level on milk yield, milk composition, N efficiency and profitability of dairy cows. *Anim feed sci tech.* 226:48-55.

Corea E.E.; J. Castro-

Danelon J; Marcos E. 1988. Digestión Ruminal y Metabolismo. Publicación Miscelanea No 38 ISSN0325-9137.

Dänicke S.; Meyer U.; Winkler J.; Kirsten Schulz K.; Ulrich S.; Frahm J. 2014. Description of a bovine model for studying digestive and metabolic effects of a positive energy balance not biased by lactation or gravidity, *Archives of Animal Nutrition.* Vol. 68 (6), pp. 460 – 477.

Denni BI; Pasby, R. 2009. Síntesis y absorción de las grasas. (en línea) Consultado el 19 de febrero de 2021. Disponible en www.produccionanimal.com.ar

Drackley K.; Overton T.; Douglas G. 2001. Adaptation of glucose and long chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science.* Vol. 84 (E) E100 - E112.

Englyst.HN y Hudson, GJ,1987. Calorimétricos método de edición rutinaria de la fibra dietética como polisacáridos no amiláceos. Una comparación con la cromatología de gas-liquido. *Food Chem,* 24:63-76.

Fuller MJ (2008) Enciclopedia de Nutrición y Producción Animal. Acribia. Zaragoza, España. 620 pp.

Gado, H. M.; Salem, A. Z. M.; Odongo, N. E.; Borhami, B. E., 2011. Effect of exogenous enzymes ensiled with orange pulp on digestion, blood metabolites and growth performance in lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 165:131-136.

Gado, H. M.; Salem, A. Z. M.; Robinson, P. H., Hassan, M, 2009. Influence of exogenous enzymes on nutrient digestibility, extent of ruminal fermentation as well as milk production and composition in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Tech.* 154:36-46

Grasser, L.A.; et al. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal Dairy Science,* v.78, n.4, p.962-971, 1995.

- Gutmann.Me Wahlefeld Y , A.W** (1974) metodos de analisis enzimatico. Vol. 3, pp.1464-68.H.U.Bergmeyer.2 edicion, Academic Press.
- Hutjens, M. 2003.** Guía de Alimentación. Segunda Edición. (en línea). Editorial Hoards Dairyman. p 13-20. Consultado: 3 de febrero de 2010. Disponible en: http://books.google.com/sv/books?id=ljMc9zztMfUC&printsec=frontcover&source=gbs_slidr_thumb#v=onepage&q&f=false
- Keim, JP, 2017.** Fibra En La Dieta De Vacas Lecheras A Pastoreo, Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile
- Kmicikewycz A.D., J. Heinrichs. 2015.** Effect of corn silage particle size and supplemental hay on rumen pH and feed preference by dairy cows fed high-starch diets. *J. Dairy Sci.* 98 :373–385
- Lashkari, S.; Taghizadeh, A.; Seifdavati, J.; Salem, A. 2014.** Qualitative characteristics, microbial populations and nutritive values of orange pulp ensiled with nitrogen supplementation. *Slovak J. Anim. Sci.* 47 (2):90-99.
- Leiva, E.; Hall M.B.;**
- Martínez A.; Pérez M.; Pérez L.; Gómez G. 2010.** Digestión de los lípidos en los Rumiantes: Una revisión. *Interciencia*, vol. 35, núm. 4, abril, 2010, pp. 240-246
- Mirzaei-Aghsaghali, A.; Maheri-Sis 2008.** N. Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants. A review. *World J. Zool.* 3 (2):40-46.
- Montoya; M. Mendoza; F.M. López; A. Martinez; M. E. Alvarado; C. Moreno; G. A. Broderick; U. Dickhoefer. 2020.** Effect of forage source and dietary rumen-undegradable protein on nutrient use and growth in dairy heifers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 269: 114658. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114658>
- Morand-Fehr M; Tran G (2001)** La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.* 14: 285-302.
- NRC, 2001.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC.1978.** Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. Ed. Washington: National Academy of sciences Press.
- Pássaro, C.; Navarro, P.; Salvador, A. Poscosecha. In: Garcés, L.F. 2012.** Cítricos: cultivo, cosecha e industrialización. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista. p. 223-284.
- Piquer O. 2006.** Whole citrus fruit in sheep nutrition. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Piquer, O.2009.** Whole citrus fruits as an alternative to wheat grain or citrus pulp in sheep diet: Effect on the evolution of ruminal parameters. **Small Ruminant Research**, v. 83, n. 1, p. 14-21.
- Reis, R.A.Rodriguez, L.R.A.** Valor nutritive de plantas forrajeras Jaboticabal, 1993,26 p.
- Rodriguez V. 1971.** El uso de la pulpa deshidratada de naranja para la producción de leche. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 5: 263-269
- Rodriguez V. 1972.** Efecto de diferentes niveles de pulpa de cítricos deshidratada como suplemento a vacas en pastoreo libre o restringido. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 6: 9-14
- Rojas, Augusto; Gamboa, Luis; 2001.**La sustitución de maíz por pulpa de cítricos deshidratada sobre la producción y composición láctea de vacas encastadas Holstein en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 25 (1), 45-52
- Ronquillo, M. 2019.** Fortalecimiento Del Sistema Producto Ovinos. Tecnologías para Ovinocultores. Disponible en línea: Ultima Revisión 27/Abril/2021. <https://www.uno.org.mx/sistema/pdf/alimentacion/loscompuestosnitrogenados.pdf>)
- Salvador S.C.; Pereira M.N.; Santos J.F.; Melo L.Q.; Chaves M.L. 2008.** Resposta de vacas leiteiras à substiuição total de milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos II: Desempenho e economia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60: 1142-1149.

- Salvador, A.; Igual, M.; Contreras, C.; Martínez-Navarrete, N.; Camacho, M. 2014.** Effect of the inclusion of citrus pulp in the diet of goats on cheeses characteristics. *Small Ruminant Res.* 121:361-367.
- Santini, F., 2014.** *Nutrición Animal Aplicada, Área de Investigación en Producción Animal Grupo de Nutrición Animal INTA, EEA Balcarce.*
- Solomon R.; Chase L.E.; Ban-Ghedalia D.; Bauman D.E. 2000.** The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 83: 1322-1329.
- Strobel, H.J.; Russell, J.B.,1986.** Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, n. 11, p. 2941-2947.
- van Horn H.H. 2000.** Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 83:2866–2875.
- Van Horn H.H.; Marshall S.P.; Wilcox C.J.; Randel P.F.; Wing, J.M. 1975.** Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitution. *J Dairy Sci.*, 58: 1101-1108.
- Van Soest, P.J. 1994.** *Nutritional Ecology of the Ruminant (2nd Ed.)*, Cornell Univ. Press, 476 p.
- Van Soest. P.J,** vino, determinación y humedad de la lignina y celulosa en la fibra detergente ácida con permanganato. *Revista de la Asociación de Química Agrícola, Washington*, V.51,p.780-85,1968.
- Villareal, M. 2006.** Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). **Animal Feed Science and Technology**, v.125, p.163-173.
- Volanis, M.; Zoiopoulos, P.; Tzerakis, K., 2004.** Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin. Res.*, 53 (1-2): 15-21
- Wing J.M 1975.** Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete diets for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 63-66

9. Anexos



Figura A1. Área de trabajo preparada para la separación de cada uno de los tratamientos con sus respectivos sujetos de estudio.



Figura A2. Recolección de rechazo posterior a la administración de cada uno de los tratamientos.



Figura A3. Área de elaboración y mezcla de las dietas utilizadas en los diferentes tratamientos



Figura A4. Transporte de las dietas a través de carretillas.



Figura A5. Distribución de las dietas a cada grupo de estudio.



Figura A6. Toma de muestra de leche, obtenida a través de maquina ordeñadora.

Figura A7. Clasificación de las muestras obtenidas de leche.



Figura A8. Toma de muestras de heces directamente del recto del sujeto de estudio.

Figura A9. Clasificación de las muestras recolectadas de heces y orina en sus respectivos depósitos.



Figura A10. Pesaje de materia prima, previo a la elaboración de los tratamientos.



Figura A11. Secado y molida de las heces en laboratorio.



Figura A12. Mezclado de Orina, para la determinación de alantoína.



Figura A13. Equipo de asesores técnicos y de laboratorio de la pasantía realizada.