

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



“Degradabilidad de la materia seca de una dieta (RTM) que incluía pollinaza líquida”

Por:

Jesús Alberto Rodríguez Sosa

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

“Degradabilidad de la materia seca de una dieta (RTM) que incluía pollinaza líquida”

Por:


Jesús Alberto Rodríguez Sosa

TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

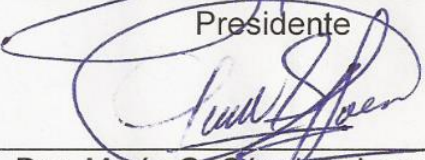
Aprobado por:



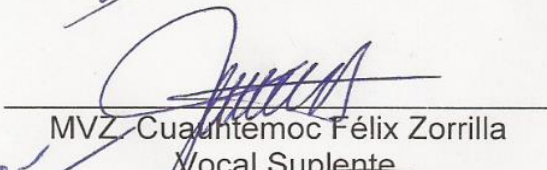
PhD. Juan David Hernández Bustamante
Presidente



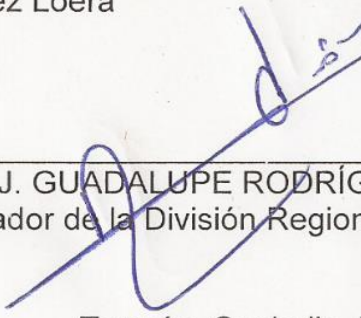
MVZ. Federico A. Hernández Torres
Vocal



Dra. María G. Sánchez Loera
Vocal



MVZ. Cuauhtémoc Félix Zorrilla
Vocal Suplente



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

“Degradabilidad de la materia seca de una dieta (RTM) que incluía pollinaza líquida”

Por:

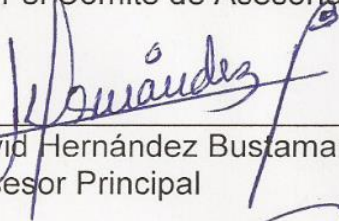
Jesús Alberto Rodríguez Sosa

TESIS

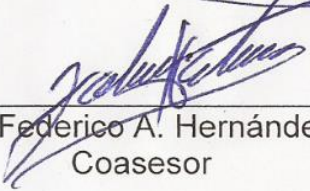
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

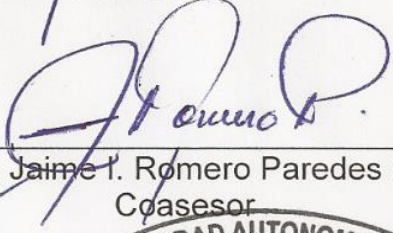
Aprobada por el Comité de Asesoría:



PhD. Juan David Hernández Bustamante
Asesor Principal



MVZ. Federico A. Hernández Torres
Coasesor



MC. Jaime I. Romero Paredes Rubio
Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, ya que en los momentos más difíciles de este camino encontré refugio y paz en el.

A mis padres, Irma Sosa López y el Ingeniero Jesús Rodríguez Castro, que a lo largo de este difícil y largo camino nunca me dejaron solo, siempre tuve su apoyo, cariño incondicional, regaños y lecciones, sabiendo que nunca podre pagar lo que han hecho por mí, solo puedo agradecer y recordarles que los amo infinitamente.

A mi alma mater, que se volvió mi segunda casa desde el primer día que cruce por sus puerta, a lo largo de 5 años aprendí dentro de sus aulas todo para ser un profesionista, y aun mas importante lecciones de vida que nuca olvidare.

A mis docentes, que me compartieron los conocimientos necesarios para llegar a ser un excelente profesionista, sobre todo, al Dr. Juan David Hernández Bustamante y el MVZ Federico Antonio Hernández Torres, que me brindaron enseñanzas dentro y fuera de las aulas además de su amistad.

A mis amigos, Cristian Damián Ortega Vargas, que ha sido un compañero fiel a lo largo de estos 5 años apoyándome en las buenas y las malas, a Jesús Manuel Ortega Torres, que de igual forma fue un amigo constante, a la Ing. Ashley Pamela Monsiváis Hidrogo que siempre estuvo brindándome sus consejos y apoyo, por ultimo a Cesar Alejandro Galarza Zamora, amigo desde mi infancia, con el que siempre puedo contar.

DEDICATORIA

A mis Padres, Sra. Irma Sosa López e Ing. Jesús Rodríguez Castro, las personas que más amo, quienes me han dado todo aun cuando tal vez no lo merecía, a ellos les debo todo y cuanto soy, sin ellos a mi lado no hubiera logrado todo lo que he logrado hasta este momento, cada triunfo y cada logro es de ellos también, se que serán los únicos que no me dejen sin importar lo que pase, mil gracias por tanto y perdón por tan poco.

A mis abuelos, la Sra. Santos Castro Ávila, Sr. Jorge Alberto Rodríguez Valenzuela, Sr. Esteban Sosa Feria, que han sido un apoyo fundamental desde pequeño, me educaron y amaron más que como un nieto como un hijo más.

A mis abuelas, la Sra. Mercedes López Pérez y Ascención Valenzuela Verdugo que a pesar de ya no estar físicamente a mi lado sé que sembraron en mi las bases para ser un gran hombre y siempre las llevo con migo y se me cuidan desde donde estén.

A mis hermanos, Christopher Jesús Rodríguez Martínez y Zaid Rodríguez Martínez, a quienes quiero profundamente y siempre han creído en mí.

A mis tíos, Jorge Alberto Rodríguez Castro, María Teresa Rodríguez Castro, Luis Edmundo Herrera Valenzuela, Gabriela Ariadna Sosa López, Norma Delia Sosa López, con quienes cuento para animarme y apoyarme cuando es necesario

A mi amigo, Moisés Martínez Borrego, que siempre me motivo a lograr grandes cosas, me aconsejo y me brindo una de las amistades más sinceras y aun que ya no está físicamente sus consejos siguen y ayudaron a nunca rendirme

RESUMEN

La ganadería es una de las actividades productivas más importantes de la región lagunera y del país, esto hace que para los productores, médicos y nutriólogos sea de suma importancia el obtener alimentos de alto valor nutrimental y bajos costos. Las excretas de aves, pollinaza y gallinaza son utilizadas por su bajo costo y su contenido de proteína superior al 24%, se utilizan como fuente de proteína en especial si es época baja o en combinación con otros alimentos y forrajes muy pobres en proteína. En este trabajo se presenta una nueva opción de ofrecer la pollinaza, es decir, en forma líquida, este producto pretende tener una mayor digestibilidad a otras presentaciones del subproducto avícola, con el mismo porcentaje de proteína. La forma en que se determinó si el producto cumplía con la digestibilidad y proteína óptima, fue mediante pruebas de digestibilidad "in situ", con la ayuda de un bovino previamente sometido a la cirugía de fistula ruminal y usando la técnica de la bolsa de Dacrón de Orskov y McDonald (1979). Los resultados que obtuvimos indican altas digestibilidades, pero de acuerdo a la fisiología digestiva de los rumiantes la dieta resulta muy acuosa, lo que sería rechazado por el animal. Por lo que concluimos que no es conveniente recomendar el uso del producto hasta en tanto no aumente su materia seca.

Palabras clave: Digestibilidad, Materia seca, Polliiquid, Orskov, Fistula ruminal

INDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO.....	4
3. HIPÓTESIS.....	4
4. REVISION DE LITERATURA.....	5
4.1. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes.....	5
4.2. Aparato digestivo de los rumiantes.....	5
4.2.1. Saliva.....	5
4.2.2. Esófago.....	6
4.2.3. Estómago.....	7
4.2.4. Intestino.....	8
4.3. Bacterias ruminales.....	8
4.4. Clasificación de los alimentos del ganado.....	11
4.4.1. Forrajes.....	11
4.4.2. Concentrados.....	11
4.4.3. Minerales.....	11
4.4.4. Vitaminas.....	12
4.4.5. Aditivos.....	12

4.5. Uso de excretas de aves en la alimentación de rumiantes	
4.5.1. Limitaciones en el uso de excretas de aves.....	12
4.5.1.1. Aspectos sanitarios.....	12
4.5.1.2. Presencia de elementos extraños y residuos tóxicos.....	13
4.5.1.3. Contenido de Minerales.....	14
4.5.1.4. Nivel de humedad.....	15
4.5.1.5. Emisión de olores.....	15
4.5.2. Procesamiento de las excretas de aves.....	15
4.5.2.1. Tratamientos físicos.....	16
4.5.2.3. Tratamientos químicos.....	17
4.5.2.3. Tratamientos biológicos.....	17
4.6. Uso de pollinaza en la alimentación ruminal.....	17
4.7. Composición física.....	18
4.8. Composición química.....	18
4.9. Presentaciones de la pollinaza para la alimentación animal.....	20
4.9.1. Suplemento.....	20
4.9.2. Dieta integral.....	20
4.9.3. Bloques nutricionales.....	20
4.9.4. Casos de estudio de uso de la pollinaza.....	20
4.10. Digestibilidad.....	22
4.10.1 Materia seca.....	22
4.10.2. Métodos para estimar la digestibilidad.....	23
4.10.2.1. Métodos in vitro (DIVMS).....	23
4.10.2.2. Métodos in situ (DISMS).....	23

4.10.2.2.1. Modelaje de la cinética de degradación (Método de Orskov y McDonald).....	24
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
5.1. Localización del área de estudio.....	26
5.2. Animal experimental y su alojamiento.....	26
5.3. Cirugía de fistula ruminal.....	27
5.4. Materiales.....	30
5.4.1. Ancla.....	30
5.4.2. Bolsas.....	30
5.4.3. Experimento.....	31
5.5. Métodos.....	33
5.5.1. Polliiquid (pollínaza líquida).....	33
6. RESULTADOS.....	40
7. DISCUSIÓN.....	43
8. CONCLUSIÓN.....	45
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.....	8
Cuadro 2. Lista de patógenos que podrían estar presentes en la cama de pollos y ser potencialmente dañinos al hombre y/o al ganado.....	14
Cuadro 3. Composición física de la pollinaza.....	18
Cuadro 4. Composición química de la pollinaza.....	19
Cuadro 5. Composición química de la ración totalmente mezclada (RTM).....	34
Cuadro 6. Cantidades porcentuales de polliquit y total de gramos de la RTM...	35
Cuadro 7. Resultados porcentuales de digestibilidad in situ.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparacion del lugar de alojamiento.....	26
Figura 2. Cirugía de fistula ruminal.....	27
Figura 3: Sutura en cirugía de fistula ruminal.....	28
Figura 4. Cánula ya incorporada al bovino.....	30
Figura 5. Ancla utilizada en la investigación.....	32
Figura 6. Tolvas donde se elaboró Polliiquid.....	33
Figura 7. RTM (ración totalmente mezclada).....	34
Figura 8. Preparación de bolsas en ancla	35
Figura 9. Ancla lista para ser introducida en el bovino.....	36
Figura 10. Extracción de muestras.....	37
Figura 11: Vigilancia del bovino durante nevada.....	37
Figura 12. Bolsas limpias a punto de entrar a la estufa de secado.....	38
Figura 13. Acomodo de tapón de cánula después de la última extracción de bolsas.....	39
Figura 14. Muestras testigo.....	41
Figura 15. Muestra con 20% de polliiquid.....	41
Figura 16. Muestra con 40% de polliiquid.....	42
Figura 17. Muestra con 60% polliiquid.....	42

1. INTRODUCCIÓN

Son muchas las actividades agroindustriales que generan residuos a nivel primario, la agricultura o actividad pecuaria, o en procesos de transformación con materia prima de origen biológico (Cury et. al, 2017). Saval (2012) define a los residuos agroindustriales como materiales que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización y que no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico.

Existen básicamente tres grupos de tecnologías para la recuperación de residuos agroindustriales: 1) la valorización biológica y química, 2) la obtención de combustibles (derivados de desechos) y 3) la valorización térmica. En el primer grupo se obtiene la fibra dietaria (alimento para animales y humanos) a partir de residuos orgánicos (Vargas & Pérez, 2018). La industria avícola constantemente busca nuevas áreas de oportunidad que hagan más rentable su cadena de valor (Rico et. al 2014).

Los residuos agroindustriales son de importancia para la alimentación animal cuando su disponibilidad es alta y la producción durante todo el año es constante. También cuando su manejo, transporte, procesamiento y almacenamiento es práctico y de buen acceso para el ganadero; cuando no compite con la alimentación humana y el aporte de nutrimentos presenta un costo relativo menor que las materias primas tradicionales (Tobía & Vargas, 2000a).

Los altos niveles de proteína y minerales esenciales en la nutrición animal junto con sus bajos costos hacen de las excretas de aves (EA) un recurso alimenticio atractivo

para ser empleado en los sistemas de producción con rumiantes. Su empleo en vacunos es hacia donde se han dirigido mayormente los esfuerzos de investigación (Ríos, Combella y Álvarez, 2005).

La pollinaza es un recurso alimenticio para rumiantes ampliamente utilizado en nuestro país. Su empleo está basado en su valor proteico, aunque también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales. Una ventaja del uso de la pollinaza es que se encuentra disponible en grandes cantidades, la producción promedio es de 1.56 kg/ave, cada 70 días que dura un ciclo. (Contreras et. al 2014).

De manera geográfica se encuentra en una amplia zona del país (Sonora, el Bajío, Puebla, Veracruz, la Península de Yucatán), a un costo que puede ser el 50% del costo del grano de maíz (Castellanos, S.F.).

En los Estados Unidos de América donde más se usó la excreta de aves en la alimentación animal y en donde más se ha estudiado este subproducto, no se ha reportado ningún problema de enfermedades transmitidas por este material, cuando se incluye en la alimentación de rumiantes (Fontenot & Webb, 1974). Sin embargo, este subproducto contiene una serie de sustancias que podrían afectar el rendimiento animal o su salud, si se presentaran en una gran concentración. Algunas de las sustancias peligrosas son hormonas, pesticidas, metales pesados antibióticos y Drogas animales (Bhattacharya, 1975). Otra desventaja es el alto contenido de cobre (Cu) en la pollinaza lo que repercute en una posible intoxicación (Aguirre, 2003).

En el presente trabajo se pretende utilizar y validar el uso de la pollinaza líquida como un complemento en una dieta totalmente mezclada, y como primer paso se evaluará la digestibilidad in vivo de la materia seca y se espera que esta sea de un valor porcentual aceptable.

2. OBJETIVO

- Evaluar alimentos alternativos para la alimentación de rumiantes
- Evaluar la pollinaza líquida como fuente nutricional para bovinos
- Medir la digestibilidad *in situ* del sub producto avícola

3. HIPÓTESIS

- Esperamos encontrar digestibilidades de la materia seca igual o mayores del 60%

4. REVISION DE LITERATURA

4.1. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes

El conducto alimenticio inicia en la boca, formada por la lengua y dientes. La lengua es el principal órgano de aprehensión debido a que está cubierta por diferentes tipos de papilas que le dan una marcada aspereza y es especialmente larga en su porción libre. Los incisivos superiores y caninos han sido reemplazados por una almohadilla carnosa; los incisivos inferiores están implantados de manera que no lastimen dicha almohadilla. Los incisivos sujetan el pasto y el animal corta el pasto con un movimiento de cabeza; este bocado es ligeramente masticado y cuando se han juntado varios se forma una bola de aproximadamente 100 gramos incluyendo saliva y esta es deglutida (García & Gingins, 1968).

4.2. Aparato digestivo de los rumiantes

4.2.1. Saliva

La secreción salival tiene distintos tipos de glándulas (parótidas, molares, bucales, palatinas, sublingual, submaxilar, labial, faríngea). Hay dos tipos principales, la primera es la secreción mucilaginosa que humedece el bolo y facilita la masticación y deglutación; la segunda es la secreción alcalina (formada especialmente por carbonatos, bicarbonatos y fosfatos) que mantiene el pH del rumen neutro y evita la acidez. La saliva contiene además urea que le permite mantener un nivel de nitrógeno constante en el rumen (García & Gingins, 1968).

4.2.2. Esófago

El bolo deglutido pasa junto con la saliva a la faringe que es un pasaje común a las vías respiratorias y digestivas y baja al estómago por el esófago. Este órgano tubular que une la faringe con el estómago está formado por tres capas de las cuales la intermedia produce ondas que facilitan el traslado del bolo. Su longitud aproximada es de 0.90 a 1.05 metros y su diámetro potencial en la misma especie de 5 a 7 cm (García & Gingins, 1968).

4.2.3. Estómago

Relling & Mattioli (2003) afirman que en un rumiante adulto el estómago puede llegar a ocupar hasta el 75 % de la cavidad abdominal y junto con su contenido representa alrededor del 30 % del peso vivo del animal. Se divide en cuatro cavidades: el retículo (red o redecilla), el rumen (panza), el omaso (librillo) y el abomaso (cuajar).

El rumen es el de mayor volumen con una capacidad que puede llegar a más de 200 litros en vacunos. En su interior presenta pliegues o pilares que los dividen en cinco sacos (dorsal, anterior, ventral, ciego dorsal y ciego ventral),

La redecilla o retículo está separada del rumen por el pliegue rúmimo-reticular. Presenta esencialmente la misma estructura, pero la mucosa de este compartimento se caracteriza por formar pliegues de 1 cm. de altura aproximadamente que dan origen a celdas poligonales en forma de panal (García & Gingins, 1968).

El tercer estómago u omaso parece a un balón de fútbol y tiene una capacidad de aproximadamente 10 kg. El omaso es un órgano pequeño que tiene una alta

capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio y fósforo que pueden retornar al rumen a través de la saliva (UAEH, 2011).

El cuajar o abomaso es semejante al estómago de los monogástricos, pero con más forma de tubo. Segrega ácido clorhídrico y pepsina que ataca las proteínas. Se digieren aquí las bacterias y los protozoarios formados en el rumen. El pH oscila entre 2 y 3, acidez óptima para la acción de la pepsina (Relling & Mattioli. 2003).

4.2.4. Intestino

En el intestino se terminan de digerir las proteínas, se digieren las grasas y se absorben todos los productos finales de la digestión. Esto se ve facilitado por la gran longitud del intestino (García & Gingins, 1968).

4.3. Bacterias ruminales

La estrategia alimentaria de los rumiantes se basa en la simbiosis establecida entre los microorganismos ruminales y el animal. Mientras el rumiante aporta alimentos y las condiciones adecuadas del medio (temperatura, acidez, anaerobiosis, ambiente reductor, etc.), las bacterias utilizan parcialmente los alimentos haciendo útiles los forrajes y aportando productos de la fermentación con valor nutritivo para el rumiante (los ácidos grasos volátiles) y la proteína microbiana (Calsamiglia & Ferret, 2002).

Cuadro 1. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.

Grupo de bacterias	Característica funcional	Principales productos finales de su metabolismo
Celulolíticas	fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetato)
Amilolíticas	fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (especialmente propionato)
Sacarolíticas	fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	metabolizan el lactato	AGV (especialmente propionato)
Lipolíticas	metabolizan las grasas	Acidos grasos libres y AGV (especialmente propionato)
Proteolíticas	degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH ₃)
Metanógenas	producen metano	metano (CH ₄).
Ureolíticas	hidrolizan la urea	CO ₂ y NH ₃ .

Fuente: Relling & Mattioli (2003)

Relling & Mattioli (2003) realizaron una clasificación funcional de las bacterias ruminales (Véase Cuadro 1). A su vez, Del Rosario (1999) realizó la siguiente clasificación:

Bacterias celulolíticas. Las bacterias más importantes en la degradación de la celulosa son: *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Bacteroides succinogenes* y *Butyrivibrio fibrisolvens*.

Bacterias hemicelulolíticas y pectinolíticas. Las principales bacterias hemicelulolíticas del rumen son: *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides ruminicola* y

Ruminococcus spp. La mayoría de las especies predominantes de *Ruminococcus* degradan y utilizan con eficacia la hemicelulosa. Las principales bacterias que degradan la pectina son *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides ruminicola* y *Lachnospira multiparus*. Otras bacterias pectinolíticas incluyen *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Treponema* spp. y *Streptococcus bovis*.

Bacterias amilolíticas. Las principales bacterias amilolíticas del rumen son: *Bacteroides amylophilus*, *Streptococcus bovis*, y *Bacteroides ruminicola*.

Bacterias que utilizan azúcares simples. Todas las bacterias del rumen que degradan carbohidratos complejos son capaces asimismo de fermentar algunos azúcares simples. *R. flavefaciens* puede fermentar la glucosa aunque pueden utilizar celobiosa de forma eficiente; *Treponema bryantii* se asocia a especies celulolíticas del rumen. *Lactobacillus vitulinus* y *L. ruminus*, se han identificado como fermentadores de azúcar en el rumen.

Bacterias que utilizan ácidos intermedios. Estas bacterias realizan la fermentación secundaria de los productos finales de otras bacterias en el rumen; entre los ácidos intermedios están el lactato succinato y metanoato. El lactato puede ser fermentado hasta acetato, propionato o ácidos grasos de cadena más larga por bacterias tales como *Me-gasphaera elsdenii* y *Selenomonas ruminantium*. El succinato es el principal producto final de muchas bacterias importantes del rumen incluyendo especies celulolíticas. Este es convertido en propionato y CO₂ por *S. Ruminantium*, *Veillonella alcalescens*, *Anaerovibrio lipolytica* y *Propionibacteria*. El metanoato es

usado como un precursor para la producción de metano por *Methanobrevibacter ruminantium*.

Bacterias proteolíticas. Las bacterias proteolíticas del rumen incluyen *Bacteroides amylophilus*, *B. ruminicola*, algunas cepas de *Butyrivibrio fibrisolvens* y *Streptococcus bovis*.

Bacterias productoras de amoníaco. La producción de amoníaco mediante la desaminación de aminoácidos es realizada por *Bacteroides ruminicola*, *Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas ruminantium* y unas pocas especies de *Butyrivibrio*.

Bacterias lipolíticas. *Anaerovibrio lipolytica* hidroliza triglicéridos y fosfolípidos para liberar glicerina y tres ácidos grasos. La hidrogenación de los ácidos grasos insaturados de cadena larga por las bacterias del rumen es responsable de la composición relativamente constante de la grasa de la grasa corporal de los rumiantes y de las concentraciones elevadas de ácidos grasos infrecuentes en la grasa de su leche.

Bacterias productoras de metano. Las bacterias metanógenas incluyen: *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanobacterium formicicum* y *Methanomicrobium mobile*. Son una clase especial en la población del rumen por su papel en la regulación de la fermentación total al eliminar H₂ gaseoso.

4.4. Clasificación de los alimentos del ganado

Los alimentos son productos naturales y artificiales que se ofrecen a los animales para su mantenimiento, crecimiento, producción (carne, huevo, leche, etc.), reproducción y trabajo (UAEH, 2011). Los alimentos utilizados para ganado se clasifican en: Forrajes, Concentrados, Minerales y Vitaminas (Wattiaux y Howard 1994; citado por García y Ramos, 2011).

4.4.1. Forrajes

Son las partes vegetativas de las gramíneas o de las leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de Fibra Neutro Detergente). Pueden ser pastoreados directamente, o cosechados y preservados como ensilaje o heno (García y Ramos, 2011).

4.4.2. Concentrados

Usualmente "concentrado" se refiere a alimentos bajos en fibra y altos en energía. Pueden ser altos o bajos en proteína, tienen alta palatabilidad y usualmente son comidos rápidamente. No estimulan la rumia y usualmente fermentan más rápidamente que los forrajes en el rumen. Se consideran fuentes proteicas a las que contienen más de 20% de proteína cruda y fuentes de energía a las que tienen menos de 18% de fibra (García y Ramos, 2011).

4.4.3. Minerales

El ganado lechero necesita una fuente de calcio, fósforo, magnesio, azufre, potasio, sodio, cloro, hierro, yodo, manganeso, cobre, cobalto, zinc y selenio en la dieta. los

minerales son importantes en la formación de huesos y dientes, en la contracción muscular y esencialmente para la producción de leche (UAEH, 2011).

4.4.4. 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, citado por García y Ramos, 2011).

4.4.5. Aditivos

La UAEH (2011) agrega a la clasificación de alimentos los aditivos, los cuales son definidos como “Ingredientes o sustancias que se añaden a una mezcla de alimento básico, por lo general en pequeñas cantidades para efectos de fortificarla con ciertos principios nutritivos (estimulantes, medicamentos, enzimas)”.

4.5. Uso de excretas de aves en la alimentación de rumiantes

4.5.1. Limitaciones en el uso de excretas de aves

4.5.1.1. Aspectos sanitarios

Existen varias enfermedades que afectan a las aves que pueden también afectar al ganado vacuno, cerdos, ovejas e incluso al hombre. Las excretas de ave son fuentes conocidas de salmonella y campylobacter y, aun cuando la salmonella no es parte común de la flora intestinal de las aves, pueden ser adquiridas por estas a través del alimento. Aun cuando los rumiantes pudieran sumarse a la cadena de transmisión de estos patógenos, la fuente de origen son los sistemas aves y es a

este nivel donde deberían comenzar las acciones tendentes a reducir los riesgos de salud pública. En el Cuadro 2 se presentan los riesgos potenciales de infección resultantes del uso de la cama de pollo como alimento (Bhattacharya y Taylor, 1975; citado por Ríos et. al, 2005).

4.5.1.2. Presencia de elementos extraños y residuos tóxicos

Elementos extraños como clavos, alambres, piedras entre otros, suele ser más común en la cama de pollo en comparación a la gallinaza, debido a la naturaleza de estos sistemas de producción. En cama de pollo los animales son criados sobre un material que se usa como cama, colocado en el piso normalmente de tierra, lo que hace que durante la recolección se retire también parte de esta tierra que usualmente presenta estos elementos extraños. En el caso de los sistemas que generan gallinaza, las aves son criadas en jaulas y la recolección que se realiza es de excretas puras (Ríos et. al, 2005).

Además, la pollinaza contiene coccidostatos y otros aditivos que son usados en las aves, por tal motivo no se recomienda el uso en dietas para ganado lechero, en animales de abasto es recomendable suspender el uso 14 días antes del sacrificio (Cantón et. al, 1994).

Cuadro 2. Lista de patógenos que podrían estar presentes en la cama de pollos y ser potencialmente dañinos al hombre y/o al ganado

Microorganismo	Efecto dañino posterior	
	Al hombre	Al ganado
Virus de New Castle	Conjuntivitis	Vacunos y ovinos
Virus de Chlamydia o psittacosis	Neumonía	Vacunos y cerdos
<i>Erysipelothrix rhusiopathia</i>	Erisipela	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Listeriosis	
<i>Mycobacterium avium</i>	Tuberculosis	
<i>Candida albicans</i>	Candidiasis	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Rinitis, asma	Vacunos y cerdos
<i>Clostridium botulinum</i>	Envenenamiento	Vacunos (enterotoxemia)
<i>Salmonella spp.</i>	Enteritis	Vacunos y equinos (abortos, cistitis)
<i>Salmonella pullorum</i>		
<i>Clostridium perfringes</i>		
<i>Corynebacterium</i>		

Fuente: Bhattacharya y Taylor (1975)

4.5.1.3. Contenido de Minerales

El contenido de cenizas de las excretas de aves es un indicador de calidad, valores entre 15 y 25% son aceptables, mientras que valores mayores de 28% pueden estar indicando contaminación con tierra, por lo que no es recomendable que sea suministrado como alimento para los animales (Parsi et. al, 2001). Estos altos contenidos de cenizas deprimen el consumo y además afectan la producción de los animales (Ríos et. al, 2005).

El cobre (Cu) es utilizado en la alimentación de aves y cerdos como promotor del crecimiento y como aditivo para conservar granos; por lo que se puede encontrar en niveles elevados en las deyecciones lo cual repercute en una desventaja en la alimentación de rumiantes por una posible intoxicación (Cantón et. al, 1994). La absorción y retención de Cu depende de los niveles de Molibdeno (Mo), Azufre (S), hierro (Fe) y zinc (Zn) en la dieta (Aguirre, 2003). Existe una interacción entre el Cu y el molibdeno alimenticio, por eso en dietas con contenidos elevados de cobre es necesaria la presencia de al menos 1 ppm de molibdeno para evitar intoxicaciones.

4.5.1.4. Nivel de humedad

El nivel debe oscilar entre 12 y 25% para facilitar el manejo y procesamiento del material, niveles inferiores afectan el proceso de pasteurización y genera mucho polvo lo que reduce el consumo del animal. Niveles superiores generan mucho calor con lo que ocurre la desnaturalización de las proteínas (Ríos et. al, 2005).

4.5.1.5. Emisión de olores

Los olores generados en los sistemas de producción de aves pueden provenir de las aves directamente, pero en su mayoría incluyendo el amonio, son subproductos naturales de la degradación microbiana del ácido úrico y de las heces (Ríos et. al, 2005).

4.5.2. Procesamiento de las excretas de aves

Algunas de las limitantes mencionadas anteriormente se pueden solventar sometiendo las excretas a tratamientos como el secado, ensilado, tratamiento químico y calentando mediante fermentación anaeróbica (Arndt, Day y Hatfield,

1979). Debido a la posible presencia de patógenos que pueden afectar la salud humana y animal es recomendable someter las excretas a diferentes métodos de procesamiento con la intención de asegurar un material limpio y además mejorar la palatabilidad y reducir olores desagradables (Vargas & Mata, 1994). Ríos et. al (2005) presenta la siguiente clasificación:

4.5.2.1. Tratamientos físicos

Tamizado. Se utiliza para eliminar los cuerpos extraños (clavos, alambres, piedras, etc.), que perjudican no solo al animal, sino también a los equipos que se usen para mezclar estas materias primas.

Almacenamiento en montón: Es el procedimiento más empleado, debido a que es económico y fácil de realizar. Consiste en apilar la cama a una altura de aproximadamente 1.5 m, causando calor espontáneo y deshidratación, con la intención de inactivar organismos patógenos por lo que el riesgo de infección de los animales se reduce al mínimo.

Secado (natural o artificial): Dirigido principalmente a bajar la humedad, lo que a su vez favorece la conservación y la reducción de microorganismos patógenos. De acuerdo a Castellanos, Murguía y Moguel (2000) en el estado de Yucatán, la pollinaza es deshidratada y molida por la industria de elaboración de alimentos balanceados para rumiantes.

Peletizado: Este proceso incluye también el calentamiento y secado, lo cual resulta efectivo para controlar los patógenos. La principal limitante de esta práctica es su elevado costo.

4.5.2.2. Tratamientos químicos

Consiste en utilizar sustancias químicas capaces de controlar o eliminar microorganismos patógenos. Ejemplos son el formaldehído, óxido de etileno y bromuro de metilo.

4.5.2.3. Tratamientos biológicos

Ensilaje. Su objetivo principal es evitar la pérdida de nutrientes durante el almacenamiento. Para garantizar una óptima calidad del proceso hay que mantener los niveles de excretas (15-45%) y de humedad (20-40%) esto permitirá obtener una óptima fermentación y conservación.

4.6. Uso de pollinaza en la alimentación ruminal

La pollinaza es el material resultante de la combinación del excremento producido por los pollos en engorda, junto con la cama que se utiliza para aislarlos del piso (Padilla et. al, 2000).

Según Tobía et. al (2001) la pollinaza es una mezcla heterogénea, compuesta por la cama de los galeros, excretas, residuos de alimento y plumas, su composición nutricional es variable.

Ochoa & Urrutia (2007) afirman que la pollinaza contiene las excretas de aves de engorda (pollos), la cual se presenta mezclada con el material que utilizan para la cama de aves (aserrín o paja).

Por último, Rico et. al (2012) definen a la pollinaza como las excretas del ave, mezclada con alimento no digerido (plumas, agua y cascarilla de arroz) que se utilizan para formar una cama durante el ciclo de producción de aves de engorde.

4.7. Composición física

Cuadro 3. Composición física de la pollinaza

Materia	Composición (%)
Heces	62
Cama	31
Alimento desperdiciado	2
Plumas	2
Materia extraña con relación a materia fresca	2

Fuente: FAO (1980)

4.8. Composición química

La pollinaza tiene una composición química variable y su contenido de nutrientes está influenciado principalmente por el tipo de material utilizado como cama, el tipo de piso del galerón, la densidad de aves/m², la temperatura y humedad ambiental de las unidades de producción, el sistema de agua y los métodos de limpieza utilizados (Tobía & Vargas, 2000b).

Se menciona que la pollinaza seca aporta 2000 Kcal de ED/kg para ovinos y bovinos, también se afirma que las excretas de aves aportan nitrógeno, energía y minerales, además de que su contenido de nutrientes es variable y está en función del tipo de producción avícola (Battacharya y Taylor 1975).

La pollinaza y la gallinaza son una apreciadas por su alto valor proteico, Ochoa (1981) menciona que la gallinaza y la pollinaza tienen un 28.0 y 31.3 % de proteína

cruda, respectivamente. Por su parte Murthy et. al (1996) y Chandrasekharaiah et. al (1996) mencionan que solo la cama de pollo tiene un 24.3 % de proteína cruda y que las excretas de pollo secas tienen un 25.1%. Battacharya & Taylor (1975) reportan un 28% de proteína cruda para la pollinaza. Otros estudios afirman que la pollinaza contiene entre 28% y 49.4% de proteína cruda (Zárate 1998).

Cuadro 4. Composición química de la pollinaza

Componente	Wayne, 1980	Moore, 1992	Rowe, 2007
Materia seca	86 %	-	61.0 %
Agua	-	245 g/kg	-
Total Carbono	-	376 g/kg	-
Total Nitrógeno	-	41 g/kg	2.3 %
Amonio	-	2.6 g/kg	-
Nitratos	-	0.2 g/kg	-
Fosforo	1.85 %	14 g/kg	1.6 %
Potasio	1.8 %	21 g/kg	-
Cloro	-	12.7 g/kg	-
Calcio	2.7 %	14 g/kg	2.3 %
Magnesio	-	3.1 g/kg	-
Sodio	-	3.3 g/kg	-
Manganeso	-	268 mg/Kg	-
Hierro (ppm)	-	842	529 a 12,604
Cobre (ppm)	-	56	25 a 1003
Zinc (ppm)	235	188	-
Arsénico	-	22 mg/Kg	-

Fuente: Canchola, 2008

Castellanos (2000) afirma que dentro de los minerales presentes en la pollinaza el más importante y valioso es el fósforo. La importancia del fósforo es doble: fisiológica y financiera. En la fisiología del animal, participa en casi todos los procesos de la utilización de la energía. Financieramente, el fósforo es un mineral de escasez mundial, por lo que su precio es elevado y se cotiza en los mercados internacionales.

4.9. Presentaciones de la pollinaza para la alimentación animal

La pollinaza y gallinaza son especialmente útiles como suplemento para animales en pastoreo y como ingrediente en dietas integrales para animales en confinamiento. Ochoa & Urrutia (2007) muestran las siguientes formas de ofrecer la pollinaza al ganado:

4.9.1. Suplemento

Para animales en pastoreo se mezcla una parte de grano (maíz o sorgo), una de melaza y dos de pollinaza. Dicho suplemento contiene 15 a 16% de proteína cruda (PC) y más de 65% de nutrientes digestibles totales (NDT).

4.9.2. Dieta integral

Una forma práctica de uso es moler y mezclar con pajas o rastrojos; también molidos y en partes iguales. Una mezcla sugerida es 50 kg de rastrojo u olote de maíz molida y 50 kg de pollinaza seca (PC= 13%; NDT= 55%). Si se sustituyen 10 kg de rastrojo por 10 kg de melaza mejora el sabor (PC= 11%; NDT= 56%).

4.9.3. Bloques nutricionales

Otra forma sería mediante la inclusión en bloques que constituyen una buena fuente de proteína a un costo razonable y con disponibilidad todo el año. El nivel de pollinaza sugerido es de 28%.

4.9.4. Casos de estudio de uso de la pollinaza

Castellanos (2000) nos detalla tres casos de estudio del uso de la pollinaza:

- a) Caso de bovinos en pastoreo. Utilizando la pollinaza como un suplemento mineral, se recomienda un aporte de 0.700 Kg por animal diariamente. Con

esta provisión, además del consumo de pasto, los animales cubrirán todas sus necesidades de fósforo, cobalto, cobre y magnesio.

- b) Caso de bovinos en engorda en confinamiento. La pollinaza puede ser fuente de minerales en una dieta integral incorporándose en un 10% del total. Con ello, el empleo de una fuente de fósforo y de una premezcla de microminerales comercial, es innecesario.
- c) Caso de ovinos. Para prevenir problemas de intoxicación por cobre, es recomendable que los animales no consuman más de 0.250 g c/u diariamente.

Ortiz, Elías y Valdivié (2007) concluyen en su estudio que el suministro de pollinaza de cascarilla de café en las dietas para ovinos en crecimiento-ceba en pastoreo, mejoró significativamente los indicadores productivos de los animales, sin comprometer su salud ni la composición química y aceptabilidad de las carnes.

El uso de pollinaza para finalización de corderos ayuda a disminuir los costos de producción hasta en un 58% en relación a una dieta alta en granos y sin detrimento de la productividad. Se reduce el 78% de uso de granos y hasta el 55% de pastas de oleaginosas (INIFAP, 2012).

Nuevas investigaciones proponen tres alternativas para aprovechar la pollinaza, como composta para producir biofertilizante, la digestión anaeróbica para producir biogás y la combustión directa de la pollinaza para producir vapor y energía eléctrica. (Rico et. al, 2014).

Arce, Rojas y Poore (2015) evaluaron la combinación del ensilado de yuca (*Manihot esculenta*) y pollinaza llegando a la recomendación de una mezcla de 90%

subproducto de yuca con 10% de pollinaza parece dar los mejores resultados, desde el punto de vista nutricional se obtiene un material de muy buena calidad reflejado en la DIVMS y el contenido de proteína cruda.

4.10. Digestibilidad

La parte orgánica de los alimentos está representada por los contenidos celulares y los carbohidratos estructurales, el resto es ceniza y residuos. Una porción de la materia orgánica es indigestible porque contiene celulosa y lignina. Rasque (2008) define la digestibilidad de un alimento a la porción que puede ser digerida por el animal.

Giraldo, Gutiérrez y Rúa (2007) afirman que, una vez degradados los nutrientes de los forrajes, la digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales. La digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el tracto digestivo. Por lo tanto, el conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es fundamental para la formulación de raciones para rumiantes.

4.10.1 Materia seca

La materia seca del alimento contiene todos los nutrientes (excepto el agua) requeridos por los bovinos. La composición nutricional de los alimentos comúnmente se expresa como porcentaje de materia seca (%MS) en lugar de

porcentaje de alimento fresco (%base húmeda) porque la cantidad de agua en los alimentos es variable y el valor nutritivo es más fácil de comparar si se expresa en materia seca (Romero, Pérez y Canizal, 2012).

4.10.2 Métodos para estimar la digestibilidad

4.10.2.1 Métodos in vitro (DIVMS)

La técnica de digestibilidad in vitro (DIVMS) simula la digestibilidad del tracto digestivo del rumiante y requiere de la preparación de un inóculo que contenga microorganismos ruminales viables (Tilley y Terry, 1963) y alternativamente, sin la utilización de fluido ruminal sino con la utilización de complejos enzimáticos (Torres, Carcelén y Lucas, 2009).

Estos métodos ofrecen una estimativa de la digestibilidad potencial de los alimentos sin llevar en consideración los procesos de la dinámica ruminal. La digestibilidad in vitro históricamente ha sido utilizada para determinar la degradabilidad aparente de los alimentos, sin embargo, esta técnica no permite cuantificar qué fracción del alimento ha sido degradada en el rumen y qué fracción ha sido degradada en el sistema digestivo posterior (Noguera & Posada, 2007).

4.10.2.2 Métodos in situ (DISMS)

La técnica de digestibilidad in situ (DISMS) utiliza bolsas sintéticas para medir la digestión de los forrajes a nivel ruminal. Este método ha ganado gran aceptación cuando se requiere medir la digestibilidad aparente de la materia seca, fibra, y nitrógeno, debido principalmente a la rapidez con que se puede obtener resultados y porque no demanda de equipos y materiales que requieren las otras técnicas (Orskov, DeB Hovell y Mould, 1980).

La técnica in situ ofrece la posibilidad de estudiar la degradabilidad ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Esta técnica ha sido escogida debido a su gran aproximación a los resultados in vitro y puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Noguera & Posada, 2007).

4.10.2.2.1 Modelaje de la cinética de degradación (Método de Orskov y McDonald)

La cinética de degradación ruminal de la materia seca (MS), de nitrógeno (N) y de algunos constituyentes de la pared celular puede ser descrita a través de modelos no lineales. El modelo propuesto por Orskov y McDonald (1979) para la degradación del N ha sido el más utilizado:

$$P = a + b * (1 - \exp^{-c*t})$$

Donde:

P = degradabilidad potencial

t = tiempo de incubación

a = intercepto con el eje Y en el tiempo cero. Representa el sustrato soluble y completamente degradable que sale rápidamente del saco de nylon

b = la diferencia entre el intercepto (a) y la asíntota. Representa la fracción insoluble pero potencialmente degradable del sustrato el cual es degradado por los microorganismos de acuerdo con un proceso cinético de primer orden.

c = tasa constante de la función b .

$1 - (a+b)$ = representa la fracción no degradable de la muestra.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El experimento se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en su Unidad Laguna, la cual esta ubicada en Periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, 27054 Torreón Coahuila México, coordenadas 25.5567680, -103.3721188.

5.2. Animal experimental y su alojamiento

Se utilizó un bovino hembra adulto raza holstein con fistula ruminal, con un peso aproximado de 600 kg y una condición corporal de 2. Este fue aislado del resto del hato, en un corral previamente construido, acondicionado con un piso de aserrín, esto 2 semanas antes del experimento. La dieta fue de alfalfa (*Medicago sativa*) de primera calidad y agua *ad libitum*.



Figura 1. Preparacion del lugar de alojamiento



Figura 2. Cirugía de fistula ruminal

A continuación, se hace una descripción de la cirugía de la fistula ruminal en bovinos, determinada para realizar investigaciones de digestibilidad *in situ*, extraer liquido ruminal.

5.3. Cirugía de fistula ruminal

La fistula ruminal es una cirugía importante que ayuda para la evaluación de los alimentos, en la determinación de la eficacia de fermentación ruminal, los requerimientos post-ruminales del animal y manejar la fisiología del mismo rumen. La cánula es de material poliuretano.



Figura 3. Sutura en cirugía de fistula ruminal

-Procedimiento:

El ayuno:

El bovino a fistular debe someterse a un ayuno previo a la cirugía de 12 a 24 horas con el propósito de disminuir la carga del rumen.

-Posición:

Decúbito lateral derecho y/o en posición de pie preferentemente.

-Depilación y Asepsia del Área:

De 25 centímetros de largo x 20 centímetros de ancho, a la altura del rumen por debajo de la última costilla a la altura de las vértebras lumbares. Hacer la asepsia del área con jabón antiséptico y yodo.

-Tranquilizante y Anestesia:

Tranquilizante, xilacina.

Anestesia local, lidocaína.

-Material de cirugía:

- Instrumental de disección.
- Suturas.
- Gasas.
- Guantes.
- Cánula.
- Aluspray.

-Cirugía:

Con ayuda de la tapa de la cánula y aluspray en aerosol se hace una marca en forma circular donde se formara la fosa iliaca, se aplica la lidocaína vía subcutánea sobre la marca generada. Pasados 5 minutos se comienza con la incisión circular para retirar la piel, se hace debridación de músculos para evitar cortar con el bisturí. Se hace una incisión en el rumen para empezar a suturar piel, peritoneo, músculo y rumen en forma circular. Al terminar de suturar poner cicatrizante, posteriormente se comienza a meter la cánula poco a poco para evitar traumatizar más al animal, al terminar de colocarla se revisa que quede bien fija la cánula y se pasa a poner la tapa de ella (Hernández, comunicación personal).



Figura 4. Cánula ya incorporada al bovino

5.4. Materiales

5.4.1. Ancla:

- Trozo de madera de 25 centímetros.
- Ganchos.
- Pesa pequeña.
- Soga delgada de 1.25 metros.

5.4.2. Bolsas:

- Argollas.
- Bolsas de dacrón.
- Ligas de plástico.
- Plumón permanente.

5.4.3. Experimento:

- Ancla
- Bolsas.
- Alimentos.
- Báscula.
- Agua.
- Estufa.
- Guantes obstétricos.
- Polliquad (pollinaza líquida)



Figura 5. Ancla utilizada en la investigación

5.5. Métodos

5.5.1. Polliiquid (pollínaza líquida)

Como tal la elaboración del Polliiquid (como se le decidió llamar a este producto) es un secreto por cuestiones comerciales y de patentes, pero se sabe que consiste en una acidificación y fermentación de la pollinaza además de la implementación de diferentes productos tóxicos para los animales, este proceso es llevado a cabo en tolvas y máquinas filtradoras propiedad de la empresa BIOFERT.



Figura 6. Tolvas donde se elaboró Polliiquid

Una vez que se contó con todos los materiales. Lo primero en realizar fue el ancla, la cual fue hecha con la madera, el hilo de nailon, los ganchos, estos atados a la cuerda a diferente altura. Ya con el ancla terminada se procedió a colocar en ella un grupo de tres bolsas de dacrón las cuales fueron previamente pesadas y

registradas, además de atadas a los aros de metal fuertemente con ligas. Todo esto de acuerdo a la técnica de la bolsa de dacrón de Orskov y Mcdonald (1979).



Figura 7. RTM (ración totalmente mezclada)

Posterior a esto se prepararon las muestras que llevarían las bolsas, se decidió que se usaría una dieta isoproteica la cual es utilizada en las engordas en la fase final, a esta ración se le adicionara polliquid en diferentes porcentajes. El contenido de la ración fue la siguiente:

Cuadro 5. Composición química de la ración totalmente mezclada (RTM)

Compuesto	Mat. Seca kg	Prot. Cruda %	E. Metab. Mcal/kg
Heno de alfalfa	0.9	18	1.93
Silo maíz	0.35	8.8	2
Maíz quebrado	0.88	12	3.3
Hueso algodón	0.91	6.3	1.22
Borra algodón	0.92	6.2	1.3
Galleta	0.92	9.8	3.18
Papitas	0.85	9	6.8
Cebo de res	0.99	0	7.51
Polliquid	0.0112	23.89	0.6

Mientras que los porcentajes que se usaron para las bolsas fueron los siguientes:

Cuadro 6. Cantidades porcentuales de polliquid y total de gramos de la RTM

	MI de Polliquid	Gr de ración
Testigo	0	0.498
20 %	100	0.598
40%	200	0.698
60%	300	0.798

El experimento consistió en introducir el ancla con sus respectivas muestras de cada hora al rumen mediante la fistula ruminal del rumiante a las 8:00 am del lunes 4 de diciembre de 2017. La muestra de la hora 0 se introdujo a las 8:00 am, durante 60 segundos al rumen, solo para que esta se empape de líquido ruminal.



Figura 8. Preparación de bolsas en ancla



Figura 9. Ancla lista para ser introducida al rumen del bovino

Extraer el ancla y quitar a las 12:00 pm la hora 4, a las 8:00pm la hora 8, a las 8:00 am del martes 5 la hora 12, a las 8:00 am del miércoles 6 la hora 24 y, por último, a las 8:00 am del viernes 8 la hora 48. Cada que se extraían un grupo de tres bolsas del rumen se enjuagaban muy bien con agua limpia hasta quitar todo el exceso de alimento o liquido ruminal que quedaba en la parte externa e interna de la bolsa.



Figura 10. Extracción de muestras



Figura 11. Vigilancia del bovino durante nevada

Posterior a este tratamiento se procedía a introducir cada muestra en la estufa de secado en la cual permanecería un periodo de 24 horas.



Figura 12. Bolsas limpias a punto de entrar a la estufa de secado



Figura 13. Acomodo de tapón de cánula después de la última extracción de bolsas

Al término de este periodo se procedió a sacar cada una de las bolsas con cuidado para pesarla, luego mediante el programa de office Excel y una fórmula de resta y suma se pudo determinar cuanta digestibilidad tubo cada muestra.

6. RESULTADOS

En el cuadro número 5 se muestra los valores porcentuales de las horas en que fue extraído el alimento y los resultados que se obtuvieron:

Cuadro 7. Resultados porcentuales de digestibilidad *in situ*

	0	8	4	12	24	48
Testigo	44.3	49.91	50.67	55.48	63.34	68.53
20%	51.75	56.11	59.35	61.09	67.5	71.02
40%	57.15	59.21	61.4	70.15	70.15	76.89
60%	63.19	63.98	69.5	75.88	75.88	79.28

Los datos relacionados a la digestibilidad fueron presentados en forma de 4 graficas correspondientes a el Testigo la fórmula que solo contenía ración sin un solo mililitro de polliquid, el de 20%, 40% y 60%. A continuación se presenta cada gráfica.

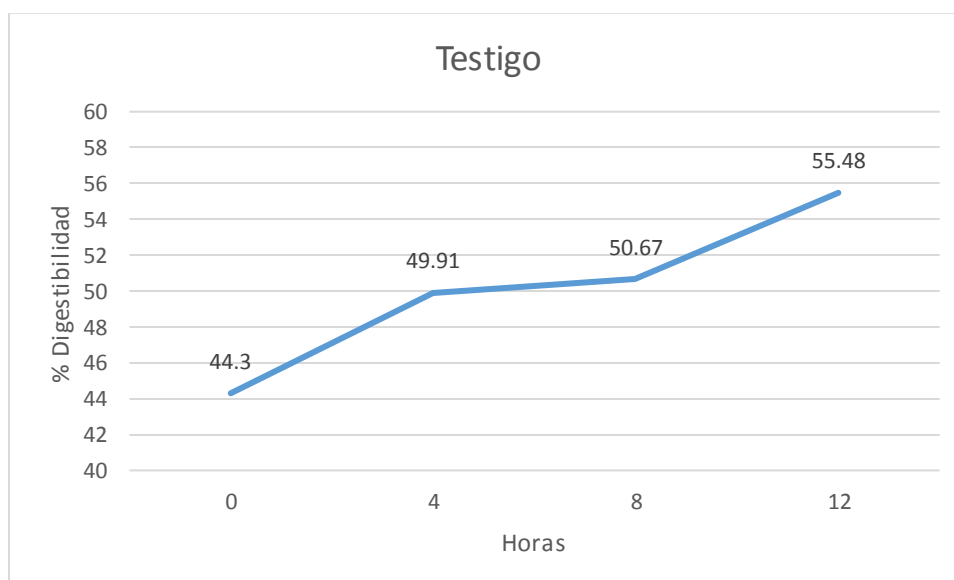


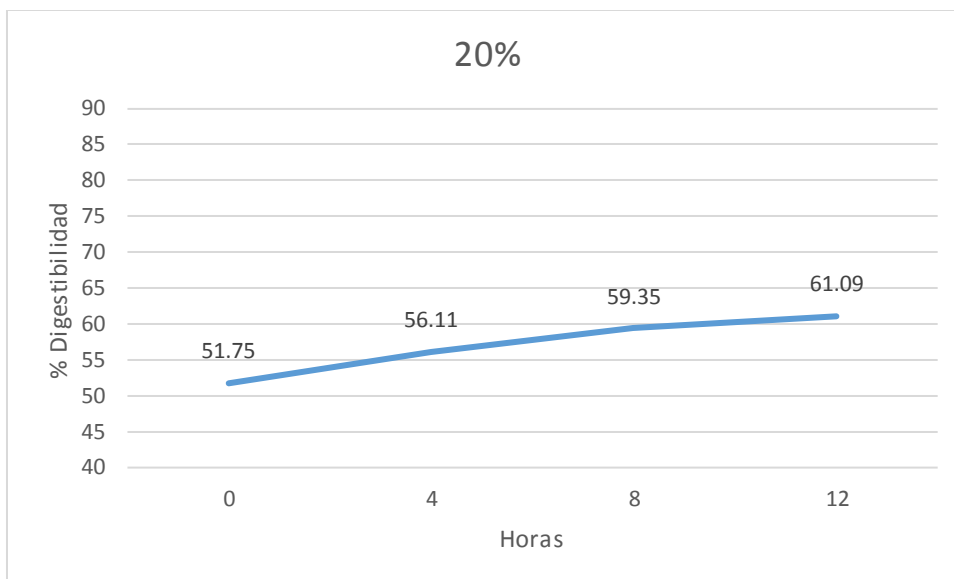
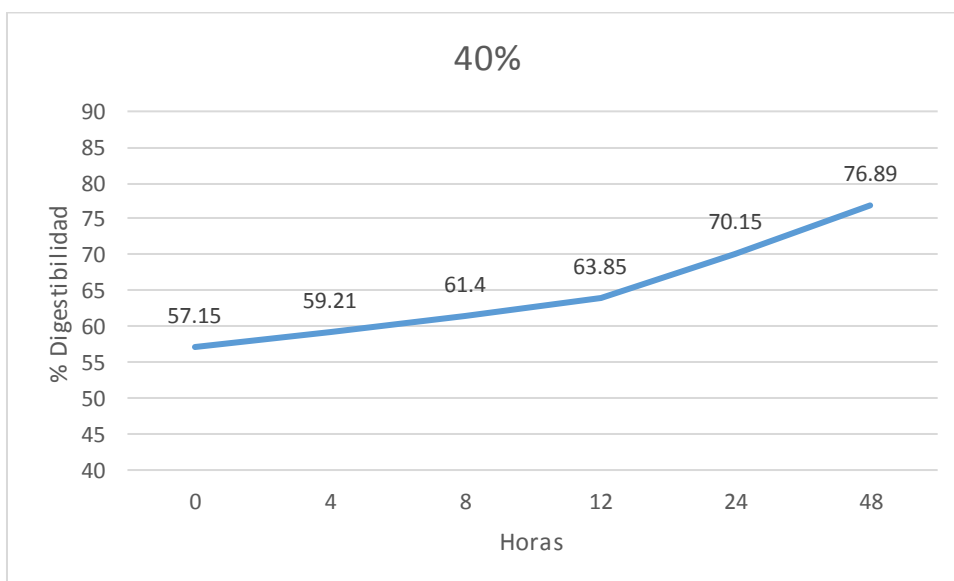
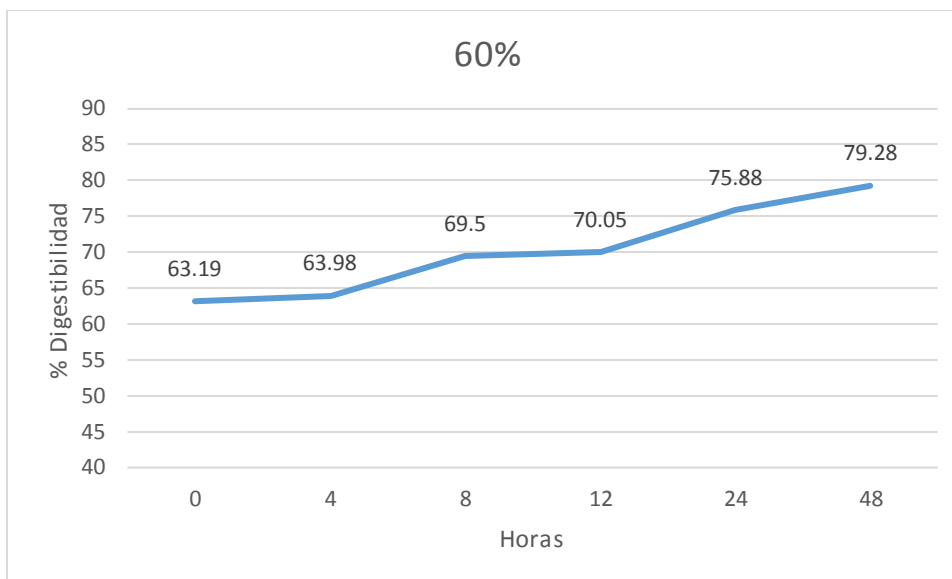
Figura 14. Muestras testigo**Figura 15. Muestra con 20% de polliiquid**

Figura 16. Muestra con 40% de polliiquid**Figura 17.** Muestra con 60% polliiquid

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron analizados usando 4 graficas correspondientes a cada porcentaje de polliiquid utilizado, estos arrojaron una digestibilidad muy buena en aquellas bolsas con un 40% y 60% de polliiquid a la hora 4 ya presentaban una digestibilidad del 59.21% y 63.98% respectivamente además de que se comprobó que el bovino del experimento no presentó ninguna intoxicación o malestar consecuencia de la poliniza liquida. Esta al igual que la digestibilidad era una incógnita pese a que su elaboración y lo ingrediente no eran una amenaza, el que

fuera un producto que no ha sido utilizado en la práctica hacia que existirá una posibilidad de causar efectos secundarios en el bovino.

De acuerdo a las primeras observaciones del experimento podemos notar una digestibilidad muy buena, al término de las horas del grupo de bolsas del 20% los resultados parecían de un producto excelente con una digestibilidad muy buena pero en el rango de los estándares establecidos, pero al concluir con el grupo de bolsas de 40% se nos presentaron resultados que excedían por mucho lo de los demás alimentos que en anteriores experimentos realizados con la misma técnica, al término del último grupo el de las bolsas con 60% los resultados nos permiten darnos cuenta que los resultados en las gráficas puede no ser prácticos por ser un producto tan liquido no era digestibilidad si no que este estaba sufriendo una hidrolisis. Según A. González, 2009 la hidrólisis es una reacción química donde ocurre la ruptura de la molécula del agua. Los reactantes así como los productos de esta reacción pueden ser especies neutras (como en el caso de las moléculas orgánicas) y/o iónicas (como en el caso de las sales).

En el caso de un producto con un 6% de materia seca esta es la reacción que sucede dentro del rumen del bovino, debido a este proceso es factible decir que nuestros resultados pueden ser falsos positivos.

8. CONCLUSION

Tras analizar cada resultado se determina que la hipótesis sobre su alta digestibilidad no puede ser comprobada mediante la investigación *in situ*, así mismo tampoco nos atrevemos a decir que este equivocada, se llega a esta conclusión al darnos cuenta que los resultados obtenidos pueden ser falsos positivos en especial en las bolsas con 40% y 60%. Se recomienda un posterior experimento en el que se utilicen animales en pie, testigos y de prueba, mediante los cuales determinar, su palatabilidad, sus beneficios en la ganancia de peso, y que tan significativos son al ser manejado como un anabólico natural, también la aceptación que un producto que volvería tan líquida una ración pueda tener en los animales, al ser de todos conocidos que estos prefieren una comida seca.

Como último mencionar que este es un producto muy novedoso y que de cumplir con lo que promete puede ser una excelente alternativa en un futuro para complementar raciones muy secas. Se espera poder ser participe o poder observar o leer futuras investigaciones sobre el mismo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, J., Rojas, A., y Poore, M. 2015. Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales de yuca (*Manihot esculenta*). *Agronomía Costarricense*, 39(1): 131-140
- Arndt D.L., Day, D.L. y Hatfield E.E. 1979. Processing and handling of animal excreta for refeeding. *Jornal of Animal Science*, 48(1):157-162
<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/48/1/157/4697812>
- Battacharya A., y Taylor J.C. 1975. RECYCLING Animal waste as a Feddstuff: A review. *J. Animal Science*. 41(5): 1438-1457 <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/41/5/1438/4668258?redirectedFrom=fulltext>
- Calsamiglia, S. & Ferret, A. 2002. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. XVIII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). Recuperado el 21 de julio de 2019 de http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2002
- Canchola, M. 2008. Digestibilidad de la materia seca de pollinaza usada en dietas para bovinos (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, México
- Cantón J., Moguel, Y., Rojas, O., Sauri, E., Miranda, J. y Castellanos, A. 1994. Estimación del daño inducido por el cobre de la pollinaza empleada en la alimentación de ovinos. *Ciencias pecuarias*. 32(2): 82-89.
- Castellanos, A. (2000). Condiciones que favorecen la intoxicación por cobre en ovinos alimentados con pollinaza. Recuperado el 21 de agosto de 2019 de

<http://www.uno.org.mx/sistema/pdf/alimentacion/condicionesquefavorecenlaintoxificacion.pdf>

Castellanos, A. F., Murguía, M. y Moguel Y. B. 2007. Efecto del deshidratado sobre el valor nutritivo de la pollinaza y la presencia de microorganismos. *Técnica Pecuaria en México* (38) 3: 219-230

Castellanos, A.F. 2000. La pollinaza como fuente de minerales para rumiantes. INIFAP. Recuperado el 21 de julio de 2016 de http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=306

Chandrasekharaiah M., Reddy, M.R. y Reddy, G.V.N. 1996. Effect of feeding urea treated maize stover on growth and nutrient utilization by sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 22(2):141-147

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448896008644>

Cury R, K., Aguas M, Y., Martinez M, A., Olivero V, R., & Chams Ch, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 9(S1), 122-132.

Del Rosario, M. (1999). Bacterias ruminales. Recuperado el 21 de agosto de 2019 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/69-bacterias_ruminales.pdf

Fontenot J.P. & Webb K.E. Jr. 1974. The value of animal wastes as feeds for ruminants. *Feedstuffs*. 46(14): 8.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1997. Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Italia, FAO

- García, J. & Gingins, M. (1969). Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. Recuperado el 21 de agosto de 2019 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/02-anatomia_fisiologia_digestivo.pdf
- García, R. A. & Ramos, R. A. (2011). Alimentación de vacas lecheras con dietas basadas en ensilado elaborado con mezcla de canavalia (*Canavalia ensiformis*) y sorgo (*Sorghum bicolor*) y su efecto en la producción, eficiencia en el uso de nutrientes y rentabilidad (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Giraldo, L.A., Gutiérrez, L.A. y Rúa, C. 2007. Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 20: 269-279
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (2012). Uso de pollinaza y aceite en dietas para finalización de corderos. Recuperado el 23 de agosto de 2019 de http://www.inifapcirpac.gob.mx/FichasPyS/Fichas_2012/Usodepollinaza%20y%20aceite%20en%20dietas.pdf
- Mendoza, G.D. & Ricalde, R. 2016. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano (2da edición). Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México
- Murthy K.S., Reddy M.R. y Reddy, G.V.N. 1996. Nutritive value of supplements containing poultry/droppings/litter for sheep and goats. Small Ruminant Research. 21(2): 71-75
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0921448896008528>

- Noguera, R.R. y Posada, S.L. 2007. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*; 20:174-182
- Ochoa C.M. 1981. Las excretas en la alimentación de los ovinos. Curso de nutrición ovina. FESC/UNAM. México. P5.
- Ochoa M., y Urrutia J. 2007. Desplegable para productores No. 32 "Uso de pollinaza y gallinaza en la alimentación de rumiantes". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. San Luis, México.
- Ørskov E.R. & McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Agr Sci* 92: 499-503.
- Ørskov, E.R., DeB Hovell, F.D. y Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5:3
- Ortiz, A., Elías, A. y Valdivié, M. 2007. Evaluación de la pollinaza de cascarilla de café como complemento alimenticio en la ceba de ovinos en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, (30) 2: 2007
- Pacheco, J. A., Rosciano, J. L., Villegas, W. A., Alcocer, V. M. y Castellanos, A. F. 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinazas producidas en el estado de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México* (41) 2: 197-207
- Padilla E.C., Castellanos, A.F., Cantón, J.G. y Moguel, Y.B. 2000. Impacto del uso de niveles elevados de excretas animales en la alimentación de ovinos. *Livestock Research for Rural Development*. 12(1):23-28
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd12/1/cas121.htm>

- Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echevarría, A. y Provencal, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. Recuperado el 21 de agosto de 2019 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf
- Posada, S.L. & Noguera, R.R. 2005. Técnica in vitro de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*, 17 (4): 36
- Rasque, R. 2008. Enciclopedia Bovina. Universidad Autónoma de México (UNAM). México
- Reling, A.E. & Mattioli, G.A. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Argentina. Editorial EDULP.
- Rico-Contreras, J.O., Aguilar-Lasserre, A.A., Méndez-Contreras, J.M., Cid-Chama, G., & Alor-Hernández, G. 2014. Predicción del contenido de humedad en la pollinaza para estimar la producción de bioenergía a través de una red neuronal artificial. *Revista mexicana de ingeniería química*, 13(3), 933-955.
- Ríos, L., Combellas, J. y Álvarez R. 2005. Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. *Zootecnia Tropical*, 23(2):183-210.
- Rodríguez, R., Sosa, A. y Rodríguez, Y. 2007. La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4): 303-311

- Romero, T., Pérez, J.I. y Canizal, E. 2012. Libro electrónico Zootecnia de Bovinos productores de Carne I. Universidad Autónoma de México (UNAM). México
- Saval S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Bio-Tecnología*, 16(2):14-16.
- Tilley, J. M. A. & Terry, R. A. A. 1963. Two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18:104-11
- Tobía, C. & Vargas, E. 2000a. Evaluación de las excretas de pollos de engorde (pollinaza) en la alimentación animal. I. Disponibilidad y composición química. *Agronomía Costarricense*. (24) 1: 47-53
- Tobía, C. & Vargas, E. 2000b. Evaluación de las excretas de pollos de engorde (pollinaza) en la alimentación animal. II. Fraccionamiento de los componentes nitrogenados y contenido de energía. *Agronomía Costarricense*. (24) 1: 55-62
- Tobía, C., Vargas, E., Rojas, A. y Soto, H. 2001. Uso de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal III. Rendimiento productivo de toretes de engorde. *Agronomía Costarricense*. (25) 2: 55-62
- Torres G., Arbaiza, T., Carcelén, F. Y Lucas, O. 2009. Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de investigación Veterinaria Perú*, 20 (1):5-9
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). 2011. *Sistemas de Producción Animal II*. México, Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.

Vargas E. & Mata L. 1994. Utilización de las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. *Nutrición animal tropical*. 1(1):59-71.

Vargas, Y.A. & Pérez, L.I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1): 59-72

Zárate R., Flores-Flores, C.E., Pérez-Romero, L., y Gómez, J.V. 1998. Efecto de dos niveles de pollinaza como parte de la dieta suplementaria sobre la eficiencia alimenticia y reproductiva en cabras jóvenes condiciones de pastoreo extensivo. *Agraria*. 14(1): 25-42.