



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

T E S I S

**EFFECTO DEL USO DE FORRAJES TRATADOS CON UREA PARA
SUPLEMENTAR A CABRAS CRIOLLAS EN ÉPOCA DE SECAS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

QUE PRESENTA:

JESUS DANIEL GARNICA FLORES

ASESORA

DRA. FRANCISCA AVILÉS NOVA

CO-ASESOR

IAZ. LUIS MANUEL RÍOS GARCÍA

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO OCTUBRE DEL 2023

ÍNDICE

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 Origen de la Cabra	4
	3.2 La caprinocultura del sur del Estado de México	5
	3.3 Razas caprinas en la zona sur del Estado de México	6
	3.3.1 Raza Saanen	6
	3.3.2 Raza Anglo Nubian	7
	3.3.3 Raza Toggenburg	8
	3.3.4 Raza Bóer.....	9
	3.4 Sistema de producción caprina.....	11
	3.5 Estado sanitario de las cabras en México	13
	3.6 Alimentación de las cabras.....	15
	3.7 Metabolismo de los nutrientes.....	16
	3.7.1. Metabolismo de los carbohidratos	16
	3.7.2. Metabolismo de las proteínas	17
	3.7.3 metabolismo de los lípidos.....	19
	3.8 Estrategias de alimentación.....	20
	3.9 Producción de Esquilmos Agrícolas en México.....	21
	3.10 Recursos forrajeros para la alimentación.....	22
	3.11 Métodos físicos para tratamiento de forrajes.....	22
	3.12 Métodos químicos para el tratamiento de forrajes	23
	3.12.1 Uso de Urea en el Tratamiento de Forrajes.....	23
	3.13 Características Nutricionales de los Esquilmos Forrajeros.....	25
	3.14 carbohidratos estructurales y su utilización en los rumiantes.....	26
	3.15 Pasto Estrella Africana (<i>Cynodon Plectostachyus</i>).....	27
	3.16 Avena (<i>Avena Sativa L</i>)	27
	3.16.1 Clasificación taxonómica de la Avena Sativa L.....	28

3.17 Digestión de los Forrajes Toscos	29
3.18 Características de las Pajas	29
3.19 características de los henos	31
3.19.1 Ventajas y desventajas del heno	31
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	32
V. HIPÓTESIS	33
VI. OBJETIVOS	34
6.1 Objetivo general	34
6.2 Objetivos específicos	34
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	35
7.1. Localización de la unidad experimental	35
7.2 Animales	36
7.3. Instalaciones y equipo	36
7.4. Alimentación	37
7.5. Obtención forrajes henificados: avena y estrella africana	37
7.6. Manejo del proceso de los forrajes al tratamiento químico con urea .	38
7.7. Tratamientos	40
7.8 Diseño experimental	42
7.9. Variables a evaluar	43
7.9.1 Consumo de alimento	43
7.9.2 Ganancia diaria de peso	43
7.9.3 Conversión alimenticia.....	43
7.9.4 Eficiencia alimenticia.....	44
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
8.1 Ganancia total de Peso (GTP)	45
8.2 Ganancia diaria de peso (GDP)	46
8.3 Consumo de Alimento total	48
8.4 Consumo de alimento/animal/día	51

8.5 Conversión Alimenticia	52
8.6 Eficiencia Alimenticia	53
IX. CONCLUSIÓN.....	54
X. RECOMENDACIONES	55
XI. ANEXOS	56
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cabra de raza Saanen	7
Figura 2. Cabra raza Anglo Nubian	8
Figura 3. Cabra raza Toggenburg	9
Figura 4. Raza caprina Bóer	10
Figura 5. Problemas sanitarios indicados por el productor	14
Figura 6. Localización geográfica del área experimental	35
Figura 7. Cabritos en periodo de adaptación a las dietas	36
Figura 8. Jaulas individuales ya terminadas y en la primera semana de adaptación de los cabritos a las dietas.....	36
Figura 9. Preparación manual de las diferentes dietas totalmente mezcladas, y suministradas a los cabritos durante los 62 días de experimento	37
Figura 10. Esparcimiento del forraje	39
Figura 11. Envasado de forraje tratado con urea.....	40
Figura 12. Promedio de ganancia diaria de peso de los 3 tratamientos durante los 62 días.	46
Figura 13. Promedios de pesos vivo por cabra ganados por semana de los 3 tratamientos.....	47
Figura 14. Relación de Consumo Total de alimento (kg/cabrito/62 Días)	48
Figura 15. Comportamiento del consumo de alimento/ animal / semana en cada tratamiento	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de la (<i>Avena Sativa L</i>).....	28
Cuadro 2. Contenido de Materia Seca (MS), Ceniza, Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Energía Metabolizable (EM) en diversas pajas.	30
Cuadro 3. Dietas a utilizar en el trabajo experimental.....	41
Cuadro 4. Relación de ganancia total de peso de los 3 tratamientos	45
Cuadro 5. Consumo de Alimento de Cabritos.....	50
Cuadro 6. Relación de los 3 tratamientos de ganancia de peso	51
Cuadro 7. Eficiencia alimenticia entre los 3 tratamientos.....	53
Cuadro 8. Registro del consumo de alimento	56
Cuadro 9. Registro de peso de caprinos	57

I. RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar las respuestas productivas de cabras criollas suplementadas con forrajes tratados con urea, en la época de secas. Los tratamientos fueron tres: T1: dieta base + avena tratada con urea, T2: dieta base + pasto estrella africana tratada con urea y T3: dieta base + mezcla de henos (50% avena y 50% pasto estrella) sin tratar con urea. Se utilizaron 9 cabritos machos criollos de 12.5 kg. Los tratamientos se ofrecieron al 3% del peso vivo tres veces al día (8:00 A.M, 13:00 P.M y 6:00 P.M) durante 62 días. Las variables de estudio fueron: consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los datos se analizaron con el paquete estadístico MINITAB, se utilizó un ANOVA y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p > 0.05$). La ganancia diaria de peso y la ganancia total de peso no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia presentaron diferencias significativas ($P < 0.0206$). El mayor consumo los presentaron las cabras del T3 (886 g/animal/día) ($P < 0.05$). Las cabras del T1, presentaron mayor conversión alimenticia (4.12 kg/abra) y eficiencia alimenticia (242 g de PV /kg de alimento consumido) ($P < 0.0206$). Se concluye que la mejor respuesta productiva la presentaron las cabras criollas suplementadas con paja de avena tratada con urea por lo que puede ser una alternativa para la alimentación de ganado caprino en épocas de secas, dado que la ganancia diaria de peso por cabra fue de 141.28 g/día.

II. INTRODUCCIÓN

Los esquilmos son subproductos sobrantes de las cosechas agrícolas, y se consideran como tal a los residuos de hojas y tallos que quedan sobre el terreno después de cosechar el grano o semilla. Los esquilmos agrícolas a nivel nacional anual en México es de 45 millones de toneladas y que representa el 24% de la materia seca disponible para el consumo animal. Los cultivos principalmente de los que se obtienen los esquilmos son cuatro: maíz, sorgo, trigo y cebada. La producción del rastrojo va a depender de diversos factores como lo son: tipo de suelo, clima, manejo agronómico, disponibilidad y las variedades a cultivar, el 50% de la producción de rastrojo es lo que representa del total de la materia seca, se ha calculado que por cada kilogramo de grano producido se logra tener un kilogramo de residuo que en este caso sería el rastrojo (SAGARPA, 2012).

Estos esquilmos agrícolas se han utilizado principalmente como un insumo alimenticio para el ganado, su aprovechamiento es de gran importancia en la ganadería, sobre todo, durante la época más crítica como la de estiaje. El consumo de éstos esquilmos está ligado a su disponibilidad en las regiones con actividad agrícola; sin embargo también se movilizan grandes cantidades de rastrojos en otras zonas del país para cubrir las necesidades nutritivas que necesita el ganado (*Borja et al.*, 2016).

Por otra parte los costos por alimentación llegan del 50 al 70% de los gastos totales de producción, por lo que se hace necesaria la investigación y desarrollo de estrategias de alimentación de menores costos, estas estrategias deben considerar de la inclusión de forraje de buena calidad y que los productores cosechen sus propios forrajes, como un elemento para aumentar su rentabilidad y sostenibilidad (Zamora, 2023).

Una opción para conservación para los forrajes maduros y pajas de sistemas de producción a pequeña escala es el tratamiento con urea, ya que además de mejorar su calidad, tiene como beneficio de que la ventana de cosecha se amplía (Chenost, 1996).

En estos últimos años se han hecho uso de aditivos para mejorar la calidad nutricional de los esquilmos, pero han sido poco exitosos y los resultados no han sido satisfactorios, debido a que los aditivos son caros y difíciles de aplicar bajo las condiciones de los productores y la falta de conocimiento (Martinez, 2002).

Es por ello el objetivo del trabajo fue evaluar la respuestas productivas de cabras criollas suplementadas con forrajes tratados con urea, en la época de secas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen de la Cabra

La cabra es considerada uno de los primeros rumiantes en ser domesticado. Se piensa que fue domesticada hace más de 10,000 años durante la antigua Mesopotamia, que tuvo una enorme popularidad durante los siglos pasados, las personas antiguas la consideraron en la biblia como un símbolo de riqueza o de sacrificio, hasta en la actualidad ha sido una de las especies más útiles para el hombre por sus bondades de proveer carne y leche, a comparación del perro, la cabra es el animal domesticado más ampliamente en todo el mundo, es bien sabido que fueron introducidas al caribe durante el siglo XVI por los españoles y después al continente americano (Arechiga, 2008).

Por otra parte, la alimentación implica una actividad muy importante ya que el suministro de alimento para mantener la salud y obtener una respuesta productiva del animal. La especie caprina está considerada como una gran transformadora de recursos forrajeros pobres, en proteína de alta calidad como (leche y carne), pero para esto se debe tener en cuenta que para que el animal obtenga resultados satisfactorios debe de cubrir sus requerimientos nutricionales que se agrupan en 5 grandes categorías:

- Agua
- Proteína
- Energía
- Vitaminas
- Minerales

En la cría de los caprinos la alimentación es el elemento principal para el desarrollo de esta especie, ya que los animales estén en óptimas condiciones productivas y reproductivas (Arechiga, 2008).

3.2 La caprinocultura del sur del Estado de México

México se sitúa dentro de los países con mayor población caprina en el continente americano con un inventario de 8, 993,221 cabezas, dentro del territorio nacional los tres principales estados donde se concentra la mayor parte son Puebla, Oaxaca y Guerrero. Destacando su gran importancia en el estado de México que ocupa el 14 lugar con un inventario de 122, 986 cabezas, en el sur del estado de México las zonas representativas de esta actividad son los municipios: Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya, Luvianos, Zacualpan y Sultepec (*Dorantes et al.*, 2014).

Los sistemas de producción se clasifican como extensivos, intensivos o mixtos, sin embargo el 70% de los sistemas de producción son extensivos ya que es el más practicado debido a las pocas instalaciones que se necesitan y es la forma más barata para producir. Al respecto al sur del estado del estado de México los animales salen a pastorear durante el día y son encerrados durante la noche, los sitios de pastoreo cambian durante la época del año, el periodo primavera-verano y parte de otoño los animales pastorean en cerros o cañadas debido a que los potreros se encuentran ocupados por el cultivo de maíz, después que ha sido cosechada la mazorca entran las cabras a pastorear en agostaderos (*Dorantes et al.*, 2014).

La zona sur cuenta con una gran diversidad de plantas herbarías que son fuente de alimento en tiempo de secas y lluvias esto va a depender la altitud y la orografía que tenga el terreno, dentro de este campo encontramos leguminosas como: Euphorbiaceae, Cactaceae y Anacardiaceae con una diversidad florística.

Los rumiantes aprovechan la composición botánica arbórea de leguminosas como cubata, parota, huizache, pinzan, guaje colorado entre otros, donde el fruto de estos árboles es fuente principal de alimento del 63.7 % de consumo comparado con la época de lluvias (*Dorantes et al.*, 2014).

Los sistemas de producción caprinos, por lo general se clasifican como extensivos, intensivos o mixtos, el 70% de los tales sistemas son extensivos, es posible que el sistema de producción extensivo sea el más utilizado bebida a las deficiencias de instalaciones que se necesitan y sea más barato de producir (Mellado, 1997).

3.3 Razas caprinas en la zona sur del Estado de México

La raza predominante en la región sur del Estado de México es la cabra criollo ya que por varios cruzamientos entre razas traídas a México durante la colonia, que comprenden como la Murciano, Granadina, y probablemente la Celtibérica posteriormente otras razas como la Sannen, Toggenburg, Nubia y Alpina, fueron introducidas de Europa y estados unidos de Norteamérica con el fin de mejorar la calidad genética y aumentar la carne y leche, el caso de la raza bóer sea utilizado recientemente para aumentar la carne en los sistemas intensivos y extensivos (ICAMEX, 2012).

3.3.1 Raza Saanen

La raza Saanen su origen en el valle de Saanen en Suiza. En la actualidad esta raza lechera de mayor distribución geográfica y registra producciones entre 600 a 1000 litros por lactancia, con un contenido de grasa promedio de 3,5 %, son animales dóciles de temperamento pacífico y tranquilo de color generalmente blancos (genéticamente dominantes) el pelaje es corto y fino de orejas de tamaño mediano, erectas e inclinadas hacia adelante, cuerpo delgado, longevo y de aspecto huesudo. El tamaño mediano a grande alzada de 75 a 80 cm, el peso adulto de las hembras de 50 a 70 kg y los machos de 75 a 80 kg (Figura 1). Por otra parte son sensibles a la luz solar excesiva, razón por la cual expresan su mejor potencial productivo en climas templados-lluviosos y templados-fríos (INIA, 2004).



Figura 1. Cabra de raza Saanen

3.3.2 Raza Anglo Nubian

La raza Anglo Nubian se formó en gran Bretaña, siendo cruzamiento de Nubia, India y Suiza con animales nativos ingleses; es una cabra de uso múltiple, útil para la producción de carne, leche y piel. La producción de leche oscila entre los 600 a 700 kg por lactancia, con un promedio de grasa de 4%. El pelaje es fino, corto y brillante, se distingue fácilmente por sus largas orejas, pendulosas y nariz romana. Son de tamaño mediano a grande, siendo el peso adulto de 55 a 60 kg y una alzada de 76 cm las hembras y los machos de 75 a 80 kg y 81 cm de altura, sus miembros son grandes y fuertes, presentan ubres grandes, pendulosas y flexibles (Figura 2). El color puede ser negro hasta blanco, pudiendo encontrar tonalidades castañas y coloradas. Se adapta a climas cálidos y es menos tolerante al frío, se trata de la raza con mayor influencia en las cabras criollas (INIA, 2004).



Figura 2. Cabra raza Anglo Nubian

3.3.3 Raza Toggenburg

Es originaria del valle del mismo nombre, es una de las razas lecheras más antiguas que registra producciones de 600 a 700 litros por lactancia, con un contenido promedio de grasa de 3.7 %. Es una raza de tamaño mediano la alzada promedio es de 81 cm en mayor y en las hembras de 66 cm, con un pesos de 85 a 90 kg en los machos y las hembras de 50 a 60 kg es robusta, profunda, vigorosa y viras. Tanto el macho y la hembra presentan o no presentan cuernos, el pelajes es corto medianamente es largo, suave, liso, fino brillante. De orejas cortas color blancas, erguidas e inclinadas hacia adelante, ubres bien implantadas altas bien suspendidas de tamaño mediano. Una de las características que más las distingue es el color, puede variar desde café al pardo oscuro, con franjas blancas que se presentan en la parte distal de sus extremidades, bajo la cola en la zona de la ubre (Figura 3). En cuanto al clima se adapta mejor al templado y templado frío.

Los indicadores reproductivos son 80% de preñez, índice de parición de 1.4 crías y el índice de destete de 1.3 de crías destetadas por hembra (INIA, 2004).



Figura 3. Cabra raza Toggenburg

3.3.4 Raza Bóer

La raza Bóer es originaria de Sudáfrica, en base a cruzamientos con caprinos de carne de diferentes lugares del mundo. Desde ese país fue introducido a Nueva Zelanda y Australia.

Este animal se caracteriza por ser de color blanco, con cabeza y cuello café rojizo: tiene la cabeza con nariz ancha, con cuernos bien separados (machos y hembras), con orejas largas y dirigidas hacia adelante y que llegan hasta la nariz, el cuello es relativamente corto y muy musculoso. El tronco es ancho con una adecuada profundidad, dando una impresión de poder; sus extremidades son firmes, en la pierna y en la espalda es destacado por una gran masa muscular, el cuarto posterior está formado por una amplia, ancha muslos musculosos. La parte distal de las extremidades es fuerte y gruesa (INIA, 2004).



Figura 4. Raza caprina Bóer

3.4 Sistema de producción caprina

Generalmente el ganado caprino se ha explotado para la producción de leche, carne, pieles y el estiércol, teniendo una relevancia productiva muy discreta a escala mundial, local y nacional, a la comparación de otras especies ganaderas de rumiantes. La conformación corporal de la cabra, su agilidad y habilidad para el pastoreo y su alta rusticidad, determina que la especie caprina bajo sistemas de producción extensivos y semi- extensivos sea más idónea que los ovinos y los bovinos para aprovechar las áreas áridas y semiáridas, caracterizadas por la baja pluviosidad, escasa disponibilidad de forrajes y topografía accidentada, obteniendo productividades más favorables en medios ecológicos difíciles (Daza, 2004).

En los países en desarrollo, los caprinos se mantienen a menudo en entornos marginales con escaso pastoreo y en condiciones climáticas desfavorables, y que consideran los animales lecheros de los pobres, debido a los bajos costos de producción capital y la rápida rotación generacional de los animales y por lo tanto la rápida producción de leche, el rápido periodo de gestación y el suministro adecuado de leche para el consumo inmediato de los hogares, por otra parte las mujeres son las que más se ocupan de los pequeños rumiantes que los hombres (FAO, 2017). Los sistemas caprinos predominantes en Latinoamérica, son los de pastoreo libre, dedicados a la producción de carne y cueros. En el caso de la producción de leche se utiliza el sistema semi-extensivos. En el sistema intensivo se encuentra en menor proporción, muchas veces representando por pequeños números de animales, en este último se considera para la producción de carne (Cruz et al, 2012).

En México los sistemas de producción caprina se pueden clasificar de acuerdo a la intensidad de uso del suelo, movilidad y a los productos principales que se generan tales como:

1. Sistemas extensivos, en este tipo de sistema los animales no se encuentran alojados ni son alimentados dentro de las instalaciones de forma permanente, se alimentan mediante el aprovechamiento directo de los recursos agroforestales de la explotación, en primer lugar el pastoreo y ramoneo por otro lado en algunos de los casos reciben alimentación suplementaria, algunos autores indican que la

producción extensiva, es el conjunto de sistemas de producción ganadera que aprovechan eficientemente los recursos naturales las especies y razas adecuadas (Ruiz *et al*, 2017). En estos sistemas se utilizan terrenos muy extensos y productivos y ricos en biodiversidad vegetal y que no son aptos para las actividades agrícolas, las cabras por lo general nos disponen de otra fuente de alimento, también es muy la baja tecnificación y el sobrepastoreo por lo que ha causado degradación del suelo y vegetación por ellos este sistema va a determinar otras características de productividad de las cabras tales como el empadre, bajo peso al destete, poca producción de leche y carne por otra parte este sistema cuenta con una ventaja que no genera costos de producción ya que las cabras obtienen su propia alimentación (Felix, 2016).

Las áreas de pastoreo no alcanzan a cubrir las necesidades nutritivas en ciertos épocas del año, hay reportes que indican un reporte de materia seca de 30 kg por h en la temporada de secas en temporada un reporte de 471 kg (Echavarría *et al.*, 2006). Esto obliga a suplementación estacional con esquilmos agrícolas regionales y forrajes alternativos como nopal, maguey, cardón o mezquite entre otros. Esto se ubica generalmente en las regiones áridas y semiáridas en los estados de Coahuila, san Luis potosí, y zacatecas, al norte del trópico seco en los estados de Oaxaca y guerrero y en las planicie central en el estado de puebla, Querétaro y México (Nagel, 2011).

Se utilizan tipos raciales y autóctonos (criollos) encastados con razas lecheras o cruza de ellas en el norte del país; en el trópico seco se encastan con razas de doble propósito como la Nubia y cárnica como la bóer y en menor grado con las razas lecheras como la toggenburg y alpina (Arechiga *et al*, 2008).

2. Sistemas semi intensivos, este sistema se ubica en las regiones con mayor productividad, adonde se puede combinar con pastoreo y ramoneo de agostaderos en épocas de estiaje cuando se realizó la cosecha, ya después ellos reciben una ración que ayuda a complementar las necesidades nutricionales durante el día, en este sistema podemos encontrar razas un poco más específicas. Es frecuente que los recursos económicos que se generan en este sistema permitan que se tecnificar e integren en forma apreciable estos recursos, lo cual la calidad de la nutrición, permita una productividad por unidad animal más

elevada que en los sistemas extensivos y de esta forma programar la actividad reproductiva a través del año sin aumentar los costos de producción (Petryna y Gioffredo, 2010).

3. sistemas intensivos, su característica principal es el empleo de inversión en comparación con los dos primeros sistemas y con menor superficie de terreno, ya que se caracteriza por una estabulación permanente, el uso de corte de forraje y proporcionar concentrados altos en granos y proteínas y se explotan animales con mayor calidad genética estos sistemas se encuentra más en el norte del país (Felix, 2016).

El incremento de la carga animal por área es alto, se incrementa la producción en el menor tiempo posible y utilizando el mínimo espacio requerido. La producción pecuaria intensiva se requiere de altas inversiones en infraestructura, construcciones, mano de obra, tecnología y alimento. Las ventajas de este sistema son la alta producción por unidad de tiempo y por animal, la estandarización de procesos y productos y la flexibilidad ante la demanda del mercado por otra parte se hace más fácil el manejo sanitario reproductivo y alimenticio. Las desventajas de este sistema son el alto consumo de energía y la generación de desechos provenientes del estiércol de los animales, y son altamente contaminantes y de difícil manejo de estas explotaciones, sin embargo, la demanda de alimentos en el mundo entero y la disminución de áreas productivas, hacen necesario este tipo de explotación (Barboza, 2018).

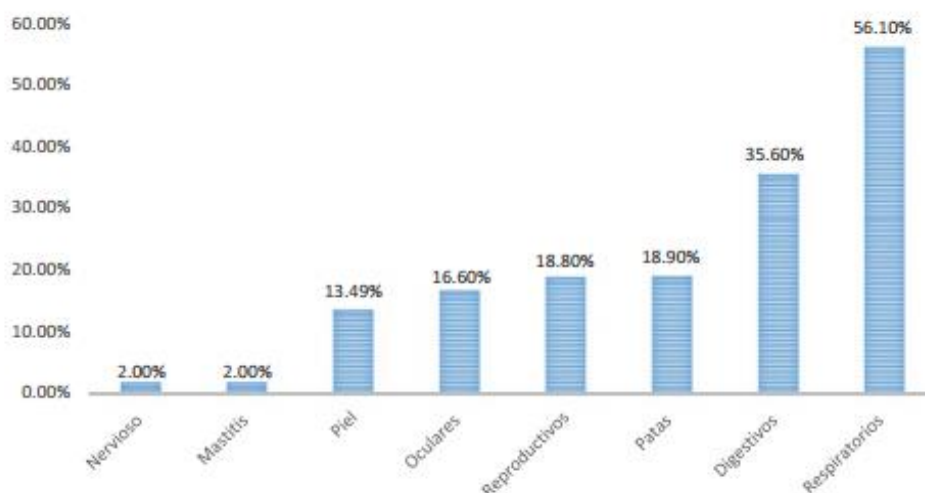
3.5 Estado sanitario de las cabras en México

La salud de las cabras en México se determina en gran medida por el sistema de producción y el entorno agroecológico donde se encuentran, un estudio realizado por (Cuellar, 2012) mediante encuestas a 910 productores seleccionados en forma aleatoria en todo el país, muestra los principales problemas de salud identificados por los mismos productores.

Las enfermedades respiratorias son las más reportadas por los productores; esto puede ser a consecuencia de los cuadros respiratorios, en donde los animales presentan dificultad para respirar, depresión y dejar de comer, los corrales en

malas condiciones y con hacimiento son los elementos que influyen en la condición de este estado, además por la presencia de *Oestrus ovis* que provoca abundante flujo nasa.

En segundo lugar están las enfermedades digestivas donde el agente etiológico más abundante son los parásitos; se reporta una prevalencia de parasitosis de pequeños rumiantes en pastoreo del 77.6%, otra causa de estas enfermedades se relacionan con los aspectos nutricionales debido a que las cabras consumen vegetación con altos niveles de anti nutrientes, en particular en la época de secas (Palma, 2000) .



Fuente: Cuellar et al., 2012

Figura 5. Problemas sanitarios indicados por el productor

Así mismo en condiciones estabuladas es un factor para el principal problemas en pezuñas en el cual se reportan una incidencia del 15 al 24% (Anzuino, 2010). El reporte de enfermedad reproductiva se asocia erróneamente con brucelosis (*brúcella melitensis*), aunque en México como en cualquier otra parte del mundo se ha demostrado la ocurrencia de abortos masivos asociados a clamidiasis (*Chlamydia abortus*) y otros asociados a la carencia nutricional en épocas de estiaje (Cuellar, 2012).

Por otro lado la patología en los ojos se refiere a cuadros de la queratoconjuntivitis, generalmente asociada a la polución en temporada de secas y en tiempo de floración a reacciones alérgicas del polen, se han tenido reportes de la presencia de clamidia encontrando un 18.8% seropositivos en cabras con sintomatología de queratoconjuntivitis (Rios, 2011).

Al igual que el ganado bovino en los hatos lecheros, la mastitis es una enfermedad más importante y de esta la subclínica que es la causante de mayor problemática en la producción lechera, estudios realizados en el estado de mechoacán se reportan prevalencias de mastitis subclínica en cabras de leche del 30.1 % (Bazan et al., 2009), Los datos obtenidos por (Cuellar, 2012) de mastitis clínica a nivel nacional es del 2%. Otra de las enfermedades más comunes con presencia generalizada en los rebaños caprinos es la paratuberculosis o linfadenitis caseosa (*mycobacterium paratuberculosis*), al igual que la mastitis subclínica no se reporta por los productores al no tener un cuadro clínico evidente en las primeras fases de la enfermedad en el estado de san Luis potosí se reporta un 10% de prevalencia.

3.6 Alimentación de las cabras

La alimentación implica la elección, preparación y forma suministrar el alimento a los animales para mantener la salud y obtener mejoras en su productividad. Establece los factores fundamentales en los sistemas productivos y depende de cada etapa fisiológica que se encuentre el animal.

Los caprinos son considerados una de las especies con una gran capacidad de transformar los recursos forrajeros pobres, en proteínas de buena calidad como (carne y leche), pero se debe tener en cuenta que los animales deben cubrir con las necesidades nutricionales y de los cuales varían de acuerdo con las características de los animales como de las cuales son genética, raza su estado fisiológico (Perez, 2011).

Las cabras tanto domésticas y salvajes se clasifican como consumidores intermedios, se pueden ubicar tanto como en el grupo de consumidores de concentrados como en consumidores de forrajes, (en este caso si se permite el crecimiento y desarrollo del pasto), esta característica de consumidores

intermedios también le permite consumir rebrotes y pastos a la vez, así también la cabra puede soportar una gran cantidad de leguminosas en su dieta que la pueden tolerar los ovinos y bovinos, ya que poseen una tasa elevada de fermentación.

Otras características que se distinguen de las cabras es que tiene la capacidad de consumir plantas que presentan defensas contra depredadores estas defensas pueden ser mecánicas (espinas) así como también químicas (taninos, cianógenos, alcaloides, saponinas, inhibidores de las proteasas).

Por otro lado el comportamiento alimenticio de la cabra es que tiene una alta capacidad para tomar posición en la bípeda, esto le permite tener un mayor horizonte de pastoreo de 0 a 1.80 m, comparado con los 0 a 40 cm que tiene el ovino y 0 a 60 cm del bovino por eso la cabra tiene una mayor variedad de plantas que puede consumir tanto pastos rastrojos como árboles (Trujillo y Ducoing, 2014).

3.7 Metabolismo de los nutrientes

3.7.1. Metabolismo de los carbohidratos

Los carbohidratos son la fuente más importante y principal de energía y los principales precursores de grasa y lactosa en la leche de los rumiantes (Ramirez & Buntinx, 2012). Los microorganismos en el rumen de los rumiantes obtienen energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son los que están ligados a la lignina de las células vegetales, el mecanismo de la rumia aumenta el flujo de saliva hacia el mismo, la saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfato que ayudan a mantener un pH casi neutro, las raciones que no tienen fibra suficiente producen un contenido bajo de grasa en la leche y contribuyen a desordenes tales como desplazamiento de abomaso y acidosis ruminal (Vilmar, 2011).

La población de microorganismos ruminales fermenta los carbohidratos para producir la energía, gases (metano y dióxido de carbono), calor y ácidos grasos volátiles (AGV) principalmente el acético, propiónico y butírico lo cual lo conforman un 95% de los ácidos producidos en el rumen. La energía y los iso-

ácidos producidos mediante la fermentación son utilizados por las bacterias para crecer (para la síntesis de proteína). El CO₂ y el CH₄ son eructados la energía todavía presente en ellos se pierde (Ramirez & Buntinx, 2012).

Los AGV son producto final de la fermentación de la flora microbiana y son absorbidos por medio de la pared del rumen, en mayoría el acetato y el propionato son transportados al hígado, pero la mayoría de del butírico se convierte en la pared del rumen en una cetona (o cuerpo cetónico) que se llama β hidroxibutirato. Las cetonas son la fuente principal de energía del organismo, el propionato se convierte a glucosa en el hígado, este es el proceso más importante porque normalmente no hay glucosa absorbida del tracto digestivo y todos los azúcares encontrados en leche, debe ser producida por el hígado (Martinez et al, 2011).

El almidón escapa de la fermentación y alcanza el intestino delgado. El ácido láctico (lactato) es una fuente alternativa de glucosa para el hígado, el lactato se encuentra en ensilados bien preservados, pero la producción de lactato en el rumen ocurre cuando hay exceso de almidón en la dieta (Osorio S. & Vinazco, 2010).

La población de microorganismos convierte los carbohidratos fermentados a aproximadamente un 65% de ácido acético, 20% de ácido propiónico y 15 % de ácido butírico cuando la ración tiene un alto contenido de forraje, en el caso del acetato puede ser para maximizar la producción de leche, pero por otro lado la cantidad de propionato producido en el rumen puede limitar la cantidad de leche producida por que el suministro de glucosa es limitado (Vilmar, 2011).

Los carbohidratos no-fibrosos (concentrados) promueven la producción de ácido propiónico mientras los carbohidratos fibrosos (forrajes) estimulan la producción de ácido acético en el rumen. Además, los carbohidratos no-fibrosos producen más AGV (es decir más energía) porque son más fermentables.

3.7.2. Metabolismo de las proteínas

Las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de las funciones vitales como el crecimiento, reproducción y lactancia, los rumiantes tienen la habilidad de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno

no proteico, esto depende de los microorganismos ruminales. Además los rumiantes poseen un mecanismo para ahorrar nitrógeno, cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es bajo la urea producto final de proteína en el cuerpo puede ser reciclado al rumen en grandes cantidades vía saliva (Vilmar, 2011)

Las proteínas de los alimentos son degradadas por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoníaco y ácidos grasos de cadena múltiple, el amoníaco también es de origen del nitrógeno no proteico en los alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen, una concentración baja de amoníaco causa escases de nitrógeno para las bacterias y disminuye la digestibilidad de los alimentos, por otro lado el exceso de amoníaco en el rumen produce pérdida de peso, toxicidad por amoníaco y en casos extremos la muerte del animal (Wattiaux, 2005).

El nivel de utilización de amoníaco para sintetizar proteína microbiana depende principalmente de la disponibilidad de energía generada por la fermentación de carbohidratos, la síntesis de proteína puede variar entre 400 y 1500 g en cabras al día según la digestibilidad de la dieta, el porcentaje de proteína en bacterias varía entre un 38 y 55%. En general las bacterias contienen más proteína cuando los rumiantes consumen más alimento (Vilmar, 2011).

Las proteínas en un buen forraje de buena calidad son degradadas en un mayor nivel (60-80%) que las proteínas en concentrados o subproductos industriales (30-60%), una porción de la proteína es destruida dentro del rumen, pero la mayor parte entra al abomaso pegada a las partículas de alimentos. Los ácidos fuertes secretados en el abomaso para toda la actividad microbiana y las enzimas digestivas separan las proteínas para así formar aminoácidos (Martinez et al, 2011).

Todos los aminoácidos incluyen los esenciales, están presentes en la proteína bacteriana en una cantidad que aproxima a las proporciones de aminoácidos requeridos por la glándula mamaria para la síntesis de la leche, en consecuencia la conversión de proteína de los alimentos a proteína bacteriana es un mecanismo beneficioso. Por otra parte cuando se alimenta de proteína de alta calidad y el amoníaco producido en el rumen no puede ser usado debido a la falta de energía fermentable (Vilmar, 2011). El 80% de la proteína que alcanza el intestino delgado

es digerible, la cantidad restante es desechada por medio de las heces. Las heces de los rumiantes son ricas en nitrógeno con un contenido de proteína cruda de 14-16% a comparación de las heces de animales no rumiantes (Ramirez & Buntinx, 2012).

El exceso de amoniaco pasa la pared del rumen y es transportado al hígado, el hígado convierte al amoniaco en urea y esta es liberada por medio de la sangre. De esta forma la urea puede regresar al rumen por medio de la saliva o también medio de la pared del rumen o así mismo excretarse por la vía urinaria (orina) y esto significa pérdida de nitrógeno por animal, cuando la urea regresa al rumen es transformada en amoniaco y puede servir como una fuente de nitrógeno para la reproducción o crecimiento microbiano. Las raciones cuando son bajas en proteína cruda, la mayoría de la urea es reciclada y poco se pierde en la orina, sin embargo mientras se aumenta la proteína en la ración menos urea es reciclada y más es desechada en la orina (Wattiaux, 2005).

3.7.3 metabolismo de los lípidos

Comúnmente la dieta consumida por los rumiantes contienen un 2 al 6% de lípidos, de los cuales la mitad son ácidos grasos (Wattiaux, 2005), al aumentar al 8% de lípidos en la dieta puede tener un efecto negativo en la producción de leche y el porcentaje de grasa en la leche. Los lípidos no saturados tienen un efecto más negativo que los saturados, (Martinez et al, 2011). Los lípidos son parte importante para la alimentación de los rumiantes ya que contribuyen en el 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos, los triglicéridos se encuentran principalmente en los granos de cereales, semillas oleaginosas y grasas de origen animal. La estructura básica de los triglicéridos consiste en una unidad de glicerol (un alcohol de tres carbonos) y tres unidades de ácidos grasos. Los glicolipidos son una segunda clase de lípidos encontrados principalmente en los forrajes (gramíneas y leguminosas). Los fosfolípidos son componentes menores en los alimentos encontrados en las bacterias del rumen (Martinez et al, 2011).

Una vez la mayoría de los lípidos en el rumen son hidrolizados. El enlace entre el glicerol y los ácidos grasos se rompe y dando origen a un glicerol y tres ácidos grasos volátiles (triglicéridos), el glicerol se fermenta rápidamente para formar

ácidos grasos volátiles el cual es la principal fuente de energía de los rumiantes. Por otra parte de los ácidos grasos insaturados son hidrogenados por los microorganismos convirtiéndose en su mayoría en ácidos grasos saturados (Shimada, 2009).

Los fosfolípidos son digeridos en el intestino delgado. Las secreciones biliares y pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato) son esenciales para absorber los lípidos, se mezclan con el intestino delgado formando partículas mezclables con agua que puede entrar a las células intestinales, micelas. Una porción de las células intestinales una porción de ácidos grasos son ligados con glicerol (proveniente de la sangre) para formar triglicéridos (Martinez et al, 2011).

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos libres, colesterol entre otras sustancias en relación con los lípidos son cubiertos con proteínas para formar lipoproteínas que son ricas en triglicéridos, también llamadas lipoproteínas de baja densidad. Las lipoproteínas entran a los vasos linfáticos y de ahí pasan al canal torácico para llegar a la sangre. En general la mayoría de los nutrientes absorbidos en tracto gastrointestinal, los lípidos absorbidos no van al hígado sino que entran directamente en la circulación general, y de esa forma pueden ser utilizados por todos los tejidos del cuerpo sin haber sido procesados por el hígado (Wattiaux, 2005).

3.8 Estrategias de alimentación

Los subproductos agrícolas como (pajas, rastrojos, salvados, cascarillas etc.) son producto que se obtienen a partir de la cosecha de los cultivos agrícolas como lo son: maíz, avena, trigo, cebada etc. Constituyen una fuente de alimentación para los pequeños y grandes rumiantes. Además, los restos de estos productos agrícolas se pueden aprovechar de forma de pastoreo o pueden ser sometidos a procesos físicos o químicos para un mejor aprovechamiento. Los rastrojos y las pajas se caracterizan por tener un alto contenido de carbohidratos (CHOs) estructurales como celulosa, hemicelulosa y pectinas, que se presentan en el grupo derivado del fenil propano denominadas como lignina y bajo contenido celular, el (98%) del contenido celular es altamente digestible y los microorganismos ruminales los tienen disponibles en todo momento.

Una de las principales particularidades que poseen los animales rumiantes, son que tienen la capacidad de aprovechar los alimentos altos en lignina esto es gracias a la relación simbiótica que tienen los microorganismos y fermentan a los alimentos de baja calidad y disponen al animal energía en forma de ácidos grasos volátiles (AGV) y un alto contenido de proteína microbiana de alto valor biológico (Martinez, 2002).

3.9 Producción de Esquilmos Agrícolas en México

Los cereales presentan la parte de mayor importancia en la alimentación de los humanos, ya que a partir de estos obtienen energía, proteína y minerales en su dieta, además muchos de estos cereales son cultivados para la producción de forrajes. Dentro de este campo el grano representa el principal producto seguido de los esquilmos agrícolas, mismos que sirven para la alimentación del ganado en épocas críticas donde no se cuenta con suficiente forraje. Los esquilmos agrícolas representan una fuente de alimento importante en la mayoría de los países en desarrollo, en donde el grano es la principal fuente de recurso alimenticio. Dado que la paja pierde sus hojas en ocasiones y es considerado un alimento de muy baja calidad en términos de proteína, minerales y sobre todo la digestibilidad, para esto los forrajes se debe de cortar cuando aún tienen hojas.

El esquilmo es una parte de la planta que permanece en el campo después de que el grano ha sido cosechado. Para esto los cultivos más comunes para la elaboración de esquilmos son, aquellos como los derivados de trigo, cebada, avena, centeno, maíz y sorgo. La proteína, la fibra y en conjunto del contenido de materia seca van a determinar la calidad de los esquilmos agrícolas, ya que son los nutrientes esenciales para la alimentación del ganado. La topografía las condiciones climáticas de México limitan la disponibilidad para establecer un cultivo. Los estados que presentan un mayor potencial para la producción de esquilmos agrícolas son Jalisco, México, Chiapas, Guadalajara y Michoacán ya que producen el 51.7 % del total del total y lo utilizan un 18 a 20 % del aporte energético en la alimentación del ganado en México (Benitez, 2007).

3.10 Recursos forrajeros para la alimentación

La región sur de estado de México se considera agrícola y ganadera, ya que la disposición de tierra es amplia y con la desventaja de que los terrenos no están planos y cuentan con pendientes importantes, en efecto es casi imposible hacer uso de esas tierras para cultivos manejables con maquinaria y equipo, de tal forma que la ganadería es la forma más eficiente de ocupar este recurso mediante el sistema extensivo, ya que en la época de lluvias hay una amplia disponibilidad y biodiversidad de pastos, los cuales son en su mayoría la dieta de los animales, sin embargo en la época de estiaje la disponibilidad y calidad de los mismos disminuye considerablemente y en consecuencia los productores se ven en la necesidad de suplementar a sus animales (García et al, 2018). por otro lado se realizan técnicas para mejorar la alimentación del ganado como el uso de la urea para la transformación de los esquilmos agrícolas a alimentos menos fibrosos y aumentar las características nutricionales se encuentra en las partes vegetativas como (pajas y rastrojos) de gramíneas (maíz, cebada, trigo, sorgo) y leguminosas (frijol, haba), que quedan después de cosecha, otros subproductos como (bagazos y cascarillas) son lo restante de remover partes de alto valor nutritivo como lo es (azúcares solubles, aceites, etc.) o los alimentos industriales, como en la caña de azúcar, las semillas oleaginosas y frutas. Lo mayor de los casos se trata de productos secos, muy maduros, fibrosos, cuyos componentes químicos principales son los carbohidratos estructurales con un bajo valor nutritivo ya que estos carbohidratos están ligados a la lignina (Trujillo y Ducoing, 2014).

3.11 Métodos físicos para tratamiento de forrajes

Generalmente son procesos mecánicos que se busca aumentar la productividad animal a través de que se reduce el tamaño de partícula del alimento, esto se logra moliendo o picando el alimento así como también se puede procesar en cubos o pellets. La solubilización se hace mediante la hidrólisis o simplemente cuando se aumenta el contenido de humedad del forraje. Los principales bienes del alimento molido, picado o peletizado son: velocidad de paso por el tracto digestivo y por ende, aumenta el consumo de alimento. Esto induce que el animal no seleccione el alimento y por lo cual se reduce el desperdicio del alimento.

El efecto de la velocidad de paso del alimento disminuye la acción de la digestibilidad. Sin embargo se compensa por el aumento del consumo total de energía y con un mayor crecimiento bacteriano y un incremento en la ingestión de nutrientes digestibles totales.

Los forrajes con un alto contenido de lignina tiene un mayor efecto al ser molido o peletizado, sin embargo el contenido de proteína cruda es parcialmente muy baja.

Otros métodos físicos que se pueden ocupar son la hidrolisis con vapor de agua, para hacer uso de este método es necesario tener el equipo especializado y por eso muy poco se utiliza. Otro método es el humedecido, este método tiene la particularidad de reducir la polvosidad y cambia la textura del alimento esto hace que el animal tenga un mayor consumo de alimento. En ocasiones cuando no es posible el picado o el molido del esquivo se puede humedecer con agua y esto hará que tenga una mayor respuesta el animal de consumo (Benitez, 2007).

3.12 Métodos químicos para el tratamiento de forrajes

El tratamiento de los forrajes es una práctica que se realiza desde hace 1920, esto se trata de permitir una mayor accesibilidad de la celulosa que constituye a las paredes celulares a las enzimas celulolíticas de origen microbiana en el rumen. De los reactivos que ya se han utilizado con este fin son hidróxido de sodio (NaOH), potasio (KOH), calcio Ca (CH₂), y amoniaco anhidro (NH₃). El hidróxido de sodio se puede aplicar de forma húmeda y vía seca, el método vía húmedo consiste en introducir la paja en el estanque con 1.5% de hidróxido de sodio en un periodo de 18 a 24 horas y posteriormente se coloca en otro recipiente con agua sin añadir el hidróxido de NaOH durante 18 a 20 horas, se deja secar y ya estaría lista para ser usado para la alimentación del ganado (Benitez, 2007).

3.12.1 Uso de Urea en el Tratamiento de Forrajes

El tratamiento con urea es el resultado de dos procesos que ocurren simultáneamente en el forraje almacenado, en primer término la hidrolisis de la urea o ureolisis, se genera amoniaco (NH₃) por un lado el efecto sobre el rompimiento de las ligaduras entre la lignina del forraje, por otro lado es el suministro de nitrógeno no proteico de las paredes celulares por el efecto sobre la

lignina y a partir del aporte de nitrógeno que influye en la microbiota ruminal (Zamora, 2023).

La urea se presenta de forma sólida, cristalina e incolora, es rico en nitrógeno no proteico (NNP) que es muy común usarlo en dietas balanceadas en los rumiantes, por otra parte se hidroliza rápidamente de amoníaco a bióxido de carbono con presencia de las ureasas, ya que estas ureasas son de mayor presencia y actividad en el rumen, y como consecuencia la concentración de amoníaco en el compartimento gástrico se eleva después de la alimentación con este compuesto de urea (Martinez, 2002).

En los últimos años el método más utilizado es el hidróxido de amoníaco (NH_3), este método tiene una principal ventaja que es el aumentar el nitrógeno no proteico, este no presenta residuos de álcalis ya que el acceso al amoníaco se volatiliza después del tratamiento y por lo tanto no afecta el balance de minerales. Por otra parte es un método muy económico y práctico y no se necesita de equipo especial para su elaboración (Ovalos, 1985).

En este caso la proporción de urea se aplica en niveles de 4 a 6%/kg de MS de rastrojo lo que equivale del 3 a 3.5 % de hidróxido de amonio. Por otra parte los resultados han sido contradictorios porque al parecer no se han tenido los mismos resultados con respecto al amonio, aunque por otra parte si baja el costo del tratamiento, el problema reside en la necesidad de mezclar muy homogéneamente la solución de urea y que el forraje sea lo más posible picado y así se aumente la cantidad de humedad de un 40 % (Zorrilla, 1981).

En la actualidad hay distintas variantes del método original (Método Noruego) que conlleva en la inyección del amoníaco en una porción de 3-4 % de la materia seca de la paja, por un periodo de 5 semanas en promedio o esto va a depender de la zona geográfica donde se encuentre, esto se realiza en bolsas de plástico que hace que no permita la salida del amoníaco que se ha incorporado al forraje. El porcentaje de humedad en las bolsas de forraje a tratar es importante, ya que hay una relación directa entre el porcentaje de amonificación y humedad. El porcentaje de humedad del tratamiento es de 20 a 25 %. Las desventajas de este

sistema es que se requiere de mucho tiempo para el tratamiento, el amoniaco anhidro es muy toxico y explosivo por lo que se debe de manejar con mucho cuidado (Benitez, 2007).

3.13 Características Nutricionales de los Esquilmos Forrajeros

Los esquilmos contienen más del 30 % de fibra, su proteína total es inferior al 7 % y su porcentaje de digestibilidad es menor al 55 %, y por lo tanto hace muy baja la disponibilidad de los nutrimentos como; la energía metabolizable (EM) es escasa (su proporción es de 2 mega calorías por kilogramo de materia seca) o bien, si se expresa como nutrimentos digeribles totales (NDT), es inferior al 60 %. El contenido nutritivo de estos ingredientes no satisface las necesidades para las funciones normales como productivas, reproductivas y de trabajo del ganado, en la mayoría de los casos no es posible que los animales puedan mantener su condición corporal. Por lo tanto si se usa el esquilmo como única fuente de alimento, normalmente se presentan pérdidas considerables, aunque variables, de peso y de condición corporal en el ganado (SAGARPA, 2012).

Las principales características generales de los esquilmos son:

- Su densidad es muy baja, es decir, ocupan mucho espacio con respecto a su peso, con alta capacidad de absorción de líquidos. Se les denomina como forrajes toscos o voluminosos.
- Su transporte y manejo puede ser costoso.
- Son de digestibilidad baja y aportan poca energía metabolizable al animal.
- Tienen bajo contenido de proteína. La proteína en los vegetales y su digestibilidad se reducen con la edad.
- Tienen alto contenido de fibra o paredes celulares (fibra detergente neutro, FDN), lignina y algunas sílice; estos últimos reducen aún más su aprovechamiento por el animal.
- Los tallos y las cascarillas, que son más fibrosos y tienen menos proteínas que las hojas, constituyen la mayor proporción de los esquilmos agrícolas.
- Pueden ser deficientes en algunos minerales (fósforo y azufre) y los secos en carotenos (precursores de vitamina A) (Rojas, S/F).

3.14 carbohidratos estructurales y su utilización en los rumiantes

La calidad y transformación de los pastos y otros alimentos, por parte de los rumiantes son de suma importancia para el sustento y de gran prioridad económica, este proceso gracias a que los rumiantes poseen un estomago especializado, donde existen microorganismos; cuya acción es simbiótica y permiten la digestión de las paredes celulares de los forrajes, de los cuales representa un 35 al 80 % de la materia orgánica (*Ramirez et al.*, 2002).

La celulosa se encuentra más de manera exclusiva en las paredes celulares de las plantas, por otra parte algunos animales tunicados la sintetizan ya que producen una sustancia llamada tunicina y que está presente en la túnica o en la cubierta por el cual tiene algún parecido con la celulosa, sin embargo las propiedades son diferentes a la de la biomasa vegetal (Garcia, 2017).

La celulosa es un homoglucano lineal insolubles en agua, que está compuesta por más de 15 mil residuos D-anhidroglucopiranososa que están unidos por un enlace β (1-4), la celulosa es hidrolizada por diferentes enzimas celuloticas como: endoglucanasas, exoglucanasas y β -glucosidasas (Garcia, 2017).

La hemicelulosa es de un grupo heterogéneo de polisacáridos, de loa cuales se caracterizan por tener enlaces β (1-4), por los cuales dentro se incluyen xilogluganos y glucuronoxilanos, glucuroarabinoxilanos, glucomananos y galactoglucomananos (Scheller y Ulvskov, 2010). Dependiendo de la especie de la planta estos enlaces se asocian con ácidos uronicos formando estructuras polimerizadas diversas y ya que pueden relacionarse como celulosa con lignina (Benitez, 2007).

El xilano se considera el principal componente de la hemicelulosa ya es el segundo polisacárido más abundante de la naturaleza después de la celulosa, aportando un 30- 35 % de la pared celular de los pastos y cereales, por esto se considera de gran importancia en la alimentación animal (Poloheimo et al, 2010).

La lignina es un polímero complejo, globular, regular, insoluble y de alto peso molecular (>10, 000), y que está formado por cuatro tipos de alcoholes como: conefenil, hidroxiconiferil, cumaril y sinapil derivados de la vía fenilpropanoide de

las plantas. Se encuentra químicamente unida con la hemicelulosa y que rodea las fibras de la celulosa, por otra parte es la encargada de darle la rigidez de las plantas y acción de resistencia al estrés y ataques de microorganismos no benéficos (Benitez, 2007).

3.15 Pasto Estrella Africana (*Cynodon Plectostachyus*)

Es una gramínea perenne de origen de África en la región oriental de Rhodesia, es de crecimiento rastrero con estolones largos y fuertes con una longitud de más de 3 metros, en la época de secas comienza a lignificarse por otro lado en épocas de lluvias reinicia de inmediato el crecimiento, para restablecer una nueva pradera es mediante el material vegetativo, ya que tiene la capacidad de producir semillas fértiles, este pasto tiene la bondad de desarrollarse en una amplia gama de suelos, aunque su mayor desarrolla se logra en suelos fértiles con un buen drenaje. En los suelos con un pH por debajo de 5 y de baja fertilidad no son idóneos para el desarrollo esta de especie, esta gramínea es gran importancia en la ganadería nacional debido a sus características de rusticidad, resistencia al pastoreo, y económicamente bajo el costo de producción (*Enriquez et al*, 2011).

El valor nutricional de pasto estrella (*Cynodon Plectostachyus*), reporta un contenido de proteína cruda de 11 – 14%, con una digestibilidad promedio de 56 – 65%, por otro lado en contenido de energía metabolizable de 2.08 Mcal en condiciones de 21 días sin ningún programa de fertilización, por otra parte con una elevada fertilización y un manejo adecuado puede producir de 25 – 30 toneladas de materia seca por año (Viloria, 2019).

3.16 Avena (*Avena Sativa L*)

Las avenas cultivadas tienen origen en Asia central. La historia de este cultivo es poco conocido, aunque este cereal puede no tener mucha importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, a que antes de ser cultivada la avena fue conocida como una mala hierba de estos cereales. Los primeros 5 restos se hallaron en Egipto, y se creía que eran semillas de mala hierba, ya que existen evidencias de que la avena fuera cultivada por los egipcios, los restos más antiguos de avena fueron localizados en Europa central y datan de la edad del bronce (Anaya, 2017).

El cultivo de la avena fue introducido a México en el pasado a finales de los años veinte, como fuente de alimentación para los animales de trabajo, producción de leche y carne. La avena introducida fue una mezcla de especies de *A. sativa* y *A. bizantina* (Anaya, 2017).

La avena es una gramínea que ocupa en sexto lugar en la producción mundial de cereales que tiene como propósito producir grano para la nutrición humana o la alimentación animal (*Hernandez et al*, 2018) de acuerdo con la (FAO, 2017) la producción mundial anual es de 22.5 millones de toneladas que se obtienen en 9.7 millones de hectáreas, Es una planta herbácea perteneciente a la familia de las gramíneas, posee raíces abundantes y profundas, con tallos rectos y gruesos para darle firmeza a la misma, sus hojas son aplanadas y largas de color verde intenso, es una planta muy rustica y poco demandante en suelos con condiciones idóneas ya que se adapta a suelos con un pH menor de 7 a 5. El aprovechamiento de esta planta es prácticamente toda ya que la cosecha se realiza en un estado fisiológico maduro con máquinas especializadas, este forraje es muy común en ganado como equino, bovino, ovino y caprino, aprovechando la mayor cantidad posible, se considera un insumo clave para la elaboración de alimento balanceado pecuario. En cuestiones climáticas se considera una planta de estación fría y muy sensible a las altas temperaturas, es muy demandante en la cantidad de agua, aunque por otro lado le puede perjudicar el exceso de humedad (Sagarpa, Planeacon Agrícola Nacional , 2017).

3.16.1 Clasificación taxonómica de la Avena Sativa L.

Cuadro 1. Taxonomía de la (*Avena Sativa* L)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooldeae
Tribu	Aveneae

genero	Avena
Especie	A. sativa
Nombre científico	Avena sativa

(Anaya, 2017)

3.17 Digestión de los Forrajes Toscos

Los pequeños y grandes rumiantes han obtenido la habilidad de utilizar el material vegetativo como su única fuente de nutrientes por medio de los microorganismos ruminales. El 35 a 80% de la materia orgánica (MO) de los tejidos vegetales está constituido en la pared celular, la cual proporciona rigidez estructural a la planta. Por otro lado, los rumiantes que dependen del pastoreo obtienen de un 30 a 40% de la energía digestible consumida de la pared celular del forraje. La baja digestibilidad y alta concentración de lignina en la pared celular de forrajes limitan una alta disponibilidad de energía en animales que consumen un mayor volumen de forraje en su dieta. A medida que la célula de la planta madura, la pared celular ensancha y generalmente se produce una pared secundaria con una composición distinta de notables constituyentes aromáticos, por lo que ocurren cambios químicos y anatómicos afectando la digestibilidad. Sin embargo, las diferencias en estructura pueden o no influir significativamente la tasa y grado de digestión del forraje, por ejemplo, las diferencias conformacionales entre la orientación de los componentes fenólicos relativo a los polisacáridos con los que se asocian, pueden solo ser importantes si dichos polisacáridos contribuyen en cantidades significativas a la composición total de un tipo particular de tejido susceptible a la degradación. También es posible que una moderada lignificación pueda limitar el acceso microbial a los tejidos y un mayor grado de lignificación no tenga ningún efecto a menos que se disemine a otros tejidos (Orduña, 2003).

3.18 Características de las Pajas

Las pajas de los cereales representan básicamente los residuos de los cultivos agrícolas de mayor importancia de producción, estas pajas están constituidas por las hojas y los tallos que son los sobrantes después de la cosecha de los granos

maduros ya que se consideran pobres en nutrientes, en muchas de las veces son el única fuente de alimento disponible para el ganado (*Hernandez et al., 1994*).

Por lo general todas las pajas poseen bajos valores de energía metabolizable (EM), debido al alto porcentaje de lignina en las paredes celulares y cenizas, por otro lado el porcentaje de digestibilidad es bajo, debido al escasas de celulosa y hemicelulosa (*Benitez, 2007*). Sin embargo existen factores otros factores que dependerán de la calidad nutricional de las pajas como: el grado de maduración de la planta, la fertilización del suelo y las condiciones climáticas de cada zona, por lo anterior se han realizado estudios con pajas de los cereales con el motivo de aumentar la fracción de los hidratos de carbonos estructurales fibrosos útiles para la población microbiana del rumen (*Martinez y Lopez , 2001*).

El uso de las pajas en la alimentación animal presenta ventajas como aumentar la disponibilidad de recursos de las fincas ganaderas mixtas de cultivos y producción de ganado, permite su uso alternativo en épocas de sequía o cuando falla la producción de forraje; aunque su baja digestibilidad, bajo contenido de energía y proteína y además un alto contenido de fibra lo hacen un alimento de bajo valor nutritivo (*Vega, 2016*).

La paja es aquel residuo que queda después de haber cosechado. En general son alimentos muy pobres nutricionalmente, como se puede observar en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contenido de Materia Seca (MS), Ceniza, Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Energía Metabolizable (EM) en diversas pajas.

PAJA	MS (g/kg MS)	Ceniza (g/kg MS)	PC (g/kg MS)	FDA (g/kg MS)	FDN (g/kg MS)	EM (MJ/kg MS)
Avena	919	-	38	523	785	7.112
Cebada	968	75	44	556	847	6.066
Maíz	898	62	61	480	692	6.610
Sorgo	932	-	49	360	630	6.485
Trigo	960	81	40	546	862	7.698

Fuente: (*Vega, 2016*).

3.19 características de los henos

La conservación estacional de forrajes verdes, alcanza su punto máximo en la época de la primavera, ya que por ausencia de agua no puede haber crecimiento vegetativo en la época de invierno, durante esas etapas no hay forrajes verdes y por lo tanto surge la necesidad de alimentar al ganado con forraje parcialmente henificado, por ello se han adquirido técnicas mediante la conservación del forraje verde, como lo es el henificado que consiste en cortar el forraje y exponerlo al sol para que esta pierda el 15-20% de humedad resultando un forraje seco rico en hojas y tallos, de esa forma se pueda realizar la técnica de conservación mediante el uso de pacas que es el más común en México, por otra parte en la composición química de los henos de buenas calidad de las plantas forrajeras tropicales con promedios como las gramíneas: 85% de MS, 5.5% PC, Y 44% de digestibilidad, mientras tanto en las leguminosas: 86% de MS, 15% PC, Y 55% de digestibilidad (Pizarro, 1980).

3.19.1 Ventajas y desventajas del heno

La ventaja más importante es la máxima conservación de los nutrientes que posee la planta a henificar y la materia seca (MS), el correcto nivel de humedad, y la seguridad de conservación de forrajes tiernos de alta calidad nutricional, sin embargo existen desventajas que afectan la conservación como: mayor exigencia de trabajo, factores ambientales, maquinaria, desconocimiento de estas técnicas (*Jimenez et al.*, 1982).

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Cuál es las respuestas productivas de cabras criollas suplementadas con forrajes tratados con urea, en la época de secas, en la Comunidad de Camino Nacional en Sultepec, Estado de México.

V. HIPÓTESIS

El uso de forrajes: Avena y/o Estrella Africana, tratados con urea mejoran las respuestas productivas de las cabras criollas suplementadas en la época de secas, en la Comunidad Camino Nacional del municipio de Sultepec, Estado de México.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Evaluar las respuestas productivas de cabras F1 (Criollas X Bóer) suplementadas con forrajes tratados con urea, en la época de secas, en la Comunidad Camino Nacional del municipio de Sultepec, Estado de México.

6.2 Objetivos específicos

Estimar en las cabras criollas alimentadas con diferentes tratamientos:

- Consumo de alimento
- Ganancia diaria de peso
- Conversión alimenticia
- Eficiencia alimenticia

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Localización de la unidad experimental

El presente trabajo se realizó en el Rancho San Isidro de la comunidad Camino Nacional municipio de Sultepec, ubicado en el extremo sur de la porción occidental del Estado de México; entre los paralelos $18^{\circ}13' 21''$ y $18^{\circ}33' 03''$ de latitud norte, entre los meridianos $99^{\circ}51'25''$ y $100^{\circ}08'17''$ de longitud oeste, a 2,290 metros sobre el nivel del mar, con clima es semicálido a templado (Díaz, 2018).



Figura 6. Localización geográfica del área experimental

7.2 Animales

Se utilizaron 9 caprinos machos F1 (Criollo X Bóer), (12.5 kg PV) de aproximadamente 4 meses de edad. Se utilizaron tres caprinos por tratamiento, los cuales se desparasitaron vía intramuscular con Ivermectina a razón de una dosis de 1mL/ 50 kg de PV, los cabritos fueron alojados en jaulas individuales de madera, donde tuvieron una semana de adaptación a las dietas (Figura 7).



Figura 7. Cabritos en periodo de adaptación a las dietas

7.3. Instalaciones y equipo

Se utilizó un corral con techo de teja y lamina de aproximadamente 10 metros lineales por 3.5 metros de ancho lo cual se distribuyeron las 9 jaulas individuales de aproximadamente 80cm de ancho x 1m de largo. Las jaulas individuales se construyeron con madera y se acondicionaron con bebederos y comederos (Figura 8).



Figura 8. Jaulas individuales ya terminadas y en la primera semana de adaptación de los cabritos a las dietas

7.4. Alimentación

Una semana antes del inicio de experimento los cabritos se pesaron individualmente en una báscula de plataforma y fueron asignados al azar en cada tratamiento.

Durante los 62 días experimento, la cantidad de alimento ofrecido fue registrado diariamente así mismo se recogió el rechazo y se pesó para la determinación del consumo diario de alimento, la alimentación se realizó en tres frecuencias (8:00 AM, 13:00 PM, 6: PM).



Figura 9. Preparación manual de las diferentes dietas totalmente mezcladas, y suministradas a los cabritos durante los 62 días de experimento

7.5. Obtención forrajes henificados: avena y estrella africana

El forraje del pasto estrella en floración, se obtuvo de una pradera ubicada en la misma zona de estudio. El pasto se cortó verde y se expuso directamente al sol para durante 3 días para la obtención del heno. El heno de avena se obtuvo de una pradera sembrada en la zona de estudio. La avena se cosechó 90 días previos al experimento, la cual se cortó y henificó. El heno de pasto estrella y de

la avena se molieron en un molino de martillos antes de ser sometida al tratamiento con urea.

7.6. Manejo del proceso de los forrajes al tratamiento químico con urea

El heno de pasto estrella y el heno de avena, fueron sometidos al tratamiento con urea, La urea se utilizó el 5 % (50g / litro de agua) o (5kg/100 litros de agua) (Araque, 2001) . La urea se diluyó en agua y se asperjó directamente en el forraje molido, utilizando una bombilla, el cual se colocó en bolsas de plástico totalmente cerradas durante 48 horas.

A continuación, se presentan los pasos del proceso de tratamientos de los forrajes tratados:

Paso 1. Se recolectaron los forrajes como la avena, pasto estrella en la misma zona de estudio, se expusieron a los rayos del sol para que perdieran la mayor cantidad de agua posible.

Paso 2. Se molieron ambos forrajes utilizando un molino de martillos.

Paso 3. Se pesaron 100 kg el forraje para posteriormente estimar la cantidad de la urea (5%) y medir los litros de agua (15 L) (que se utilizaron en la inclusión en el forraje.

Paso 4. El forraje se expandió en área del piso y se asperjó la dilución de la urea con el agua (Figura 10).



Figura 10. Esparcimiento del forraje

Paso 5. Se introdujo el forraje tratado se colocó directamente en bolsas (50 cm x 50 cm), haciendo un poco de presión para evitar la entrada de aire, posteriormente se cerraron y se etiquetaron de acuerdo al tratamiento utilizado en trabajo de investigación (Figura 11).



Figura 11. Envasado de forraje tratado con urea

7.7. Tratamientos

Los forrajes tratados se adicionaron a la dieta base en el Tratamientos 1 y el Tratamiento 2 (Cuadro 3). La composición de la dieta base se presenta en el cuadro 3.

- T1: Dieta base + Heno de avena tratada con urea
- T2: Dieta base + pasto estrella tratado con urea
- T3: Dieta base + Mezcla de pasto estrella, avena y sin tratar con urea.

Cuadro 3. Dietas a utilizar en el trabajo experimental.

Ingredientes	Tratamiento T1	Tratamiento T2	Testigo T3
Heno de avena tratada con urea	30%	-	-
Heno de estrella tratado con urea	-	30%	-
Mezcla de rastrojo de maíz, avena y pasto estrella	-	-	30%
Dieta base:			
Mazorca molida	35%	35%	35%
Melaza	5%	5%	5%
Pre mezcla mineral	5%	5%	5%
Soya	10%	10%	10%
Salvado	15%	15%	15%

7.8 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con tres tratamientos cada uno con 3 repeticiones, cada cabra represento una repetición.

Se realizó un ANOVA, la comparación de medias se hizo mediante una prueba de Tukey ($P < 0.05$), utilizando el paquete estadístico MINITAB.

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}; j = 1, \dots, b; i = 1, \dots, t.$$

Donde los componentes de la ecuación representan:

Y_{ij} : respuesta de la j -ésima unidad experimental con el tratamiento i -ésimo.

M : media general, común en todas las unidades antes de aplicar los tratamientos.

T_i : efecto de la i -ésimo tratamiento $n \dots 3$

E_{ij} : error de la j -ésima repetición en el i -ésimo tratamiento.

7.9. Variables a evaluar

7.9.1 Consumo de alimento

Esta variable se estimó diariamente mediante el método de lectura de comedero en el cual se pesó el alimento ofrecido y el alimento rechazado cada cabrito, se ofreció el 3% de alimento de su peso vivo.

El consumo de alimento en cada tratamiento se estimó con la siguiente ecuación (1).

$$\text{consumo de alimento g/(dia/cabra)} = \text{alimento ofrecido} - \text{alimento rechazado}$$

7.9.2 Ganancia diaria de peso

Cada cabrito se pesó al inicio del periodo experimental y posteriormente cada semana durante 62 días que duro el experimento. La ganancia diaria se estimó con la siguiente ecuación.

$$\text{ganancia diaria de peso} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{7 \text{ dias}}$$

7.9.3 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se obtuvo al final del experimento, mediante la relación entre el consumo de alimento total y la ganancia total de peso basado en los registros de consumo de alimento diario. En base a ello se obtuvo la proporción de kilogramos de alimento consumido por kilogramo de carne ganado.

$$\text{Convercion Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento total (kg)}}{\text{Ganancia total de peso}}$$

7.9.4 Eficiencia alimenticia

La eficiencia alimenticia está relacionada con el peso obtenido entre el consumo de alimento y se calculó con la siguiente fórmula.

$$\text{Eficiencia alimenticia} = \frac{\text{Ganancia total de peso (kg)}}{\text{consumo total de alimento (kg)}}$$

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Ganancia total de Peso (GTP)

Los resultados de ganancia total de peso y la ganancia diaria de peso no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0.9916$). La ganancia total de peso vivo promedio en los tratamientos fue de 8.3 kilos (cuadro 5). Los resultados obtenidos en la ganancia total de peso de los cabritos indican que la avena tratada con urea puede ser sustituida por el pasto estrella tratado con urea y por la mezcla de avena más estrella sin tratar. La avena es un cultivo agrícola que requiere el uso de insumos y prácticas culturales, sin embargo el pasto estrella es un recurso natural focalizado y que no se fertiliza y recibe algún manejo agronómico.

Cuadro 4. Relación de ganancia total de peso de los 3 tratamientos

Variable	Tratamientos			EEM
	T1	T2	T3	EEM
GTP	8.83 ^a	8.67 ^a	8.7 ^a	0.93 NS
				Valor de P: 0.05

T1= Avena Tratada con Urea
T2= Pasto Estrella Tratado con Urea
T3= Mezcla de los dos pastos sin tratar
EEM= Error estándar de la media
NS= No significativo

8.2 Ganancia diaria de peso (GDP)

La ganancia diaria de peso de las cabras no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0.9927$). Los promedios de ganancia diaria de peso en los tratamientos T1, T2 fueron de 142,47, 139,78 respectivamente y del T3 de 141,40 (g/día) como se muestra en la Figura 12. (Nuñez, 2019) Reporta en el Estado de Guerrero ganancias diarias de peso de 65.0 g en cabras criollas alimentadas con forrajes fibrosos + 5g de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) para mejorar la digestión de los mismos, estos resultados son inferiores a los obtenidos en este trabajo, lo cual se relaciona con la genética, dado que en este trabajo se evaluaron cabras F1 (Criollos X Bóer) y las condiciones climáticas fueron diferentes y los forrajes fueron tratados con urea. La Figura 13, muestra el comportamiento del cambio de peso vivo de las cabras a través 9 semanas de evaluación, donde se observa comportamiento ascendente en los tres tratamientos.

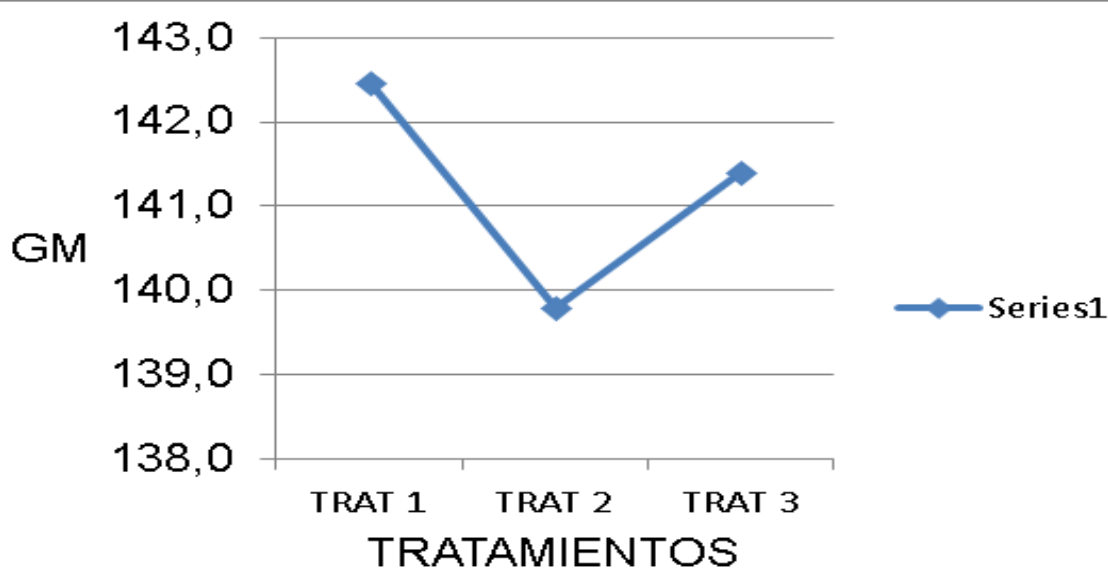


Figura 12. Promedio de ganancia diaria de peso de los 3 tratamientos durante los 62 días.

Fuente: Elaboración Propia

(Trat 1, Dieta base + Avena Tratada con Urea),

(Trat 2, Dieta base + Pasto Estrella Tratado con Urea)

(Trat 3, Dieta base + Mezcla de los Dos Pastos Sin Tratar).

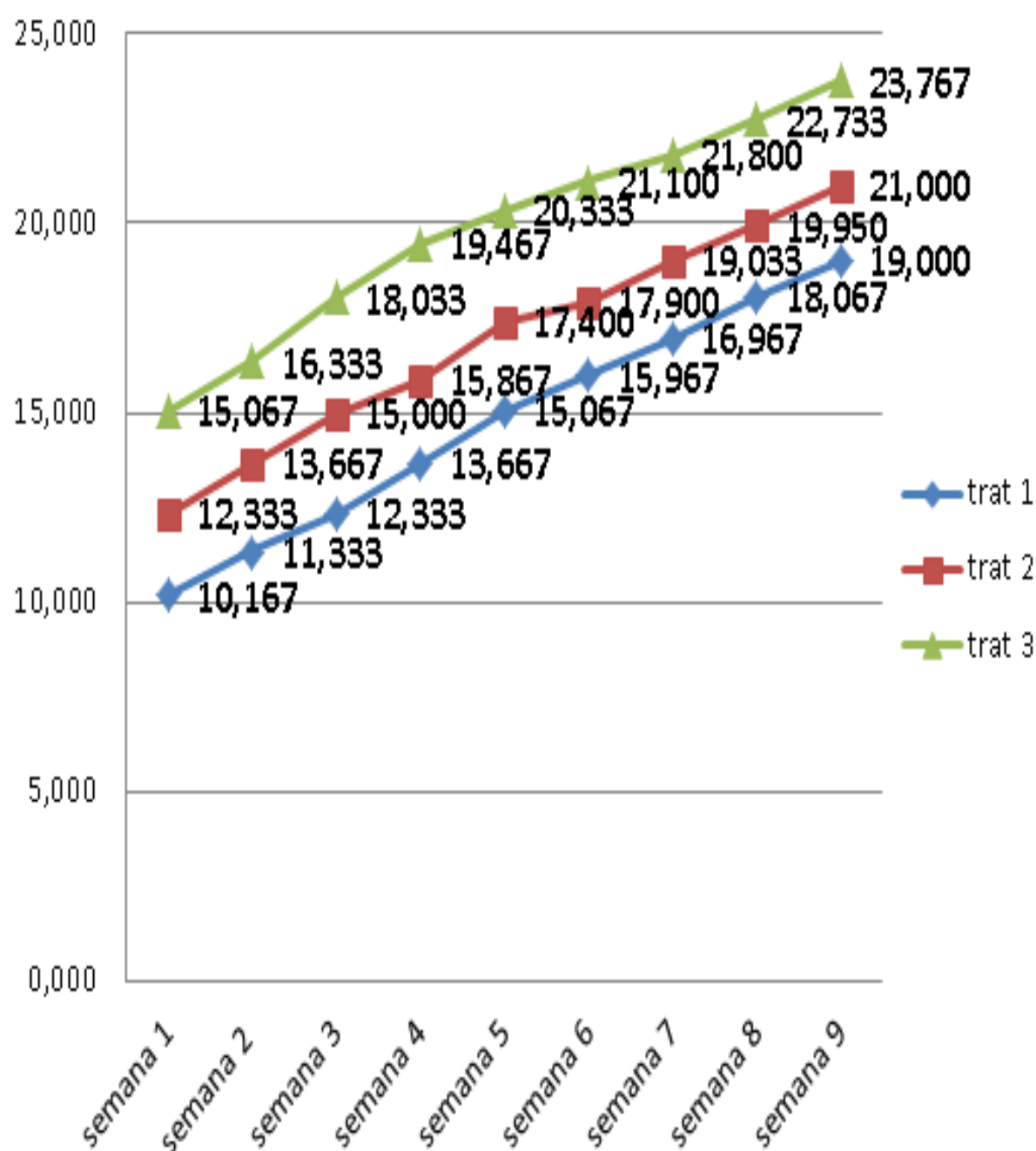


Figura 13. Promedios de pesos vivo por cabra ganados por semana de los 3 tratamientos.

8.3 Consumo de Alimento total

Los cabritos en el consumo total de alimento presentaron diferencias significativas entre los 3 tratamientos ($P < 0.05$). Los cabritos del tratamiento 3 (mezcla de forrajes sin tratar con Urea), presentaron mayor consumo de alimento de alimento (54.9 kg/cabrito/62 días, Mientras tanto el tratamiento 1 (avena tratada con urea) fue el que presento el menor consumo de alimento de 36.412 kg/cabrito/62 días, por otra parte el tratamiento 2 (pasto estrella tratado con urea) presento un consumo total de 47.814 kg/cabrito/62 días con se observa en la figura 14. La figura 15, presenta el comportamiento semanal del consumo de alimento por animal en cada tratamiento.

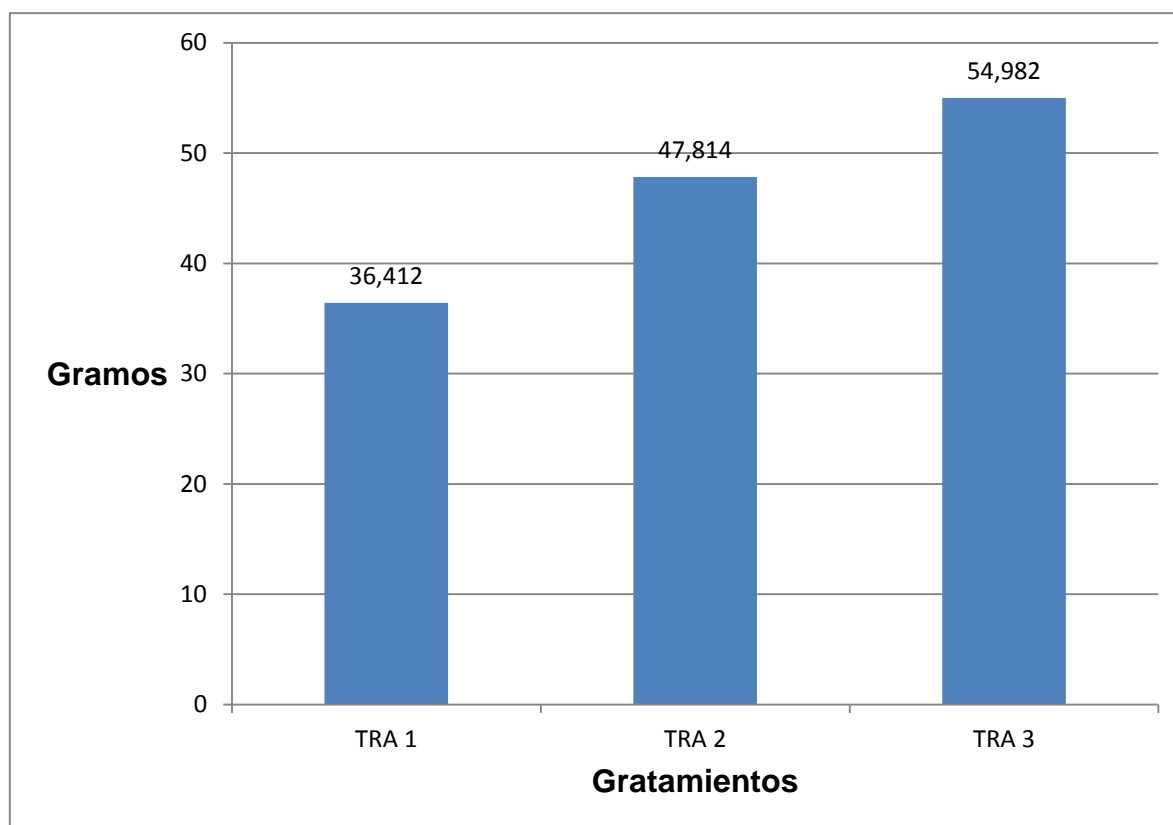


Figura 14. Relación de Consumo Total de alimento (kg/cabrito/62 Días)

Fuente: Elaboración Propia

T1= Avena Tratada con Urea

T2= Pasto Estrella Tratado con Urea)

T3= Mezcla de los Dos Pastos Sin Tratar

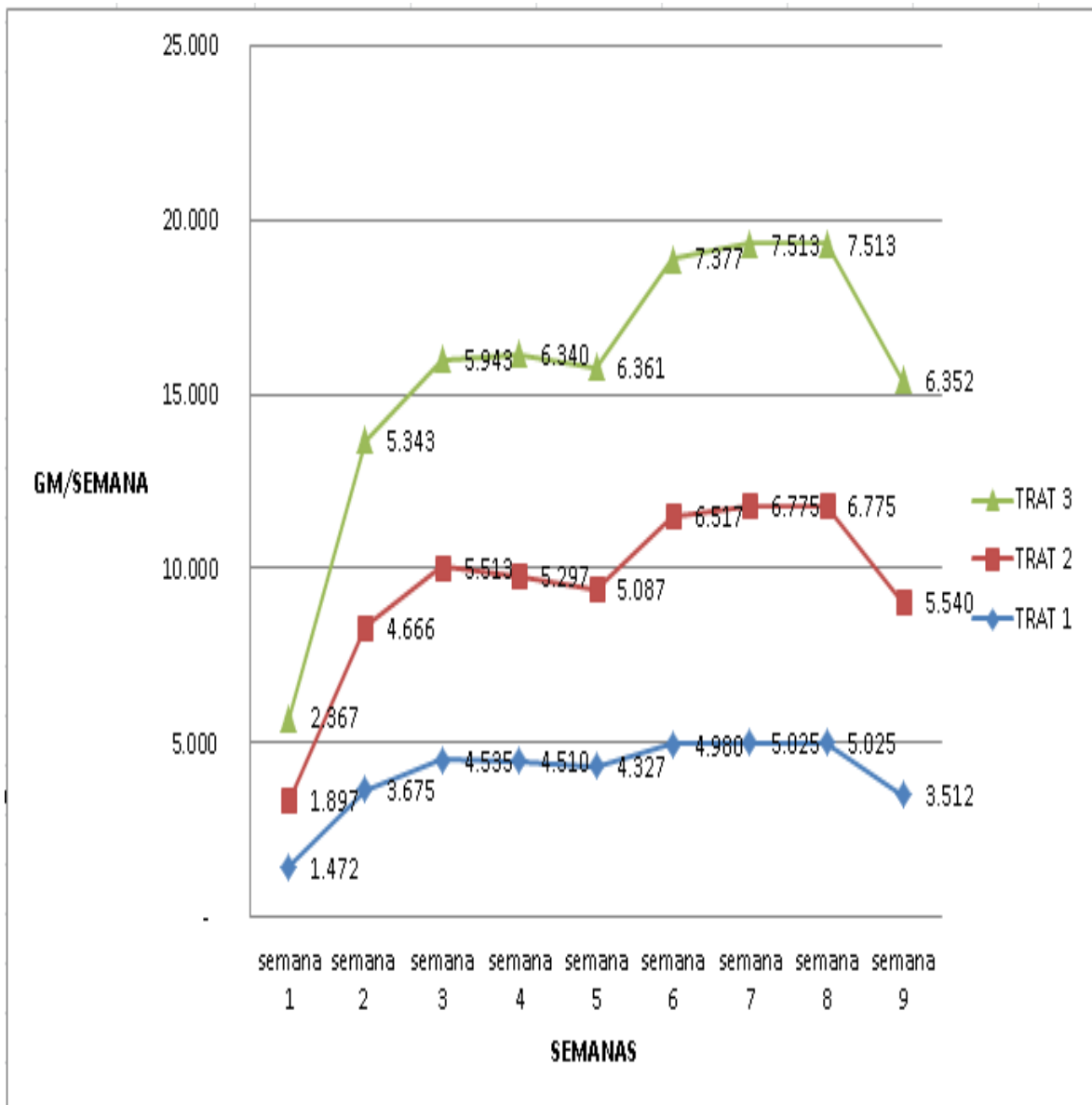


Figura 15. Comportamiento del consumo de alimento/ animal / semana en cada tratamiento

Fuente: Elaboración Propia

T1= Avena Tratada con Urea

T2= Pasto Estrella Tratado con Urea)

T3= Mezcla de los Dos Pastos Sin Tratar

Cuadro 5. Consumo de Alimento de Cabritos

Tratamiento	Cabras	Consumo/total/animal kilos	Promedio consumo alimento kg/totales
1	1	42.2	
1	2	37.1	36.4
1	3	29.81	
2	1	44.8	
2	2	55.0	47.8
2	3	43.5	
3	1	48.4	
3	2	50.6	54.9
3	3	65.8	

8.4 Consumo de alimento/animal/día

El consumo diario de alimento diario entre los tres tratamientos presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.0597$). El T3 presentó mayor consumo de alimento. El T1 dieta base + avena tratada con urea, presentó consumos de 0.587 gramos por día, seguido por el tratamiento 2 (dieta base + pasto estrella tratado con urea). El T1 presentó menor consumo (cuadro 7).

Cuadro 6. Relación de los 3 tratamientos de ganancia de peso

Variable	Tratamientos			EEM
	T1	T2	T3	EEM
Consumo Total	36.41 _c	47.81 _b	54.98 _a	4.23633
Valor P (p 0.05)				
Consumo g/día/animal	0.5873 _c	0.7713 _b	0.8866 _a	0.06840
Valor de P < 0.05				Valor

8.5 Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia presentó diferencias significativas en los tratamientos ($p < 0.0327$). El tratamiento 1 presentó la mejor conversión alimenticia, ya que los cabritos alimentados con avena tratada con urea consumieron menor cantidad de alimento 4.12 kg por cada kilo de carne ganada por cabrito. El T3 presentó la menor conversión debido a que el consumo de alimento fue mayor (6.31 kg) para que los cabritos ganaran un kilo de carne) (Cuadro 8).

8.6 Eficiencia Alimenticia

La eficiencia alimenticia presentó diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.0206$) demostrando que los cabritos del T1 presentaron mejor eficiencia alimenticia, dado que por cada kilo de alimento consumido del T1 los cabritos ganaron 0.242 g de carne. Indica que la avena tratada con urea presentó mejor calidad nutritiva y se fue mayormente digestible por las cabras mientras que los tratamientos 2 y 3 obtuvieron una media de eficiencia alimenticia de 0.184 g, 0.157g respectivamente como se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 7. Eficiencia alimenticia entre los 3 tratamientos

Variables	Tratamientos			
	T1	T2	T3	EEM
Eficiencia alimenticia	0.2425a	0.1840b	0.1576c	0.01318
Conversión alimenticia	4.12a	5.51b	6.31c	

IX. CONCLUSIÓN

Las cabras F1 (Criollas X Bóer) suplementadas con heno de avena tratado con urea incluidos en una dieta base presentaron mejor conversión y eficiencia alimenticia, lo que indica que la avena tratada con urea puede ser una alternativa de alimentación para las cabras mantenidas bajo corral en la época de secas.

El uso de la urea para el tratamiento de forrajes puede ser utilizado, debido a que no presenta ningún riesgo cuando se proporciona al 5% diluido en agua.

El consumo de heno de Avena y de Estrella Africana tratados con urea fue similar, lo cual indica que el heno de estrella puede ser utilizado como una alternativa en caso de no contar con avena.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir realizando experimentos sobre el efecto de pajas tratadas con urea para alimentar a cabras ya que existe poca información sobre esta especie y de este método, y así mismo tener en cuenta estrategias de alimentación para el ganado y así los productores tengan forraje disponible en épocas de secas, ya que debido al cambio climático la producción de forraje es cada vez más limitante.

Realizar análisis bromatológicos, para saber la calidad nutricional de los ingredientes a utilizar.

Cuadro 9. Registro de peso de caprinos

Tratamiento: _____

Numero de jaula: _____

fecha	Peso	observaciones

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, J. (2017). Cambios en el Peso de Grano Afectados por la Manipulación Fuente - Demanda en Variedades de Avena (*Avena Sativa L.*) para Valles Altos . TOLUCA: UAEM.
- Anonimo. (09 de junio de 2009). Wikipedia. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Temascaltepec>
- Anzuino, K. (2010). Assessment of welfare on 24 Commercial UK Dairy Goat farms Based on direct Observation . *Veterinary Record* , 167, 774-780.
- Arechiga et al.* (2008). Role and Perspectives of Goat Production in a Global World. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 1-14.
- Arechiga, C. F. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 14.
- Barboza. (2018). Caracterización de los Sistemas de Producción Caprinos en la Región Huetar Norte de Costa Rica . Costa Rica: Universidad Nacional .
- Bazan et al*, C. E.-C. (2009). Prevalencia de Mastitis Subclínica en Cabras Lecheras en Michoacán, México. *Revista Científica*, XIX, 334-338.
- Benítez, J. f. (2007). Composición química, digestibilidad y cinética de digestión de avena tratado con el hongo *pleurotus ostreatus*. Temascaltepec: UAEMEX.
- Borja et al.* (2016). Estructura y funcionamiento de la cadena productiva de esquilmos agrícolas como forraje en la región del Bajío, México. *Agronegocios*, 39.
- Cruz et al.* (2012). Caracterización de Sistemas de Producción de Leche Caprina en el Sur de Uruguay. Uruguay: universidad de la república.
- Cuellar, O. (2012). La Producción Caprina Mexicana. Particularidades y Complejidades . México: Primera Edición. UNAM.
- Daza, A. (2004). Ganado Caprino: Producción, Alimentación y Sanidad . Madrid, España: Agrícola España.

- De Miranda, F. (2012). Cálculo tamaño óptimo de la muestra. Venezuela : Universidad nacional experimental francisco de miranda.
- Diaz, D. R. (2018). La sustentabilidad como pilar fundamental para un medio ambiente adecuado en el municipio de Sultepec. Mexico: UAEM.
- Dorantes et al. (2014). Caracterizacion de los Sistemas de produccion Caprina en el Sur del Estado de Mexico. En M. F. Juvencio H, Metodologias y Aplicaciones para la Produccion Ganadera del Tropico Seco en el Sur del Estado de Mexico (pág. 303). Mexico: Gernika.
- Echavarria et al. (2006). Influencia del Sistema de Pastoreo con Pequeños Rumiantes en un Agostadero del Semiárido Zacatecano. Vegetacion Nativa. Tecnica pecuaria en Mexico, 44(2), 203-2017.
- Enriquez et al. (2011). Produccion y Manejo de Forrajes Tropicales . veracruz : INIFAP.
- FAO. (2017). FAO. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/faostat/en#data>
- FAO. (12 de Octubre de 2017). FAO(Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, ITALIA). Obtenido de Los Programas en Desarrollo deben tomar en Consideracion las Funciones Especificas de cada Sexo que rige en el Sector Ganadero a Pequeña Escala: <https://www.fao.org/genger/genger-home/genger-programme/genger-livestock/es/>
- Felix. (2016). Respuesta Productiva de las Cabras Lecheras en Confinamiento Adicionando Aceite de soya a la Dieta . MEXICO: UAEM.
- Garcia et al, A. P. (2018). La Ganaderia en Condiciones del Tropico Seco, El caso del Sur del Estado de Mexico, Condiciones Actuales y Perspectivas de Desarrollo. TOLUCA: Patricia Vega Villavicencio.
- Garcia R. (2017). Respuesta Productiva y Composicion Quimica de la Leche de Cabras Alpino Frances Suplementadas con Enzimas Fibroliticas Exogenas. TEMASCALTEPEC: UAEM.

- Hernandez et al . (1994). Valor Nutritivo de la Paja de Cebada Tratada con Alcalis en la Especie Caprina . Feed Sci. technol, 13.
- Hernandez et al, C. A.-C.-L. (2018). Efecto de Fertilizacion Nitrogenada y del Genotipo sobre el Rendimiento y el Contenido de Nitrogeno y de Glucanos en el Grano de la Avena (Avena Sativa). Redalyc, 88-95.
- ICAMEX. (14 de octubre de 2012). ICAMEX. Obtenido de Investigacion y capacitacion agropecuaria acuicola y forestal. secretaria de desarrollo agropecuaria : <https://portal12.edomex.gob/icamex> fecha de consulta 18 de julio del 2023
- INIA. (2004). Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile : Mujica E, 2005.
- Jimenez et al.* (1982). Piensos Tropicales,. ROMA: FAO.
- Martinez et al*, P. M. (2011). Metabolismo de los Lipidos en Rumiantes. Revista Electronica Veterinaria, 11 (08) 1-21.
- Martinez y Lopez . (2001). Efecto del Tratamiento Sobre el Valor Nutritivo de la paja Tratada con Urea. Redalyc.org, 343-353.
- Martinez, A. G. (2002). Tratamiento de rastrojo de maiz con urea como una alternativa para la alimentacion de vacas lecheras en sistemas de produccion de leche en pequeña escala en el Valle de Toluca. Mexico: UNAM.
- Mellado. (1997). La Cabra Criolla en America Latina. Veterinaria Mexico, 333-342.
- Nagel, p. (2011). Sistemas de Alimentacion para las Cabras y Evaluacion Cualitativa de los Piensos a los que tienen Acceso durante la Temporada de Seca: dos Estudios de caso del Antiplano Mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales del Ambiente, 247-258.
- NRC. (1981). Nutrient Requirements of Goats. Washington: NATIONAL ACADEMY PRESS.

- NUÑEZ, G. (2019). Comportamiento Productivo, Fermentación Ruminal y Rendimiento en Canal de Caprinos Consumiendo Forrajes de Baja Calidad mas *Saccharomyces Cerevisiae*. IGUALA GUERRERO: UAGRO.
- Obrego. (2008). CURBAS CRONOLOGICAS Y ABSORCION Y ACUMULACION DE NUTRIENTES N,P,K EN PASTOS ESTRELA (*Cynodon Plectostachyus*), EN LOS PASTOREOS DE LAS ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICA DE LA FACULTADA DE CIENCIAS AGRONOMICAS, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. EL SALVADOR: UNIVERSIDAD DEL SALVADOR.
- Orduña, R. R. (2003). Dinámica estacional del valor nutritivo y digestión ruminal del forraje de 10 arbustivas de baja California Sur, México. Nuevo Leon: UANL.
- Osorio S. & Vinazco, J. (2010). El Metabolismo Lipídico y su Relación con la Dieta, Condición Corporal, el Estado Productivo y Patologías Asociadas . *Biosalud*, 9(2):56-66.
- Ovalos, A. m. (24 de octubre de 1985). Crecimiento de borregos pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado con amoníaco anhidro. Mexico, Tampico, Tampico.
- Palma, J. M. (2000). Frutos de Especies Arbóreas Leguminosas y no Leguminosas para Alimentación de Rumiantes . *Agrofostería para la Producción Animal en América Latina* . Mexico: Rome.
- Perez, G. F. (2011). Alimentación de caprinos bajo sistemas estabulados. coahuila: UAA"Narro".
- Petryna y Gioffredo. (15 de octubre de 2010). caprinos: Generalidades, Nutrición, Reproducción e instalaciones . Obtenido de caprinos: Generalidades, Nutrición, Reproducción e instalaciones : http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/ovina_y_caprina_curso_fav/192-curso_UNRC.PDF
- Pioja. (2001). Alimentación de las cabras. Cartilla de divulgación.

- Pizarro, E. (1980). Principales Aditivos Utilizados na Silagen de Milho. Bele horizonte : Informe agropecuario.
- Poloheimo et al. (2010). Xilanases and cellulases as feed Additives. Enzymes in Farm Animal Nutrition , 12-53.
- Ramirez & Buntinx, E. (11 de Febrero de 2012). Metabolismo de Carbohidratos, lipidos y proteinas . Obtenido de Textos Alimentacion : www.textos/alimento/MET_CHO_LIP_PRO2pdf
- Ramirez et al.* (2002). Factores Estructurales de la Pared celular que Afectan su Digestibilidad. Ciencia UANL.
- Rios, D. I. (2011). Clamidirosis en Cabras. Unidad Laguna. Torreon Coahuila: Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro".
- Rojas, L. M. (S/D de S/M de S/F). Sistema Producto Ovino (Tecnologias para Ovinocultores). Obtenido de Uso de Esquilmos Agrícolas e Industriales en la Alimentación de Ovinos: <http://www.uno.org.mx/sistema/pdf/alimentacion/usodeesquilmos.pdf>
- Ruiz et al.* (2017). Situacion de la Ganaderia Extensiva en España: Definicion y Caracterizacion en las Explotaciones Ganaderas en España. Madrid : España.
- SAGARPA. (2012). Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentacion del ganado. Mexico: Edo Mex.
- Sagarpa. (2017). Avena Forrajera Mexicana . mexico: sagarpa. Obtenido de www.gob.mx/sagarpa.
- Sagarpa. (2017). Planeacon Agricola Nacional . Mexico: Sagarpa.
- Scheller y Ulvskov. (2010). hemicelluloses. Annual Review of Plant Biology, 61:263-289.
- Shimada, A. (2009). Nutricion Animal. Mexico: Trillas 2a ed.
- Trujillo y Ducoing. (2014). Alimentacion de caprinos. Mexico: UNAM.

- Uribe, F. J. (1996). Efecto del ensilaje en el valor nutricional de dietas integrales en base a esquilmos agropecuarios con diferentes niveles de hidrolizado de desperdicios de pescado para la alimentación de pequeños rumiantes. Jalisco: UDG.
- Valadez, R. (2003). Domesticación y zootecnia en el México antiguo. En Guhio, L. N. (ed.), *Animales en el México preispánico* (pág. 67). México: Imagen veterinaria.
- Vilmar, G. (2011). *Bioquímica de los Ruminantes*. Brasil: 3 ed, aufsm.
- Viloria, f. m. (25 de enero de 2019). infopastosyforrajes. Obtenido de infopastosyforrajes: https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto/estrella-africana-cynodon-plectostachyus/#adaptacion_del_pasto_estrella_africana
- Wattiaux, M. (2005). Guía Técnica Lechera. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, (9-20), 77-80.
- Zamora, J. (2023). "Rescate de forrajes tratados con urea como estrategia de alimentación en sistemas de producción de leche a pequeña escala en época de secas". Toluca, Edo, Mex : UAEM.
- Zorrilla, R. J. (1981). Valor nutritivo de pajas y rastrojos para rumiantes. en alimentación pecuario en base a esquilmos agrícolas subproductos industriales, forrajes de corte y fuentes alternas de energía y proteína . México: S.C.N.A.M.E.N.A.