BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

1,2-PROPANODIOL EN DIETAS PARA ALIMENTACIÓN DE CABRAS LECHERAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

DANIEL CRUZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. NUMA POMPILIO CASTRO GONZÁLEZ

CO. DIRECTOR

DR. MARCOS PÉREZ SATO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2022

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

1,2-PROPANODIOL EN DIETAS PARA ALIMENTACIÓN DE CABRAS LECHERAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

DANIEL CRUZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. NUMA POMPILIO CASTRO GONZÁLEZ

CO. DIRECTOR

DR. MARCOS PÉREZ SATO

ASESORES

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

DR. EUTIQUIO SONÍ GUILLERMO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2022.

La presente tesis titulada **"1,2-propanodiol en dietas para alimentación de cabras lecheras sobre la producción y calidad de la leche"** realizada por Daniel Cruz Rodríguez, ha sido revisada y aprobada por el siguiente comité revisor, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo particular integrado por: **Firma**

Director: Dr. Numa Pompilio Castro González

Codirector: Dr. Marcos Pérez Sato

Asesor: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2022.

DEDICATORIA

A mis papás Guadalupe Rodríguez Rodríguez y Eulalio Cruz Herrera que siempre me han acompañado en mis sueños y motivaciones, que siempre han estado presentes apoyándome y nunca me han dejado atrás, por ser un ejemplo que seguir para mí por su determinación y constancia.

A mis hermanos Miguel Ángel Cruz Rodríguez, Jeny Cruz Rodríguez, Esmeralda Cruz Rodríguez y Santiago Cruz Rodríguez porque siempre han estado para mí en todo momento, siempre que necesito un consejo ellos me lo han brindado, por toda su ayuda que me han dado a lo largo de todo este tiempo, a lo largo de este trabajo de investigación, por ser parte de mis días más felices, por ser personas que siempre me han dado la mano, siempre me brindan su apoyo.

A mis abuelitos que ya no están conmigo Aurelia Rodríguez y Prócoro Rodríguez que siempre me acompañaron y me dieron tantos consejos, gracias a ellos aprendí que siempre se tiene la esperanza y qué las cosas bien hechas dejan un buen sabor de boca. Reina Herrera Pérez por su presencia en mi vida y sus consejos. Gracias a ti abuelito Alfredo Cruz Montiel por creer en mí, este trabajo es por ti, porque siempre me apoyaste.

A Davinia Velázquez González que es la persona que se ha ganado mi cariño, mi respeto, una persona trabajadora, que me ha enseñado que siempre con dedicación y esfuerzo se pueden lograr los objetivos que uno se propone, gracias a ti la persona más importante para mí, gracias por querer estar en mi vida, mi estrella.

A mis tíos Alfredo, Mario, Silvino, Reina, Esteban, Marcos, Margarita y Teresa que siempre me han brindado sus consejos y su sabiduría, personas que han marcado mi vida la a lo largo de los años y son personas que yo respeto.

Mis compañeros de generación 2018 en especial a:

Jacob Marín quién ha sido uno de mis amigos más leales con el que tengo muchas anécdotas, gracias “lobo”.

Gustavo Mendoza quien siempre ha sido una persona con carácter de líder y se ganó la amistad de todos.

Abdiel Valerio uno de mis mejores amigos, que desde un inicio se ganó mi respeto y le agradezco por toda la sabiduría que me ha compartido.

Víctor Elian Galicia una persona con grandes sueños, con una amistad sincera y con metas por delante, así como mi amigo.

Leonardo encarnación uno de mis mejores amigos que se evidencia por su perseverancia y su carácter fuerte, que se ha ganado el respeto y el cariño de muchos, un gran amigo.

Miguel Ibáñez siempre me brindo su amistad, sus consejos y de reconocerlo una persona muy positiva que lleva alegría a todos los que lo rodean: "oficina de..."

A mis amigos Bryan, Mario, Humberto, Emmanuel, Frida, Mariana y Miguel por su amistad, lealtad y por su apoyo en todo momento, porque en estos años siempre han estado para mí y que me han demostrado que una amistad sincera a pesar de los años sigue viva, gracias a ustedes mis queridos amigos por ser personas maravillosas en mi vida.

A todos los maestros que han formado parte de mi crecimiento como persona y como estudiante, mis maestros en la secundaria, de la prepa, de la vida, a todos ellos que han dejado marca en mi persona Felipe Muños "el Feli" y Yazmina Espinoza la pariente.

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por la oportunidad de formarme como profesionista, por conocer personas con aspiraciones de diferentes lugares, personas que siempre tienen algo que compartir.

Al Dr. Numa P. Castro González, qué es una persona preparada qué siempre ha buscado sembrar la semilla del conocimiento, siempre que tiene la oportunidad de inspira a los estudiantes a seguir creciendo, conociendo y nunca dejar de aprender, por su enorme paciencia al guiarme a concluir este proyecto.

Al Dr. Marcos Pérez Sato, por sus lecciones, su apoyo durante la licenciatura y su confianza que me brindó al ser una persona que siempre le ha gustado apoyar y llenar de conocimientos a sus alumnos, por su apoyo recibido durante mi crecimiento dentro de la facultad.

Al Dr. Eutiquio Soni Guillermo por la amistad, vivencias, por ser una persona que siempre ha brindado su conocimiento sin pedir nada a cambio con el único objetivo de enseñar, qué ha sido una persona para muchos muy importante, por su valor como docente.

Al Dr. Edgar Valencia Franco, por la amistad y confianza, por ser una docente que no solo nos ha dado clases de la escuela, pero también de la vida, que siempre da sus conocimientos a los estudiantes, al ser una persona con alto valor.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO **PÁGINA**

ÍNDICE DE CUADROS i

ÍNDICE DE FIGURAS ii

RESUMEN iii

ABSTRACT iv

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS 3

2.1. Objetivo general 3

2.2. Objetivos específicos 3

IV. REVISIÓN DE LITERATURA 5

4.1. Producción caprina 5

4.1.1. Producción caprina en el mundo 5

4.1.2. Producción caprina en México 6

4.1.3. Producción caprina en Puebla 8

4.1.4. Producción caprina en Libres 9

4.2. Sistemas de producción de caprinos 10

4.2.1. Sistema de producción extensivo 10

4.2.2. Sistema de producción semi - intensivo 11

4.2.3. Sistema de producción intensivos 11

4.3. Razas caprinas en México 12

4.3.1. Saanen 12

4.3.2. Alpina francés 13

4.3.3. Toggenburg 13

4.4. Alimentación en caprinos 14

4.4.1. Alimentación en cabras lecheras 15

4.4.2. Sobre alimentación (flushing) 15

4.5 Composición fisicoquímica de la leche de cabra 16

4.6. Aditivos 17

4.7. Estructura química y ruta metabólica del 1,2-propanodiol 18

V. MATERIALES Y MÉTODOS 20

5.1. Localización 20

5.2. Unidades experimentales 21

5.3. Alimentación 21

5.4. Variables a evaluar 22

5.4.1. Producción de leche 22

5.4.2. Determinación de la composición fisicoquímica de la leche 23

5.5. Diseño experimental 23

5.6. Análisis estadístico 24

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 25

6.1. Producción de leche 25

6.2. Rendimiento de grasa en leche (EE) 26

6.3. Rendimiento de proteína cruda (PC) en leche 27

6.4. Determinación de lactosa en leche 28

6.5. Determinación de pH en leche 29

6.6. Rendimiento de solidos totales (ST) 29

6.7. Rendimiento de solidos no grasos (SNG) 30

VII. CONCLUSIONES 31

VIII. LITERATURA CITADA 32

IX ANEXOS 39

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido		Página
Cuadro 1	Principales países con mayor producción de leche de cabra……	6
Cuadro 2	Estados con mayor población caprina, producción de leche de cabra y producción de carne. ……...	7
Cuadro 3	Principales Municipios con mayor producción de leche de cabra y producción de carne. …….....	9
Cuadro 4	Aditivos utilizados en la alimentación animal. …….....	17
Cuadro 5	Composición de la ración para cabras lecheras Saanen desde último tercio de gestación a lactancia en Libres Puebla. …….	22
Cuadro 6	Distribución de los tratamientos y diseño experimental. …….	23
Cuadro 7	Contenido de Grasa, SNG, Proteína, Lactosa, pH y Solidos Totales en leche de cabras lecheras alimentadas con la dieta experimental con diferentes porcentajes de inclusión de 1,2-propanodiol. ……..	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido		Página
Figura 1	Estructura química del 1,2-propanodiol modificada de Saxena, 2010…	18
Figura 2	Metabolismo del propanodiol (PPD) y su interacción con la cetogénesis en el hígado de bovinos. Las rutas gluconeogénicas se muestran con líneas continuas. Modificado de Nielsen y2 Ingvartsen, 2004. ……...	19
Figura 3	Localización del área de estudio representada con una estrella…….	20
Figura 4	Producción de leche (Kg d^{-1}) de cabras leche alimentadas con la dieta experimental con diferentes porcentajes de inclusión de 1,2-propanodiol, T1(0%), T2(1%) y T3(2%). …….……...	26
Figura 5	Preparación de las tres dietas en revolvedora horizontal……	39
Figura 6	Pesaje de las 3 raciones de las dietas para la alimentación de las cabras. ……..……...	39
Figura 7	Alimentación de las cabras del tratamiento 3 con la primera parte del concentrado de su dieta ……...	40
Figura 8	Bascula (Torrey) pesando la producción de leche durante la ordeña de la mañana para registrar los valores de producción individual de leche…….....	40
Figura 9	Envase identificado con una etiqueta con los datos del arete de la cabra, el número de muestra, tratamiento y fecha en que se obtuvo la muestra de leche. …….....……	41
Figura 10	Tubos falcón de 50 ml con muestras de leche identificadas y etiquetadas para su almacenamiento. …….	41
Figura 11	Identificación de los 3 tratamientos. ……	42
Figura 12	Procesamiento de las muestras de leche de cabra en LACTOSCAN MCCW para registrar variables fisicoquímicas de la leche……	42
Figura 13	Forma de identificación de las cabras del tratamiento uno……. .	43

RESUMEN

En años recientes la producción de leche caprina en México ha ido en aumento, ya que esta se puede consumir y transformar en subproductos como son diferentes tipos de quesos y confites; dentro de la alimentación caprina se pueden llegar a utilizar aditivos como son los gluconeogénicos por sus características como precursores de glucosa. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de 1,2-propanodiol en la dieta de cabras lecheras sobre la producción y las características fisicoquímicas de la leche de cabra. Se utilizaron 24 cabras en el último tercio de gestación y tres meses de producción de la raza Saanen con un peso promedio de 50 ± 5kg de peso corporal, las cuales fueron agrupadas aleatoriamente en tres tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión (T1= 0%; T2= 1%; T3= 2%). Las cabras fueron alimentadas durante 125 días, las variables a medir fueron; producción de leche, proteína, grasa, lactosa, pH, contenido de solidos totales y de solidos no grasos. La inclusión de 2% de 1,2-propanodiol (T3) aumentó la producción de leche (3.05kg d^{-1}). Por otro lado, T2 y T3, tuvieron diferencias significativas ($p<0.05$) con respecto a T1 en las características fisicoquímicas de la leche, exceptuando en el contenido de grasa donde no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). Por lo tanto, se concluye que al utilizar 1,2-propanodiol al 2% en la alimentación de las cabras lecheras aumenta la producción de leche y al mismo tiempo mejora las características fisicoquímicas de la leche, por lo que podría ser una alternativa para aumentar y mejorar la producción de leche en sistemas caprinos de pequeños productores.

Palabras clave: 1,2-propanodiol, leche, cabra, producción, características fisicoquímicas

ABSTRACT

In recent years the production of goat milk in Mexico has been increasing, since it can be consumed and transformed into by-products such as different types of cheeses and candies; Within goat feed, additives such as gluconeogenic can be used due to their characteristics as glucose precursors. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of 1,2-propanediol in the diet of dairy goats on the production and physicochemical characteristics of goat milk. We used 24 goats in the last third of gestation and three months of production of the Saanen breed with an average weight of 50 ± 5kg of body weight, which were randomly grouped into three treatments with different percentages of inclusion (T1 = 0%; T2= 1%; T3= 2%). The goats were fed for 125 days, the variables to be measured were; production of milk, protein, fat, lactose, pH, total solids and non-fat solids content. The inclusion of 2% of 1,2-propanediol (T3) increased milk production (3.05kg d-1). On the other hand, T2 and T3, had significant differences ($p<0.05$) with respect to T1 in the physicochemical characteristics of milk, except in the fat content where there were no significant differences ($p>0.05$). Therefore, it is concluded that using 2% 1,2-propanediol in the feed of dairy goats increases milk production and at the same time improves the physicochemical characteristics of milk, so it could be an alternative to increase and improve milk production in small producer goat systems.

Keywords: 1,2-propanediol, milk, goat, production, physicochemical characteristics

I. INTRODUCCIÓN

Desde su desarrollo hasta la actualidad, la caprinocultura es una de las actividades económicas de importancia en diferentes partes del mundo, esto gracias a que los subproductos caprinos forman parte de las costumbres alimenticias del hombre (Hernández *et al*., 2016).

La leche es una mezcla de proteínas, carbohidratos, grasas, sales entre otros; siendo su composición entre estos lo que determina la calidad nutritiva, así como su valor para la fabricación de diferentes subproductos (Bidot y Ferández, 2017).

Dentro de la producción de leche de cabra encontramos diversos factores que modifican dicha producción, los cuales están interrelacionados, lo que hace difícil determinar el grado de afectación de cada uno de ellos por separado. Sin embargo, se pueden dividir los factores que afectan la producción de leche en dos; los de carácter genético y los factores que tienen que ver con los diferentes sistemas de alimentación, donde este último es el factor determínate (Rua, 2017).

Al comprender nos podemos dar cuenta que estan divididas en dos tipos; los de carácter genéticos y los relacionados con los sistemas de alimentación. siendo este último el factor determinante sobre la producción de leche de cabra (Rúa *et al.*, 2017).

Al conocer el papel tan importante que tiene la calidad del alimento es como se busca la implementación de aditivos en las dietas con el fin de aumentar la producción de leche. (SAGARPA, 2012).

El 1,2-propanodiol es un aditivo que presenta una opción de suplementación para la obtención de glucosa en el organismo, que funciona a partir de los precursores gluconeogénicos y su formulación está basada a partir de propilenglicol y propionatos de sodio o calcio. Algunos estudios han mencionado que el propilenglicol tiende a aumentar la producción láctea, es decir, que se utiliza con fines productivos, mas no como medidas profilácticas contra enfermedades metabólicas (McArt *et al*., 2011).

El propilenglicol actúa sobre el metabolismo animal como precursor glucogénico; se convierte en ácido propiónico en el rumen y luego se transporta al hígado donde se transforma en glucosa

a través de la vía de la gluconeogénesis (Barragán, 2019), por ello se hipotetiza que podría ser una opción para mejorar y aumentar la producción láctea del ganado caprino.

Por lo anterior el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la inclusión creciente de 1,2-propanodiol en la dieta de cabras lecheras, sobre los parámetros productivos y la calidad fisicoquímica de la leche de cabra.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión creciente de 1-2 propanodiol en dietas de cabras sobre los parámetros productivos y calidad de fisicoquímica de la leche de cabra.

2.2. Objetivos específicos

2.1.1. Determinar el efecto de la inclusión creciente del 0%, 1% y 2% de 1,2-propanodiol sobre la calidad fisicoquímica de la leche de cabra.

2.1.2. Determinar el efecto de la inclusión creciente de 0%, 1% y 2% de 1,2-propanodiol sobre los parámetros productivos de cabras lecheras.

III. HIPÓTESIS

La inclusión de 2% de 1,2-propanodiol en dietas para la alimentación de cabras lecheras mejorará los parámetros productivos y la calidad fisicoquímica de la leche.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Producción caprina

Desde su desarrollo hasta la actualidad, la caprinocultura es una de las actividades económicas de importancia en diferentes partes del mundo, esto gracias a que los subproductos caprinos forman parte de las costumbres alimenticias del hombre (Hernández *et al*., 2016).

Al sobresalir por su adaptación al medio ambiente las cabras se destaca por su rusticidad, docilidad, precocidad; aunque la cabra se considera como una especie productora de diferentes productos como lo son la carne, la piel e incluso el pelo es una especie que tiene características sobresalientes para ser productora de leche (Gómez *et al.,* 2009).

4.1.1. Producción caprina en el mundo

En la actualidad, se estima que en el mundo hay un numero de 720 millones de cabras, distribuidas en la siguiente forma: Asia con 55.4%, África con 29.8%, Sudamérica con 7.3%, Europa con 4.4%, Norte y Centroamérica con 3%, y las Islas del Pacífico con 0.1%. El país con mayor población caprina es China con el 20.61 % de la población mundial, de ahí le sigue la India con el 17.08 %, posteriormente Pakistán con el 6.58 %, Sudán con el 5.25 %, México representa el 1.33 % del total mundial (Aréchiga *et al*., 2008).

La población caprina se localiza principalmente en los países en vías de desarrollo, en los cuales están presentes principalmente los sistemas doble propósito o vaca-cría. Sin embargo, los países desarrollados prefieren por una producción lechera (Bidot y Fernández., 2017). En su mayoría los productores realizan el auto consumo, haciendo que las cabras juegan un papel de suma importancia para la subsistencia de este, la cual es mucho mayor para los caprinos que para los ovinos y bovinos (Aréchiga *et al.,* 2008). Tanto así que de las cabras se llega a obtener el 6% de la carne total mundial, produce el 2% de la leche y el 4% de las pieles. De acuerdo con la información del TRIDGE (2022) India es el principal productor de leche de cabra aportando el 28.59% del volumen mundial. En el cuadro 1 se muestran los países con mayor producción de leche en el año 2020.

Cuadro 1. Principales países con mayor producción de leche de cabra.

PAÍS	Porcentaje de Producción de Leche de cabra
India	28.59%
Bangladés	12.97%
Sudán	5.66%
Pakistán	4.69%
Francia	3.30%
Turquía	2.69%
España	2.54%
Sudán del sur	2.27%
Níger	1.98%

Fuente: Elaboración propia con información de TRIDGE (2022)

4.1.2. Producción caprina en México

En México el inventario nacional de caprinos asciende a cerca de 8,830,720 cabezas, produciendo un aproximado de 163,376,000 litros de leche y 40,318 toneladas de carne, los estados con mayor número de cabezas de ganado caprino son: Puebla (1,186,305), Oaxaca (1,185,895); San Luis Potosí (748,226); Zacatecas (715,037); Coahuila (679,018); Guerrero (665,586), y Michoacán (483,900), dentro de las entidades más productoras de leche se encuentran Coahuila (44,849) litros de total nacional, Guanajuato (42,326), Durango (25,419), Jalisco (9,348), y chihuahua (7,524) (SIAP, 2020).

México cuenta con el hato caprino más grande de Latinoamérica, lo que representa un importante potencial de desarrollo económico y productivo (SAGARPA, 2014). En el cuadro 2 se muestran los estados con mayor población caprina, producción de leche y carne en el año 2020.

Cuadro 2. Estados con mayor población caprina, producción de leche de cabra y producción de carne.

Estado	Población caprina (cabezas)	Producción de leche (L)	Producción de carne caprina (T)
Puebla	1,186,305	1,962,000	3,968
Oaxaca	1,185,895	-	3,644
San Luis Potosí	748,226	5,156,000	4,268
Zacatecas	715,037	6,205,000	4,612
Coahuila	679,018	44,849,000	3,899
Guerrero	665,586	119,000	3,619
Michoacán	483,900	3,993,000	2,477
Guanajuato	442,116	42,326,000	1,444
Nuevo León	413,453	4,065,000	1,635
Jalisco	329,075	9,348,000	1,982
Durango	279,947	25,419,000	955
Tamaulipas	270,414	108,000	1,460

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2020)

De acuerdo con la información del SIAP (2020) registró una producción anual de 163,376,000 litros de leche de cabra a nivel nacional, el principal productor de leche de cabra es Coahuila aportando un total de 44,849,000 litros del volumen estatal para el año 2020.

El hato caprino en México denota su rentabilidad principalmente en los sistemas de producción de carne, los cuales destinan sus productos para venta y consumo, seguidos de los sistemas de producción de leche, donde esta última es utilizada para consumo en liquido y/o para elaboración de quesos y dulces (SADER, 2017).

En México la leche de cabra es utilizada principalmente para la elaboración de cajeta, las glorias y otra variedad de dulces en Guanajuato y el norte del país. Así mismo ha cobrado interés para la fabricación de quesos principalmente en los estados del centro del país de unos años a la fecha (SADER, 2015).

El ganado caprino es producido en sistema de producción extensivos, principalmente en las zonas áridas y semiáridas, en donde prevalecen condiciones difíciles por efectos del medio ambiente, el cual se caracteriza por una oscilación diaria de la temperatura, escasa precipitación (INIFAP, 2022).

4.1.3. Producción caprina en Puebla

A nivel nacional en producción caprina, Puebla ocupa el tercer lugar con una producción anual de 3,968 toneladas de carne y 1,962,000 litros de leche anualmente, y cuenta con un inventario de 1,186,305 cabezas (SIAP, 2020).

Los Municipios con mayor producción de leche caprina (litros) son: Tepeyahualco con 191 mil litros, Oriental con 172 mil litros, Libres con 114 mil litros, Juan C. Bonilla con 108 mil litros, Tlachichuca con 88 mil litros y San Nicolás Buenos Aires con 86 mil litros y los Municipios con mayor producción de carne en toneladas son: Tehuacán con 270 toneladas, Caltepec 165 toneladas, Guadalupe con 104 toneladas, Atzitzihuacán 91 toneladas, Ixtacamaxtitlán 90 toneladas y Chignahuapan 85 toneladas (SIAP, 2020). En el cuadro 3 se muestran los municipios con mayor producción de leche y carne de cabra en el año 2020.

Cuadro 3. Principales Municipios con mayor producción de leche de cabra y producción de carne.

Municipio	Producción de leche (L)	Producción de carne caprina (T)
Tepeyahualco	191,000	30
Oriental	172,000	35
Libres	114,000	13
Juan C. Bonilla	108,000	1
Tlachichuca	88,000	25
San Nicolás Buenos Aires	86,000	23
Palmar de Bravo	68,000	75
San Miguel Xoxtla	59,000	1
Lafragua	52,000	17
Tepanco de López	42,000	83

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2020)

4.1.4. Producción caprina en Libres

Para el año 2022 (SINIGA) tiene un conteo total de 33 unidades de producción pecuaria de caprinos lecheros, las cuales están presentes en sistemas estabulados en traspatio, así como en pradera, forestales, agostadero, agrícolas y cultivos forrajeros.

Libres en producción de leche caprina ocupa el tercer lugar a nivel Estatal, con la generación anual de 114,000 litros de la producción a nivel estado que es de 1,962,000 litros de leche y ocupando el lugar número 93 en producción de carne con un total de 13 toneladas de la producción estatal que es de 3,968 toneladas (SIAP, 2020).

4.2. Sistemas de producción de caprinos

La vegetación, el clima y las exigencias del mercado son factores que están unidos a los sistemas de producción, en varias partes del país se encuentran los sistemas intensivos, donde se produce gran cantidad de forraje con riego, como en el bajío y la laguna (Gómez *et al.*, 2009).

Todo sistema de producción animal se dividen en tres y debe ser pensado teniendo en cuenta el razonamiento de sustentabilidad, que percibe tres aspectos: ser económicamente beneficiosa, socialmente apropiado, y respetar la integralidad del ambiente, es por esto por lo que se identifican componentes que definen los sistemas de producción, la alimentación, el manejo reproductivo y las características genotípicas del animal que se va a utilizar en sistemas extensivo, semi-intensivo e intensivo (Rúa, 2018).

4.2.1. Sistema de producción extensivo

La tecnificación en este tipo de sistemas es nula o escasa pues se presenta en terrenos no aptos para actividades agrícolas ni forestales, manteniendo su presencia en terrenos menos productivos donde el sobre pastoreo ha ocasionado la erosión del suelo y la degradación de la vegetación (Gioffredo y Petryna, 2010). Al necesitar grandes extensiones de terreno ya que su alimentación la realizan pastoreando y ramoneando de forma semi-nómada o sedentaria. Presenta la ventaja de abaratar costos en alimentación e instalaciones, pero generalmente sus rendimientos productivos son menores (Aréchiga *et al.*, 2008).

El inventario y la producción nacional está compuesta principalmente por estos sistemas extensivos que componen la mayor parte de los sistemas encaminados a producir carne en las zonas áridas, semiáridas y el trópico seco (Gioffredo y Petryna, 2010).

4.2.2. Sistema de producción semi - intensivo

Localizadas en las zonas donde hay una mayor productividad, en estos sistemas se da el pastoreo y ramoneo en parte del año, llegando a aprovechar los residuos de las cosechas y de la vegetación de áreas marginales. Gracias a las ganancias generadas por este tipo de sistema, permite que se lleguen a tecnificar, así mismo, la nutrición permite que los animales tengan una mayor productividad comparada a los sistemas extensivos; al programar las actividades anuales, se llegan a mantener los costos de producción. En la gran parte de la región templada utilizan este sistema (Gioffredo y Petryna, 2010).

En el país la comarca lagunera y las regiones del bajío es principalmente donde se llega a observar este tipo de sistema; su sistema de la alimentación es a base de pastoreo y complementación, en estas zonas su objetivo es que la leche se transforme en un subproducto para así tener un valor agregado, mejorando así la eficiencia productiva (Ducoing *et al.*, 2005).

4.2.3. Sistema de producción intensivos

Para una producción estabulada este sistema requiere de instalaciones, que cuenten con almacén de concentrados de alto valor energético y proteico, una desventaja de este sistema es que requieren mayores costos que mejoran el índice de producción y facilitan el manejo de los animales (Aréchiga *et al*., 2008).

Está constituido por una minoría la cual está presente en el centro del país y el norte, donde emplean mucho capital llevando a cabo una administración eficiente y de alta tecnificación, se localizan en lugares que permitan estar cerca tanto a sus fuentes de insumos como a sus mercados (Gioffredo y Petryna, 2010).

Son sistemas de estabulación total con el objetivo de producir leche, manejando rebaños de 100 a 500 animales de alta calidad genética especializadas en producción de leche, el concepto de alimento presenta altos costos de producción y están presentes en zona centro y norte de México al igual que los sistemas intermedios (Ducoing *et al*., 2005).

4.3. Razas caprinas en México

La llegada de las cabras a México comenzó con las razas cuya función zootécnica fue la producción de carne; estas razas fueron la Blanca Celtibérica, Murciana y Granadina; estas dan origen a la criolla mexicana (Ducoing, 2006)

Para el día de hoy, existen diferentes razas que se utilizan para la producción de carne, leche o de doble propósito, de estas razas las más utilizadas por el mexicano es la primera, ya que dentro de su consumo están ciertos platillos como lo es el cabrito, la birria, algunos guisos regionales e inclusive la barbacoa. (SIAP, 2015).

En México las razas de mayor presencia son con fines de producción de leche, teniendo a la Saanen, la Alpina y la Anglonubia; para la producción de carne se encuentra la Boer, la Angora y la Criolla (SADER, 2017).

4.3.1. Saanen

De origen suizo, con un peso adulto en hembras que va desde los 50 a los 60 kg, en machos va de los 78 a los 90 kg, siendo una raza de talla mediana, su pelo es blanco a crema, finos, lisos y cortos, aunque hay variedades de pelo largo, su piel es rosada, las hembras y los machos pueden llegar a tener barbas, tiene la piel rosada, tiene frente plana y amplia, sus líneas faciales son cóncavas a rectas, sus orejas son erectas, de tamaño mediano, con una orientación hacia adelante; pueden o no tener cuernos, es una raza prolífica, sus ubres son espaciosas y desarrolladas, sus pezones son simétricos con dirección hacia abajo; características de un animal lechero; produce en promedio 4 a 5 kg de leche día^{-1}, con 4% de grasa; siendo que tiene una alta producción, sus requerimientos nutricionales también son altos para así poder expresar su potencial genético (Rúa, 2018).

4.3.2. Alpina francés

La alpina debido a su rusticidad se llega a adaptar a los sistemas que tienen una alimentación tanto en estabulación, pastoreo e inclusive en montaña, adaptables a cualquier clima, manteniendo una buena salud y una producción lechera; es un animal fuerte (Rosales, 2019)

Su origen se remonta a los Alpes suizos y franceses. Con un peso promedio en adulto para hembra de 55 kg y para macho de 75 kg, siendo una raza de talla mediana a grande; el color de su pelo depende de su origen, si es francesa presenta un color pardo rojizo con marzas negras en la cabeza, su pelaje llega a ser de mediano a corto; tiene frente ancha cóncava, de ojos grandes y salientes, pueden tener o no presencia de cuernos, su cuello es largo y flexible; considerada un animal rustico; su ubre es adecuada para producción lechera, llega a tener una producción promedio de 3 litros día^{-1} (Rúa, 2018).

4.3.3. Toggenburg

Gómez *et al*., (2009) menciona que, las cabras Toggenbur llegan a ser más pequeñas a comparación de la Sannen y la Alpina aunque tienen una producción comparable con su producción de leche.

Considerada la raza más antigua, de origen suizo, su peso promedio adulto en hembras es de 50 kg y en machos de 60 kg; su pelo llega a ser corto o largo, su color puede ir de castaño claro a oscuro, con líneas claras en ambos lados de la cara (desde los ojos hasta el hocico), manchas claras por debajo de la cara; cabeza un tanto cóncava, de ojos grandes, orejas erectas y pequeñas (Rúa, 2018).

4.4. Alimentación en caprinos

Los periodos críticos en producción caprina en cuanto a la alimentación se presentan en el último tercio de gestación (6 semanas antes del parto) así como el principio de la lactancia (Daza, 2004).

Para la productividad de las cabras es necesario el uso eficiente de nutrientes para la adición adecuada de energía. Teniendo en cuenta que al tener una deficiencia de energía esta tiene consecuencias en el crecimiento de los cabritos, llegando también a prolongar el tiempo en que se presenta la pubertad, reduce el porcentaje de fertilidad, baja los parámetros de producción de leche. Al mismo tiempo, los animales llegan a presentar un aumento en la presentación de patologías infecciosas y parasitarias (Rúa, 2018).

Las cantidades de alimento proporcionadas a las cabras están basadas en diferentes puntos como lo son su producción, estado fisiológico; teniendo en cuanta sus requerimientos nutricionales que dependerán de su sexo, edad, estado fisiológico y producción; estos requerimientos cambian en el transcurso del año. El alimento debe contener las suficientes proteínas (aminoácidos), energía (carbohidratos y lípidos), vitaminas, minerales y agua (Gioffredo y Petryna, 2010).

Al determinar las necesidades alimenticias se deben tener en cuenta parámetros como los son: el sexo, la raza y biotipo, estados fisiológico, categoría, nivel de producción y ganancia día de peso. Estas necesidades se expresan en kilogramos de Materia Seca (MS), Energía Metabólica (EM), Energía Digestible (ED), Total de Nutrientes Digestibles (TND) (Gioffredo y Petryna, 2010).

4.4.1. Alimentación en cabras lecheras

La cabra lechera tiene un consumo de materia seca que va del 3 al 6% de su peso vivo. Las cabras Alpinas, que son especializadas llegan a tener un consumo que va del 5 al 7% de su peso vivo, llegando a tener casi tres veces lo reportado para bovinos y ovinos. Las cabras de tipo alpino tienen un gran apetito y su capacidad al consumir forraje llega a ser característicos de este tipo de animales, siendo muy distinto al de la vaca lechera (Rúa, 2018).

Para los animales de producción lechera, los requerimientos de producción son aquellos que son necesarios para poder mantener el metabolismo de las hembras en producción, particularmente aquellos que están relacionados con el funcionamiento de la glándula mamaria, para poder llevar sin complicaciones la lactación (Martinez y Suárez, 2018).

Para la producción de leche, el requerimiento energético con que debe contar una alimentación es de aproximadamente 186,4 kjul por kilogramo de leche producida, teniendo un 4 % de grasa y una eficiencia de la energía metabolizable por lactación del 70% (Rúa, 2018).

Un aspecto clave en la formulación de dietas para caprinos lecheros es tener en cuenta las variaciones en cuanto al consumo voluntario de alimento o su capacidad de ingestión, esto a todo el tiempo dura el ciclo productivo; teniendo conocimiento de su capacidad de consumo se puede calcular la densidad energética, así como la proteica con la que tendrá que contar la ración para así cumplir los requerimientos del animal (Martinez y Suárez, 2018).

4.4.2. Sobre alimentación (flushing)

Una práctica de manejo que el hombre la utiliza desde hace mucho tiempo es el flushing, (acondicionamiento o golpe alimenticio), este consiste en incrementar en la alimentación los niveles de energía, proteína, así como otros nutrientes, que reciben los animales durante el periodo de pre-empadre y empadre. Teniendo como resultado de esta práctica efectos fisiológicos (hormonales principalmente), dando como resultado aumento en la tasa de ovulación, y por consecuente en la tasa de prolificidad (número de crías nacidas por parto) (Martínez, 2012).

Llamamos alimentación intensiva o flushing al hecho de enriquecer la ración de pienso del ganado con el fin de mejorar su condición corporal antes y durante la época de monta, así como en el último tercio de gestación donde la respuesta a la alimentación varía según: la edad del ganado, la raza y su condición corporal (O'Brien, 2010).

4.5 Composición fisicoquímica de la leche de cabra

La leche es aquel líquido que las hembras secretan a trasvés de las glándulas mamarias con el cual llegan a protegen y alimentar a sus crías tras su nacimiento; por lo tanto, los nutrimentos que contiene esta tienen que estar biodisponibles (fácilmente aprovechables). La leche llegar a ser un alimento en el cual se pueden encontrar carbohidratos, proteína, grasa, vitaminas y minerales de alta calidad. A nivel mundial la leche de mayor consumo es la de vaca, sin embargo, en algunos lugares se tiene preferencia por la de otros como lo son la leche de oveja, cabra, búfala, yeguas, camellas o burras (Verdalet *et al*., 2014).

En su composición la leche tiene del 77 al 80 % de agua, siendo por lo tanto el restante (20 al 23% de sólidos totales). La conformación normalmente de los sólidos totales, es de grasa del 3 al 3.5% de grasa, un 3 al 3.5% de proteína y 4 al 6% de carbohidratos y de minerales de importancia como el calcio (Salvador *et al*., 2006).

Dentro de las proteínas de la leche, la que constituye el mayor porcentaje (alrededor del 75%) es la caseína, el otro 25% lo disponen las proteínas del suero, lactoalbúmina y lactoglobulina y el nitrógeno no proteico (Cruz *et al*., 2012). La cantidad de grasa en la leche caprina es un factor importante en el procesamiento de la leche, teniendo un importante papel en cuanto a sus cualidades nutricionales y sensitivas de los subproductos que se obtienen de esta (Chávez *et al*., 2007).

4.6. Aditivos

Aquellos ingredientes o compuestos que se adicionan a los alimentos, siendo su uso para el mejoramiento de alguna parte de estos, en el cuadro 4 se presentan los aditivos utilizados en la alimentación animal, esta mejora puede ser en su apariencia, tiempo de anaquel, palatabilidad, digestión, mayor absorción, así como en el metabolismo, siendo que estos no sean necesariamente esenciales en la nutrición de los animales (Shimada, 2009).

Cuadro 4. Aditivos utilizados en la alimentación animal.

Tipo	**Descripción**	**Ejemplos**
Acidificantes	Preservación de granos, aceleradores de la fermentación, complementar la digestión gástrica	Ácidos orgánicos: propiónico, acético, láctico, cítrico y ácidos inorgánicos: clorhídrico, sulfúrico y fosfórico.
Aglutinantes	Aquellos que ayudan en el proceso de fabricación del alimento en pellet	Melaza, alimentos ricos en almidón, bentonita, suero seco de leche
Agonistas beta-adrenérgicos	Análogos sintéticos de adrenalina y noradrenalina, favoreciendo la repartición de nutrimentos a nivel tisular	Cimaterol, 17lembuterol, ractopamina, salbutamol, zilpaterol, entre otros.
Anabólicos	Promotores del crecimiento naturales o sintéticos en forma de implantes subcutáneos	Dietilestibestrol (DES), estradiol solo o combinado con testosterona para hembras o progesterona para machos, acetato de trembolona solo o combinado, estradiol 17 beta, acetato de melengestrol (MGA)
Antibióticos y antimicrobianos	Ayudan a tener una mejor absorción de los nutrimentos por medio de la mucosa intestinal gracias a una reducción de su grosor	Nitrofuranos, arsenicales y sulfas
Antioxidantes	Evitan la rancidez de los alimentos	Etoxiquina, BHA (2-terbutil-4-metoxifenol) y el BHT (2,6-diterbutil p cresol), vitamina E
Enzimas	Ayudan a la as enzimas digestivas	Enzimas celulolíticas
Hormonales	Obtenidos de forma sintética	BST (somatotropina bovina), somatotropina, somatomedinas

Ionóforos y manipuladores de la fermentación ruminal	Inteta conducir el proceso de fermentación microbiana ruminal hacia la obtención de metabolitos deseables o la supresión de los indeseables	Monensina. Lasolacida
Pigmentates	Permiten una mayor coloración	Alfalfa, flor de cempasúchil
Probióticos	Cultivos vivos de levaduras y hongos o bacterias, con la idea de que colonicen el tubo digestivo y mejoren el balance microbino	*Aspergillus oryzae*, *S. cerevisae*,
Quelantes	Un elemento dado se asocie al azar, y haga poco disponible al elemento quelato	EDTA (etilendiaminotetracetato)
Saborizantes y odorizantes	Modifican el sabor, olor o ambos	Melaza,
Gluconeogénicos	Dan lugar a la glucosa a través de la gluconeogénesis	Glicerol, 1,2-propanodiol, propionato de calcio,

Fuente: (Shimada, 2009; López, 2017)

4.7. Estructura química y ruta metabólica del 1,2-propanodiol

El 1,2-propanodiol es un diol de tres carbonos con un centro estereogénico en el átomo de carbono central y existe como: ®-1,2-propanodiol y (S)-1,2-propanodiol (Saxena *et al*., 2010) (Figura 1)

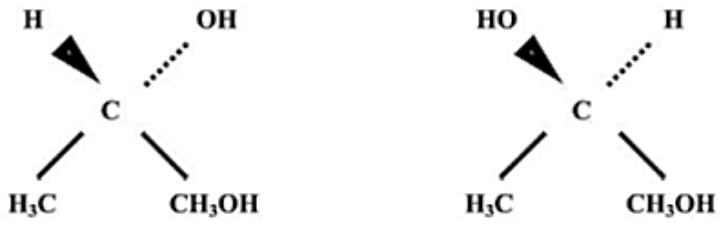

Figura 1. Estructura química del 1,2-propanodiol modificada de Saxena, 2010

El 1,2-propanodiol se ha producido comercialmente mediante procesos sintéticos que comienzan con materia prima petroquímica y catálisis e involucran una variedad de productos químicos intermedios. Sin embargo, ahora es posible que las rutas microbiológicas también puedan producir potencialmente 1,2-propanodiol a partir de materias primas renovables mediante procesos que involucrarían intermediarios benignos (Saxena *et al.*, 2010).

El propilengicol (PPD) se metaboliza en el hígado a glucosa a través de la carboxilación de piruvato a oxalacetato en vacas. El PPD se puede convertir en lactoaldehído en el hígado de conejos, que se puede convertir en lactato. El lactato es un sustrato común en la gluconeogénesis en rumiantes y entra a través del piruvato, que se convierte en oxaloacetato (Figura 2). El PPD que se metaboliza a propionato en el rumen también puede convertirse en glucosa a través de la gluconeogénesis en el hígado. Se describe que de forma general el 1,2-propanodiol a nivel sanguíneo ocasiona un incremento en la glucosa e insulina (Nielsen y Ingvartsen, 2004)

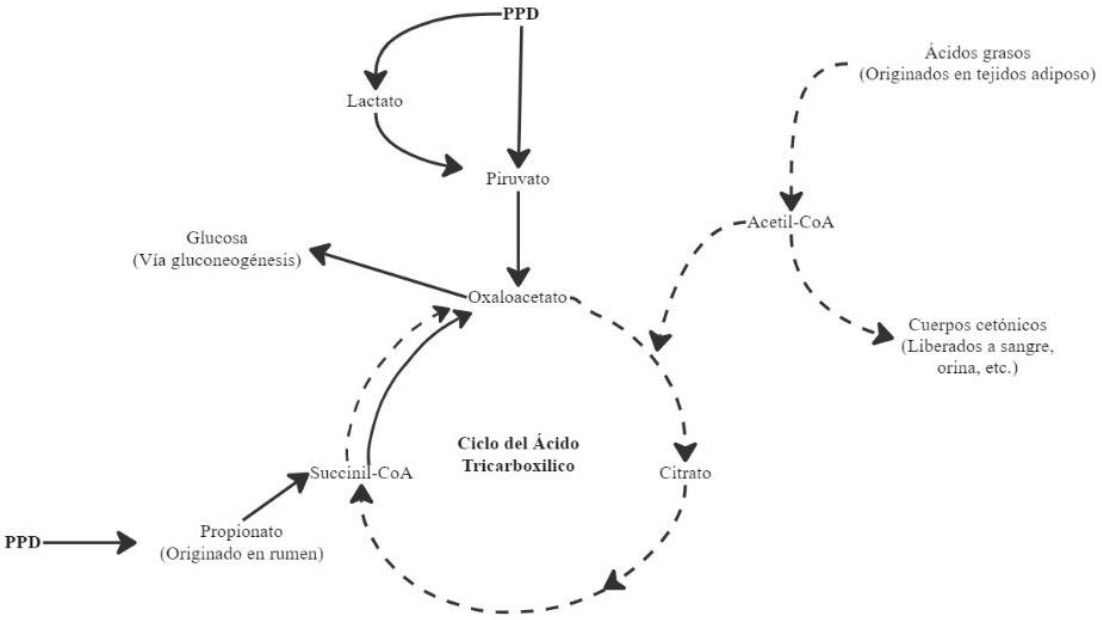

Figura 2. Metabolismo del propanodiol (PPD) y su interacción con la cetogénesis en el hígado de bovinos. Las rutas gluconeogénicas se muestran con líneas continuas. Modificado de Nielsen y Ingvartsen, 2004

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en una unidad de producción lechera capina localizada en el municipio de Libres, Puebla, (Figura 3) ubicada entre los paralelos 19° 21’ y 19° 33’ de latitud Norte; los meridianos 97° 32’ y 97° 48’ de longitud Oeste; con una altitud entre 2 320 y 3 400 msnm. Colinda al norte con los municipios de Ixtacamaxtitlán, Ocotepec y Cuyoaco; al este con los municipios de Cuyoaco y Tepeyahualco; al sur con el municipio de Oriental y el estado de Tlaxcala, al oeste con el estado de Tlaxcala y el municipio de Ixtacamaxtitlán (INEGI, 2010). El clima va desde Templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (66.29%), Templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (17.19%), semifrío subhúmedo con lluvias en verano (6.57%), Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (5.09%) y semiseco templado (4.86%), la temperatura media anual varia de 10-16 °C con un rango de precipitación media anal que va de 400 mm a 900mm (INEGI, 2010).

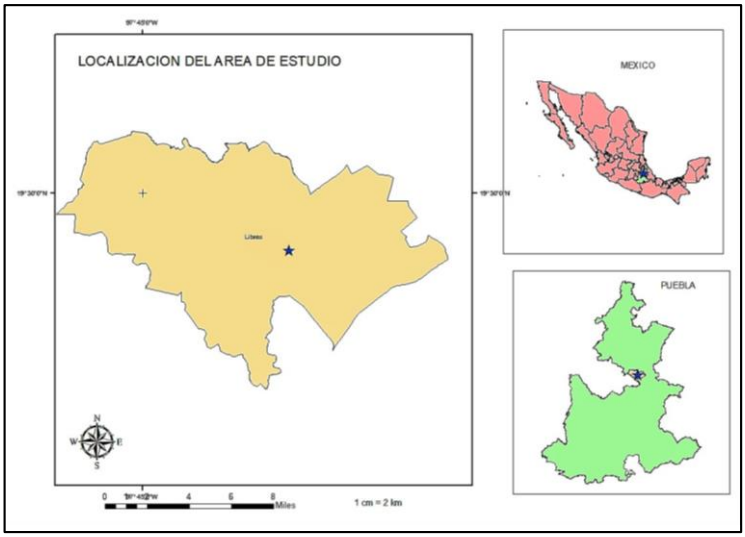

Figura 3. Localización del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia con la fuente de datos del CONABIO

5.2. Unidades experimentales

Fueron utilizadas 24 cabras lecheras de la raza Saanen multíparas (en el último tercio de gestación), con una edad promedio de 3.5 años, el peso promedio de 50 ± 5 kg. antes de iniciar el trabajo las cabras fueron identificadas por número de arete y posterior a la identificación fueron distribuidas al azar para formar tres tratamientos con 8 repeticiones, cada tratamiento recibió diferentes porcentajes de inclusión de 1,2-propanodiol, y previo al inicio del trabajo las cabras fueron sometidas a un periodo de adaptación de siete días.

5.3. Alimentación

La dieta proporcionada fue formulada para cabras lecheras en el último tercio de gestación a inicio de producción de leche en base a los requerimientos indicados en el NRC 2001. El consumo de la ración fue estimado al 4% del peso vivo de la cabra en el último tercio de gestación, (2 kg MS cabra $^{-1}$dia $^{-1}$). La dieta para los tres tratamientos contenía como base al inicio el 40% de concentrado más el 60% de alfalfa y rastrojo de maíz, esto durante los 30 días previo al parto como método de sobre alimentación (Flushing), posterior al parto el consumo fue estimado al 5% de peso vivo donde la alimentación contenía un 70% del concentrado más un 30 % de alfalfa y rastrojo de maíz como complemento (2.5 kg MS cabra $^{-1}$dia $^{-1}$) (cuadro 5).

Las cabras fueron alimentadas con las dietas experimentales para cada tratamiento durante 125 días que duro el trabajo, ofreciéndola por dos veces al día, por la mañana (10:00 am) y por la tarde (4:00 pm), el agua fue ofrecida a libre acceso.

Cuadro 5. Composición de la dieta para cabras lecheras Saanen desde último tercio de gestación a lactancia en Libres Puebla.

Ingredientes	T1=n8	T2=n8	T3=n8
Maíz	64.25	43.5	19
Soya	13.5	18.5	21.5
Melaza	1.25	5	5
Minerales	2	2	2
Rastrojo de maíz	1.5	25	45.5
Cebada	2.5	2.5	2.5
Sorgo	15	2.5	2.5
1,2-Propanodiol	0	1	2
Total	100%	100%	100%

5.4. Variables a evaluar

5.4.1. Producción de leche

Las cabras fueron ordeñadas con una ordeñadora portátil con capacidad de 50 litros de la marca Westfalia Surge (Alemania), en dos ocasiones al día por la mañana (5:00 pm) y por la tarde (5:00pm). Para medir la producción de leche se registró en dos veces por semana, tomando los datos individuales de la ordeña de la mañana y la tarde utilizando una báscula Torrey (Monterrey, NL., México).

5.4.2. Determinación de la composición fisicoquímica de la leche

Se colectaron muestras de leche durante la ordeña de la mañana (5:00am), se tomaron en total cuatro muestras de leche por unidad experimental por tratamiento, la primera muestra se tomó a los 5 días del parto y posteriormente cada 15 días durante tres ocasiones más.

Para la toma de muestras fueron utilizados tubos Falcón de 50 ml, las muestras de leche fueron llevadas y analizadas en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde se midió solidos totales, grasa, proteína, lactosa y pH con ayuda de Lactoscan mccw (Bulgaria)

5.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), distribuidos en 3 tratamientos con 8 repeticiones cada uno, en las unidades experimentales fueron utilizados animales con similar estado fisiológico, quedaron distribuidas de la siguiente manera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de los tratamientos y diseño experimental.

Tratamientos	T1=n8	T2=n8	T3=n8
1,2-Propanodiol %	0	1	2

5.6. Análisis estadístico

Análisis estadísticos

Para analizar los datos obtenidos de las variables evaluadas se utilizó un diseño completamente al azar.

Modelo: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$

Y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media general

τ_i = Efecto de la i-ésimo tratamiento (i= 1, 2,3)

E_{ij} = Error experimental

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Producción de leche

La producción de leche mostro diferencias significativas ($P<0.05$) (Figura 4) entre tratamientos, donde el T3 con la inclusión del 2% de 1,2-propanodiol mostro mayor producción de leche (3.06 kg d^{-1}), aumentando un 24% comparado con la producción del tratamiento testigo T1. Los resultados expresan un orden progresivo en la producción de leche para T3 (3.06 kg d^{-1}) en comparacion con T2 (2.54 kg d^{-1}) y T1 (2.45 kg d^{-1}). Por su parte Ortíz y Campos (2016) utilizaron vacas multirraciales, las vacas en tratamiento recibieron 150 g de propilenglicol vía oral cada tercer día durante 90 días, encontrando que la producción de leche aumentó en un 13.4% para los animales suplementados con propilenglicol estos valores son inferiores a los encontrados en este trabajo. sin embargo, Hamzaoui *et al*. (2020) reporta que la inclusión de propilenglicol no afectó la producción de leche en cabras en un ambiente que cuenta con un sistema de control de temperatura y humedad.

En un estudio realizado por Rosales y Santamaría (2016) en el que agregaron a la dieta propia de la producción 400 mL de propilenglicol con un 90% de pureza en vacas Jersey y Holstein encontraron que el propilenglicol no incrementó la producción de leche. Sin embargo, ayudó a estabilizar el comportamiento de la curva de lactancia de las vacas. Así mismo Romero (2016) utilizando vacas Holstein y la administración de 300 g de propilenglicol no generó un efecto significativo sobre el peso, producción y composición de la leche en los 100 días de lactancia. Stokes (2001) utilizando vacas encontró que la producción fue 3.1 kg/día^{-1} mayor para su grupo experimenta, estos valores de mayor produccion de leche son semejantes a presentados en la investigacion.

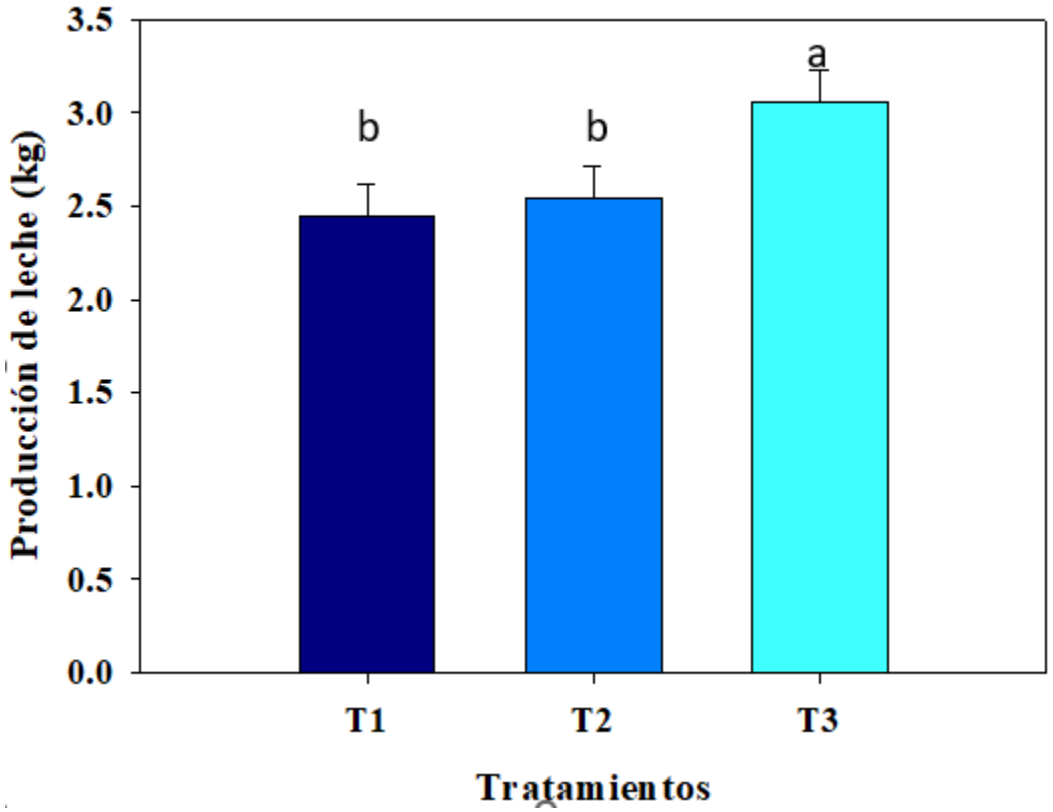

Figura 4. Producción de leche (kg d-^{1}) de cabras leche alimentadas con la dieta experimental con diferentes porcentajes de inclusión de 1,2-propanodiol, T1(0%), T2(1%) y T3(2%). Literales (a,b) sobre las barras = (p<0.05).

6.2. Rendimiento de grasa en leche (EE)

El rendimiento de grasa en la leche de cabra (Cuadro 7) no tuvo diferencias significativas (P>0.05) entre los promedios de los diferentes tratamientos. Los resultados expresan un orden progresivo en grasa en leche para T2 (5.10 %) en comparacion con T3 (4.77 %) y T1 (3.72 %) aunque el porcentaje de grasa encontrado en los tratamientos con 1 y 2 % de 1,2-propanodiol fue mayor al testigo no se encontraron diferiencias estadisticas. Hamzaoui *et al.* (2020) utilizaron el 5% de propilenglicol en la dieta para cabras encontrando una disminución de grasa en la leche (-23%), sin embargo, en la investigación realizada no se encontraron diferencias

estadísticas en cuanto a la grasa en leche. No obstante, el rendimiento de grasa reportado en esta investigación es mayor al de Vega *et al.* (2007) quienes trabajaron con cabras de razas alpino Francesa (3.96) y Saanen (3.5) en épocas de lluvia y seca.

Hadjipanayiotou (2003) utilizando 40 g de propilenglicol en cabras Damasco reportó que la producción de leche y la composición de esta no difirieron entre los grupos, sin embargo, Hoedemaker *et al*. (2004) menciona que el rendimiento medio de grasa en kilogramos disminuyó continuamente.

Cuadro 7. Contenido de Grasa, SNG, Proteína, Lactosa, pH y Solidos Totales en leche de cabras lecheras alimentadas con la dieta experimental con diferentes porcentajes de inclusión de 1,2-propanodiol.

	T1= n8(0%)	T2= n8(1%)	T3=n8(2%)
Grasa (%)	3.72 [a]	5.09[a]	4.77 [a]
SNG (%)	5.81 [b]	7.49 [a]	7.25 [a]
Proteína (%)	2.75 [b]	3.54 [a]	3.43 [a]
Lactosa (%)	2.61 [b]	3.37 [a]	3.26 [a]
pH	5.10 [b]	6.61 [a]	6.50 [a]
Solidos totales (%)	9.61[b]	12.55 [a]	11.88 [a]

Medidas con la misma literal no son significativamente diferentes.

6.3. Rendimiento de proteína cruda (PC) en leche

Para el contenido de PC se presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos (Cuadro 7), donde los tratamientos 2 y 3 con la inclusión del 1% y 2% de 1,2-propanodiol aumentaron el porcentaje de proteína en leche (T2=3.54 % y T3 = 3.42%) con un 29% de aumento en T2 y 24% en T3 con respecto al T1 que presento un porcentaje de proteína en leche de (2.74 %). Chiofalo *et al*. (2005) en su estudio realizado en ovejas lecheras utilizando

(80-160 g oveja día^{-1}) observaron que la alimentación con propilenglicol aumentó el rendimiento de grasa y proteína de leche, y la capacidad de elaboración de queso de leche en comparación con el control.

Así mismo Hamzaoui *et al.* (2020) reporta que la inclusión de propilenglicol no tuvo ningún efecto sobre proteína de la leche, Esta energía ahorrada se depositó claramente en el cuerpo y no se utilizó para la producción de leche, ya que la ganancia de peso corporal aumentó ($p < 0.05$) en las cabras TN (termoneutrales) y HS (estrés por calor) cuando se suplementó con propilenglicol. Kholif *et al.* (2015) en su estudio utilizando aceite de linaza (20ml/cabeza/día) en cabras Damasco encontraron que la proteína de la leche fue mayor con aceite de linaza. Por su parte Tufarelli y Laudadio (2011) en su estudio con selenio y vitamina E (0.20mg/ cabeza / día de selenito de Na y 20 mg día^{-1} de vitamina E) en cabras jónicas mostraron una mayor producción de leche, porcentaje de grasa, así como de proteína.

6.4. Determinación de lactosa en leche

En cuanto al contenido de lactosa se encontraron diferencia significativa ($P<0.05$) (Cuadro 7) entre los porcentajes de los diferentes tratamientos, donde los tratamientos T2 y T3 mostraron aumento en el porcentaje de lactosa en leche (T2= 3.369% y T3= 3.30%) con un 28% de aumento en T2 Y 24 % en T3 con respecto al T1 que presento un porcentaje de lactosa en leche de (2.60 %). Al no encontrar trabajos de este tipo se comparó con otros trabajos donde se evaluó la lactosa utilizando otros aditivos. Sin embargo, el rendimiento de lactosa reportado en esta investigación es inferior al de Hernández *et al.* (2015) quienes trabajaron con cabras con diferentes inclusiones de cascara de naranja deshidratada reportando rendimiento de lactosa de (4.74%) con inclusión de 30% de cascara de naranja deshidratada, valor superior en comparación con los resultados obtenidos en esta investigación.

Por otro lado, Sánchez. (2016) reportó rendimiento de lactosa (4.46 ± 0.18%) en cabras lecheras en confinamiento adicionando aceite de soya en la dieta, valor superior al obtenido en este trabajo. Cyan (2022) obtuvo valores de lactosa (4.98%) en el efecto de aceite de orégano sobre la productividad, fermentación ruminal y calidad de la leche en cabras lecheras, valor superior al obtenido en este trabajo.

6.5. Determinación de pH en leche

La inclusión de 1,2-propanodiol en la dieta de cabras lecheras no afecto el valor de pH en la leche (P>0.05) (Cuadro 7). Cyan (2022) reportó valores de pH similares (6.69) en el efecto de aceite de orégano sobre la productividad, fermentación ruminal y calidad de la leche en cabras lecheras. Por otra parte, Vega *et al.* (2007) obtuvo valores de pH (6.36) en un estudio realizado sobre las características físicas y químicas de la leche de cabra de raza alpino-francesa y Saanen en época de lluvia y seca. En comparación con estos estudios realizados, la inclusión de 1,2-propanodiol en la dieta de cabras lecheras no afecto el valor de pH en la leche, dicha variable se mantuvo en un rango.

6.6. Rendimiento de solidos totales (ST)

En cuanto al contenido de ST se encontraron diferencia significativa (P<0.05) (Cuadro 7) entre los diferentes tratamientos, donde el tratamiento 2 con 1% de 1,2-propanodiol aumento el porcentaje de solidos totales, así como en tratamiento 3; (T2 = 12.55% y T3 = 11.90%) con un 30 % de aumento en T2 y 23 % en T3 con respecto al T1 que presento un porcentaje de solidos totales en leche de (9.61%). Rojas *et al.* (2001) en su estudio utilizando inclusión de pulpa de cítricos encontró una mejoría en el contenido de solidos totales, obteniendo una mejor respuesta con la adición del 30% (13.57) en alimentación de vacas Holstein. Por otra parte, Romero (2016) menciona que Los resultados de sólidos totales de la leche en su estudio de propilenglicol en vacas Holstein no fueron estadísticamente significativos, y los datos obtenidos se encuentran entre los valores normales.

Cyan (2022) reportó valores de solidos totales diferentes (10.42%) en el efecto de orégano sobre la productividad, fermentación ruminal y calidad de la leche en cabras lecheras

6.7. Rendimiento de solidos no grasos (SNG)

Para el contenido de solidos no grasos mostraron diferencias significativas ($P<0.05$) (Cuadro 7) entre tratamientos, donde la inclusión del 1% y 2% de 1,2-propanodiol aumento el porcentaje de solidos no grasos en leche a comparación del tratamiento control, donde T2 y T3 mostraron aumento en el porcentaje de SNG en leche (T2= 7.48% y T3= 7.24%) con un 29% de aumento en T2 y 24 % en T3 con respecto al T1 que presento un porcentaje de SNG en leche de (5.80 %).

Por otra parte, Rojas *et al*. (2001) quienes trabajaron con vacas encastadas Holstein a las cuales les proporciono pulpa de cítricos deshidratada, obteniendo (8.96 %) de solidos no grasos. valor superior en comparación con los resultados obtenidos en esta investigación. en este sentido, Galván (2016) reportó contenido de solidos no grasos (9.54%) con la utilización de follajes arbóreos en dietas para cabras lactantes estabuladas, valor superior en comparación con los resultados obtenidos en esta investigación.

VII. CONCLUSIONES

.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que el 1,2-propanodiol puede utilizarse en la dieta de cabras lecheras y con ello aumentar la producción de leche utilizando el 2% de 1,2- propanodiol, realizando cambios importantes en su composición fisicoquímica (concentración de proteína, lactosa, pH, solidos totales y solidos no grasos), sin cambió en la concentración de grasa en leche. Por tanto el uso de 1,2 propanodiol al 2% puede ser utilizado en sistemas de producción de pequeños productores para mejorar la productividad y calida dde la leche de cabra.

VIII. LITERATURA CITADA

Aréchiga C.F, Aguilera J.I, Rincón R.M, Méndez de Lara S, Bañuelos R. V, Meza Herrera C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems. México. 5p.

Barragán A. M. 2019. Uso de la administración de un precursor glucogénico y su efecto sobre las enfermedades metabólicas de vacas Holstein. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México. 33 p.

Bidot-Fernández A. 2017. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. Revista de Producción Animal 29(2): 32-41 [En línea]. Disponible en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-79202017000200005 (Revisado el 11 de septiembre de 2022).

Bourrillón, A. R., Gamboa, L., Villareal, M., Viquez, E., Castro, R., & Poore, M. 2001. La sustitución de maíz por pulpa de cítricos deshidratad sobre la producción y composición láctea de vacas encastadas Holstein en el trópico húmedo de Costa Rica. Agronomía Costarricense, 25(1), 45-52.

Centro Mundial de Abastecimiento de Productos Agroalimenticios. 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.tridge.com/es/intelligences/goat-milk/production (Revisado el 01 de octubre de 2022)

Chavez M. S, Margalef M. I. Martínez M. 2011. Cuantificación de Lipólisis en Leche Caprina (Saanen) Cruda y Térmicamente Tratada [En línea]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/38-cuantific-lipolisis-leche.pdf (Revisado el 27 de octubre de 2022)

Chiofalo V., Todaro M., Liotta L., Margiotta S., Manzo T. and Leto G. 2005. Effect of propylene glycol on pre- and postpartum performance by dairy ewes. Small Ruminant Research 58 (2): 107-114.

Cruz F. A.I., Mosqueda R. J.M., Clavijo D. M.R. 2012. Caracterización de Sistemas de Producción de Leche Caprina en el Sur del Uruguay. Tesis de Licenciatura. Universidad de la República Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay. 28 p

Cyan L. P. J. O. 2022. Efecto del aceite de orégano sobre la productividad, fermentación ruminal y calidad de la leche en cabras lecheras. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. 125 p

Daza A. 2004. Ganado caprino: Producción, Alimentación y Sanidad. [En línea]. Disponible en:http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SKMWGq2t6fQJ:https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/ganado-caprino.aspx&hl=es-419&gl=mx&strip=0&vwsrc=0 (Revisado el 26 de octubre de 2022)

Ducoing W. A.E. 2005. Zootecnia de Caprinos. [En línea]. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_%205_zootecniadecaprinos.pdf (Revisado el 25 de octubre de 2022)

Ducoing W. A.E. 2006. Introducción a la Caprinocultura [En línea]. Disponible en: https://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Introduccion%20a%20la%20caprinocultura%20PAPIME.pdf (Revisado el 23 de octubre de 2022)

Galvan M. C.U. 2016. Utilización de follajes arbóreos en dietas para cabras lactantes estabuladas en el municipio de Nebaj. Tesis Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Quiché, Guatemala

Gioffredo J.J, Petryna A. 2010. Caprinos: Generalidades, Nutrición, Reproducción e Instalaciones. Cátedra de Producción Ovina y Caprina, Río Cuarto-Argentina [En línea]. Disponible en: https://www.produccion-

animal.com.ar/produccion_ovina/ovina_y_caprina_curso_fav/122-curso_UNRC.pdf (Revisado el 27 de octubre de 2022)

Gómez G. A, Pinos R. J. M, Aguirre R, J, R. 2009. Manual de Producción Caprina. 1a. ed. UASLP. San Luis Potosí.

Hadjipanayiotou, M. 2003 Effect of feeding propylene glycol and niacin in late pregnancy and early lactation on the performance of damascus goats; Boletín Técnico 215; Instituto de Investigación Agrícola, Ministerio de Agricultura, Recursos Naturales y Medio Ambiente: Nicosia, Chipre. [En línea] http://publications.ari.gov.cy/tb/2003/TB215-%20Miltos.pdf (Revisado el 29 de noviembre de 2022)

Hamzaoui, S., Caja, G., Such, X., Albanell, E., Salama, AA. 2020. Milk production and energy metabolism of heat-stressed dairy goats supplemented with propylene glycol. Animals 10(12): 2449.

Hernández, H.J.E; Franco, G.F.J; Camacho, R.J.C; Tepalzingo, C.S; Hernández, R.D 2016. Localización y costos de brucelosis en cinco rebaños de cabras pertenecientes a Cuesta Blanca en el estado de Puebla, México [En línea] Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14146082012 (Revisado el 28 de noviembre de 2022)

Hernández-Meléndez, J., González-Reyna, A., Rojo, R., Sánchez-Dávila, F., Salvador, A., & Vázquez-Armijo, J. F. 2015. Producción y composición de la leche de cabras alimentadas con diferentes inclusiones de cáscara de naranja deshidratada. Revista Científica, 25(4), 324-329.

Hoedemaker M., Prange D., Zerbe H., Frank J., Daxenberger A., Meyer H. H. D. 2004. Peripartal propylene glycol supplementation and metabolism, animal health, fertility, and production in dairy cows. Journal of dairy science 87(7): 2136-2145.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de Información Geográfica Municipal 2010 Libres Puebla. [En línea]. Disponible en:https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21094.pdf(Revisado el 14 de septiembre de 2022).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2022. Producción caprina en terrenos extensivos [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/inifap/articulos/produccion-caprina-en-terrenos-extensivos. (Revisado el 15 de octubre de 2022)

Kholif SM, Morsy TA, Matloup OH, Ebeid, HM and Kholif AM 2015. Effects of Crushed Linseed or Linseed Oil Supplementation on Performance of Dairy Goats and Fatty Acid Profile in Milk. Life Science Journal 12 (2): 94-99.

López Puga, J. C. 2022. Efecto del aceite de orégano sobre la productividad, fermentación ruminal y calidad de la leche en cabras lecheras. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León, 125 p

López V. A. H. 2017. Efecto del 1, 2-propanodiol sobre parámetros productivos, metabolitos sanguíneos y actividad ruminal en ovinos de carne. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 20-25

Martínez E. 2012. La Técnica del Flushing en la Alimentación de Ovejas. [En línea]. disponible en: https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc081f12d9e2.pdf (Revisado el 07 de octubre de 2022)

Martínez G.M, Suárez V.H. 2018. Lechería Caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche. 1a. ed. INTA. Buenos aires. 48 p.

McArt, J. A. A., Nydam, D.V., Oetzel, G. R. 2011. A field trial on the effect of propylene glycol on displaced abomasum, removal from herd, and reproduction in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. [En línea] Disponible en: https://bovine-ojs-tamu.tdl.org/bovine/index.php/AABP/article/view/4030 (Revisado el 30 de noviembre de 2022)

Nielsen N. I., Ingvartsen K. L. 2004. Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. Animal Feed Science and Technology 115(3-4): 191-213.

O'Brien A. 2010. Flushing The Ewe Flock: Is It Beneficial [En línea]. Disponible en: http://omafra.gov.on.ca/english/livestock/sheep/facts/02-055.htm (Revisado el 05 de octubre de 2022)

Ortiz L. G., y Campos R. 2016. Control del balance energético negativo y comportamiento productivo y metabólico en vacas doble propósito bajo suplementación energética. RIAA 7(1): 147-156.

Rojas B. A. y Gamboa L. 2001.La sustitución de maíz por pulpa de cítricos deshidratada sobre la producción y composición láctea de vacas encastadas Holstein en el trópico húmedo de Costa Rica. Agronomía Costarricense 25(1) :45-52.

Romero S. L.M. 2016. Evaluación del uso de propilenglicol en vacas holstein en el primer tercio de lactancia medida en peso, producción y composición de la leche. Tesis Licenciatura, Universidad Central del Ecuador, FMVZ, Quito. 71 p.

Rosales F. M.A. 2019. Alpina Francesa [En línea]. Disponible en: https://www.tamaulipas.gob.mx/campo/wp-content/uploads/sites/40/2019/10/alpina-francesa.pdf (Revisado el 13 de octubre de 2022)

Rosales S. S., Santamaría J. O. 2016. Efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción. Tesis licenciatura. Escuela Argícola Panamericana, Zamorano Honduras 20 p

Rúa B. C.V. 2018. Manual Técnico De Producción de Leche de Cabra Utilizando Buenas Prácticas Ganaderas 1a. ed. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia ONIX PUBLICIDAD. Antioquia. 58 p.

Rúa C. Rosero R., Ochoa S.P. 2017. Efecto del sistema de producción sobre producción de leche y consumo de alimento en cabras. Revista MVZ Córdoba, 22(3) 6266-6275 [En línea]. Disponible en: https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/1131 (Revisado el 08de septiembre de 2022).

Salvador A, Martínez G. Alvarado C, Hahn M. 2006. Composición de la leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. Zootecnia Tropical 24 (3) [En línea]. Disponible en:http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Revisado el 15 de octubre de 2022)

Sánchez A.F. 2016. Respuesta productiva de cabras lecheras en confinamiento, adicionando aceite de soya en la dieta. Tesis licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, 64 p

Saxena RK, Anand P, Saran S, Isar J, Agarwal L. 2010 Microbial production and applications of 1,2-propanediol. Indian J Microbiol. 50(1):2-11

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2015. La caprina cultura en México [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-capricultura-en-mexico. (Revisado el 12 de octubre de 2022)

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2017. La caprina cultura en México [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-caprinocultura-en-mexico#:~:text=Las%20principales%20razas%20de%20cabras,m%C3%A1s%20de%20160%20mil%20litros. (Revisado el 15 de octubre de 2022)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Cuenta México con el hato caprino más grande de Latinoamérica: Gurría Treviño [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/agricultura%7Ctamaulipas/es/articulos/cuenta-mexico-con-el-hato-caprino-mas-grande-de-latinoamerica-gurria-treviño. (Revisado el 13 de octubre de 2022)

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2012. Sistema de Explotación Extensivo y Semi-Extensivo de Ganado Bovino de Doble Propósito. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/95428/SistemadeExplotaci_n_Extensivo_y_SemiExtensivo_de_Bovinos_de_Doble_Proposito.pdf (Revisado el 05 de septiembre de 2022).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera [En línea]. Disponible en: http://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/. (Revisado el 10 de octubre de 2022)

Shimada M. A. 2009. Nutrición animal. Mexico: Editorial Trillas

Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado. 2022. Padrón Ganadero Nacional. [En línea]. Disponible en: http://www.pgn.org.mx/busca-form.php (Revisado el 29 de noviembre de 2022).

Stokes S.R., Goff J.P. 2001 Evaluation of calcium propionate and propylene glycol administered into the esophagus at calving Prof. Anim. Sci., 17, 115-122

Tufarelli V. y Laudadio V. (2011). Dietary supplementation with selenium and vitamin E improves milk yield, composition, and rheological properties of dairy Jonica goats. Journal of Dairy Research 78 (2): 144-148.

Vega S., Gutiérrez R., Ramírez A., González M., Díaz-González G., Salas J., Alberti A. 2007. Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. Revista de Salud Animal 29(3): 160-166.

Verdalet G. I., López del Castillo L. M., Aquino B. E.N., Cruz H. E. 2014**.** Leche de Cabra: un Producto Gourmet. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana 27 (2)

IX ANEXOS

Figura 5. Preparación de las tres dietas en revolvedora horizontal.

Figura 6. Pesaje de las 3 raciones de las dietas para la alimentación de las cabras.

Figura 7. Alimentación de las cabras del tratamiento 3 con la primera parte del concentrado de su dieta

Figura 8. Bascula (Torrey) pesando la producción de leche durante la ordeña de la mañana para registrar los valores de producción individual de leche.

Figura 9. **Envase identificado con una etiqueta con los datos del arete de la cabra, el número de muestra, tratamiento y fecha en que se obtuvo la muestra de leche.**

Figura 10. **Tubos falcón de 50 ml con muestras de leche identificadas y etiquetadas para su almacenamiento.**

Figura 11. Identificación de los 3 tratamientos.

Figura 12. Procesamiento de las muestras de leche de cabra en maquina Lactoscan mccw para registrar variables fisicoquímicas de la leche.

Figura 13. **Forma de identificación de las cabras del tratamiento uno.**

BUAP

"HUP, 50 años de enseñanza y salud"

Oficio No. FCAyP/672/2022

Daniel Cruz Rodríguez
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P R E S E N T E

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Numa Pompilio Castro González **(Director de Tesis)**, Dr. Marcos Pérez Sato (**Asesor**), Dr. Eutiquio Soní Guillermo (**Asesor**) y Dr. Edgar Valencia Franco **(Asesor)** en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

"1,2-propanodiol en dietas para alimentación de cabras lecheras sobre la producción y calidad de la leche"

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

A t e n t a m e n t e
"Pensar bien, para vivir mejor"
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 30 de Noviembre de 2022

Dr. Armando Ibáñez Martínez
Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm

Facultad de Ciencas Agrícolas y Pecuarias
Av. Universidad s/n San Juan Acateno
Teziutlán, Pue. C.P. 73965
231 312 29 33 y 233 318 00 17