

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small>	<small>Código</small>	<small>Fecha</small>	<small>Revisión</small>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
	<small>Dependencia</small>	<small>Aprobado</small>		<small>Pág.</small>
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(56)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Juan Carlos Junior Acosta Salcedo		
FACULTAD	Facultad de ciencias agrarias y del ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Daniel Antonio Hernández Villamizar		
TÍTULO DE LA TESIS	La <i>Tithonia diversifolia</i> Como Alternativa Nutricional en Cabras Lecheras		
TITULO EN INGLES	<i>Tithonia diversifolia</i> As a Nutritional Alternative in Dairy Goats		
RESUMEN			
<p>Las pasturas se caracterizan por ofertar baja calidad nutritiva, razón por lo que productores se ven en la necesidad de implementar alternativas suplementarias, en donde el uso de materias primas con altos contenidos de nutrientes puede servir como una alternativa viable y rentable de implementar, por lo que la investigación se centró en el análisis de información científica reportada sobre la <i>Tithonia diversifolia</i> como alternativa nutricional en la dieta caprina</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>Pastures are characterized by offering low nutritional quality, which is why producers need to implement supplementary alternatives, where the use of raw materials with high nutrient content can serve as a viable and profitable alternative to implement, therefore that the research focused on the analysis of scientific information reported on <i>Tithonia diversifolia</i> as a nutritional alternative in the goat diet</p>			
PALABRAS CLAVES	Calidad nutritiva, <i>Tithonia diversifolia</i> , dieta caprina, nutrientes		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Nutritional quality, <i>Tithonia diversifolia</i> , goat diet, nutrients		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 57	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



La *Tithonia diversifolia* Como Alternativa Nutricional en Cabras Lecheras

Tithonia diversifolia As a Nutritional Alternative in Dairy Goats

Juan Carlos Junior Acosta Salcedo

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Zootecnia

Msc. Daniel Antonio Hernández Villamizar

Ocaña

Mayo, 2022

Dedicatoria

A mi madre María Andrea Salcedo Pacheco y a mi padre Juan Carlos Acosta Uribe por ser los pilares de mi vida y apoyarme en cada decisión tomada hasta hoy, a mis hermanas que con sus buenos consejos y amistad motivaban a que el día a día fuera más fácil de culminar. Hoy con gran orgullo y agradecimiento dedico este triunfo a ustedes porque el amor nunca faltó para conmigo.

Índice

Introducción	9
Capítulo 1. El problema	11
1.1. Objetivos	14
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	14
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	14
Capítulo 2. Generalidades de la especie caprina.....	15
2.1 Sistema de producción	17
Capítulo 3. Alimentación de la cabra lechera	21
3.1 Hábito de pastoreo y comportamiento alimenticio	23
3.2 Aporte nutricional de los alimentos	24
3.3 Suplementación	25
3.3.1 La <i>Tithonia diversifolia</i> como suplemento alimenticio.....	27
3.3.1.1 Generalidades de la planta.....	27
3.3.1.2 Distribución	30
3.3.1.3 Contenido nutricional	31
3.3.1.4 Condiciones ideales para siembra.....	33
Capítulo 4. Metodología	34
4.1 Tipo y enfoque de la investigación	35
Capítulo 5. La <i>Tithonia diversifolia</i> en la alimentación de cabras lecheras	36
5.1 Publicaciones investigativas sobre la especie	40
Capítulo 6. Conclusiones	43
Recomendaciones	44
Referencias.....	45

Índice de tablas

Tabla 1 Caracterización de los sistemas de producción lechera mas representativos	18
Tabla 2 Composición nutricional	31
Tabla 3 Condiciones ideales para sembrar botón de oro	33
Tabla 4 Principales resultados de la utilización de Tithonia diversifolia en la alimentación caprina.....	36

Índice de figuras

Figura 1	Esquematización de un sistema de producción de carne y leche	18
Figura 2	Estímulos involucrados en la eyección de la leche	22
Figura 3	Esquema simplificado de la síntesis de los componentes de la leche	23
Figura 4	Hábito de pastoreo de los caprinos.....	24
Figura 5	Clasificación de los alimentos.....	25
Figura 6	Flor	29
Figura 7	Hoja	29
Figura 8	Raíz.....	30
Figura 9	Tallo.....	30
Figura 10	Consumo de MS por cabra alimentada con Tithonia o con otras plantas	37

Resumen

Las pasturas generalmente se caracterizan por ofertar baja calidad nutritiva, razón por la cual los productores se ven en la necesidad de implementar alternativas suplementarias, en donde el uso de materias primas con altos contenidos de nutrientes puede servir como una alternativa viable y rentable de implementar. El tema de la investigación está centrado en el análisis de información científica previamente reportada sobre la *Tithonia diversifolia* como alternativa nutricional en la dieta caprina, sus aportes en los componentes nutricionales de la leche y los países que reportan más publicaciones científicas sobre la inclusión de la forrajera en la alimentación de la especie bajo estudio. La investigación se desarrolló en un lapso de tiempo de 8 meses, para la segmentación del material científico publicado por país se utilizó Scopus y el apoyo de otra bases de datos tales como Google académico, Scielo, Redalyc, Science direct y repositorios institucionales, encontrando publicaciones de países tales como Cuba y Colombia, con base a lo consultado se evidencia una dispersión considerable de información, lo que permite deducir que se requiere un mayor soporte científico donde se evidencien los impactos que genere el uso de la forrajera en la alimentación de cabras lecheras, no solo a nivel productivo sino económico, sin embargo se puede evidenciar que la *Tithonia diversifolia* puede convertirse en una alternativa en la suplementación caprina, resultando importante reconocerla e implementarla para sistemas agropecuarios sostenibles, resaltando su alto potencial, manejo y propagación.

Palabras claves: Alimentación, forraje, leche, componentes lácteos, producción.

Abstract

Pastures are generally characterized by offering low nutritional quality, which is why producers need to implement supplementary alternatives, where the use of raw materials with high nutrient content can serve as a viable and profitable alternative to implement. The subject of the research is focused on the analysis of scientific information previously reported on *Tithonia diversifolia* as a nutritional alternative in the goat diet, its contributions in the nutritional components of milk and the countries that report more scientific publications on the inclusion of forage in the feeding of the species under study. The research was developed in a time span of 8 months, for the segmentation of the scientific material published by country, Scopus was used and the support of other databases such as academic Google, Scielo, Redalyc, Science direct and institutional repositories, finding publications from countries such as Cuba and Colombia, based on what was consulted, a considerable dispersion of information is evident, which allows deducing that greater scientific support is required where the impacts generated by the use of forage in the feeding of dairy goats are evidenced. , not only at a productive level but also economically, however it can be shown that *Tithonia diversifolia* can become an alternative in goat supplementation, being important to recognize and implement it for sustainable agricultural systems, highlighting its high potential, management and propagation.

Keywords: Dairy components feeding, forage, milk, production.

Introducción

Aproximadamente 150 millones de hogares alrededor del mundo se dedican a la producción de leche, la cual es ofertada en gran mayoría por pequeños agricultores; convirtiéndose en un aporte a la calidad de vida, pues genera ingresos en efectivo, aporta a la seguridad alimentaria y a la nutrición de hogares (FAO, s.f).

La producción y comercialización de leche se origina principalmente de vacas, búfalos, ovejas, camellos y cabras, siendo determinante para la obtención de la misma el agua, clima y alimentos, anexo a ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, conocida por sus siglas en inglés como la FAO (s.f) argumenta que el crecimiento de la producción láctea se debe principalmente al aumento de números de animales destinados a la producción y no a la productividad por animal, esto debido a enfermedades, acceso limitado a mercados, potencial genético reducido y a la mala calidad de los forrajes suministrados que limitan la productividad lechera.

La alimentación, se convierte así en una desventaja que puede llegar a potenciarse a través de la implementación de plantas cuyos aportes nutricionales generen efectos positivos en la dieta animal, incrementen la productividad lechera y que a su vez presenten una relación con su calidad; es de considerar, que el valor nutritivo del forraje está determinado por la presencia de altos contenidos proteicos, vitaminas, minerales y carbohidratos, importantes para el crecimiento y productividad del animal (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018), de igual forma, existe un fluctuante interés sobre la búsqueda de recursos alimentarios que

sustituyan parcialmente el uso de alimentos balanceados pero que también aporten en la recuperación de suelos degradados y disminuyan costos principalmente para pequeños productores. Debido a la diversidad arbórea y arbustiva, el estudio de especies promisorias en entornos agroecológicos y sistemas productivos pecuarios es una necesidad, ya sea en función de la productividad de biomasa o valor nutricional (González, Hahn von y Narváez, 2014).

Al hablar de forrajes con grandes aportes nutricionales en la dieta caprina, se destaca a la *Tithonia diversifolia* (Botón de oro) debido a que llega a presentar hasta un 25% de proteína cruda, contenido de aminoácidos esenciales en la relación con la proteína total (Rivera et al, 2015) y alta digestibilidad de materia seca (González, Hahn y Narváez, 2014), sin embargo, la inclusión de esta materia prima, se debe llevar a cabo con base a información científica previamente reportada, con el fin de determinar su potencial y las ganancias que se esperan llegar a obtener con los animales en producción.

El siguiente estudio está centrado en la alimentación de la cabra lechera, con base al suministro de la especie forrajera *Tithonia diversifolia*, partiendo sobre el análisis de información científica previamente publicada, reportes nutricionales de la planta, su impacto en los componentes nutricionales de la leche caprina, así como la determinación de países que suelen implementar con más frecuencia el cultivo en la alimentación de la especie.

Capítulo 1. El problema

En el mundo la fluctuante demanda de productos animales se satisface en gran medida mediante la producción pecuaria a gran escala y las cadenas alimentarias asociadas (FAO, s.f), no obstante, millones de productores cobijan a la ganadería como la principal actividad para su subsistencia, destacando la cría y producción de especies tales como bovinos, ovinos, búfalos y cabras.

La producción de ganado caprino se ha implementado desde hace diez mil años (Zeder y Hesse, 2000), con el pasar del tiempo, esta actividad se distribuyó alrededor del mundo, de esta manera Asia cuenta con el 58.69% de la población mundial caprina, seguido de África con el 34.79%, Europa 1.87%, Oceanía 0,53% y América con el 4.12%, dentro del 4.12%, América del sur se encuentra representado por el 58,1% del total del continente (Delreal y Riveros, 2016), anexo a ello, Castillo (2020) en su investigación reporta que en América Latina y el Caribe, los principales países que más desarrollan dicha actividad, son Brasil (1,22%), México (0,80%), Perú (0,67%), Bolivia (0,55%), Venezuela (0,10%) y Colombia (0,11%).

A nivel nacional, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en el censo del año 2021, reportó que la población caprina está conformada por 1.136.839 animales, distribuidos en su mayoría en La Guajira (78.8%). Boyacá (4.5%), Cesar (3.6%), Magdalena (3.4%) y Santander (2.6%), departamentos que acumulan el 92.9% de la población total caprina en el país.

Bajo las estadísticas mundiales y nacionales, se presenta un alto potencial de ganado caprino, por otro lado, se resalta la biodiversidad y disponibilidad de materias primas, que de una u otra forma, permiten revertir los efectos negativos ocasionados por el hombre que efectúan cambios en el ecosistema, tales como la crianza sostenible, basada en la implementación de insumos disponibles en la zona, considerando de forma integral aspectos económicos y socioculturales (Delgado, 2016), sin embargo, es de evidenciar en el contexto la problemática existente en cuanto a las limitaciones sobre los conocimientos de plantas disponibles en la zona, lo que conduce a que se desperdicie el uso de las mismas dada su composición bromatológica y a las posibilidades viables de implementación en la alimentación de la especie, permitiendo así presentar la dificultad por la que se desenvuelve el sector en materia alimenticia (Laitón y Peña, 2014).

A lo anterior, Villamil (2017) argumenta que las entidades que se encargan de liderar la productividad del sector ganadero, emplean capacitaciones y/o mejoramientos que por lo general no son eficientes, debido a que no son objetivos y no buscan la eficiencia en la producción de forrajes de calidad y su consecuente incremento en la producción láctea, por consecuente estas carencias pueden afectar directamente la calidad de la alimentación del ganado y conllevar a obtener leche con características no deseadas.

Resaltando el problema de desconocimiento, se construye esta investigación, fundamentada en una revisión bibliográfica partiendo de lo argumentado por el Programa de Alimentación Bovina en Colombia, promovido por el Fondo Nacional Ganadero (Villamil, 2017), quien plasma que uno de los objetivos principales en los sistemas productivos pecuarios

es aportar en la mejora y diversificación de los sistemas de alimentación a través de la introducción y uso de nuevas especies, con base a ello, Nagel et al (2011) afirma que se debe considerar el uso de plantas forrajeras en la dieta de ganado caprino, debido a que estas especies contienen cantidades suficientes de proteína, grasa, entre otros nutrientes que influyen directamente en la ganancia de peso, producción de leche y altos porcentajes de nutrientes en la leche.

Dentro de las especies forrajeras se destaca a la *Tithonia diversifolia* (Botón de oro), por ser una planta que ayuda a la recuperación de suelos degradados, se adapta a condiciones climáticas y contribuye a la producción de alimento de buena calidad (Navas y Montaña, 2019), convirtiéndose en una opción para la suplementación animal, resaltando cualidades como la alta producción de biomasa (Gallego, Mahecha y Angulo, 2015), hasta un 25% de proteína cruda, contenido de aminoácidos esenciales en la relación con la proteína total (Rivera et al, 2015) y alta digestibilidad de materia seca (González, Habn y Narváez, 2014), dada las características de la planta, se puede presentar como una alternativa alimenticia de calidad para el ganado, que permita así el incremento de su productividad láctea.

De acuerdo al contexto en mención, la siguiente investigación aporta compilación de información de la *Tithonia*, especie con gran potencial que puede llegar a suplir las deficiencias en la alimentación y nutrición caprina. La revisión bibliográfica resulta acertada para dar a conocer procedimientos que conlleven al incremento de la productividad y calidad de la leche, de igual forma, permite generar aportes a mejoras nutricionales con base a los previos resultados publicados y formular nuevas dietas animales con la inclusión de la forrajera, que a su vez dará

cabida para la formulación y desarrollo de proyectos que promuevan la calidad de vida de los capricultores.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar la productividad que genera la inclusión de *Tithonia diversifolia* en la dieta de cabras lecheras

1.1.2 Objetivos específicos

Identificar las características bromatológicas de la *Tithonia diversifolia*

Describir los países que más publican y las tecnologías de inclusión de la materia prima en la dieta caprina

Determinar los aportes generados por la *Tithonia diversifolia* en los componentes nutricionales de la leche caprina

Capítulo 2. Generalidades de la especie caprina

Hace 10000 años el hombre experimentó un cambio de vida de nómada a sedentarismo que le permitió afrontar actividades con el fin de expandir su subsistir, entre ellas la domesticación de especies animales, dando origen a la ganadería (Pacheco, 2010); la cabra posiblemente fue de los primeros rumiantes domesticados por el hombre (Reed, 1959) citado por Arechiga et al (2008), convirtiéndose así en uno de los animales con más amplia distribución a nivel mundial.

La especie caprina, fue introducida por los españoles a el Caribe en el siglo XVI y posteriormente a el continente americano; sin embargo, estos animales solo eran tenidos en cuenta para el trabajo del suelo y el transporte de objetos, tiempo después el hombre entendió que las materias primas obtenidas de la especie tales como la carne y leche, podría convertirse en un alimento para su dieta, ordeñando por primera vez a las ovejas y cabras (Villajos, 2017).

En los periodos de las grandes guerras y posguerras, la cría caprina tuvo un gran auge debido a que se necesitaba aminorar la escasez de leche, sin embargo, la relegación en los últimos años referente al potencial productivo y reproductivo de la especie ha sido de considerar, pero es de resaltar las perspectivas de desarrollo especialmente por su alto potencial de leche relacionado directamente con sus genes (Arechiga et al, 2008).

La cabra genéticamente, se han venido seleccionando con el fin de obtener aumentos considerables de rendimientos y periodos más prolongados de lactancia, dicho procedimiento se

ha empleado en países desarrollados, exportando la especie a otros países, las cuales se han venido cruzando con razas locales con el fin de intentar obtener mejoras en la producción láctea (Arechiga et al, 2008).

En Colombia, la producción caprina se emplea tradicionalmente en la Guajira y Santander, con fines de doble propósito (carne y leche); no obstante, esta producción ha alcanzado un gran auge en el interior del país (ICA, 1992), lo que repercute a que hoy en día se distribuyan en todo el país pues dentro del ecosistema colombiano existen grandes áreas montañosas adecuadas para su desarrollo (ICA, 2017), destacando la adaptabilidad a condiciones geográficas, ambientales o climáticas y a la variabilidad alimenticia (Guerrero et al, 2012; Martínez, Torres y Martínez, 2014), y también explotando y defendiendo las bondades zootécnicas de las razas que presentan aptitud lechera (ICA, 1992).

Según el Instituto Colombiano Agropecuario (1992) en el libro principales razas ovinas y caprinas en Colombia, las cabras con aptitud lechera generalmente presentan forma refinadas y angulosas, dorso recto, tercio posterior bien desarrollado, el tren superior visto lateralmente, está separado de forma que permita alojar a la ubre, la cual está conformada por tejido blando y flexible, con una inserción anterior suave y en la parte posterior fuerte y alta.

Las razas caprinas que se encuentran más distribuidas son la Saanen, Anglo Nubian, Toggenburg, Alpina y West African Dwarf (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f), anexo a ello, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA

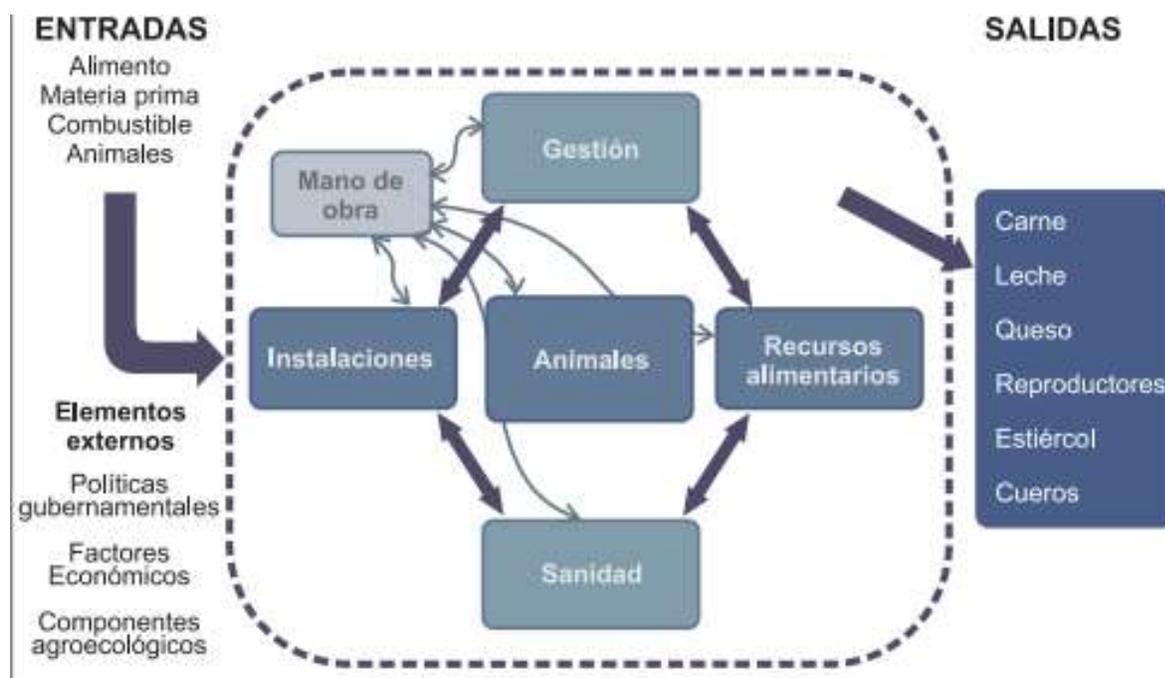
(1992) agrega que las razas más importantes en Colombia son la Saanen, Toggenburg, Alpina, Anglonubiana, Angora y la llamada raza Criolla.

2.1 Sistema de producción

El instituto de investigaciones agropecuarias en sus siglas como INIA (2017) define al sistema de producción como un ordenamiento y planificación de los procesos productivos con el fin de hacer uso eficiente de los recursos disponibles, manteniendo un ecosistema armonioso que permita una producción sustentable en el tiempo.

Martínez y Suarez (2018) definen a un sistema como el conjunto de componentes que interactúan entre si con el fin de obtener un determinado producto, siendo una característica importante el reaccionar como un todo al recibir uno o varios estímulos dirigidos a cualquiera de sus partes.

De igual forma se aclara que el enfoque de los sistemas es abordado por los problemas que subyacen en los sistemas de producción, teniendo en cuenta la interrelación entre los componentes; en el caso de la producción animal, la alimentación suministrada a la especie de interés, más la genética, el manejo sanitario, en combinación con el ambiente y la mano de obra trabajada en el predio, son los principales componentes que interactúan y que hacen reaccionar al sistema (Martínez y Suarez, 2018) (ver figura 1).

Figura 1 Esquematización de un sistema de producción de carne y leche

Nota. Información tomada de (Martínez y Suarez, 2018)

En la producción de leche caprina como se ha descrito anteriormente, influye diversos factores, que al ser homogenizados generan productividad y a su vez una mayor rentabilidad, en ese orden de ideas, es importante destacar las características de los sistemas productivos caprinos con fines lecheros, diferenciarlos e identificarlos a través de la comparación estructurada en la tabla 1.

Tabla 1 Caracterización de los sistemas de producción lechera mas representativos

Parámetros	Unidades productivas familiares	Sistema extensivo mejorado	Sistema semi intensivo
Genética	Predominancia de biotipos criollos	Presencia de biotipos cruzados	Biotipos especializados
Aptitud lechera	Baja (0.5-0-75 L/animal/día)	Baja-media (1-1.5L/animal/día)	Media-alta (2-2,5L/animal/día)
Instalaciones	Explotaciones con limites no definidos. Instalaciones	Explotaciones con limites definidos, Instalaciones precarias	Explotaciones con limites definidos y

	precarias y escasas: un solo corral, en general sin techo	y suficientes corrales de aparte y manejo con techo	potreros. Instalaciones con correctos diseños
Agua	No cuenta con bebederos, los animales consumen agua proveniente de ciénagas, acequias, vertientes o vegas	Escases de bebederos manuales, el agua proviene generalmente de ciénagas, acequias, vertientes o vegas	Bebederos con chupetes, el agua proveniente de pozos o red.
Alimentación	Sistemas pastoriles extensiva con tendencia al sobrepastoreo y a la degradación de praderas	Sistema pastoril extensivo con uso de pasturas tropicales o templadas, ocasionalmente se suplementa con concentrado	Sistema pastoril con manejos semi intensivo o estabulado sobre pasturas implantadas, uso de plantas forrajeras e implementación de suplementos
Identificación	Animales sin identificar	Animales con tatuajes, control de genealogías	Animales tatuados, control de parámetros productivos y registro genealógico
Manejo reproductivo	Servicios continuos, hembras servidas sin la correcta alimentación, existiendo consanguinidad	Servicios continuos, uso del macho para la sincronización del celo, se considera la condición corporal del animal	Servicio estacionado dirigido a corral, se tiene en cuenta los cruces con base al historial productivo del animal, revisión de ambos sexos para el pre servicio, uso del macho para la sincronización del celo, diagnóstico de preñez, nutrición adecuada en función al momento de la gestación.
Sanidad	Escaso o solo antes un caso eventual	Mínimo, control racional de parásitos y enfermedades carenciales	Completo, control de parásitos, vacunación
Mano de obra	Familiar, por lo general mujeres	Familiar, por lo general mujeres	Personal contratado
Ordeño	Manual a corral, poca higiene de la ubre, utensilios de plástico, un solo ordeño diario	Manual a corral o en tarima, despunte previo en recipiente fondo oscuro, utensilios inoxidables, un solo ordeño diario	Mecánico en tarima, Higiene de la ubre, despunte previo usando recipiente fondo oscuro, sellado de pezones, uno o dos ordeños diarios
Refrigerado de leche	Temperatura ambiente con la ayuda de recipientes con agua	En recipientes con agua o en heladera	Tanques de frío

Nota. Información tomada de (Martínez y Suarez, 2018)

Los sistemas de producción caprina, se encuentra generalmente en mano de pequeños productores, que emplean un manejo tradicional y que se ve reflejado en la productividad y competitividad en el mercado.

Cada uno de los parámetros mencionados en tabla 1 generan una sinergia y un flujo determinado para la obtención de leche, sin embargo, es de destacar a la alimentación como uno de los factores determinantes en el mantenimiento del animal, en la producción de leche, en el peso para el servicio de la hembra y del macho, en la formación de la cría, en la producción de calostro para la cría, entre otras cualidades directamente dependientes del factor en mención.

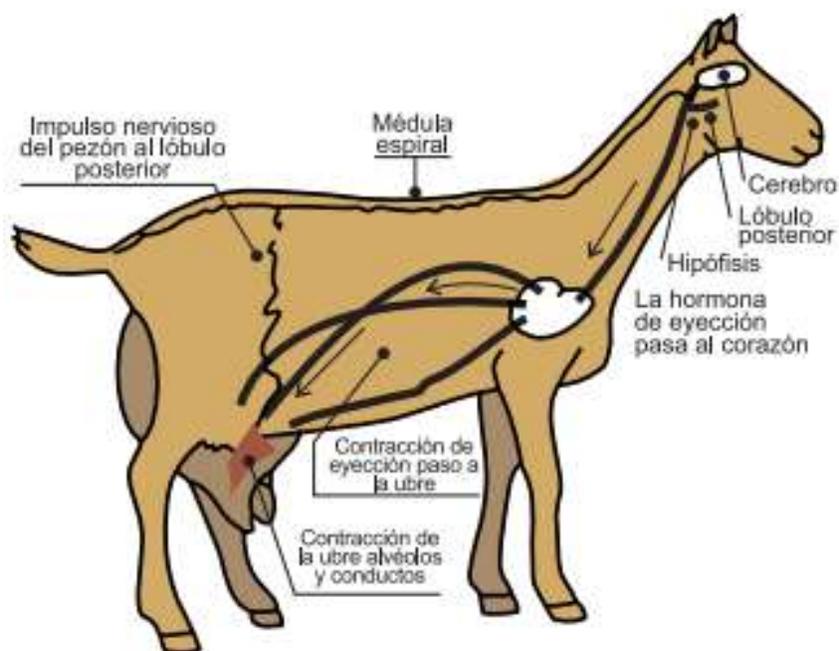
Capítulo 3. Alimentación de la cabra lechera

Es importante considerar que la alimentación incide directamente como uno de los principales factores en el costo de producción equivalente al 70%, siendo directamente proporcional con los sistemas productivos o intensificados, es decir, a mayor producción de leche, los requerimientos nutricionales serán mayores (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2009).

Trujillo (2008) argumenta que se debe de comprender que la cabra es un rumiante e internamente ocurre una simbiosis entre los microorganismos ruminales entre ellos las bacterias, protozoarios y hongos y que al alimentarla debemos de pensar que estamos alimentados a dichos microorganismos.

Para la obtención de leche, los nutrientes otorgados por los alimentos, son recibidos por la glándula mamaria a través de la sangre y transformados en proteína, grasa, lactosa, sales, vitaminas y minerales (ver figura 2) (Martínez y Suarez, 2018) acción que depende directamente de la eficiencia del animal, a mayor eficiencia productiva, surge la necesidad de utilizar alimentación suplementaria tales como forrajes o desechos vegetales entre otros, debido a que los recursos de pastoreo no cumplen con las demandas nutricionales del organismo, de igual forma, se debe de mantener un balance entre lo que se le entrega, la condición corporal y lo que el animal produce (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2009); no obstante, es indispensable contar con materias primas que minimicen los costos en la alimentación pero que a su vez estas se encuentren disponible en la zona y cuenten con componentes nutricionales que suplan o que aporten significativamente en la demanda alimenticia de la cabra.

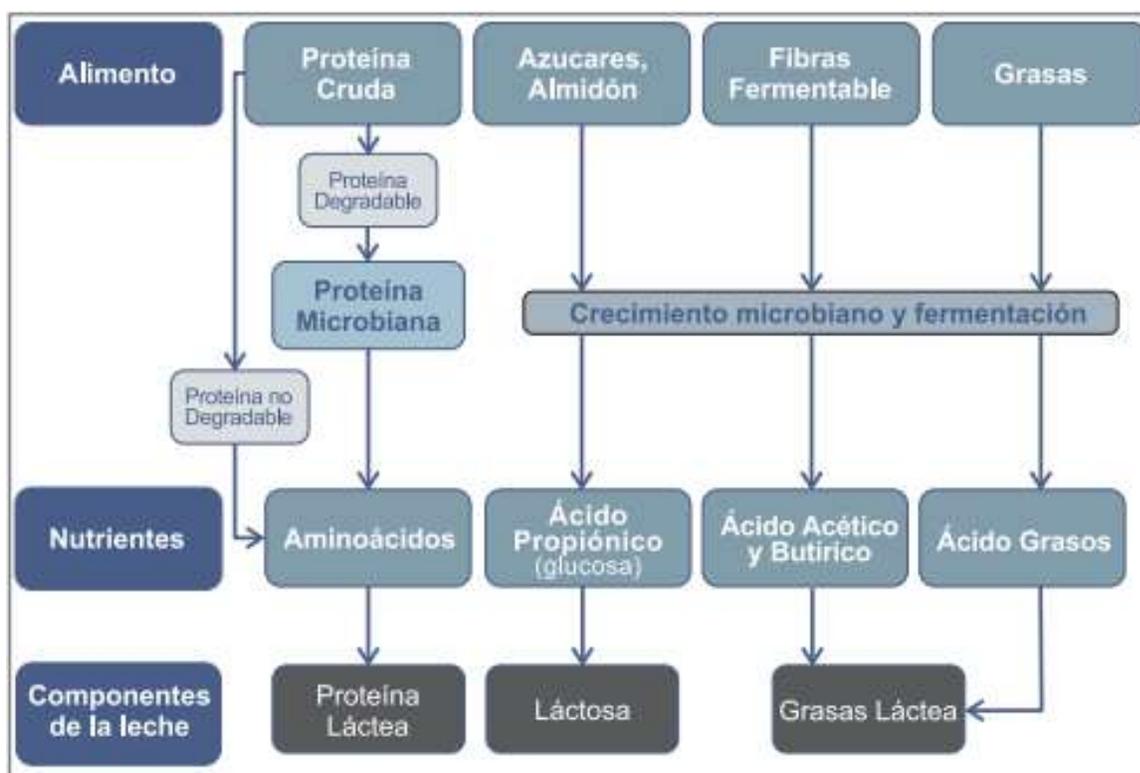
Figura 2 Estímulos involucrados en la eyección de la leche



Nota. Información tomada de (Martínez y Suarez, 2018)

Bajo el contexto en mención, los factores más importantes que afectan la producción y composición de la leche se pueden clasificar en fisiológicos que abarca la genética, edad al parto, número de lactancia, duración del período seco, estado corporal al parto, momento de la lactancia y el factor ambiental que involucra época de parto, factores climáticos, enfermedades, tipo de ordeño, frecuencia de ordeño y la alimentación (Martínez y Suarez, 2018), donde una correcta y balanceada alimentación influye directamente en la composición láctea (ver figura 3).

Figura 3 Esquema simplificado de la síntesis de los componentes de la leche



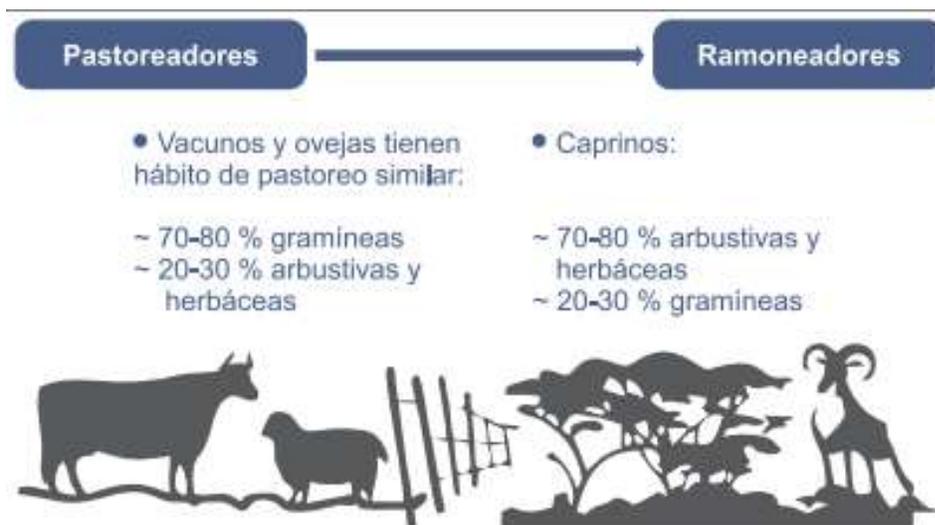
Nota. Información tomada de (Martínez y Suarez, 2018)

3.1 Hábito de pastoreo y comportamiento alimenticio

Según Fedele et al (1993) citado por Martínez y Suarez (2018), la especie caprina posee hábitos alimenticios intermedios, adaptados tanto a pastorear como a ramonear, el criterio distintivo de la especie con los demás rumiantes se centra en el comportamiento alimentario pues revela una gran capacidad selectiva frente al componente de la dieta, especialmente cuando se habla de forrajes, seleccionando las partes y porciones más nutritivas de las plantas, selección dada entre gramíneas, herbáceas y arbustivas, sin embargo la cabra prefiere una dieta con mayor proporción de arbustos; debido a este comportamiento la cabra dedica más tiempo comiendo y buscando alimentos que realizando la rumia en comparación con las ovejas bajo un mismo nivel

de alimentación, por otro lado es importante destacar que independientemente del sistema productivo al que el animal este sometido, éste siempre empleará su comportamiento selectivo.

Figura 4 Hábito de pastoreo de los caprinos



Nota. Información tomada de (Martínez y Suarez, 2018)

3.2 Aporte nutricional de los alimentos

Con base a la cantidad de nutrientes por kilogramo de materia seca, los alimentos se pueden clasificar en:

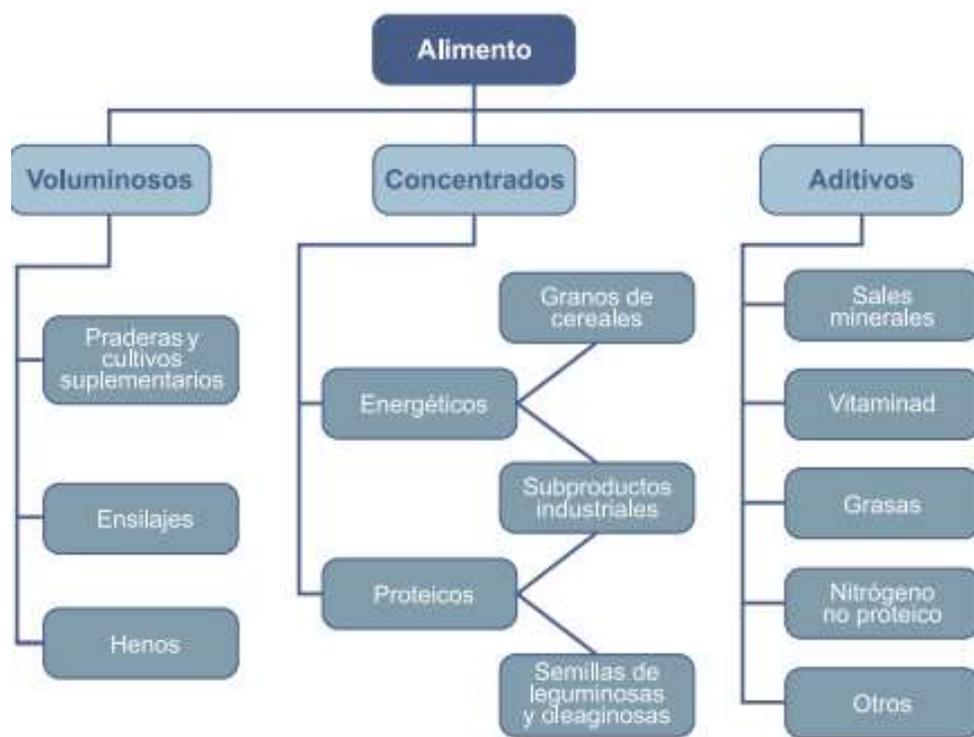
Voluminosos: Los cuales ocupan mucho volumen y poseen relativamente poco valor nutritivo.

Concentrados: Contienen altas cantidades ya sea de energía y/o proteína.

Aditivos: Ingredientes o la combinación de ingredientes adicionados a la dieta con una

necesidad específica de los animales (Martínez y Suarez, 2018).

Figura 5 Clasificación de los alimentos



Nota. Información tomada de (Martínez y Suarez, 2018)

3.3 Suplementación

La alimentación animal debe estar enfocada en la productividad del ganado, teniendo por prioridad la cantidad y calidad de los nutrientes que son aportados por las especies sembradas en las praderas (El Herald, 2012), en la producción caprina, es común encontrar el uso de cultivos compuestos por gramíneas (Poder agropecuario, 2017), sin embargo, la mayoría de áreas dedicadas a la alimentación de la especie, cuenta con pastos nativos cuyo aporte nutricional es pobre y la producción de biomasa es muy baja (El Herald, 2012), por otro lado se resalta

problemáticas asociadas a los pastos tales como la degradación de praderas y las condiciones climáticas extremas, que ocasionan que los pastos no cuenten con cantidades suficientes de nutrientes que el animal necesita para ganar peso, producir leche y reproducirse (AGROSAVIA, s.f), bajo la problemática en contexto, se debe de implementar estrategias de suplementación que cumplan con las necesidades alimentarias de los animales.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA (2016) afirma que la suplementación debe ser considerada como un elemento más en el sistema ganadero y no puede planificarse ni evaluar sus resultados en forma aislada, definida como el agregado de un nutriente a la dieta base; los objetivos de la suplementación están centrados en aumentar el nivel de producción individual, mejorar la eficiencia del alimento base, aumentar la capacidad de carga del sistema, prevenir enfermedades ligadas a la nutrición y transformar residuos de cosecha en producto animal, de igual forma Gómez y Gayo (2015) agregan que la suplementación es una herramienta que al ser empleada de la mejor manera previene pérdidas, mantiene capital, acelera procesos productivos y capitaliza inversiones previas.

La suplementación está basada en un previo análisis de la calidad nutricional de los alimentos, la estimación de los requerimientos nutricionales del ganado, el conocimiento de las condiciones climáticas de la zona, el suministro de cantidades recomendadas para la especie y el balanceo de raciones, siendo necesario conocer los alimentos que se van a utilizar tres aspectos importantes tales como la disponibilidad, el costo por kilogramo y la composición nutricional del suplemento proteico, energético o mineral (AGROSAVIA, s.f).

Dadas las características propias de los pastos, las leguminosas arbustivas y/o arbóreas, se han demostrado en varios casos como una estrategia nutricional en la suplementación de

rumiantes, entre ellas la *Tithonia diversifolia* (Botón de oro) que acumula nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, poseen niveles considerables de proteína y fósforo, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad, entre otras cualidades (Mahecha y Rosales, 2005), lo que un estudio de la especie, puede resultar ser potencial para cubrir principales nutrientes en la dieta animal como lo son la proteína y energía y ayudar a incrementar la productividad del sistema (Sales, 2017).

3.3.1 La *Tithonia diversifolia* como suplemento alimenticio

3.3.1.1 Generalidades de la planta La *Tithonia diversifolia* conocida vulgarmente como Botón de oro o falso girasol es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente al Reino Plantae, Subreino Traqueobionta o plantas vasculares (González, Hahn von y Narváez, 2014), División Spermatophyta, Clase Dicotiledoneae, Subclase Metaclamídeas, Orden Campanuladas, Familia Compositae, Género *Tithonia*, Especie *Tithonia diversifolia* (Sanabria y Ávila, 2015).

No es una planta leguminosa, posee valores nutricionales que superan a los de los pastos, llegando a producir elevadas cantidades de biomasa comestible sostenidas en mayor tiempo que los pastos bajos condiciones de poca o cero fertilización, acumula nitrógeno como las leguminosas, poseen altos niveles de fósforo, grandes habilidades para recuperar los escasos nutrientes del suelo, rangos amplios de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo, soporta la poda a nivel de suelo y la quema, posee un crecimiento rápido y baja demanda de insumos y manejo en el cultivo; considerada como promisoría en la alimentación de diversas especies animales, especialmente rumiantes (Sanabria y Ávila, 2015).

La herbácea llega a medir de 1.5 a 4.0 metros de altura (Sanabria y Ávila, 2015; González, Hahn von y Narváez, 2014) caracterizada por una amplia red radicular, con fuertes ramas subtomentosas, raíz principal fusiforme con varias derivaciones secundarias muy finas (figura 8), lígula amarilla a naranja de 3 a 6 cm y corolas de 8mm de longitud, tallo recto ramificado y único (figura 9), sus ramas permanecen cubiertas de pelillos que se pierden con la edad, posee hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho (figura 7) con ápice acuminado, estas están divididas en tres a cinco lóbulos, muy pilosas en el envés (González, Hahn von y Narváez, 2014).

Contiene cabezuelas grandes en las inflorescencias, ocasionalmente agrupadas y en otras solitarias, sobre pedúnculos fuertes de hasta 20 cm de largo, en capítulos con pétalos amarillos (Murgueitio et al 2003) suelen estas cubiertas de vellosidades, hinchados debajo de la cabezuela. Las flores liguladas de doce a catorce se encuentran ubicadas en la periferia de la cabezuela en donde la corola se muestra como un tubo en la base, asemejándose a un pétalo de flor sencilla de color amarillo brillante (Pérez et al, 2009), vistosa y tipo margarita (Murgueitio y Ospina, 2002) (figura 6).

Figura 6 Flor



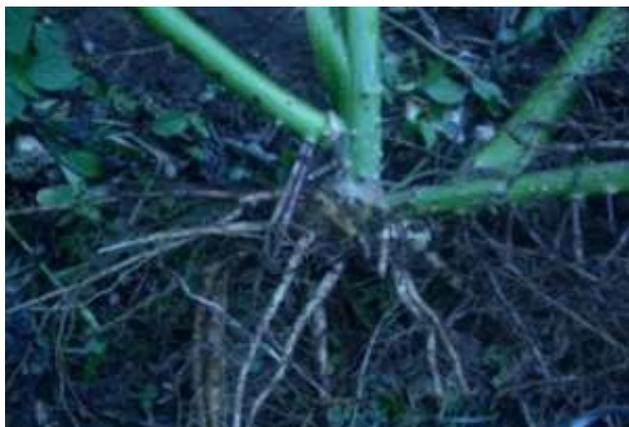
Nota. Información tomada de (González, Hahn von y Narváez, 2014)

Figura 7 Hoja



Nota. Información tomada de (González, Hahn von y Narváez, 2014)

Figura 8 Raíz



Nota. Información tomada de (González, Hahn von y Narváez, 2014)

Figura 9 Tallo



Nota. Información tomada de (González, Hahn von y Narváez, 2014)

3.3.1.2 Distribución Dentro del género *Tithonia*, se comprenden 10 especies de las cuales se destaca la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, todas originarias de México o centro América, introducida a la India occidental y a Ceylan (Sanabria y Ávila, 2015).

Su distribución es amplia, centrada en la zona tropical, con reportes de Sur de México, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, India, Ceylán, Panamá, Cuba, Colombia (Sanabria y Ávila, 2015), Venezuela, África, Filipinas, Estados Unidos, las islas del pacífico y Australia (Wang et al, 2004) citado por (González, Hahn von y Narváez, 2014).

3.3.1.3 Contenido nutricional Existen múltiples investigaciones centradas en el análisis bromatológico de la planta, en la tabla 2 se recopilan algunas de ellas, plasmando el contenido nutricional de la especie, detallando materia seca (MS), proteína bruta (pb), fibra bruta detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA), extracto etéreo (EE), lignina, calcio, fosforo y cenizas.

Tabla 2 Composición nutricional

Nutriente	%	Autor
Materia seca (MS)	13.5	Inayat y Gordon (2009)
	25.26	Verdecia et al (2011)
	17.9	Navarro y Rodríguez (1990)
	24.4	García et al (2008)
	22.40	Souza et al (2011)
	18	Cardona, Mahecha y Angulo (2017)
Proteína bruta (PB)	19.5	Inayat y Gordon (2009)
	22.05	Lezcano et al (2012)
	22.6	Navarro y Rodríguez (1990)
	25.0	Vargas (1994)
	25.7	García et al (2008)
	12.16	Souza et al (2011)
	24.52	Verdecia et al (2011)
Fibra Detergente Neutra (FDN)	64.75	Souza et al (2011)
	47.00	Verdecia et al (2011)
	53.81	Gallego, Mahecha y Angulo (2017)
	44.3	Cardona, Mahecha y Angulo (2017)
Fibra Detergente Acida (FDA)	42.53	Souza et al (2011)

	29.17	Verdecia et al (2011)
	48.18	Gallego, Mahecha y Angulo (2017)
	33.3	Cardona, Mahecha y Angulo (2017)
Extracto Etéreo (EE)		
	1.4	García et al (2008)
	2.2	Navarro y Rodríguez (1990)
Lignina		
	7.90	Souza et al (2011)
	22.81	Verdecia et al (2011)
Calcio (Ca)		
	2.02	Lezcano et al (2012)
	1.55	Souza et al (2011)
	2.86	Gallego, Mahecha y Angulo (2017)
Fosforo (P)		
	0.31	Souza et al (2011)
	0.27	Gallego, Mahecha y Angulo (2017)
	0.4	Cardona, Mahecha y Angulo (2017)
Cenizas		
	12.99	Lezcano et al (2012)
	13.1	Navarro y Rodríguez (1990)
	16.19	Gallego, Mahecha y Angulo (2017)
	15	Cardona, Mahecha y Angulo (2017)

Según lo descrito en la tabla 2, se puede evidenciar que la *Tithonia diversifolia* acumula del 13-25% de MS, entre el 12 al 24% de PB, EE con un rango del 1.4 al 2.2% y cenizas del 12 al 16%, permitiendo así determinar que la especie cuenta con un buen valor nutricional lo que la clasifica como una planta forrajera de alto potencial animal, anexo a ello Mahecha y Rosales (2005); Mahecha, Escobar, Suarez y Restrepo (2007) reportan la alta digestibilidad de la materia seca y la presencia de aceites en hojas y flores, de igual forma cuenta con una tasa elevada de producción de biomasa que alcanza las 77 toneladas anuales de carbono por hectárea y presenta grandes contenidos de fosforo.

En el trópico de Colombia Gallego, Mahecha y Angulo (2017) en su investigación demuestran que existe poca variabilidad de los componentes químicos de la planta utilizando

diferentes métodos de siembra ya sea por semilla vegetativa, in vitro y botánica, de igual forma argumentan que la composición de la *Tithonia* está influenciada directamente por factores como la parte de la cosechada de la planta, edad de cosecha, altura sobre el nivel del mar y manejo agronómico.

3.3.1.4 Condiciones ideales para siembra En la investigación de Solarte, Murgueitio, González, Uribe y Manzano (2013) los autores estructuran las condiciones ideales para la siembra del botón de oro, comprendidas en la tabla 3.

Tabla 3 Condiciones ideales para sembrar botón de oro

Descripción	Datos
Rango altitudinal de adaptación	0-2500 msnm
Precipitación	800 – 5000 mm año
Rango de temperatura	14 – 30 grados centígrados
pH del suelo	4-5 – 8.0
Fertilidad del suelo	Baja alta
Adaptación	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos, suelo con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fosforo
Restricciones	Saturación con iones de aluminio, suelos encharcado

Nota. Información tomada de (Solarte, Murgueitio y Manzano, 2013)

Lo anterior demuestra que la *Tithonia* cuenta con un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de suelos ácidos y con baja fertilidad, lo que permite entender que es una especie rustica y poco exigente en su manejo y crecimiento, siendo considerada según Mahecha (2002) citado por Rodríguez (2017) como una planta promisoría de emplear en la alimentación de diferentes especies animal.

Capítulo 4. Metodología

El desarrollo de esta monografía se llevó a cabo en un lapso de tiempo de 8 meses, durante este periodo fueron visitadas múltiples bases de datos tales como Scopus, Google académico, Scielo, Redalyc, Science direct y repositorios institucionales.

Para la segmentación del material científico publicado por países, se utilizó Scopus para determinar las publicaciones de información de interés, esta base de datos se encuentra disponible en la Biblioteca Argemiro Bayona de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, de igual forma fue necesario el buscar individualmente los artículos en las bases de datos tales mencionadas anteriormente debido a que muchas veces en Scopus no estaban disponibles los artículos completos.

Para los trabajos indagados se tuvo en cuenta la investigación de Gallego, Mahecha y Angulo (2014) y de igual forma se contó con el apoyo del Software Excel, hallando un total de 122 publicaciones relacionadas con el botón de oro, de las cuales fueron seleccionadas solo el 68,85% (84) teniendo en cuenta el carácter experimental. Los artículos seleccionados en su mayoría estaban enfocados en el potencial nutricional animal (23.81%) y en los componentes bioactivos (21.43%), respecto al comportamiento agronómico 21.43% y conservación del suelo se obtuvo un 8.33%, referente a ensayos con animales se halló un 10.71% en monogástricos, 3.57% en bovinos y 10.71 en otros rumiantes.

4.1 Tipo y enfoque de la investigación

Se abordó una investigación cualitativa debido a que se partió de la recolección de datos con el fin de generar un análisis de información de literatura científica generada; los resultados obtenidos en las investigaciones consultadas fueron utilizados para entender la naturaleza de interés, de esta manera, la investigación descubrió entonces detalles sobre la inclusión del Botón de oro en la alimentación caprina y sus aportes en la composición láctea, pero no abordó a fondo los cambios fisiológicos que ocurren en el organismo animal.

El desarrollo de la monografía tuvo un enfoque cualitativo, pues la recopilación de información permitió generar un aporte amplio en los datos y detalles del tema central, ofreciendo un análisis sobre la inclusión de la *Tithonia diversifolia* en la dieta caprina, que permitan determinar a la especie como una alternativa en la alimentación animal.

Capítulo 5. La *Tithonia diversifolia* en la alimentación de cabras lecheras

Dentro de la implementación de la *Tithonia diversifolia* en la alimentación de especies, se resalta a la cabra como el rumiante de interés de esta investigación, seguidamente, la tabla 4 demuestran las tecnologías utilizadas para el suministro de la especie forrajera en la alimentación caprina, así como los países que reportan estas investigaciones.

Tabla 4 Principales resultados de la utilización de *Tithonia diversifolia* en la alimentación caprina

Especie	País	Tecnología	Autor
Cabra	Venezuela	Corte y acarreo	García et al (2009)
	Colombia	Forraje	Clavijos y Balbis (2002) citado por Rodríguez (2017)
	Vietnam	Follaje fresco	Van sao, Thi Mui y Van Binh (2010)
	Kenia	30% de forraje	Wanbui, Abdulrazak y Noordin (2006)
	Indonesia	Forraje	Buidiarto et al (1996) citado por Gutiérrez (2017)
	Cuba	Dietas integrales, dietas integrales cabritos	Gutiérrez et al (2010) citado por Gutiérrez (2017)

Dada las bondades de la planta las cuales han sido mencionadas con anterioridad, esta se convierte en una forrajera adecuada para la alimentación de rumiantes, siendo el más común según lo plasmado en la tabla 4, el evaluar los resultados de su implementación como suplemento en condiciones de corte y acarreo y escasamente se encuentran investigaciones bajo condiciones de pastoreo (Rodríguez, 2017)

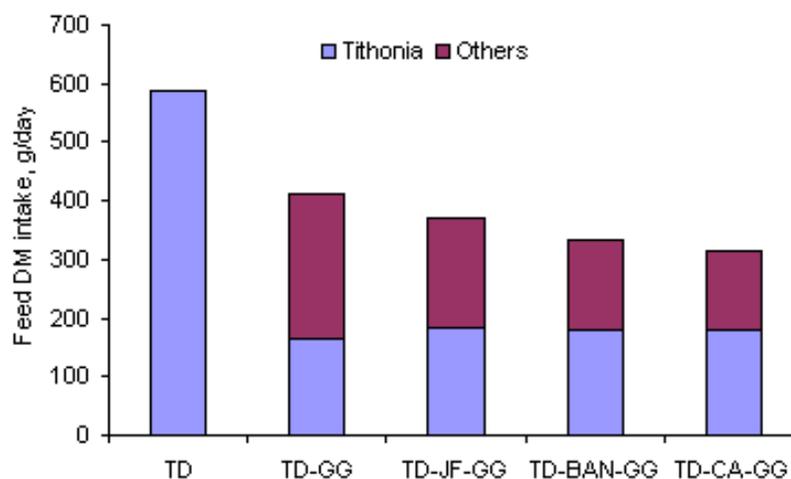
Anexo a la tabla 4 La *Tithonia* se utiliza en Mindanao Filipinas en sistemas de corte y acarreo en la especie caprina, las excretas de los animales, son aplicadas en los callejones de

cultivo, combinando así, los beneficios de la producción pecuaria, el reciclaje eficiente de nutrientes y la conservación de suelos (Lías, 2015).

Rodríguez (1990) citado por Lías (2015) informa que el ganado vacuno, las cabras, ovejas, cuyes y conejos aceptan en su consumo el forraje de Botón de oro sin necesidad de ser troceado, en especial cuando se suministra tierno (alrededor de 50 días), en donde presenta un buen valor nutricional, con un diámetro de tallo de 1.0 a 1.5 cm, de igual forma Mejía, Mahecha y Angulo (2017) evidencian la aceptación de la especie en el plan de alimentación, pues se obtuvieron buenos consumos de materia seca del arbusto en rumiantes como bovinos, ovinos y caprinos.

En la investigación de Van sao, Thi Mui y Van Binh (2010) se presentó un mayor consumo de *Tithonia* en cabras cuando esta fue suministrada como único alimento que cuando fue combinada con otros forrajes, lo que demuestra lo palatable que resulta ser la forrajera en la alimentación de la especie (ver figura 10).

Figura 10 Consumo de MS por cabra alimentada con *Tithonia* o con otras plantas



Nota. Donde MS: Materia Seca; Cabras alimentadas con *Tithonia* sola o suplementadas con pasto guinea (GG), follaje de Jackfruit (JF), hojas de plátano (BAN) o follaje de Caliandra (CA). Información tomada de (Van sao, Thi Mui y Van Binh, 2010)

La especie ha demostrado ser promisoría para su empleo con la finalidad de manipular la ecología microbiana ruminal, reduciendo la población del dominio *Archaea* o metanógenos, los protozoos e incrementando la población de bacterias celulolíticas y de viables totales en el rumen, en especial cuando se emplea a razón del 10% de la MS total, debido a que niveles superiores pueden reducir la celulolisis (Rodríguez, 2017).

En la investigación de Angulo, Nemocón, Posada y Mahecha (2021) se implementó una suplementación en bovinos con ensilaje de botón de oro y maíz, obteniendo una mayor producción de leche por kilo gramo de materia seca consumida por *Tithonia*, según Norris et al (2020) las diferencias en la participación de nutrientes, podrían estar ligadas con el efecto de la eficiencia de taninos de uso de energía y proteína, derivados de la disminución de emisiones de metano y al aprovechamiento de proteína en el duodeno, de igual forma Cardona, Mahecha y Angulo (2019) demostraron que la *Tithonia* en sistemas silvopastoriles de trópico alto puede reducir hasta un 8.8% la cantidad de CH₄ por cada litro de leche, en comparación con un sistema de monocultivo de gramíneas, (la producción de metano es muy importante de tener en cuenta debido a que según Galindo et al (2011), los rumiantes pueden producir hasta el 23% del metano global) esto según Vasta et al (2019) se puede ocasionar debido al efecto de metabolitos secundarios que modifican la fermentación en el rumen y la población de metanógenos, protozoarios o que desvían los iones de hidrogeno de los metanógenos, esto ocasiona que menores pérdidas en metano implican menores pérdidas energéticas.

No obstante, el uso de la forrajera en bovinos, entrega una dieta con mejor balance de nutrientes que son expresados en la mejora potencial productiva de las vacas, presentando así también incrementos de la digestibilidad en la dieta, aumenta el consumo voluntario de los animales reflejando mayores cantidad y calidad de leche (Paciullo et al, 2011; Buza, Holden, White e Ishler, 2014). Por otro lado, Jamarun, Pazla, Zain y Arief (2020) reportaron que la inclusión de la *Tithonia* en un 64% en la dieta de razas caprinas cruzadas con la raza Etawa, influyó positivamente en los componentes lácteos, específicamente de proteína.

Anexo a lo anterior, es importante evidenciar que los sistemas silvopastoriles SSP con presencias de arbustivas tales como el botón de oro, permiten realizar un ramoneo por animales, presentando un efecto directo sobre el bienestar y productividad de estos, satisfaciendo sus requerimientos nutricionales debido a que se da la oportunidad de que el animal seleccione rebrotes, hojas y tallos frescos que presentan un mayor contenido nutricional, aportando proteína y carbohidratos solubles (Quevedo, 2014) citado por mejía, Mahecha y Angulo (2017), seguidamente Mauricio et al (2014) afirma que el ramoneo de la arbustiva ayuda como suplemento cuando la calidad de los forrajes declina, aportando considerables cantidades de nutrientes en la dieta de rumiantes, sin embargo existen pocos estudios publicados sobre la *Tithonia* en ramoneo en donde se demuestre las bondades y dificultades que trae la actividad en la producción animal.

Según Gallego, Mahecha y Angulo (2014) el botón de oro debe ser planteado como alternativa alimenticia en las dietas de lechería de trópico alto, recomendando evaluar su inclusión en la dieta de animales y tener el conocimiento del impacto que se pueda dar desde un punto de vista productivo, ambiental y económico; bajo el contexto en mención es importante

resaltar la alimentación en los rumiantes, constituida por gramíneas, leguminosas y arbóreas, resultando evidente según lo planteado en esta investigación que con el uso de la forrajera arbustiva (*Tithonia diversifolia*) se puede mejorar económicamente y ecológicamente los parámetros productivos en animales, constituyendo así una alternativa en la mejora de las condiciones de manejo en los sistemas de lechería, optimizando la producción de leche y su calidad.

Con base a lo argumentado, el ganadero puede reemplazar concentrado con la *Tithonia* dado su altos contenidos nutricionales tales como la proteína, esto debido a que el beneficio es nutricional pero también económico ya que el capricultor se ve obligado a gastar mucho dinero en alimentos balanceados, el botón de oro no presenta un mayor costo y se presenta de forma natural en los predios, de igual forma, presenta durabilidad en el rumen, esta se puede presentar en ensilajes o en seco aplicando métodos artesanales, también es una planta que complementa los sistemas silvopastoriles. La forrajera cuando se usa como arbusto forrajero, el animal lo puede ramonear directamente y consumir su flor (Villamil, 2017)

5.1 Publicaciones investigativas sobre la especie

Referente al material consultado y a las conclusiones evidenciadas en cada uno de ellos, existe una gran tendencia a investigar sobre la *Tithonia diversifolia* y el potencial de la misma en la alimentación de animales, en estas publicaciones la mayoría estuvieron basadas en pruebas *in vitro*, argumentando los posibles efectos en el rumen, producción de gases tales como la disminución de metano. De igual forma se evidencia pocos estudios en nutrición caprina, y un

contenido más alto en la alimentación bovina en comparación a la caprina (Gallego, Mahecha y Angulo, 2014)

Gallego, Mahecha y Angulo (2014) reportan que América es el continente que más estudios ha publicado sobre la forrajera con un porcentaje del 57.14, seguidamente encontramos a África y Nigeria 33,33% y 20.24% respectivamente, no obstante, Colombia reporta el 19.05% y Cuba el 16.67%, ahora bien, de los trabajos reportados por el país de Cuba, el 57.14% se enfocaron en estudiar el comportamiento agronómico y el 35.71% el potencial de uso nutricional en animales, por otro lado en Colombia el 12.5% se centraron en la nutrición de rumiantes, conservación de suelos y comportamiento agronómico (18.75%) y el 37.5% el potencial nutricional de la especie en animales.

Según la literatura indagada, y con base a lo argumentado por Rodríguez (2017), Rivera et al (2015), Uribe et al (2011), existen muy pocos estudios que muestran las potencialidades de la *Tithonia diversifolia* en la producción de leche especialmente en la especie caprina, bajo diversas condiciones agroecológicas, lo que resulta importante con el fin de implementar la especie arbustiva como un alternativa para aumentar la producción de alimentos y así suplir la creciente demanda internacional láctea, sin embargo, los estudios reportados sobre las bondades de la especie, permiten dar una idea sobre el potencial del uso de la *Tithonia* en cabras.

Si a las evaluaciones de la planta, se le suma las observaciones de uso en la alimentación no solo en bovinos (Mahecha, Escobar, Suárez, Restrepo, 2007) sino en ovinos de pelo, gallinas ponedoras, pollos de engorde (Mahecha y Rosales, 2005), conejos, cerdos, cuyes y apicultura (González, Hahn von y Narváez, 2014) y los conocimientos previos que se tienen, esta especie se

convierte en una alternativa forrajera para ser usada ampliamente en sistemas de producción animal (Mahecha y Rosales, 2005)

Capítulo 6. Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto en la investigación, la *Tithonia diversifolia* se convierte como una alternativa en la suplementación caprina, resultando importante reconocerla e implementarla para sistemas agropecuarios sostenibles, resaltando su alto potencial, manejo y propagación, con base a ello los beneficios que el capricultor obtendrá estarán relacionados en la reducción de costos destinados para la suplementación de sus animales y en la calidad láctea ligada a los componentes nutricionales específicamente a la proteína.

Respecto a las investigaciones publicadas, se evidencia una dispersión considerable de información, lo que permite deducir que se requiere un mayor soporte científico donde se evidencien los impactos que genere el uso de la *Tithonia* en la alimentación de cabras lecheras, no solo a nivel productivo sino económico.

Recomendaciones

Realizar trabajos cuyos objetivos estén centrados en diseñar raciones destinadas a cabras lecheras, de igual forma se recomienda el plantear un análisis técnico económico donde se evidencie la factibilidad de la *Tithonia* en la dieta de la especie.

Referencias

- Agrosavia. (s.f). Suplementación estratégica con el uso de cultivos forrajeros y subproductos de la agroindustria para los sistemas de producción bovina de la Orinoquia. Obtenido de <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/0684-suplementacion-estrategica-en-bovinos-de-la-orinoquia>
- Arechiga et al. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 9. 1-14. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911227001.pdf>
- Angulo, J; Nemocón, A; Posada, S; Mahecha, L. (2021). Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas Holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* 20(1). Obtenido de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1535/1587>
- Buza, M; Holden, L; White, R; Ishler, V. (2014). Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. *Journal Dairy Science*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0022030214001696?token=25BA890E61D52080FB64BA61A7E7001A62AF7075FCAADE690DED09034BD9B59F3CFA2EEB10EFE7508FC25CF593F4D967&originRegion=us-east-1&originCreation=20220125233508>
- Cardona, J; Mahecha, L; Angulo, J. (2017). Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, *Cenchrus clandestinum* y grasas poliinsaturadas. (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43750618006/html/>

- Cardona, J; Mahecha, L; Angulo, J. (2019). Estimación de metano en vacas pastoreando sistemas silvopastoriles en *Tithonia diversifolia* y suplementadas con grasas polinsaturadas. *Revista Científica* 29 (2). Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/46223/articulo4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, J. (2020). Diagnóstico de sistemas de producción caprina en el área metropolitana de Cúcuta (Norte de Santander). (Tesis de pregrado). Universidad Santo Tomas. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29426/2020joecastillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delreal, M; Riveros, J. (2016). Ganadería caprina: tendencias y entorno sociocultural en Chile central. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303834242_Ganaderia_caprina_tendencias_y_entorno_sociocultural_en_Chile_central
- Delgado, R. (2016). Caracterización de los sistemas de producción caprina en la provincia Ciego de Ávila. *Pastos y Forrajes* 39(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000100009
- El Heraldo. (2012). Importancia de una buena nutrición bovina. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/noticias/agropecuaria/importancia-de-una-buena-nutricion-bovina-55600>
- FAO. (s.f). Producción lechera. Obtenido de <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- FAO. (s.f). Animales lecheros. Obtenido de <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/es/>

- FAO. (s.f). Producción animal. Obtenido de <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- Gallego, L., Mahecha, L y J. Angulo. (2015). Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto. En: P. Pietri, editor, 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales, Misiones, Argentina. Santa Cruz Ediciones, INTA, ARG. p. 53-57. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276266931_Crecimiento_y_desarrollo_de_Tithonia_diversifolia_Hemsl_A_Gray_en_condiciones_de_tropico_alto
- Gallego, L., Mahecha, L y J. Angulo. (2017). Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana* 28(1). Obtenido de scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-13212017000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Gallego, L; Mahecha, L; Angulo, J. (2014). Potencial forrajeo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 25(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43731480017.pdf>
- Galindo et al. (2011). Efecto de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray (Botón de oro) en la población de protozoos y metanógenos ruminales en condiciones *in vitro*. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola* 45(1). Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistacubanadecienciaagricola/2011/vol45/no1/8.pdf>
- García et al. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia tropical* 26(3). Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300006

- García et al. (2009). Potencial forrajero para cabras de veinte especies leñosas en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 27(3). Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000300001
- Guerrero et al. (2012). Caracterización de los sistemas de producción caprinos presentes en el municipio de Jordán, Santander, Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. Obtenido de http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo029_AICA2012.pdf
- González, J; Habn, C y Narváez W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su en la alimentación animal. *Revista Boletín científico* 18(2). Obtenido de [http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin\(18\)2_4.pdf](http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin(18)2_4.pdf)
- González, J; Hahn von, C; Narváez, W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. *Boletín científico centro de museos de historia natural* 18(2). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v18n2/v18n2a04.pdf>
- Gómez, R; Gayo, J. (2015). Cartilla de suplementación. Obtenido de <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/UCTT/Sequ%C3%ADa/Selecci%C3%B3n%20RG%202015/Ganader%C3%ADa/Suplementaci%C3%B3n/Cartilla%20suplementaci%C3%B3n.pdf>
- Inayat, A; Gordon, O. (2009). Influencia de las fases lunares, (Menguante y Luna Llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnico del Ejercito. Obtenido de

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2600/T-ESPE-IASA%20I-004190.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2021). Censo pecuario nacional. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (1992). Principales razas ovinas y caprinas en Colombia. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/31574>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2017). Programa Nacional de Ovinos/Caprinos. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/enfermedades-animales/especie-ovino-caprina.aspx>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. (2017). Manual de producción caprina. Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-caprinos.pdf?sfvrsn=0>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2009). Sistema de producción caprina: una forma de alcanzar las metas productivas. Obtenido de https://platina.inia.cl/ururi/informativos/Informativo_INIA_Ururi_7.pdf

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. (2016). Suplementación ganadera. Obtenido de <https://inta.gob.ar/documentos/suplementacion-ganadera>

Jamarun, N; Pazla, R; Zain, M; Arief, A. (2020). Milk quality of Etawa crossbred dairy goata fed combination of fermented oil palm fronds, *Tithonia* (*Tithonia diversifolia*) and Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*). *Journal of Physics: Conference Series* 1469 (1). Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1469/1/012004>

Laitón, A; Peña, W. (2014). Determinación de especies vegetales alternativas en el municipio de Pauna (Boyacá) para el análisis de los potenciales forrajeros y nutricionales dirigidos a ganadería lechera especializada. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a distancia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2537/1053328423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lezcano et al. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes* 35(3). Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n3/pyf03312.pdf>

Lías, A. (2015). Evaluación de la *Tithonia diversifolia* en la alimentación de vacas lecheras en la unidad La Vigía de la Empresa Agropecuaria Guatemala. Obtenido de <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/bitstream/handle/uho/5682/1%20Tesis%20Alberto%2029-5-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mahecha; L y Rosales; M. (2005). Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. *Revista investigación ganadera para el desarrollo rural* 17(9). Obtenido de <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm>

Mahecha, L; Escobar, J; Suárez J; Restrepo, L. (2007). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Investigación ganadera para el desarrollo rural* 19(2). Obtenido de <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm#:~:text=Tithonia%20diversifolia%20es%20una%20de,aumento%20en%20los%20%C3%BAltimos%20a%C3%B1os.>

Martínez, G; Suarez, V. (2018). Lechería caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche y productos. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_lecheria_caprina.pdf

Martínez, R D; Torres, G; Martínez, S. (2014). Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. *Nova scientia* 16(11). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052014000100003

Mauricio et al. (2014). *Tithonia diversifolia* para la nutrición de rumiantes. Obtenido de <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/147/0>

Mejía, E; Mahecha, L; Angulo, J. (2017). *Tithonia diversifolia* especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía mesoamericana* 28(1). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5801084>

Murgueitio et al. (2003). Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (Conclusiones y evaluación de la conferencia electrónica). Obtenido de <https://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/rosale25.htm>

Murgueitio, E; Ospina, S. (2002). Tres especies vegetales promisorias : nacedero, *Trichanthera gigantea* (H&B.) nees; botón de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray; y bore, *Alocasia macrorrhiza* (Lineo.) Schott. Obtenido de <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/109104>

Nagel et al (2011). Sistemas de alimentación para las cabras y evaluación cualitativa de los piensos a los que se tienen acceso durante la temporada de seca: dos estudios de caso del altiplano mexicano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* 17.

Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000500022

Navas, A; Montaña V. (2019). Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical. *Revistas de investigaciones veterinarias del Perú* 30(2). Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n2/a21v30n2.pdf>

Navarro, F; Rodríguez E. (1990). Estudio de algunos aspectos bromatológicos del mirasol (*Tithonia diversifolia*, helms y gray) como una posible alternativa de la alimentación animal. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/283>

Norris et al. (2020). Inclusion of quebracho tannin extract in a high – roughage cattle diet alters digestibility, nitrogen balance, and energy partitioning. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 98(3). Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32047927/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (s.f). Pequeños rumiantes. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/small-ruminants/es/>

Pacheco Contreras, V. I. (2010). Caracterización de las variantes alélicas del gen k- caseína en razas de ganado bovino. (Tesis de maestría). Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/10092/1/190.pdf>

Paciullo et al. (2011). Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/216411111_Performance_of_dairy_heifers_in_a_silvopastoral_system

- Pérez et al. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes* 32(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000100001
- Poder agropecuario. (2017). Alimentación del ganado y sistemas de pastoreo. Obtenido de <https://www.poderagropecuario.com/index.php/inicio/noticias/ganaderia/item/63-alimentacion-del-ganado-y-sistemas-de-pastoreo#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20ganadera%20depende%20fundamentalmente,calidad%20y%20su%20disponibilidad%20adecuada>
- Rivera, et al. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Revista investigación ganadera para el desarrollo rural*, 27(10). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/282606478_Efecto_de_la_oferta_y_el_consumo_de_Tithonia_diversifolia_en_un_sistema_silvopastoril_intensivo_SSPi_en_la_calidad_y_productividad_de_leche_bovina_en_el_piedemonte_Amazonico_colombiano_Effect_of_a_n_in
- Rodríguez, I. (2017). Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray en la alimentación animal, Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/315720060_Potencialidades_de_Tithonia_diversifolia_Hemsl_Gray_en_la_alimentacion_animal
- Sales, F. (2017). Importancia de los minerales para la alimentación de bovinos en Magallanes. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40970.pdf>.

- Sanabria, E; Ávila, I. (2015). Producción de follaje de la especie botón de oro (*Tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3713/86047820.pdf;jsessionid=0F7431FF3273F0C1CFACC2A0B24E48F5.jvm1?sequence=1>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Los granos, cereales y plantas forrajeras. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/los-granos-cereales-y-plantas-forrajeras>
- Solarte, L; Murgueitio, E; González J; Uribe, F; Manzano, L. (2013). Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos. Obtenido de <https://www.fedegan.org.co/protocolo-para-la-siembra-de-boton-de-oro-y-leucaena-en-potreros-con-praderas-mejoradas-para-el>
- Souza et al. (2011). Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) Gray. Nucleus 8(1). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4039384>
- Trujillo, A. (2008). Alimentación de la cabra adulta lechera. Obtenido de <https://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/alimenta/ALIMENTACION%20DE%20LA%20CABRA%20ADULTA%20LECHERA.pdf>
- Uribe et al. (2011). Proyecto ganadería colombiana sostenible. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Obtenido de <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2015/04/1.-Establecimiento-y-manejo-de-SSP.pdf>

- Vargas, J. (1994). Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2018>
- Van Sao, N; Thi Mui, N; Van Binh D. (2010). Biomass production of *Tithonia diversifolia* (Wild Sunflower), soil improvement on sloping land and use as high protein foliage for feeding goats. *Livestock Research for Rural Development* 22 (8). Obtenido de <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd22/8/sao22151.htm>
- Vasta et al. (2019). Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. *Journal of Dairy Science* 102 (5). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030219302681>
- Verdecia et al. (2011). Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Cauca. *Revista electrónica de Veterinaria*. 12(5). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63622168004.pdf>
- Villamil, L. (2017). Alternativas forrajeras para la alimentación de ganadería bovina lechera en la región del occidente del departamento de Boyacá (Colombia). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17460/4197146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villajos. (2017). Historia de la leche. Obtenido de <https://villajos.es/historia-de-la-leche/>

Wanbui, C; Abdulrazak, S; Noordin, Q. (2006). The effect of supplementing urea treated maize stover with Tithonia, Calliandra and Sesbania to growing goats. *Livestock Research for Rural Development* 18(5). Obtenido de <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd18/5/abdu18064.htm#:~:text=Nitrogen%20retention%20was%204.98%2C%204.44,Tithonia%2C%20Calliandra%20and%20Sesbania%20respectively.>

Zeder, M; Hesse, B. (2000). The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10,000 years ago. *Science*. *Science* 24(287). doi:10.1126/science.287.5461.2254