**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

# USO PECUARIO DE *Lippia palmeri* S. Watson Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE DE CABRA Y EN LA GANANCIA DE PESO DE CABRITOS

**POR:**

**EMANUEL JUNCO CARLÓN**

**Como requisito parcial para obtener el grado de**

**DOCTOR EN CIENCIAS**

**CON ORIENTACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

**LINARES, NUEVO LEÓN** **JUNIO, 2021**

# USO PECUARIO DE *Lippia palmeri* S. Watson Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE DE CABRA Y EN LA GANANCIA DE PESO DE CABRITOS

**Aprobación de tesis**

---

**Dr. Humberto González Rodríguez**

**Director**

---

**Dr. Israel Cantú Silva**

**Co-director**

---

**Dr. Mauricio Cotera Correa**

**Asesor**

---

**Dr. Andrés Eduardo Estrada Castillón**

**Asesor**

---

**Dr. Marco Vinicio Gómez Meza**

**Asesor Externo**

**LINARES, NUEVO LEÓN** **JUNIO, 2021**

# 1. AGRADECIMIENTOS

A mi esposa e hijos por apoyarme en todo este trayecto que ha significado mucho para mi vida profesional, a mis padres y suegros por siempre estar al pendiente de mi familia en los momentos que estuve ausente y su apoyo durante la investigación, les debo mucho y espero regresarles toda esa confianza depositada en mí, gracias. Les agradezco a todos mis amigos, que siempre me dieron palabras de aliento para seguir esforzándome y nunca perder el rumbo.

Agradezco al CONACYT por el apoyo de la beca otorgada durante el doctorado y a la Facultad de Ciencias Forestales por la aceptación a su programa de posgrado. De la misma manera manifiesto mi gratitud al Dr. Humberto González Rodríguez por aceptarme en su equipo de trabajo y por la confianza para realizar la investigación, al Dr. Israel Cantú Silva, por sus consejos y guía en momentos que se ocupaba, al Dr. Andrés Eduardo Estrada Castrillón por su asesoría y apertura en mostrarme un tema que era desconocido para su servidor, al Dr. Mauricio Cotera Correa por su asesoría y buena vibra siempre con el trabajo realizado y también agradezco al Dr. Marco Vinicio Gómez Meza por su tiempo y análisis de los datos estadísticos realizados, con su ayuda muchas dudas se resolvieron y le dieron forma al presente trabajo.

Se agradece infinitamente al Dr. José Ángel Armenta Quintana por todo su apoyo, tanto económico como de asesoramiento durante el trabajo, tengo una gran deuda moral con usted, al Dr. José Alfredo Guevara Franco por impulsarme siempre a seguir superándome y su ayuda en logística para realizar los análisis en laboratorio, también agradezco mucho al Dr. Rafael Ramírez Orduña, a la Dra. Maurilia Rojas Contreras y sus equipos de trabajo, por la darme la facilidad para utilizar sus laboratorios; a la Ing. Elizabeth, al Ing. Itzcóatl Arce Romero, Ing. Dante Gijón por su ayuda durante los diferentes muestreos y análisis en laboratorio; además agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California Sur por su apoyo en cuanto a instalaciones, lugar de trabajo y respaldo para realizar los exámenes pertinentes para mi entrada al posgrado, por eso y más muchas Gracias.

# 2. DEDICATORIAS

Va dedicado a la gente que nunca ha dejado de creer en mí y apoyarme durante toda esta travesía, mi esposa Gabriela Santisteban Camacho, a mis hijos Emma Regina y Gabriel Santiago por ser la fuente de inspiración y a mis señores padres al Ing. Rafael Junco Córdova y a la Sra. Concepción Carlón Martínez por su apoyo incansable, este logro es tan mío como suyo.

Dedicatoria especial al Dr. Roque Ramírez Lozano (QEPD), por confiar e invitarme a colaborar e iniciar el doctorado bajo su tutela.

# ÍNDICE


**1. AGRADECIMIENTOS** ..... **3**

**2. DEDICATORIAS** ..... **4**

**3. RESUMEN** ..... **11**

**4. ABSTRACT** ..... **13**

**5. INTRODUCCIÓN** ..... **15**

**5.1 *Lippia palmeri* S. Watson** ..... 16

**5.2 Producción de leche caprina y alimentación** ..... 16

**5.3 Sincronización de nutrientes** ..... 17

**5.4 cabras criollas y crecimiento de cabritos** ..... 18

**5.5 características de la leche de cabra** ..... 18

**6. JUSTIFICACIÓN** ..... **20**

**7. HIPÓTESIS** ..... **21**

**8. OBJETIVOS** ..... **22**

**8.1 Objetivo general** ..... **22**

**8.2 Objetivos específicos** ..... 22

**9. CAPÍTULOS** ..... **23**

**9.1 Composición botánica del Matorral Sarcocaule en Baja California Sur durante las estaciones húmeda y seca** ..... 23

**9.1.1 Resumen** ..... 23

**9.1.2 Abstract** ..... 24

**9.1.3 Introducción** ..... 25

**9.1.4 Materiales y Métodos** ..... 27

**Área de estudio** ..... 27

**Método de muestreo** ..... 27

**Análisis de los datos** ..... 30

**9.1.5 Resultados** ..... 32

**Composición florística** ..... 32

**Indicadores ecológicos** ..... 32

**Similitud florística** ..... 38

**9.1.6 Discusión** ..... 40

**9.2 Efecto del orégano (*Lippia palmeri* S. Watson) en dietas asincrónicas y sincrónicas en la producción de leche de cabra** ..... 42
**9.2.1 Resumen** ..... 42
**9.2.2 Abstract** ..... 43
**9.2.3 Introducción** ..... 44
**9.2.4 Materiales y Métodos** ..... 46
**Área de estudio** ..... 46
**Prueba de producción de leche** ..... 46
**Análisis proximales** ..... 47
**Composición de las dietas** ..... 48
**Análisis estadístico** ..... 49
**9.2.5 Resultados** ..... 51
**9.2.6 Discusión** ..... 58
**9.3 Efecto de *Lippia palmeri* S. Watson en el crecimiento de cabritos** ..... 60
**9.3.1 Resumen** ..... 60
**9.3.2 Abstract** ..... 61
**9.3.3 Introducción** ..... 62
**9.3.4 Materiales y métodos** ..... 63
**Área de estudio** ..... 63
**Composición de las dietas de las cabras madre** ..... 63
**Evaluación de crecimiento de cabritos** ..... 63
**Análisis estadístico** ..... 64
**9.3.5 Resultados** ..... 65
**9.3.6 Discusión** ..... 73
**9.4 Efecto de *Lippia palmeri* S. Watson en las características de calidad y grasa de la leche** ..... 74
**9.4.1 Resumen** ..... 74
**9.4.2 Abstract** ..... 75
**9.4.3 Introducción** ..... 76
**9.4.4 Materiales y Métodos** ..... 77
**Área de estudio** ..... 77
**Colección de las muestras** ..... 77
**Características organolépticas** ..... 77
**Determinación de pH** ..... 77

**Determinación de acidez de la leche** ..... 78
**Análisis de la densidad de la leche** ..... 78
**Determinación de la grasa** ..... 79
**Análisis estadístico** ..... 79
**9.4.5 Resultados** ..... 80
**9.4.6 Discusión** ..... 86
**10. CONCLUSIONES ..... 86**
**11. BIBLIOGRAFÍA ..... 89**

# ÍNDICE DE CUADROS

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de Lippia palmeri** ..... 16

**Cuadro 2. Composición de la leche de distintas especies. Modificado de Elorza-Tejeda (2018).** ..... 19

**Cuadro 3. Relación de especies observadas, con sus respectivos valores de Abundancia relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa e Índice de Valor de Importancia, en el sitio conocido como Rancho Palmar de Abajo, durante las estaciones húmeda y seca.** ..... 33

**Cuadro 4. Relación florística ordenada por tipo de familia, especie y forma de vida.** ..... 36

**Cuadro 5. Contenido nutricional de los ingredientes** ..... 48

**Cuadro 6. Composición nutricional de las dietas evaluadas.** ..... 49

**Cuadro 7. Estadísticas descriptivas para los valores de p, asociados a los contrastes de Normalidad y Homocedasticidad, por variable transformada.** ..... 51

**Cuadro 8. Resumen del análisis de varianza del modelo de mediciones repetidas para las variables transformadas (logaritmo natural + 1) de producción de leche, consumo de alimento y conversión alimentaria.** ..... 52

**Cuadro 9. Contrastes univariados, sin y con el ajuste de los grados de libertad del estadístico F.** ..... 54

**Cuadro 10. Valores de Épsilon (ε) empleados en el ajuste de los grados de libertad del estadístico F.** ..... 55

**Cuadro 11. Resultados de los análisis efectuados a las observaciones de los 17 cabritos** ..... 65

**Cuadro 12. Estadísticas descriptivas del consumo de leche y la ganancia de peso (Kg), promedios diarios y totales de los 60 días, por tratamiento (Trt)** ..... 66

**Cuadro 16. Estadísticas descriptivas para las variables fisicoquímicas de leche de cabra y resultado de las pruebas de normalidad, Kolmogorov-Smirnov (K-S) y Shapiro-Wilk (S-W). DE = Desviación Estándar, RIQ = Rango Inter cuartil, Q1 = Primer cuartil, Q3 = Tercer cuartil. Se reporta 0.001 cuando el valor de p es menor o igual a 0.001, n = 60.** ..... 80

**Cuadro 17. Estadístico de la prueba de Kruskal-Wallis ($\chi^2$) y su valor de p o significancia alcanzada, por mes, para las variables fisicoquímicas de leche de cabra. Se reporta 0.001 cuando el valor de p es menor o igual a 0.001, n = 20** ..... 81

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1. Localización del predio Rancho Palmar, municipio La Paz, Baja California Sur.** ..... 27

**Figura 2. Abundancia (N/Ha), Dominancia ($m^2$/Ha), Índice de Shannon e Índice de Margalef durante las estación húmeda y seca del sitio de estudio. Las barras indican los valores encontrados para las distintas variables, mostrando diferencias (*p*=≤0.05) entre las dos estaciones.** ..... 38

**Figura 3. Dendograma de similitud florística entre sitios muestreados para las dos estaciones.** ..... 39

**Figura 4. Evolución temporal de la producción de leche (kg/día).** ..... 55

**Figura 5. Evolución temporal del consumo de alimento (kg/día).** ..... 56

**Figura 6. Evolución temporal de la conversión alimenticia (kg/kg).** ..... 56

**Figura 7. Relación entre la producción de leche (kg) y consumo de alimento (kg) durante el periodo experimental (n=360). La ecuación de regresión, generada por el método de mínimos cuadrados y el coeficiente de determinación ($R^2$) se denotan dentro del gráfico.** ..... 57

**Figura 8. Promedio del consumo diario de leche (kg) por tratamiento** ..... 68

**Figura 9. Promedio de la ganancia de peso diaria (kg) por tratamiento** ..... 69

**Figura 10. Promedio diario del consumo de leche y la ganancia de peso (Kg)** .... 70

**Figura 11. Diagrama de dispersión de los promedios de ganancia de peso y consumo de leche diario (Kg), por cabrito (n = 17), indicándose el tratamiento al que pertenece.** ..... 71

**Figura 12. Ganancia de peso acumulada (Kg) y Consumo de leche acumulado (kg), por cada cabrito en cada tratamiento** ..... 72

**Figura 13. Promedio de pH de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).** ..... 82

**Figura 14. Promedio de acidez (g/ml) de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).** ..... 83

**Figura 15. Promedio de densidad (g/mL) de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).** ..... 84

**Figura 16. Promedio de grasa (%) de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).** ..... 85

# 3. RESUMEN

En la presente investigación se realizó un análisis de composición botánica del área de estudio, para conocer el índice de valor de importancia (IVI) de *Lippia palmeri* S. Watson y con qué tipo de plantas coexiste, así como conocer las plantas disponibles en 2 estaciones distintas dentro del sitio de estudio, el cual se llevó a cabo en una zona en el Valle de la Matanza con presencia de matorral Sarcocaule, en el Rancho El Palmar de Abajo, donde se manejaron 20 cuadrantes de 5m x 5m (25 $m^2$), estimando las variantes ecológicas como abundancia (Ar), dominancia (Dr) y frecuencia (Fr) de especies, el IVI, además del índice de Shannon para diversidad de especies e índice de Margalef para riqueza de especies en las temporadas de lluvias y seca del sitio de estudio.

Igualmente, se realizó la prueba *in vivo* de consumo de dietas donde se midió el efecto de la sincronía de nutrientes en las dietas (asincrónicas y sincrónicas), dos de ellas suplementadas con *Lippia palmeri* y las otras dos sin presencia del mismo, ofreciéndoseles a las cabras al inicio de la lactancia durante tres meses para cada animal, en el cual se determinó la producción diaria de leche (kg), consumo diario de alimento (kg) y conversión diaria alimenticia (kg), también se determinó la ganancia de peso de cabritos y las características fisicoquímicas de la leche, para caracterizar la calidad de la leche de las cabras mensualmente en cada tratamiento. Los resultados no muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$) para las variables de producción de leche, consumo de alimento y conversión alimenticia, sin embargo, para los meses de prueba, en las variables producción de leche y conversión alimenticia se observan diferencias ($p<0.05$). En la interacción tratamientos*meses, se manifiestan diferencias significativas en la producción de leche ($p<0.0001$) y consumo de alimento ($p=0.0352$). Cabe señalar que se detectó una correlación significativa entre el consumo de alimento y la producción de leche ($r=0.637$, $p<0.0001$). Se realizó un muestreo en los cabritos nacidos (n=17) de las hembras en estudio, donde se tuvieron 6 cabritos en T1 (ASINC con ORE), 5 en T2 (ASINC sin ORE), 3 en T3 (SINC sin ORE) y 3 en T4 (SINC con ORE). Utilizando la técnica

amamantamiento-pesaje-amamantamiento, se midieron las variables de consumo de leche diario (kg) y ganancia de peso diario (kg), donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$).

Por otro lado, las características de la leche medidas en terminos de pH, Acidez (g/ml), Densidad (g/ml) y Grasa (%), mostraron diferencias significativas para cada variable ($p<0.05$) entre tratamientos y cada mes de prueba, encontrando en el T4 (SINC con ORE) los valores más bajos en pH del estudio (≥5.7) y al T3 (SINC sin ORE) como el más alto (≥6) y el de mayor incremento a través de los meses. La variable de acidez muestra al T2 (ASINC sin ORE) con los valores más estables durante el estudio (≥20 g/ml) y teniendo al T4 (SINC con ORE) con los índices más bajos (≥16 a 18 g/ml) de acidez, juntándose con este tratamiento a T1 (ASINC con ORE) en el mes 2 y 3 en resultado (≤18 g/ml). Respecto a la densidad de leche, el tratamiento más estable fue T1 (ASINC con ORE) (≥1.028 g/ml) y el tratamiento con mayor caída en esta variable encontramos a T3 (SINC sin ORE) (≥1.031 g/ml a ≤1.027 g/ml); el porcentaje de grasa presenta al T1 (ASINC con ORE) con el mayor incremento (≥7%) y al T4 (SINC con ORE) con los porcentajes de grasa más estable (≥3%).

# 4. ABSTRACT

In this research, an analysis of botanical composition of the study area was carried out, to know the importance value index (IVI) of *Lippia palmeri* S. Watson and what type of plants it coexists with, as well as to know the plants available at 2 different stations within the study site. A botanical composition study of an area was carried out in the valley of the Matanza with the presence of a Sarcocaule scrub, at the El Palmar de Abajo Ranch, where 20 quadrants of 5m x 5m (25 m2) were established, registering ecological indicators such as abundance (Ar), dominance (Dr) and frequency (Fr) of species, the IVI, in addition the Shannon's index for species diversity and the Margalef's index for species richness during the rainy and dry seasons at the study site.

Likewise, the in vivo diet consumption test was performed where the effect of nutrient synchrony was measured on diets (asynchronous and synchronous), two of them supplemented with *Lippia palmeri* and the other 2 without the presence of it, offering goats at the start of lactation for 90 days for each animal, in which the daily production of milk (kg) was measured, as well as the daily food consumption (kg) and daily rejection (kg), goatling weight gain and milk physicochemical characteristics, to analyze the milk quality of the goats under the study in each month of testing for each treatment. The results showed no significant differences between treatments ($p>0.05$) for the variables milk production, feed intake and feed conversion, however, for the test months, in the variables milk production and feed conversion differences were observed ($p<0.05$). The interaction treatments*months, there were significant differences in milk production ($p<0.0001$) and feed intake ($p=0.0352$). It should be noted that there was a significant correlation between feed intake and milk production ($r=0.637$, $p<0.0001$). A sampling was carried out on the kids born (n=17) of the female goats under study, where 6 kids were in T1 (ASYNC with ORE), 5 in T2 (ASYNC without ORE), 3 in T3 (SYNC without ORE) and 3 in T4 (SYNC with ORE). Using the technique of suckling, weighing and suckling, the variables of

daily milk consumption (kg) and daily weight gain (kg) were measured, where no significant differences were found among treatments ($p>0.05$).

On the other hand, the milk characteristics measured in the variables of pH, acidity (g/ml), density (g/ml) and fat (%), showed significant differences for each variable ($p<0.05$) between treatments and each month of testing, finding in T4 (SYNC with ORE) the lowest pH values of the study (≥5.7) and T3 (SYNC without ORE) as the highest (≥6) and the one with the greatest increase through the months. The acidity variable shows T2 (ASYNC without ORE) with the most stable values during the study (≥20 g/ml) and having T4 (SYNC with ORE) with the lowest acidity indexes, joining with this treatment to T1 (ASYNC with ORE) in month 2 and 3 in result (≤18 g/ml). With respect to milk density, the most stable treatment was T1 (ASYNC with ORE) (≥1.028 g/ml) and the treatment with the greatest drop in this variable we found T3 (SYNC without ORE) (≥1.031 g/ml to ≤1.027 g/ml); fat content showed the T1 (ASYNC with ORE) with the greatest (≥7%) increase and T4 (SYNC with ORE) with the most stable fat percentages (≥3%).

# 5. INTRODUCCIÓN

Recientemente, hay un gran interés sobre los aditivos de origen natural y su uso en la producción animal de rumiantes, ya que estos se enlazan mejor hacia los nuevos sistemas de producción destinados a obtener productos orgánicos de origen animal (Olijhoek et al., 2019).

Los metabolitos secundarios (e.g., aceites esenciales, taninos y saponinas) de las plantas ayudan a su crecimiento y reproducción, sin embargo, también tienen potencial para ser utilizados en alimentación animal. Se conoce una gran cantidad metabolitos secundarios, pero se informa que los aceites esenciales y las saponinas, tienen un efecto antimicrobiano confiriendo protección al organismo del animal; por lo tanto, se han investigado para que sean una alternativa a los aditivos y antibióticos sintéticos (Tekippe et al., 2011).

El sector lechero en diferentes regiones del mundo es fundamental y la producción de leche de cabra ha tomado gran importancia y crecido de manera exponencial, ya que apoya no solamente a la alimentación, sino también a la economía de distintos países en desarrollo (Silanikove et al., 2010). Las explotaciones lecheras caprinas deben tener en cuenta para desarrollar tecnologías y hacer más eficiente la producción, considerando la producción láctea, la curva de lactancia de sus cabras y que factores y/o variables la modifican, para desarrollar modelos matemáticos que auxilien en estimar su producción futura (Peña et al., 1999).

El orégano de origen europeo (*Origanum vulgare* L.), se utiliza para potenciar productos alimenticios, bebidas y propiedades medicinales. En cuanto a las especies del género *Lippia* son muy parecidas sus características con *Origanum vulgare*, por ejemplo, *Lippia graveolens*, *L. alba* Mill y otras *Lippia*; contienen cerca de 45 compuestos químicos donde los principales son carvacrol, timol, eugenol, cimeno, pineno y linalol. Estos compuestos han demostrado poseer propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas, contribuyendo a la salud del que lo consuma (Ortega–Nieblas et al., 2011).

### 5.1 *Lippia palmeri* S. Watson

El orégano *Lippia palmeri* S. Watson forma parte de la familia Verbenaceae; es un arbusto ramificado y frondoso, que se encuentra en las zonas áridas y semiáridas de México, sobre todo en los estados de Sonora, Baja California (Sur y Norte) y Sinaloa (Ortega–Nieblas et al., 2011). En el cuadro 1 se presenta la calsificación taxónomica (Urías, 2014).

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Lippia palmeri***

| | |
|---|---|
| Reino | Plantae |
| Subreino | Viridaeplantae |
| División | Euphyllophytina |
| Clase | Spermatopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Lamiales |
| Familia | Verbenaceae |
| Subfamilia | Rhododendroideae |
| Género | *Lippia* |
| Especie | *palmeri* |

Se denota como una planta de tallos leñosos rectos, puede alcanzar una altura de 0.5 a 2.5 m, con hojas ovaladas con una longitud de 0.5 a 2 cm. Sus flores son blancas tornándose violetas, con pétalos de 2 a 3 mm de longitud; su floración se da a finales de octubre. Se encuentra mayormente en laderas o mesetas de cerros, lomeríos y muy raramente en planicies, sobre todo en zonas cálidas y pobres de materia orgánica (Corella-Bernal y Ortega-Nieblas, 2013).

### 5.2 Producción de leche caprina y alimentación

Los caprinos son de los pequeños rumiantes, uno de los grupos más importantes en producción de leche, en las regiones templadas y tropicales; su proyección se observa en ~~el~~ continuo aumento que la población de cabras a nivel mundial ha experimentado en los últimos años. Entre los años 1993 y 2003, ocurrió un aumento de caprinos de 26.4% (604.7 a 764.5 millones de cabezas), notándose

el mayor crecimiento en regiones tropicales en el continente de Asia (27.1%), África (24.1%) y América (Sur, Centro y Norte - 0.7%) (Elizondo-Salazar, 2008).

Los mejores rendimientos en cabras lecheras, se obtienen cuando el consumo de energía y proteína en la dieta es la adecuada para cubrir sus necesidades alimenticias. Se han realizado distintos trabajos a lo largo de los años de sincronizar la síntesis de proteína, proveyendo de manera adecuada las tasas de $NH_3$ y Energía Metabolizable fermentada (EMf), sin embargo, no se han obtenido resultados óptimos en este tema. Dando así paso a investigar otras alternativas que hasta el momento permanecen sin documentar en cabras lecheras. El motivo principal es que, en las cabras, no existe una recomendación concreta del uso de la fibra y otros nutrientes en las dietas, ya que difieren de los bovinos y ovinos en cuanto a su tasa de consumo, selectividad y preferencia de alimento por lo que, lo ya investigado en los rumiantes antes mencionados, no se puede medir de la misma manera en los caprinos (Danelón et al., 2010).

### 5.3 Sincronización de nutrientes

La sincronización de nutrientes se define como la actividad de proporcionar al ambiente ruminal en forma simultánea, las fuentes de energía y proteína en las cantidades requeridas en la dieta, para lograr el máximo crecimiento de microorganismos y mayor aprovechamiento de los nutrientes en el animal (Repetto y Cajarville, 2009).

Para el concepto de sincronización, es de vital importancia comprender como se relaciona la energía y proteína suministrada a la microbiota ruminal, ya que el rumen tiene la capacidad de sintetizar proteína microbiana, si el nitrógeno degradable se sincroniza con la energía fermentable. Se puede alterar el efecto sincrónico en las dietas de rumiantes, cambiando los ingredientes de la ración por los convencionales o combinándolos. Sin embargo, no se puede apuntar si la maximización de la síntesis de proteína microbiana se deriva de la inclusión o manipulación de nuevos ingredientes o a la sincronización de nutrientes directamente; por tanto, el concepto de sincronización entre energía y proteína

es difícil de manejar debido al complejo ecosistema ruminal, ya que puede beneficiar solo a una parte de la población microbiana (Rodríguez et al., 2007).

### 5.4 cabras criollas y crecimiento de cabritos

En México la cabra criolla se caracteriza por tener bajos índices de producción de carne y leche y la variación en su conformación morfológica. Sin embargo, su gran capacidad de adaptación a los ambientes difíciles (principalmente en zonas áridas y semiáridas), juega un papel importante para las unidades de producción familiar de zonas marginadas y con poca admisión a la tecnología. Estos caprinos pueden producir y reproducirse a pesar de las dificultades ambientales, técnicas y económicas; no obstante, su principal sistema de producción es de manera extensiva, por lo tanto, son diversos los factores que se ocupan para comprender y encontrar alternativas que contribuyan a mejorar su producción en estos sistemas (Hernández et al., 2005).

El crecimiento de cabritos juega un papel importante en diferentes empresas dedicadas a la caprinocultura. Existen distintos factores que actúan en el crecimiento de los cabritos en general, como la raza, tamaño de la camada, peso al nacer y producción de leche, sin embargo, este último es el principal factor que influye en el crecimiento del cabrito, dado que la producción de leche de la madre es su principal alimento en la primera etapa de su desarrollo (Monroy et al., 2019).

### 5.5 características de la leche de cabra

La leche de cabra dentro de sus propiedades nutricionales, se conoce como un alimento más completo que la de vaca, es de ahí que se puede sustituir en la dieta, solo es superada nutricionalmente por la leche humana; además, se conoce que se ha utilizado desde los inicios de la civilización, debido a su poder terapéutico contra malestares gastrointestinales. El conocimiento de la composición de la leche, determina su calidad y sus propiedades para dar valor como materia prima durante la elaboración de subproductos (Bidot, 2017; Llerena et al., 2017).

La leche de cabra como ya se ha mencionado, tiene elementos importantes y varía dependiendo de varios factores (e.g., raza, lactancia, estado de salud), además que se diferencia puntualmente con otras especies (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Composición de la leche de distintas especies. Modificado de Elorza-Tejeda (2018).**

| | Especie | | | |
|---|---|---|---|---|
| Componente (%) | Cabra | Oveja | Vaca | Humano |
| Sólidos totales | 13.2 | 19.3 | 11.7 | 12.5 |
| Grasa | 4.4 | 7.0 | 3.4 | 4.4 |
| Lactosa | 4.4 | 5.4 | 4.6 | 6.9 |
| Proteína | 3.5 | 6.0 | 3.0 | 1.0 |
| Caseína | 3.0 | 5.0 | 2.7 | 0.4 |
| Minerales | 0.81 | 0.96 | 0.69 | 0.20 |

# 6. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo para conocer el potencial del orégano de monte *Lippia palmeri* S. Watson en la producción animal de rumiantes, en este caso, directamente de cabras criollas en periodo de lactancia temprana, y poder tener evidencia de su uso como un aditivo natural en la alimentación y como alternativa de suplemento, junto con alimentos de baja calidad nutricional en la época de escases de alimento en el agostadero, que se da sobre todo en la época de sequía, de esa manera se podría incorporar un recurso forestal no maderable como lo es este tipo de orégano endémico de Baja California Sur, en el manejo de recursos naturales. El estudio se desarrolló en condiciones controladas y se evaluó diariamente la producción de leche, el consumo y rechazo de alimento diario y de esa manera se determinó la conversión alimenticia de cada tratamiento, para poder conocer si el orégano afecta a cada variable mencionada y por lo tanto sugerirlo como un ingrediente eficaz en la alimentación de rumiantes.

El presente documento esta dividido en cuatro capítulos, que comprenden los resultados de los estudios de composición botánica del sitio de estudio; el efecto del orégano *Lippia palmeri* S. Watson en la producción de leche, consumo de alimento y conversión alimenticia; el efecto de *Lippia palmeri* en el crecimiento de los cabritos y su efecto en las características fisicoquímicas de la leche.

# 7. HIPÓTESIS

El uso del orégano *Lippia palmeri* S. Watson en la dieta de cabras, modifica el comportamiento en el consumo de alimento y la producción de leche y modifica las características de calidad de la leche.

La implementación de dietas suplementadas con orégano *Lippia palmeri* S. Watson, afectan el crecimiento de los cabritos.

# 8. OBJETIVOS

## 8.1 Objetivo general

Evaluación del comportamiento en la alimentación y producción de leche de cabras, después de la inclusión del orégano en la dieta de cabras lactantes.

## 8.2 Objetivos específicos

a) Análisis de la composición botánica del sitio de estudio Rancho El Palmar de Abajo en la época húmeda y seca.
b) Evaluación del comportamiento en la alimentación y producción de leche de cabras, después de la inclusión de *Lippia palmeri* S. Watson en la dieta alimenticia.
c) Medición del crecimiento y ganancia de peso de cabritos.
d) Determinación de las características fisicoquímicas de la leche de cabra.

# 9. CAPÍTULOS

## 9.1 Composición botánica del Matorral Sarcocaule en Baja California Sur durante las estaciones húmeda y seca

### 9.1.1 Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la composición florística del Matorral Sarcocaule del desierto Sonorense en un área de 800 ha dentro de una propiedad ejidal ubicada en los límites de la ciudad de La Paz, Baja California Sur. El muestreo se realizó durante la época de lluvias (septiembre-noviembre de 2018) y a finales de la época de sequía (mayo-agosto de 2019), por medio de 20 cuadrantes de 5 m x 5 m. Se identificaron 29 especies de 1,634 individuos, entre las dos temporadas y se consideraron las variables de altura y diámetro de copa de cada ejemplar por especie para determinar abundancia (Ar), dominancia (Dr), frecuencia (Fr), índice de valor de importancia (IVI) y los índices de Shannon para la diversidad de especies (H´) e índice de Margalef para la riqueza de especies (S´). Durante la época de lluvias, se observó a *Jatropha cinerea* como dominante (Dr=7.15) y con mayor IVI (10.7%); *Turnera diffusa* fue la más abundante con una Ar=3.2. En cambio, para la temporada seca, fue *Prosopis articulata* la especie dominante Dr=9.29 y con mayor IVI (12.51%); *Mammillaria armillata* fue la más abundante, con Ar=4.56. Los índices de (H') y (S') durante la época de lluvias fueron 3.36 y 8.09, respectivamente, con diferencia entre ellos ($p \leq 0.05$) al compararlos con los de la temporada seca (2.88 y 4.88, respectivamente), debido a la ausencia de taxones y disminución del número de individuos, en relación con la época húmeda.

**Palabras clave:** Composición florística, desierto Sonorense, épocas de lluvias, indicadores ecológicos, La Matanza, sequía.

## 9.1.2 Abstract

The aim of the present study was to determine the floristic composition of the sarcocaule scrub of the Sonoran desert in an area of 800 ha within an “ejido” property located in the limits of the city of La Paz, Southern Baja California. Sampling was carried out during the rainy season (September-November 2018) and at the end of the dry season (May-August 2019), using 20 quadrants of 5 m × 5 m. 29 species of 1 634 individuals were identified, between the two seasons and the variables of height and crown diameter of each specimen by species were considered, in order to determine abundance (Ar), dominance (Dr), frequency (Fr), importance value index (IVI) and the Shannon index for species diversity (H´) and the Margalef index for species richness (S´). During the rainy season, Jatropha cinerea is observed as the dominant species (Dr = 7.15) and with the highest IVI (10.7 %) and Turnera diffusa as the most abundant with Ar = 3.2. On the other hand, for the dry season, Prosopis articulata is the dominant species Dr = 9.29 and with the highest IVI (12.51 %) and *Mammillaria armillata* as the most abundant, with Ar = 4.56. The indices of H' and S' during the rainy season were 3.36 and 8.09, respectively, with a difference between them ($p \leq 0.05$) when compared with those of the dry season (2.88 and 4.88, respectively), due to the absence of species and decrease in the number of individuals, than in the wet season.

**Key words:** Floristic composition, Sonoran desert, rainy season, ecological indicators, La Matanza, drought.

## 9.1.3 Introducción

El norte de México está cubierto por los desiertos de Norteamérica, como son los del sur de Arizona y California que se extienden hacia los estados de Sonora, Chihuahua, Baja California y Baja California Sur; donde se ubican los desiertos Chihuahuense, Sonorense y de Mojave (Whorley y Kenagy, 2007). Las características de clima y de suelo de estos lugares hacen posible que los matorrales exhiban una composición botánica distinta, con alta diversidad y riqueza de especies (Cabrera, 2009).

En el estado de Baja California Sur existen tres tipos de ecosistemas: bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolio y matorral sarcocaule, este tipo último es dominante y constituye una variación del matorral xerófilo (Rzedowski, 2006) característico de las zonas áridas. El matorral sarcocaule cubre gran parte del territorio de la entidad y se ubica en las planicies de zonas cercanas a la ciudad de La Paz. Entre las especies dominantes de este tipo de vegetación destacan *Jatropha cinerea* (Ortega) Muell.-Arg. (lomboy), *J. cuneata* Wiggins & Rollins (matacora), *Bursera microphylla* A. Gray (torote), *Stenocereus gummosus* (Engelm.) A. Gibson & K. E. Horak (pitaya dulce), *Larrea divaricata* Cav. (jarilla) y *Fouquieria diguetti* (Tiegh.)I. M. Johnst. (palo adán) (Velderrain et al., 2010). La vegetación se caracteriza por la dominancia de plantas arbustivas y arbóreas, principalmente leguminosas; en particular abundan las familias Agavaceae y Cactaceae (suculentas), así como Burseraceae y Euphorbiaceae (semisuculentas) con tallos y ramas retorcidos, presentan corteza exfoliante (León et al., 2000). Esta gran diversidad es aprovechada por el ganado, mediante el pastoreo.

El conocimiento de la estructura de la vegetación de un ecosistema forestal es importante, ya que la distribución de las especies y su abundancia no es similar entre las distintas estaciones del año, a partir de la influencia de algún factor edáfico o climático. Así, la información generada puede ser un medio para hacer propuestas de manejo, conservación y regeneración, en áreas reducidas o en fragmentos del matorral (Rosenzweig, 1995). Se han realizado diferentes

estudios que se refieren a la composición botánica del matorral sarcocaule (León et al., 2000; Velderrain et al., 2010); no obstante, existen otras investigaciones que se han centrado en los rasgos funcionales de diferentes especies y su fenología (Maya y Arriaga, 1996; Perea et al., 2005).

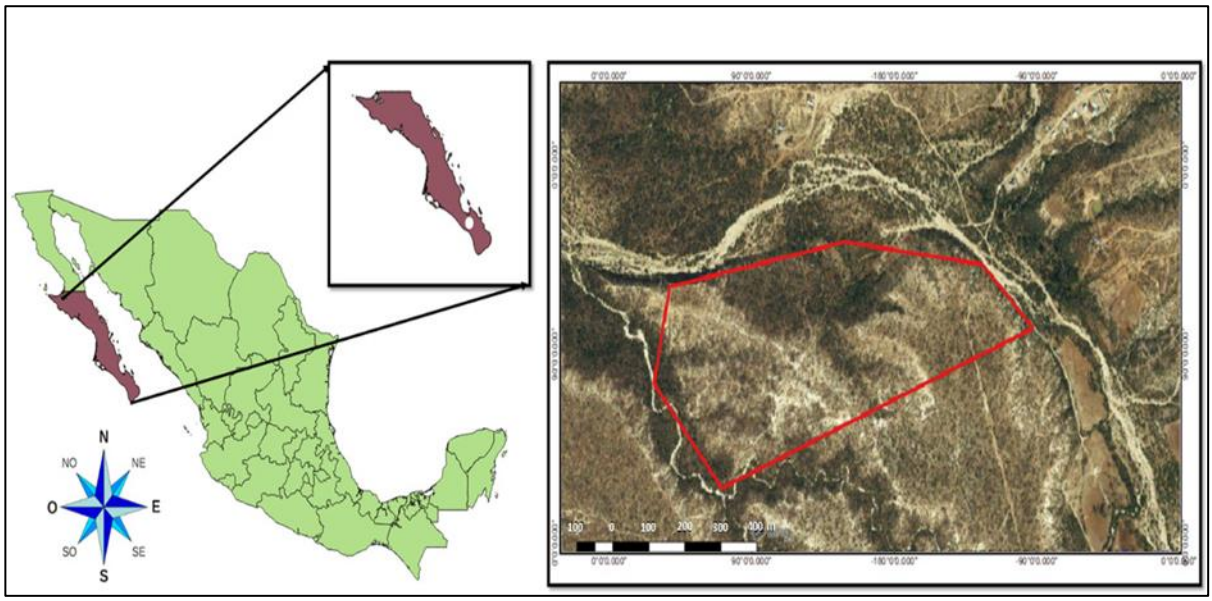
La amplia diversidad de plantas que se establecen en la vegetación del noreste de México ocurre en respuesta a factores físicos extremos, como las sequías recurrentes y las temperaturas intensas, además de las actividades humanas como el cambio de uso del suelo y el sobrepastoreo (Reid et al., 1990), que favorecen importantes cambios en su estructura y composición.

En este contexto, el objetivo de la presente investigación consistió en conocer la composición florística del matorral sarcocaule presente en el Rancho Palmar de Abajo de la localidad de La Matanza, en dos épocas del año y su relación con el clima. Se planteó como hipótesis, que la presencia de familias botánicas está supeditada al cambio de estación. Se esperaría diferencia en la presencia de especies y efectos sobre la abundancia, la cobertura, la riqueza y diversidad vegetal del matorral.

## 9.1.4 Materiales y Métodos

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el área conocida como Rancho Palmar de Abajo, ubicado en la localidad La Matanza, municipio La Paz, Baja California Sur, entre los 23°38´02´´N y 110°17´05´´O (Figura 1). El clima es seco-desértico, con temperatura promedio de 21.2 °C y de 9 °C en invierno; la estación de lluvias comprende los meses de julio a septiembre, pero las precipitaciones pueden ocurrir en invierno (Ramírez et al., 2011). La época seca se verifica de febrero a junio (Troyo et al., 2014).




**La zona de estudio se marca dentro del Polígono en rojo.**

**Figura 1. Localización del predio Rancho Palmar, municipio La Paz, Baja California Sur.**

En la zona de estudio, el tipo de suelo es Regosol, en su mayor parte está cubierto por el matorral sarcocaule (INEGI, 2009). En general, los terrenos son utilizados para el cultivo de hortalizas y la siembra de forrajes para el ganado.

### Método de muestreo

Se seleccionó el método de cuadrantes (Ferro-Díaz, 2015; Pequeño et al., 2017) para describir la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en el sitio de muestreo. Se delimitaron con estacas de metal de 30 cm, 20 cuadrantes de 5 m × 5 m cada

uno, con una distancia aproximada de 100 m entre ellos, y se registró su geo posición en el vértice de cada uno de ellos con un GPS Garmin Oregón 650. En los cuadrantes se consideraron: el número de especies, y de individuos por taxon; con una cinta Truper de 10 m se midió la altura (cm), ancho de copa (cm) y largo de copa (cm) de cada planta. Los datos se utilizaron para determinar los indicadores ecológicos de Abundancia relativa (ARi), Dominancia relativa (DRi) y Frecuencia relativa (FRi) de cada especie en los 20 cuadrantes. Además, se calculó el índice de Valor de Importancia (IVI), cuyos valores corresponden a una escala de 0 a 100 expresada en porcentaje (García y Zavala, 2018). Las fórmulas para los indicadores se muestran a continuación (Marroquín et al., 2017):

$$\boldsymbol{Ai = \frac{N}{S}} \qquad \boldsymbol{ARi = \left(\frac{Ai}{\sum Ai}\right) * 100}$$

Donde:

ARi = Abundancia relativa de la especie i, respecto a la abundancia total

Ai = Número de individuos de la especie i

$\sum Ai$ = Sumatoria del número de individuos de todas las especies

S = Superficie de muestreo (ha)

$$\boldsymbol{Di = \frac{Ab(i)}{S(ha)}} \qquad \boldsymbol{DRi = \left(\frac{Di}{\sum Di}\right) * 100}$$

Donde:

DRi = Dominancia relativa de la especie i, respecto a dominancia total

Di = Dominancia absoluta de los individuos de la especie i

$\sum Di$ = Sumatoria de la dominancia de individuos de todas las especies

S = Superficie (ha)

$$\boldsymbol{Fi = \frac{Pi}{NS}} \qquad \boldsymbol{FRi = \left(\frac{Fi}{\sum Fi}\right) * 100}$$

Donde:

FRi = Frecuencia relativa de la especie i, respecto a la frecuencia total

Fi = Número de cuadrantes en los que está presenta la especie i

$\sum Fi$ = Sumatoria del número de cuadrantes en los que están presentes todas las especies

Pi = Número de cuadrantes en los que esta presenta la especie i

NS = Número total de sitios de muestreo

$$IVI = (ARi + DRi + FRi) / 3$$

Donde:

IVI = Índice de Valor de Importancia

ARi = Abundancia relativa de la especie i, respecto a la abundancia total

DRi = Dominancia relativa de la especie i, respecto a la dominancia total

FRi = Frecuencia relativa de la especie i, respecto a la frecuencia total

De igual manera, se determinó el índice de Margalef (S´) para conocer la diversidad de especies y el índice de Shannon-Wienner (H') para la riqueza de especies (Marroquín et al., 2017). Finalmente, se analizó el índice de similitud de Jaccard entre los cuadrantes muestreados en las dos épocas (Ij) (Reyes y Torres Florez, 2009), mediante las siguientes fórmulas:

$$S' = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S´ = Índice de Margalef

S = Número de especies

ln = Logaritmo natural

N = Número total de individuos

$$H` = -\sum_{i=1}^{S} pi * \ln(pi)$$

$$pi = ni/N$$

Donde:

H’ = Índice de diversidad de Shannon-Wienner

S = Número de especies presentes

ln = Logaritmo natural

pi = Proporción de las especies i

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número total de individuos

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

Ij = Índice de similitud de Jaccard

a = Número de especies presentes en el cuadrante A

b = Número de especies presentes en el cuadrante B

c = Número de especies presentes en ambos cuadrantes A y B

Los muestreos se realizaron en los mismos cuadrantes, en la estación húmeda (28 de septiembre a 2 de noviembre 2018) y seca (27 de mayo a 5 de agosto, 2019); cabe destacar que los eventos de lluvia se presentaron con retraso.

**Análisis de los datos**

El análisis de la información se hizo mediante una prueba multivariada para detectar las diferencias entre estaciones (húmeda y seca), de cobertura y similitud de especies en cada cuadrante, con el programa Past 3.2 (Medina et al.,

2017). Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el paquete SPSS versión 22.0 (IBM, 2013), con la prueba no paramétrica para muestras dependientes de Wilcoxon para las variables de Abundancia (N $ha^{-1}$), Dominancia ($m^2$ $ha^{-1}$), Diversidad de especies (H´) y Riqueza de especies (S´) con el fin de detectar diferencias entre las estaciones húmeda y seca (Ramírez et al., 2013). Cada una de las especies y familias identificadas, a lo largo de la investigación, fueron corroborados con lo publicado en la obra de Rebman y Roberts (2012) referente a la botánica de la península de Baja California.

## 9.1.5 Resultados

**Composición florística**

Se identificaron 1 466 individuos de 60 especies y 27 familias durante la estación húmeda. Se registró el mayor número de taxones para las familias Asteraceae y Fabaceae (8); seguidas por Cactaceae (7), Euphorbiaceae (6), Solanaceae y Rhamnaceae (3 cada una), Burseraceae, Amaranthaceae, Acanthaceae y Malvaceae (2 cada una); las demás familias presentaron un solo taxón en la temporada de lluvias. En la estación seca, se contabilizó un total de 168 individuos de 27 especies y 14 familias, las cuales se distribuyeron de la siguiente manera, de mayor a menor diversidad: Cactaceae (7), Euphorbiaceae (4), Fabaceae (4) y Malvaceae (2); en el resto de las familias se registró una sola especie.

**Indicadores ecológicos**

En el Cuadro 1 se ordenan los resultados obtenidos en las dos estaciones del año, y en el Cuadro 2 la relación de familias y formas de vida de cada especie registrada en la investigación.

**Cuadro 3. Relación de especies observadas, con sus respectivos valores de Abundancia relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa e Índice de Valor de Importancia, en el sitio conocido como Rancho Palmar de Abajo, durante las estaciones húmeda y seca.**

| | Estación húmeda | | | | Estación seca | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Especie vegetal** | **$A_r$ (%)** | **$D_r$ (%)** | **$F_r$ (%)** | **IVI (%)** | **$A_r$ (%)** | **$D_r$ (%)** | **$F_r$ (%)** | **IVI (%)** |
| *Acacia farnesiana* (L.) Willd. | 0.136 | 0.109 | 0.575 | 0.82 | 0.595 | 0.659 | 1.220 | 2.474 |
| *Adelia virgata* Brandegee | 0.455 | 1.844 | 1.054 | 3.352 | 0.794 | 1.296 | 0.813 | 2.903 |
| *Agave deserti* Gentry | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.397 | 0.050 | 0.407 | 0.853 |
| *Amaranthus fimbriatus* (Torr.) Benth. | 0.182 | 0.002 | 0.479 | 0.663 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Ambrosia bryantti* (Curran) Payne | 0.023 | 0 | 0.096 | 0.119 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Antigonon leptopus* Hook & Arn. | 0.659 | 2.459 | 1.149 | 4.268 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Bahiopsis chenopodina* (Greene) E.E.Schill. & Panero | 0.114 | 0.083 | 0.192 | 0.389 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Bebbia juncea* (Benth.) Greene | 0.045 | 0.003 | 0.096 | 0.144 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Boerhavia coulteri* (Hook. F.) S. Watson | 2.206 | 0.757 | 1.245 | 4.207 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Bourreria sonorae* S. Watson | 0.068 | 0.134 | 0.192 | 0.394 | 0.397 | 0.537 | 0.407 | 1.340 |
| *Bursera microphylla* A. Gray | 0.75 | 0.213 | 1.149 | 2.113 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Bursera odorata* Brandegee | 0.25 | 1.074 | 0.383 | 1.707 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Calliandra californica* (Benth.) D. Gibs. | 0.546 | 0.509 | 0.575 | 1.629 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Celosia floribunda* A. Gray | 0.023 | 0.002 | 0.096 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Chamaesyce polycarpa* (Benth.) Millsp. ex Parish | 1.182 | 0.125 | 0.862 | 2.169 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Cnidoscolus angustidens* Torr. | 0.296 | 0.379 | 0.575 | 1.25 | 0.992 | 0.272 | 1.220 | 2.484 |
| *Colubrina glabra* S. Watson | 0.091 | 0.327 | 0.192 | 0.609 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Condalia globosa* I.M. Johnston | 0.705 | 0.395 | 0.287 | 1.388 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Cryptostegia grandiflora* Roxb. ex R.Br. | 0.296 | 0.051 | 0.287 | 0.634 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Cylindropuntia cholla* (Engelm. & Bigelow) F.M. Knuth | 0.409 | 0.393 | 1.149 | 1.952 | 2.579 | 2.217 | 4.065 | 8.862 |
| *Cylindropuntia molesta* (Brandegee) F.M.Knuth | 0.091 | 0.151 | 0.192 | 0.433 | 0.992 | 1.193 | 0.813 | 2.998 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl. | 0.114 | 0.01 | 0.096 | 0.219 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Cyrtocarpa edulis* Standl. | 0.296 | 0.318 | 0.766 | 1.38 | 0.397 | 0.097 | 0.407 | 0.900 |
| *Datura discolor* Bernh. | 0.023 | 0.002 | 0.096 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Euphorbia californica* Boiss. | 2.683 | 0.603 | 0.958 | 4.243 | 1.984 | 0.101 | 0.407 | 2.491 |
| *Ferocactus chrysacanthus* (Orcutt) Britton & Rose | 0.045 | 0.001 | 0.096 | 0.142 | 0.595 | 0.033 | 0.813 | 1.441 |
| *Fouquieria diguetti* (Tiegh.) I. M. Johnst. | 0.659 | 2.33 | 1.341 | 4.331 | 0.198 | 1.017 | 0.407 | 1.621 |
| *Haematoxylon brasiletto* H. Karst. | 0.091 | 0.823 | 0.192 | 1.105 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Ibervillea sonorae* (S. Watson) Green | 0.023 | 0 | 0.096 | 0.119 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Ipomea meyeri* G.Don | 0.091 | 0.081 | 0.192 | 0.364 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Ipomopsis tenuifolia* (A. Gray) V. Grant | 0.477 | 0.047 | 0.383 | 0.908 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Jatropha cinerea* (Ortega) Muell.-Arg. | 1.728 | 7.155 | 1.82 | 10.70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Jatropha cuneata* Wiggins & Rollins | 0.841 | 1.297 | 0.575 | 2.713 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Karwinskia humboldtiana* Zucc. | 0.045 | 0.27 | 0.096 | 0.411 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Krameria parvifolia* Benth. | 0.136 | 0.409 | 0.383 | 0.929 | 0.794 | 1.431 | 1.220 | 3.444 |
| *Lippia palmeri* S. Watson | 1.933 | 1.502 | 1.054 | 4.489 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Lycium brevipes* Benth. | 0.227 | 0.641 | 0.575 | 1.444 | 0.595 | 1.212 | 0.813 | 2.621 |
| *Mammillaria armillata K.Brandegee* | 2.478 | 0.014 | 1.533 | 4.025 | 4.563 | 0.027 | 2.846 | 7. 436 |
| *Melochia tomentosa* L. | 0.296 | 0.202 | 0.862 | 1.36 | 1.190 | 0.213 | 1.626 | 3.029 |
| *Merremia aurea* (Kellogg) O'Donell | 0.159 | 0.104 | 0.383 | 0.646 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Mimosa distachya* Cav. Vent. | 0.091 | 0.032 | 0.192 | 0.315 | 0.794 | 0.154 | 0.407 | 1.354 |
| *Olneya tesota* A. Gray. | 0.114 | 0.187 | 0.479 | 0.78 | 0.198 | 0.314 | 0.407 | 0.919 |
| *Pachycereus pringlei* (S. Watson) Britton & Rose | 0.296 | 0.407 | 0.575 | 1.277 | 2.183 | 0.363 | 2.439 | 4.985 |
| *Parkinsonia florida* (Benth. ex A. Gray) S. Watson | 0.023 | 0.076 | 0.096 | 0.195 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Pectis rusbyi* Greene ex A. Gray | 1.432 | 0.038 | 0.862 | 2.333 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Perityle californica* Benth. | 0.045 | 0.005 | 0.096 | 0.146 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Perityle incompta* Brandegee | 0.023 | 0.017 | 0.096 | 0.135 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Porophyllum crassifolium* S.Watson | 0.591 | 0.367 | 0.862 | 1.82 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Portulaca halimoides* L. | 2.024 | 0.03 | 0.287 | 2.341 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Proboscidea altheifolia* (Benth.) Decne. | 0.045 | 0.026 | 0.192 | 0.263 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Prosopis articulata* S. Watson | 0.182 | 1.948 | 0.575 | 2.705 | 1.19 | 9.295 | 2.033 | 12.51 |
| *Ruellia californica* I.M. Johnst. | 2.501 | 2.519 | 2.012 | 7.032 | 4.167 | 4.848 | 3.252 | 12.26 |
| *Rynchosia pyramidalis* (Lam.) Urb. | 0.273 | 0.464 | 0.096 | 0.833 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Sida xanti* A. Gray | 0.455 | 0.042 | 0.958 | 1.454 | 0.198 | 0.877 | 0.407 | 1.482 |
| *Solanum hindsianum* Benth. | 0.432 | 0.266 | 0.575 | 1.272 | 1.389 | 0.068 | 1.626 | 3.083 |
| *Sonchus oleraceus* L. | 0.136 | 0.009 | 0.287 | 0.433 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Stenocereus gummosus* (Engelm.) A.Gibson &y K.E.Horak | 0.364 | 0.78 | 0.766 | 1.911 | 2.778 | 4.621 | 2.846 | 10.24 |
| *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. | 0.068 | 0.328 | 0.287 | 0.684 | 0.397 | 1.256 | 0.813 | 2.466 |
| *Tribulus terrestris* L. | 0.136 | 0.048 | 0.287 | 0.471 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Turnera diffusa* Willd. ex Schult. | 3.206 | 0.916 | 1.341 | 5.463 | 2.778 | 0.4 | 1.22 | 4.398 |
| *Vallesia glabra* (Cav.) Link | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.198 | 0.006 | 0.407 | 0.611 |
| *Yucca valida* Brandegee | 0.023 | 0.009 | 0.096 | 0.127 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL** | **33.33** | **33.33** | **33.34** | **100** | **33.33** | **33.33** | **33.34** | **100** |

$A_r$= Abundancia relativa (%), $D_r$= Dominancia relativa (%), $F_r$= Frecuencia relativa (%), *IVI*= Índice de Valor de Importancia (%).

**Cuadro 4. Relación florística ordenada por tipo de familia, especie y forma de vida.**

| Familia | Especie | Forma de vida |
|---|---|---|
| **Acanthaceae** | *Ruellia californica* I.M. Johnst. | Herbácea |
| **Agavaceae** | *Yucca valida* Brandegee | Suculenta |
| **Amarantácea** | *Amaranthus fimbriatus* (Torr.) Benth. | Herbácea |
| | *Celosia floribunda* A.Gray | Arbustiva |
| **Anacardiaceae** | *Cyrtocarpa edulis* Standl. | Suculenta |
| **Apocynaceae** | *Vallesia glabra* (Cav.) Link | Arbustiva |
| **Asclepiadáceae** | *Criptostegia grandiflora* | Trepadora |
| **Asparagaceae** | *Agave deserti* Gentry | Suculenta |
| **Asteraceae** | *Bahiopsis chenopodina* (Greene) E.E.Schill. & Panero | Arbustiva |
| | *Bebbia juncea* (Benth.) Greene | Herbácea |
| | *Ambrosia bryantti* (Curran) Payne | Arbustiva |
| | *Pectis rusbyi* Greene ex A. Gray | Herbácea |
| | *Perityle californica* Benth. | Herbácea |
| | *Perityle incompta* Brandegee | Herbácea |
| | *Porophyllum crassifolium* S.Watson | Arbustiva |
| | *Sonchus oleraceus* L. | Herbácea |
| **Boraginaceae** | *Bourreria sonorae* S. Watson | Arbustiva |
| **Burseraceae** | *Bursera microphylla* A. Gray | Suculenta |
| | *Bursera odorata* Brandegee | Suculenta |
| **Cactaceae** | *Cylindropuntia cholla* (Engelm. & Bigelow) F.M. Knuth | Suculenta |
| | *Cylindropuntia molesta* (Brandegee) F.M.Knuth | Suculenta |
| | *Ferocactus chrysacanthus* (Orcutt) Britton & Rose | Suculenta |
| | *Mammillaria armillata* K. Brandegee | Suculenta |
| | *Pachycereus pringlei* (S. Watson) Britton & Rose | Suculenta |
| | *Stenocereus gummosus* (Engelm.) A.Gibson & K.E.Horak | Suculenta |
| | *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. | Suculenta |
| **Convolvulaceae** | *Ipomea meyeri* G.Don | Trepadora |
| | *Merremia aurea* (Kellogg) O'Donell | Trepadora |
| **Cucurbitaceae** | *Ibervillea sonorae* (S. Watson) Green | Trepadora |
| **Cyperaceae** | *Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl. | Herbácea |
| **Euphorbiaceae** | *Adelia virgata* Brandegee | Arbustiva |
| | *Chamaesyce polycarpa* (Benth.) Millsp. ex Parish | Herbácea |
| | *Cnidoscolus angustidens* Torr. | Herbácea |
| | *Euphorbia californica* Boiss. | Arbustiva |
| | *Jatropha cinerea* (Ortega) Muell.-Arg. | Suculenta |
| | *Jatropha cuneata* Wiggins & Rollins | Suculenta |
| **Fabaceae** | *Acacia farnesiana* (L.) Willd. | Arbustiva |
| | *Calliandra californica* (Benth.) D. Gibs. | Arbustiva |

| | | |
|---|---|---|
| | *Haematoxylon brasiletto* H. Karst. | Arbustiva |
| | *Mimosa distachya* Cav. Vent. | Arbustiva |
| | *Olneya tesota* A. Gray. | Árborea |
| | *Parkinsonia florida* (Benth. ex A. Gray) S. Watson | Árborea |
| | *Prosopis articulata* S. Watson | Árborea |
| | *Rynchosia pyramidalis* (Lam.) Urb. | Trepadora |
| **Fouqueriaceae** | *Fouquieria diguetti* (Tiegh.) I. M. Johnst. | Árborea |
| **Kramariaceae** | *Krameria parvifolia* Benth. | Arbustiva |
| **Malvaceae** | *Melochia tomentosa* L. | Arbustiva |
| | *Sida xanti* A. Gray | Herbáceas |
| **Martyniaceae** | *Proboscidea altheifolia* (Benth.) Decne. | Herbácea |
| **Nyctaginaceae** | *Boerhavia coulteri* (Hook. F.) S. Watson | Herbácea |
| **Polemoniaceae** | *Ipomopsis tenuifolia* (A. Gray) V. Grant | Herbácea |
| **Polygonaceae** | *Antigonon leptopus* Hook & Arn. | Trepadora |
| **Portulacaceae** | *Portulaca halimoides* L. | Herbácea |
| **Rhamnaceae** | *Colubrina glabra* S. Watson | Arbustiva |
| | *Condalia globosa* I.M. Johnston | Arbustiva |
| | *Karwinskia humboldtiana* Zucc. | Arbustiva |
| **Solanaceae** | *Datura discolor* Bernh. | Herbácea |
| | *Lycium brevipes* Benth. | Arbustiva |
| | *Solanum hindsianum* Benth. | Arbustiva |
| **Turneraceae** | *Turnera diffusa* Willd. ex Schult. | Arbustiva |
| **Verbenaceae** | *Lippia palmeri* S. Watson | Arbustiva |
| **Zygophyllaceae** | *Tribulus terrestris* L. | Herbácea |

Los resultados del IVI evidenciaron entre las principales especies a *Jatropha cinerea*, con 10.7 %; *Ruellia californica* I.M. Johnst., con 6.7 %; *Turnera diffusa* Willd. ex Schult., con 5.46 %; *Lippia palmeri* S. Watson, con 4.48 %; y *Fouquieria diguetti*, con 4.33 %, como las especies con mayor IVI para la temporada de lluvias (húmeda). En cambio, para la época seca los valores más altos de IVI correspondieron a *Ruellia californica* de 12.48 %; *Prosopis articulata* S. Watson, con 11.76 %; *Stenocereus gummosus*, con 9.87 %; *Cylindropuntia cholla* (Engelm. & Bigelow) F.M. Knuth, con 8.61 %; y *Mammillaria armillata* K. Brandegee, con 7.7 %. La riqueza (S´) de especies fue mayor para la época de lluvia, con un S´= 8.09 y para la temporada seca de S´=4.88.

Para la diversidad de especies (H´), en la época de lluvias se observó un valor de H´= 3.36 y en la seca de H´= 2.88, lo que indica alta diversidad durante la

temporada húmeda, como era de esperarse; lo que coincide con los resultados de Alanís et al. (2015a) en este tipo de matorral de Nuevo León. Para la abundancia (N $ha^{-1}$) y la dominancia ($m^2$ $ha^{-1}$), se detectaron diferencias significativas entre las dos épocas (p=0.000087) y (p=0.000085), respectivamente; lo cual fue extensivo para la diversidad (H´) y riqueza (S´) de especies (p=0.000088) entre las dos estaciones (Figura 2).

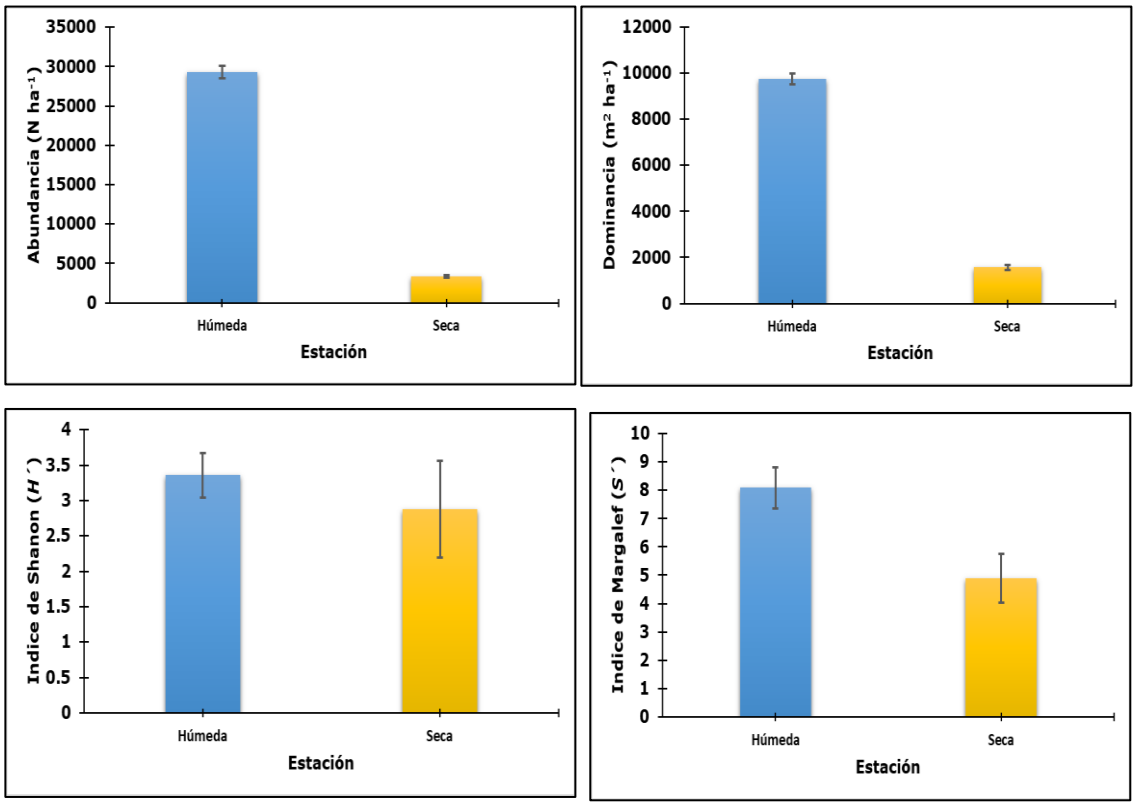



**Figura 2. Abundancia (N/Ha), Dominancia ($m^2$/Ha), Índice de Shannon e Índice de Margalef durante las estación húmeda y seca del sitio de estudio. Las barras indican los valores encontrados para las distintas variables, mostrando diferencias (*p*=≤0.05) entre las dos estaciones.**

### Similitud florística

El índice de Jaccard tuvo valores de Ij=38.71, en similitud de especies entre las dos épocas. Los resultados definieron semejanzas entre los sitios 16, 17, 18 y 19 (Ij>0.05) a través del dendrograma (Figura 3), con cobertura ($m^2$*cuadrante) y especies en común, en cada uno de los cuadrantes [*Cylindropuntia cholla*,

*Pachycereus pringlei* (S. Watson) Britton & Rose y *Stenocereus gummosus*]. Los de mayor similitud entre las épocas fueron el 16 y el 19 (Ij=0.06) y coincidieron con especies como *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Bourreria sonorae* S. Watson, *Cylindropuntia cholla*, *Cnidoscolus angustidens* Torr., *Krameria parvifolia* Benth., *Mammillaria armillata*, *Prosopis articulata*, *Ruellia californica*, *Solanum hindsianum* Benth., *Stenocereus gummosus* y *Turnera diffusa*. El otro grupo de cuadrantes que presentó homogeneidad en cobertura y especies, estuvo constituido por los sitios 8 y 13 (Ij<0.05), con *Cylindropuntia cholla*, *Cnidoscolus angustidens*, *Ferocactus chrysacanthus* (Orcutt) Britton & Rose y *Mammillaria armillata*.

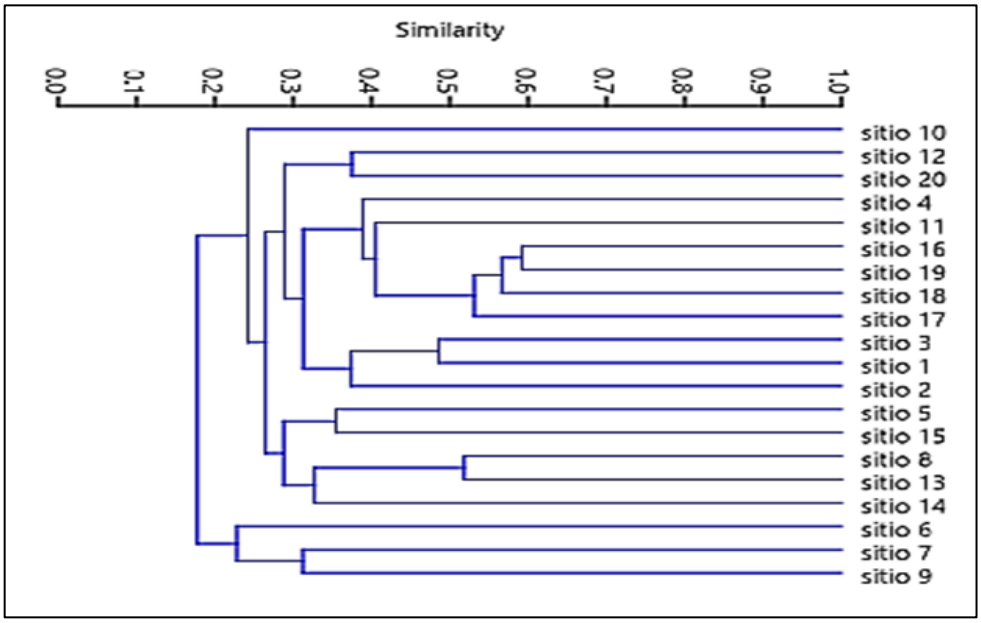



**Figura 3. Dendograma de similitud florística entre sitios muestreados para las dos estaciones.**

## 9.1.6 Discusión

El matorral sarcocaule se caracteriza por la presencia de especies arbóreas y arbustivas, y por lo general de *Jatropha cinerea*, *Stenocereus gummosus*, *Fouquieria diguetti*, *Cylindropuntia cholla* y *Prosopis articulata* como los taxa más importantes para el ecosistema, como lo documentan Velderrain et al. (2010) en su investigación en montículos con este tipo de matorral, localizados en las afueras de la ciudad de La Paz; no obstante, dichos autores no refieren la existencia de *Lippia palmeri* y *Turnera diffusa*, lo que puede explicarse porque dichas especies se distribuyen al sur del municipio y no cerca de la bahía de La Paz.

Rascón et al. (2018) consignan a *Lippia palmeri* y *Turnera diffusa* con alto valor de importancia en el municipio de Todos Santos, Baja California Sur; en particular en la sierra de La Laguna, la cual es cercana al área de estudio y muestra una composición botánica similar a la del valle de La Matanza. En cuanto a la diversidad de especies, en este estudio, la presencia de distintas familias dentro del matorral sarcocaule favorece un alto índice de diversidad y riqueza de especies: H´= 3.36 y 2.88, S'= 8.09 y 4.88, para las temporadas húmeda y seca, respectivamente; lo que concuerda con lo obtenido por Alanís et al. (2015b), en el matorral submontano de los alrededores de Monterrey, Nuevo León; ellos demostraron que ese tipo de vegetación registra valores de H´=3 para el índice de Shannon-Wienner y para índice de Margalef, S' =6, pues valores menores a 2 se consideran de baja diversidad y riqueza. Con base en lo anterior, los valores del presente estudio para diversidad de especies (H´) son adecuados para este índice en las dos épocas, y a su vez, son semejantes a los de otras investigaciones en matorrales como los de Molina et al. (2013); Medina et al. (2015) y González et al. (2017). En cambio, los de riqueza son más altos en la época de lluvias y un poco más bajos en la época seca (S´= 8.09 y 4.88, respectivamente); resultados que contrastan con los de Medina et al. (2017) y de Marroquín et al. (2017), quienes documentan un bajo índice de Margalef en un matorral xerófilo (S'= 0.87 y 1.80); esto se explica por el efecto de la restauración de la vegetación y es inferior a los datos del estudio aquí descrito para las épocas

húmeda y seca. Por último, el índice de similitud de Jaccard estimado indica pocos cuadrantes similares en cuanto a especies en común entre las dos épocas, ya que las condiciones climáticas determinan la presencia de algunas de ellas, así como de familias de acuerdo a estación del año, como lo indican González et al. (2010), Domínguez et al. (2013) y Ramírez et al. (2013).

## 9.2 Efecto del orégano (*Lippia palmeri* S. Watson) en dietas asincrónicas y sincrónicas en la producción de leche de cabra

### 9.2.1 Resumen

La búsqueda de nuevos insumos para su aplicación en la alimentación de rumiantes, conducen a la investigación de nuevos ingredientes no convencionales como plantas aromáticas y su uso en dietas para ganado bovino, caprino y ovino. En el presente estudio, se llevó a cabo un experimento para evaluar el efecto de *Lippia palmeri* S. Watson y la sincronización de nutrientes de cuatro dietas para cabras lactantes, utilizando un modelo factorial en el que se evaluaron las variables de producción de leche, consumo de alimento y conversión alimenticia; utilizando cuatro grupos de tres cabras por tratamiento, para evaluar las diferencias entre ellas. Las cabras fueron alimentadas con diferentes dietas durante un período de 3 meses y dando consumo controlado de las mismas. De acuerdo a los resultados encontrados, los tratamientos no mostraron diferencias significativas ($p$>0.05) en la producción de leche, el consumo de alimentos y conversión alimenticia. Las cabras alimentadas con ASINC con ORE (T1) lograron un mayor consumo de alimento en comparación con los otros tratamientos. Con respecto a la producción de leche, se observó una variación entre los tratamientos, donde ASINC sin ORE (T2) mostró mayor producción en el mes 1, el (T1) en el mes 2 y SINC con ORE (T4) en el último mes de prueba. La producción de leche varió entre 0.543 kg/día y 1.027 kg/día. El consumo de alimento fluctuó entre 0.821 kg/día y 1.588 kg/día y el rechazo de alimento de 0.036 kg/día a 0.259 kg/día. Los resultados sugieren que la inclusión de *Lippia palmeri* S. Watson en la dieta de las cabras de lactación temprana, no causa algún cambio en las variables estudiadas, sin embargo, se puede utilizar como un aditivo natural, para apoyar la producción en temporada de escasez de alimento en el agostadero.

**Palabras clave:** *Lippia palmeri*, cabras, producción de leche, sincronía

## 9.2.2 Abstract

The search for new inputs for implementation in the feeding of ruminants, lead to the research of new unconventional ingredients such as aromatic plants and their use in diets for cattle, goats and sheep. In present study, an experiment was carried out to evaluate the effect of *Lippia palmeri* S. Watson and nutrient´s synchronization of four diets for lactating goats, using a factorial model in which the milk production, food consumption and food conversion variables were evaluated; using four groups of three goats per treatment, to evaluate for differences among them. Goats were fed with different diets over a period of 3 months and giving a controlled consumption of the same. According to the results found, the treatments showed significant differences ($p$<0.05) in milk production, food consumption and food conversion. Goats fed with ASYNC with ORE (T1) achieved higher feed consumption compared to other treatments. With regard to the milk production, it was observed that there was a variation between treatments, where ASYNC without ORE (T2) showed higher production in month 1, at (T1) in month 2 and SYNC with ORE (T4) at the last tested month. Milk production ranged from 0.543 kg/day to 1.027 kg/day, food consumption varied from 0.821 kg/day to 1.588 kg/day and food rejection from 0.036 kg/day to 0.259 kg/day. Results suggest that the inclusion of *Lippia palmeri* S. Watson in the diet of early lactating dairy goats can be used as a natural additive, to support production in season of feed shortage on rangelands.

**Keywords:** *Lippia palmeri*, goats, milk production, synchrony

## 9.2.3 Introducción

Existen una amplia diversidad de recursos alimenticios que se pueden utilizar como aditivos, además de extractos vegetales, como taninos y saponinas, plantas ricas en minerales, leguminosas y árboles forrajeros que ofrecen resultados óptimos de producción (Wanapat et al., 2015).

Los aditivos se han utilizado desde la década de 1940, con el fin de mejorar los alimentos concentrados, forrajes y productos animales y se reflejan en la eficiencia productiva del ganado, además tienen efectos preventivos contra las enfermedades (Castillo-López et al., 2017). Sin embargo, su uso es cuestionable, ya que pueden producir en animales alimentados con estos aditivos una resistencia a los antibióticos al consumidor, alterando así la seguridad y la inocuidad de los productos (Robinson et al., 2017). En consecuencia, en el 2006, la Unión Europea prohibió su implementación en la producción animal por su influencia en las enfermedades, por tal motivo existe una demanda por parte de los productores de aditivos alimentarios naturales y en los consumidores de productos inocuos en la cadena de alimentos de origen animal. En los aditivos naturales destacan las plantas aromáticas como sus extractos y aceites esenciales, que pueden modificar las rutas metabólicas y así tener beneficios para las dos partes (Adam *et al*., 1998; Jouany y Morgavi, 2007).

Debido a sus propiedades antimicrobianas, el orégano se ha examinado como un promotor del crecimiento alternativo en pollos de engorda, pavos y cerdos (Bampidis *et al.*, 2005). Al orégano se le considera no sólo como alternativa para sustituir los antibióticos promotores del crecimiento, sino para obtener incrementos de eficiencia y aumentar palatabilidad en sistemas donde se utilicen subproductos y alimentos de escaso valor nutricional, que generalmente, tienden a afectar el comportamiento y la salud animal (Ayala *et al.*, 2005). En lo que se refiere a su uso en la alimentación animal, constituyen una alternativa natural a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento, cuyo uso en rumiantes se ha centrado fundamentalmente en sus efectos sobre la fermentación ruminal (Carro et al., 2014). Hristov et al. (2013), utilizaron hojas de *Origanum vulgare* en vacas

en lactancia, sus resultados arrojaron que mejoraba la producción lechera y su contenido nutricional, así como sus efectos directos en la fermentación ruminal y reducción de metano ($CH_4$).

El concepto de sincronización de nutrientes se refiere al hecho de proporcionar al sistema ruminal las fuentes de proteína y energía en forma simultánea y en las cantidades requeridas, a fin de optimizar su utilización por la microbiota ruminal (Hall y Huntington, 2018). Existen diferentes alternativas para llevar a cabo la sincronización de la proteína y energía para los rumiantes, donde todo se engloba al mejor aprovechamiento de los alimentos y a su mejora en la producción animal (Aguilar, 1998).

Con base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue investigar el efecto del orégano (*Lippia palmeri*) suplementado en una dieta para cabras criollas y así evaluar la producción de leche, el consumo de alimento y la conversión alimenticia, como estrategia para ser utilizada en épocas de sequía o escasez de alimentos y conocer que es un aditivo capaz de beneficiar la alimentación animal, en particular a los rumiantes.

## 9.2.4 Materiales y Métodos

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el "Rancho El Palmar de Abajo" (23º38'02" N y 110º17'05" O), ubicado en la sub-delegación de La Matanza, del municipio de La Paz, en el estado de Baja California Sur, México. El clima en el lugar de estudio es desértico-seco con una temperatura media de 21.2ºC en verano y 9ºC en invierno. La estación lluviosa principal se presenta de julio a septiembre, aunque pueden ocurrir lluvias ocasionales en invierno (Ramírez et al., 2011). La estación seca es de febrero a junio (Troyo et al., 2014).

### Prueba de producción de leche

Se probaron cuatro dietas balanceadas en doce cabras hembras con un peso vivo de 47±5 kg y una edad de dos a ocho años, donde se añadieron a dos dietas una cantidad calculada de hojas de orégano seco (*Lippia palmeri* S. Watson) (2.6%), en la composición total de la dieta. Durante el estudio, se utilizaron 4 grupos de 3 cabras en etapa de lactancia temprana, establecidas en corraletas individuales (2.0 m x 1.8 m), acondicionados con un comedero y bebedero, que se dividieron en: tratamiento 1 (T1) dieta asincrónica con orégano (ASINC con ORE), tratamiento 2 (T2) dieta asincrónica sin orégano (ASINC sin ORE), tratamiento 3 (T3) dieta sincrónica sin orégano (SINC sin ORE) y tratamiento 4 (T4) dieta sincrónica con orégano (SINC con ORE). El alimento se ofreció por la mañana (7:00 am) y por la tarde (5:00 pm. La medición de la producción de leche (PL) se llevó a cabo utilizando el peso de los cabritos como referencia, donde se pesaron vacíos por la mañana (separados un día antes) y se mantuvieron con la madre hasta observar la nula salida de leche de la ubre. Después de este paso, el cabrito se pesó de nuevo para conocer por diferencia de peso el consumo de leche y por lo tanto, la producción diaria de leche (Benson et al., 1999). Posteriormente, los cabritos fueron separados de su madre durante unas horas, hasta la tarde y repitiendo el mismo procedimiento (después de eso el cabrito se separó hasta el día siguiente) durante dos meses (día 1 – día 60). Desde el día 61 y hasta el día 90, la leche se obtuvo mediante ordeña manual. Del mismo modo, se evaluaron las variables diarias de consumo de alimento (CA) y rechazo

de alimento (RA) por cabra en cada tratamiento durante todo el experimento, donde se pesó el alimento a ofrecer (TA) y al día siguiente por la mañana se determinó la cantidad de alimento rechazado por cabra (día 1 – día 90). También, se determinó la conversión alimenticia (CONV) con la fórmula que se muestra a continuación, junto con las variables de producción de leche y consumo de alimento diario (Meneses et al., 2001):

$$PL = PV - PDA$$

**Donde:**

PL= Producción de leche (Kg)

PV= Peso vacío del cabrito (Kg)

PDA= Peso del cabrito después de amamantamiento (Kg)

$$CA = TA - RA$$

**Donde:**

CA= Consumo de alimento diario (Kg)

TA= Total de alimento ofrecido (Kg)

RA= Rechazo de alimento ofrecido (Kg)

$$CONV = CA/PL$$

**Donde:**

CONV= Conversión alimenticia (Kg)

CA= Consumo de alimento diario (Kg)

PL= Producción de leche (Kg)

**Análisis proximales**

Se llevaron a cabo los análisis proximales (Cuadro 5) de materia seca (MS, %), proteína cruda (PC, %), cenizas (%), extracto etéreo (EE, %), fibra detergente

neutro (FDN), fibra detergente acido (FDA), a los diferentes ingredientes utilizados en la preparación de las dietas, según lo indicado por el AOAC (1997).

**Cuadro 5. Contenido nutricional de los ingredientes**

| Ingrediente | MS (%) | PC (%) | EE (%) | Cenizas (%) | FDN (%) | FDA (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alfalfa | 90.3 | 19.5 | 2.5 | 11.0 | 41.6 | 32.8 |
| Maíz | 88.1 | 9.4 | 4.2 | 1.5 | 9.5 | 3.4 |
| Pasta de soya | 89.1 | 49.9 | 1.6 | 6.6 | 14.9 | 9.8 |
| Paja | 92.1 | 3.1 | 1.0 | 10.6 | 63.3 | 54.6 |
| Orégano (*Lippia palmeri*) | 93.6 | 10.9 | 12.1 | 15.6 | 44.9 | 33.4 |
| Urea | 0.7 | 280.0 | 0.0 | 0.7 | 0 | 0 |

*MS= materia seca, PC= proteína cruda, EE= extracto etéreo, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente acida

**Composición de las dietas**

Los diferentes análisis proximales se llevaron a cabo en cada uno de los ingredientes con el fin de conocer su contenido nutricional dentro de las dietas que se utilizarán durante el experimento y verificarlos según lo indicado por NRC, (2007). Para las diferentes dietas evaluadas durante el período experimental, se utilizaron ingredientes como alfalfa, maíz molido, paja de frijol, pasta de soya y hojas secas de orégano *Lippia palmeri* S. Watson, que fueron pesados, mezclados y elaboradas en el sitio del estudio para su consumo por parte de las cabras a evaluar. La composición de las dietas se muestra en el Cuadro 6, incluyendo el índice de sincronía de cada ingrediente, ya que por el valor que proporcionan a la dieta, se determinó su sincronía entre la proteína y energía disponible en la dieta, como lo documenta Sinclair et al. (1993).

**Cuadro 6. Composición nutricional de las dietas evaluadas.**

| | Tratamiento | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ingrediente (% Dieta)** | **T1** **ASINC con ORÉGANO** | **T2** **ASINC sin ORÉGANO** | **T3** **SINC sin ORÉGANO** | **T4** **SINC con ORÉGANO** |
| Alfalfa | 0.5 | 9 | 1.1 | 4.9 |
| Maíz molido | 46 | 44 | 36.1 | 32.93 |
| Pasta de soya | 0 | 0 | 9.1 | 7.6 |
| Paja de frijol | 49.5 | 45.9 | 53.6 | 51.8 |
| **Orégano (*Lippia palmeri*)** | **2.6** | **0** | **0** | **2.6** |
| Urea | 1.4 | 1.1 | 0.1 | 0.17 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| SI | 0.69 | 0.689 | 0.71 | 0.71 |
| MS (%) | 89.21 | 89.44 | 90.59 | 90.57 |
| PC (%) | 11.01 | 11.17 | 11 | 11.1 |
| EM | 3.38 | 3.38 | 3.33 | 3.21 |

SI= Índice de sincronía de la dieta, ingrediente (%)= porcentaje del alimento en la dieta, MS= materia seca (%), PC= proteína cruda (%) y EM= Energía metabolizable (Mcal/kg, base seca).

## Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de mediciones repetidas. Con el propósito de que se cumplieran los supuestos de los modelos lineales considerados en el análisis estadístico, se efectuó la transformación logarítmica; LN (Variable + 1) para cada variable estudiada. Para probar la hipótesis de distribución normal, se consideraron tres pruebas: Kolmogorov-Smirnov 1, Kolmogorov-Smirnov 2 con la corrección de Lilliefors y Shapiro Wilk, y para el contraste de homogeneidad de varianzas se usó la prueba de Levene (Mitsiopoulou et al., 2021). Estas pruebas se efectuaron para las tres variables analizadas y en cada uno de los 90 días considerados en este estudio, en donde

estaban presentes los cuatro tratamientos con tres repeticiones (animales) cada uno. Posteriormente, se realizó un análisis de la varianza para cada variable, en cada uno de los datos arrojados durante el estudio y se complementó con una prueba de ajuste a los contrastes univariados. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software de Windows SPSS versión 22.0 (IBM, 2013).

## 9.2.5 Resultados

En el Cuadro 7 se presentan los estadísticos descriptivos para los valores de p relacionados con las pruebas de normalidad y homocedasticidad aplicadas a los datos, indicándonos que los datos transformados muestran normalidad.

**Cuadro 7. Estadísticas descriptivas para los valores de *p*, asociados a los contrastes de Normalidad y Homocedasticidad, por variable transformada.**

| Variable | Prueba | Mínimo | Q1 | Mediana | Q3 | Máximo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Producción de Leche | Kolmogorov-Smirnov 1 | 0.2745 | 0.8064 | 0.9115 | 0.9654 | 0.9998 |
| | Kolmogorov-Smirnov 2 | 0.0070 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 |
| | Shapiro-Wilk | 0.0283 | 0.2867 | 0.4913 | 0.7991 | 0.9895 |
| | Levene | 0.0194 | 0.1419 | 0.2224 | 0.3614 | 0.9471 |
| Consumo de Alimento | Kolmogorov-Smirnov 1 | 0.0959 | 0.4181 | 0.6469 | 0.9042 | 0.9955 |
| | Kolmogorov-Smirnov 2 | 0.0002 | 0.0307 | 0.1384 | 0.2000 | 0.2000 |
| | Shapiro-Wilk | 0.0003 | 0.0191 | 0.0884 | 0.2607 | 0.9870 |
| | Levene | 0.0068 | 0.0323 | 0.0870 | 0.1843 | 0.9858 |
| Conversión Alimenticia | Kolmogorov-Smirnov 1 | 0.1492 | 0.5943 | 0.8088 | 0.9315 | 0.9989 |
| | Kolmogorov-Smirnov 2 | 0.0008 | 0.1048 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2000 |
| | Shapiro-Wilk | 0.0008 | 0.0722 | 0.2759 | 0.6073 | 0.9929 |
| | Levene | 0.0069 | 0.0707 | 0.1230 | 0.3406 | 0.9131 |

Los resultados muestran que al utilizar el orégano *Lippia palmeri* S. Watson, no se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos para la producción de leche, consumo de alimento y en la conversión alimenticia (Cuadro 8). Sin embargo, se observa que al analizar los meses de prueba (periodos), las variables producción de leche y conversión alimenticia muestran significancia ($p<0.0001$, respectivamente). Respecto a la interacción de tratamientos y meses (grupo*periodo), se detectan diferencias significativas en la producción de leche ($p<0.0001$) y consumo de alimento ($p=0.0352$), como se ilustra en el Cuadro 8. No obstante, se realizó una prueba de ajuste de contrastes para las muestras significativas en los periodos (meses) y a la interacción (grupos*periodos), la cual

se presenta en el Cuadro 9 y con su valor de épsilon (ε) utilizados en el ajuste (Cuadro 10).

**Cuadro 8. Resumen del análisis de varianza del modelo de mediciones repetidas para las variables transformadas (logaritmo natural + 1) de producción de leche, consumo de alimento y conversión alimentaria.**

| | | Producción de Leche ($R^2$ ajust. = 44.66, CV % = 27.37) | | | Consumo de Alimento ($R^2$ ajust. = 26.15, CV % = 22.46) | | | Conversión Alimenticia ($R^2$ ajust. = 27.62, CV % = 26.85) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fuente de Variación | gl | Cuadrado Medio | Valor F | Valor *p* | Cuadrado Medio | Valor F | Valor *p* | Cuadrado Medio | Valor F | Valor *p* |
| Sujetos | 11 | 1.1880 | | | 0.9732 | | | 1.3985 | | |
| Grupos | 3 | 1.7184 | 1.74 | .2365 | 2.0627 | 3.65 | .0634 | 2.0899 | 1.83 | .2190 |
| Dentro de Grupos | 8 | 0.9891 | | | 0.5646 | | | 1.1392 | | |
| Dentro de Sujetos | 1,068 | 0.0276 | | | 0.0298 | | | 0.0850 | | |
| Períodos | 89 | 0.0557 | **2.55** | **.0001** | 0.0201 | 0.69 | .9852 | 0.2056 | **2.89** | **.0001** |
| Grupo*Período | 267 | 0.0337 | **1.54** | **.0001** | 0.0348 | **1.20** | **.0352** | 0.0816 | 1.15 | .0859 |
| Error | 712 | 0.0218 | | | 0.0291 | | | 0.0712 | | |
| Total corregido | 1,079 | 0.0265 | | | 0.0291 | | | 0.0613 | | |

El Cuadro 9 muestra las pruebas de contrastes. Asumiendo la esfericidad en la variable de producción de leche, se puede inferir que existen diferencias en cuanto a los meses de prueba (meses), sin embargo, si se considera al índice de corrección de Greenhouse-Geisser, indica que no existen diferencias significativas ($p>0.05$), al contrario de lo que nos marca la corrección de Huynh-Feldt donde se denota significancia ($p<0.05$) en dicha variable entre los meses (periodos). En cuanto al consumo de alimento, los resultados indican que no existe esfericidad y no existe significancia ($p>0.05$) en los índices antes mencionados para la producción de leche. Respecto a la conversión alimenticia, se detecta que en la esfericidad asumida y en los índices de Greenhouse-Geisser y Huynh-Feldt existe significancia ($p<0.05$), asumiendo diferencias en esta variable en cuanto a los meses de prueba. En la interacción Grupo*Período (tratamientos*meses), se observa en el Cuadro 9 para las variables producción de leche y consumo de alimento, que existe esfericidad ($p<0.05$, respectivamente); sin embargo, para los índices de corrección Greenhouse-

Geisser y Huynh-Feldt en ambas variables presentan un valor de $p>0.05$. De esta manera, se puede sugerir que se observan valores sin diferencias estadísticas. La variable conversión alimenticia, en cambio, no presenta esfericidad y en los demás índices de corrección no hay significancia ($p>0.05$).

La variable de producción de leche no muestra diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos, lo que significa que la inclusión o cantidad añadida de Lippia palmeri S. Watson en los tratamientos, así como la sincronía de nutrientes no afecta a esta variable. La producción de leche mostró que es similar entre tratamientos y cumple con el volumen de producción de leche que las cabras criollas presentan en promedio. Se puede observar que se obtuvo una producción considerable como se muestra en la Figura 4. En dicha figura, se logra contemplar que dentro de los primeros 5 días del estudio, la producción de leche alcanzó un promedio de 0.894±0.322 kg, teniendo una máxima de producción promedio por los 4 tratamientos en el día 13 con un peso de 0.939±0.386 kg y con una producción más baja observada en el día 76 con 0.443±0.209 kg. Sin embargo, para el día 90, se presentó un alza en la producción promedio alcanzando 0.623±0.258 kg. En general, durante el período experimental, el promedio de la producción de leche fue de 0.750±0.354 kg (Figura 4).

**Cuadro 9. Contrastes univariados, sin y con el ajuste de los grados de libertad del estadístico F.**

| Fuente de Variación | Variable | Estadístico Prueba | SC | gl | CM | F*cal* | Valor *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Períodos | Producción de | Esfericidad asumida | 4.958 | 89 | .056 | 2.55 | .001 |
| | Leche | Greenhouse-Geisser | 4.958 | 3.627 | 1.367 | 2.55 | .065 |
| | | Huynh-Feldt | 4.958 | 9.497 | .522 | 2.55 | .012 |
| | | Límite-inferior | 4.958 | 1.000 | 4.958 | 2.55 | .149 |
| | Consumo de | Esfericidad asumida | 1.788 | 89 | .020 | 0.69 | .985 |
| | Alimento | Greenhouse-Geisser | 1.788 | 3.089 | .579 | 0.69 | .570 |
| | | Huynh-Feldt | 1.788 | 7.140 | .250 | 0.69 | .682 |
| | | Límite-inferior | 1.788 | 1.000 | 1.788 | 0.69 | .430 |
| | Conversión | Esfericidad asumida | 18.295 | 89 | 0.206 | 2.89 | .001 |
| | Alimenticia | Greenhouse-Geisser | 18.295 | 6.054 | 3.022 | 2.89 | .017 |
| | | Huynh-Feldt | 18.295 | 36.301 | 0.504 | 2.89 | .001 |
| | | Límite-inferior | 18.295 | 1.000 | 18.295 | 2.89 | .128 |
| Grupo*Período | Producción de | Esfericidad asumida | 8.999 | 267 | .034 | 1.54 | .001 |
| | Leche | Greenhouse-Geisser | 8.999 | 10.882 | .827 | 1.54 | .170 |
| | | Huynh-Feldt | 8.999 | 28.492 | .316 | 1.54 | .069 |
| | | Límite-inferior | 8.999 | 3.000 | 3.000 | 1.54 | .277 |
| | Consumo de | Esfericidad asumida | 9.295 | 267 | .035 | 1.19 | .035 |
| | Alimento | Greenhouse-Geisser | 9.295 | 9.266 | 1.003 | 1.19 | .340 |
| | | Huynh-Feldt | 9.295 | 21.419 | .434 | 1.19 | .288 |
| | | Límite-inferior | 9.295 | 3.000 | 3.098 | 1.19 | .371 |
| | Conversión | Esfericidad asumida | 21.782 | 267 | 0.082 | 1.15 | .086 |
| | Alimenticia | Greenhouse-Geisser | 21.782 | 18.162 | 1.199 | 1.15 | .341 |
| | | Huynh-Feldt | 21.782 | 108.903 | 0.200 | 1.15 | .188 |
| | | Límite-inferior | 21.782 | 3.000 | 7.261 | 1.15 | .388 |
| Error | Producción de | Esfericidad asumida | 15.546 | 712 | .022 | | |
| | Leche | Greenhouse-Geisser | 15.546 | 29.019 | .536 | | |
| | | Huynh-Feldt | 15.546 | 75.979 | .205 | | |
| | | Límite-inferior | 15.546 | 8.000 | 1.943 | | |
| | Consumo de | Esfericidad asumida | 20.709 | 712 | .029 | | |
| | Alimento | Greenhouse-Geisser | 20.709 | 24.710 | .838 | | |
| | | Huynh-Feldt | 20.709 | 57.118 | .363 | | |
| | | Límite-inferior | 20.709 | 8.000 | 2.589 | | |
| | Conversión | Esfericidad asumida | 50.709 | 712 | 0.071 | | |
| | Alimenticia | Greenhouse-Geisser | 50.709 | 48.431 | 1.047 | | |
| | | Huynh-Feldt | 50.709 | 290.409 | 0.175 | | |
| | | Límite-inferior | 50.709 | 8.000 | 6.339 | | |

**Cuadro 10. Valores de Épsilon (ε) empleados en el ajuste de los grados de libertad del estadístico F.**

| Variable | Greenhouse-Geisser $\varepsilon_{GG}$ | Huynh-Feldt $\varepsilon_{HF}$ | Límite-inferior $\varepsilon_{LI}$ |
|---|---|---|---|
| **Producción de Leche** | 0.041 | 0.107 | 0.011 |
| **Consumo de Alimento** | 0.035 | 0.080 | 0.011 |
| **Conversión Alimenticia** | 0.068 | 0.408 | 0.011 |

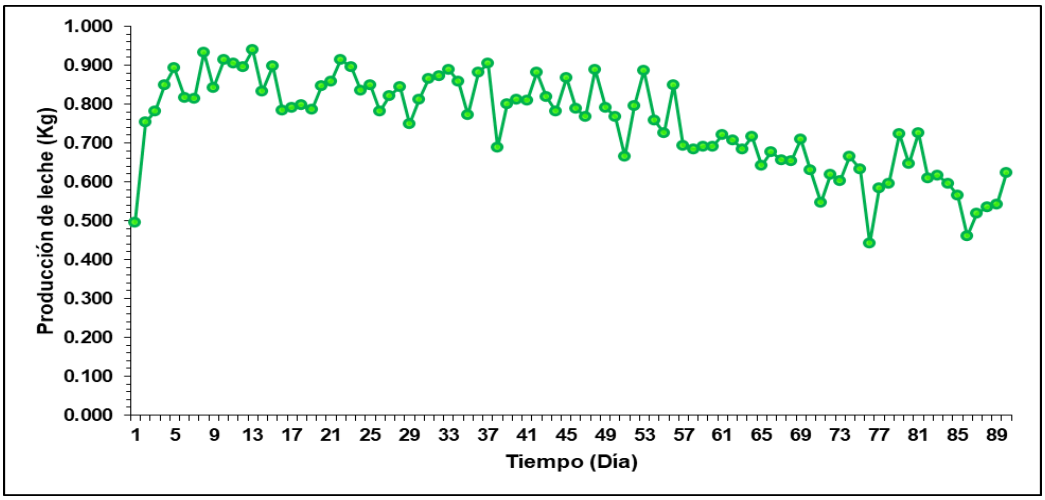



**Figura 4. Evolución temporal de la producción de leche (kg/día).**

En la Figura 5 se muestra el consumo de alimento durante el periodo experimental. En dicha figura se observan fluctuaciones en el consumo de alimento que coinciden con el patrón de la producción de leche. Se puede observar que el consumo de alimento inicia con un promedio de 1.038±0.424 kg, alcanzando el máximo consumo de alimento en el día 40 (1.319±0.355 kg). En la mencionada figura se observa una baja en el consumo de alimento muy similar en los días 73 y 87 (1.015±0.354 kg y 1.011±0.280 kg, respectivamente), cerrando con un consumo en el último día de prueba de 1.071±0.196 kg. En general, el consumo de alimento durante todos los 90 días de la investigación tuvo un promedio total de 1.180±0.381 kg.

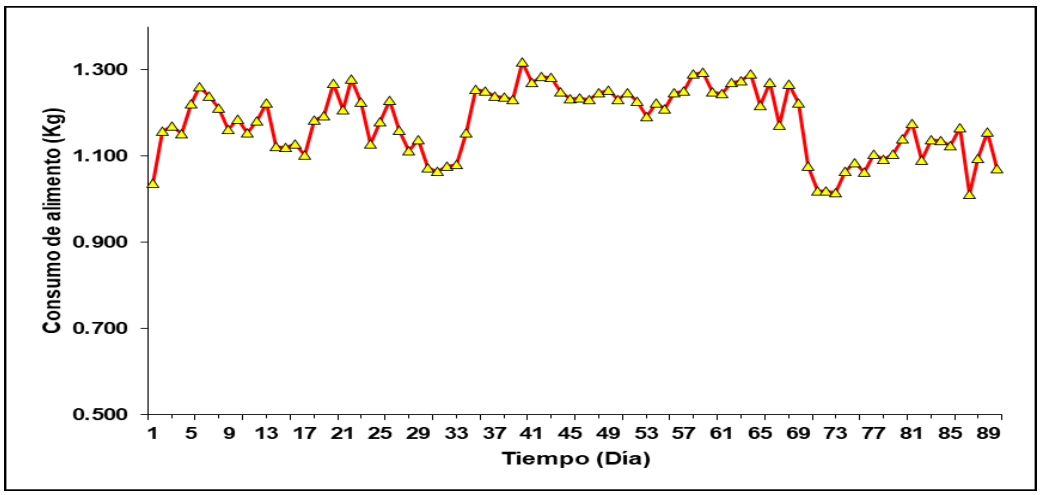



**Figura 5. Evolución temporal del consumo de alimento (kg/día).**

La Figura 6 muestra la evolución temporal que manifestó la variable de conversión alimenticia. Al inicio del estudio, se denota un alza, debido a que los animales manifestaron producción de leche con nulo consumo de alimento (día 1= 4.402±6.145 kg/kg). La conversión alimenticia (CA) representa la cantidad (kg) de alimento que requiere consumir el animal (la cabra) para producir 1.0 kg de leche. El patrón de la conversión alimenticia entre los días 2 al 90 manifestó fluctuaciones que variaron de 1.278±0.478 kg/kg (día 33) a 3.331±2.12 kg/kg (día 85). La conversión alimenticia promedio durante el periodo experimental fue de 1.866±1.258 kg/kg.

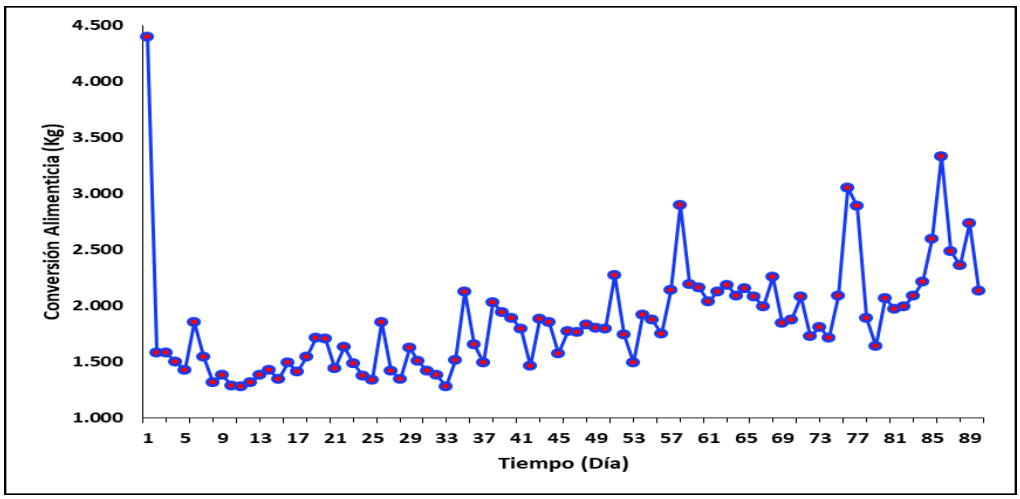



**Figura 6. Evolución temporal de la conversión alimenticia (kg/kg).**

En la Figura 7 se presenta el diagrama de dispersión (n=360) de la relación producción de leche como función del consumo de alimento durante el periodo experimental. De acuerdo al análisis de mínimos cuadrados, se observa una relación lineal y positiva entre estas dos variables, obteniendo una pendiente de de 0.6095 con un intervalo del 95% de confianza de .5336 a .6815; indicando que al incrementarse un kilogramo en el consumo de alimento se espera un incremento de .6095 kg en la producción de leche, cuando el consumo de dicho alimento se encuentra dentro del rango de 0.478 kg a 1.658 kg. El consumo de alimento explicó alrededor del 41% ($R^2$=0.406) de la variabilidad en la producción de leche (Figura 7). Este resultado muestra la importancia de proporcionar alimento que sea nutricionalmente balanceado, suficiente, bien aceptado y con adecuada palatabilidad para los animales.

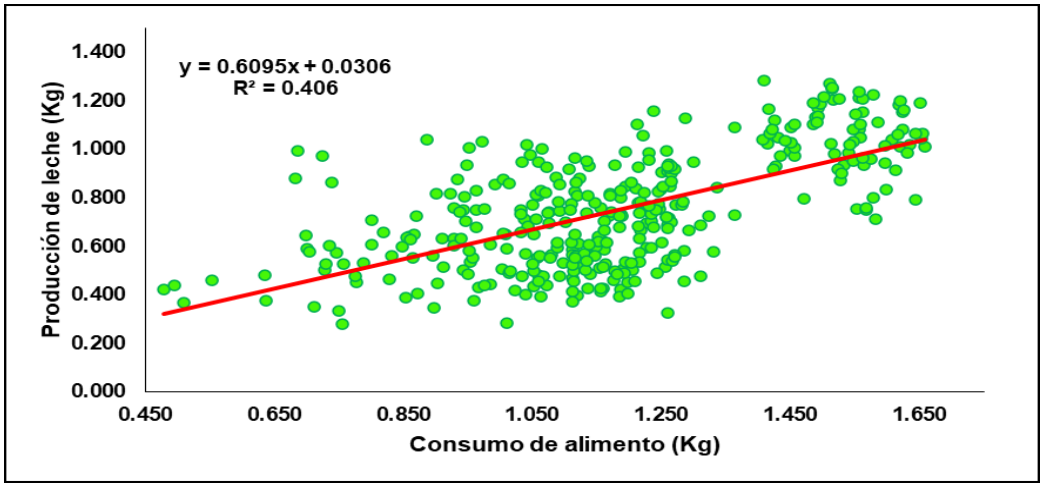



**Figura 7. Relación entre la producción de leche (kg) y consumo de alimento (kg) durante el periodo experimental (n=360). La ecuación de regresión, generada por el método de mínimos cuadrados y el coeficiente de determinación ($R^2$) se denotan dentro del gráfico.**

## 9.2.6 Discusión

Al ser una gran fuente de alimento, la leche de cabra ha tenido un importante crecimiento industrial. Se ha observado que la leche de cabra contiene más nutrientes y efectos más relevantes sobre la salud humana en comparación con la leche de vaca (Silanikove et al., 2010). De acuerdo a los resultados de la producción de leche observados, se puede notar que cuando se utiliza orégano *Lippia palmeri* S. Watson, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p$>0.05) durante el periodo experimental. Conforme a los resultados documentados por Tekippe et al. (2011) y Hristov et al. (2013), quienes utilizaron tejido foliar de orégano en la producción de leche en bovinos, no encontraron influencia del *Origanum vulgare* en la producción de leche. Además, de acuerdo a Morsy et al. (2012), donde evaluaron el efecto de las plantas aromáticas como el clavo, el anís y el enebro en las dietas destinadas para caprinos, no encontraron diferencias en la producción láctea. Si bien no se detectan diferencias estadísticas en esta variable tanto para la presente investigación como los autores mencionados, los rendimientos de producción de leche se pueden considerar adecuados para cabras criollas de acuerdo a su tipo racial, ya que el uso de orégano no aumentó ni bajó significativamente la producción de leche, manteniéndola en promedios normales. Para la variable conversión alimenticia, Olijhoek et al. (2019) en su estudio realizado en vacas lecheras no detectaron efectos significativos entre sus tratamientos, al utilizar 3 diferentes niveles de hojas secas de orégano de 1.78%, 3.55% y 5.33% de la dieta implementadas en su investigación. Lo anterior coincide con los resultados observados en el presente estudio, donde no se encontraron diferencias entre tratamientos en conversión alimenticia al utilizar 2.6% de hojas de orégano *Lippia palmeri* en la dieta. En cuanto a la variable de consumo de alimento, los resultados revelaron un mayor consumo en los tratamientos con la inclusión de *L. palmeri* sin embargo, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, al igual que otras investigaciones en las que utilizó *Origanum vulgare* y otras plantas aromáticas en las que el consumo de alimento no fue afectado cuando se utilizó en bovinos y caprinos lecheros (Tekippe et al., 2011;

Morsy et al., 2012; Hristov et al., 2013; Paraskevakis et al., 2015). Por otro lado, no se denotan diferencias entre los tratamientos en cuanto al efecto de la sincronía de nutrientes en las variables de producción de leche, consumo de alimento y conversión alimenticia, donde se observa que no afecta a las variables mencionadas, como se ha reportado por Kolver et al. (1998), en su experimento en vacas lecheras alimentadas con dietas sincrónicas y asincrónicas, en el cual sugiere seguir impulsando investigación para encontrar el nivel adecuado de orégano. Si bien los resultados de la presente investigación coinciden con lo documentado por los diferentes autores antes descritos, en que no se demuestra ningún efecto del orégano en las variables de producción de leche, consumo de alimento y conversión alimenticia, los contenidos de los demás ingredientes de las dietas deben ser también tomados en cuenta en la dietas de futuros trabajos, además del tipo racial de los animales, edad, estado de lactancia, duración del experimento, entre otros factores. Sin embargo, el orégano ha demostrado tener la capacidad de mantener la producción de leche y este puede ser una alternativa de uso como aditivo en dietas de bajo contenido nutricional por darles una mejor palatabilidad lo que hace que los animales lo consuman y por consiguiente se vea reflejada en la producción de leche.

## 9.3 Efecto de *Lippia palmeri* S. Watson en el crecimiento de cabritos

### 9.3.1 Resumen

La cría de cabritos es una actividad fundamental en la caprinocultura, ya que de su desarrollo se obtienen los reemplazos para el hato lechero o bien su venta de carne, el cual es una fuente importante de ingresos para estos sistemas de producción. Por tanto, se realizó una evaluación del crecimiento de cabritos, donde se utilizó la metodología descrita por Benson et al. (1999) y se evaluó la adición del orégano *Lippia palmeri* S. Watson y la sincronización de nutrientes en las dietas de las cabras madres y conocer su efecto en el crecimiento de sus crías. Se valoraron en total 17 cabritos que fueron los nacidos bajo las 4 dietas (tratamientos) consumidas por sus madres, dividiéndose en 6 cabritos en (T1, ASINC con ORE), 5 cabritos en (T2, ASINC sin ORE), 3 cabritos en (T3, SINC sin ORE) y 3 cabritos en (T4, SINC con ORE), donde se evaluaron las variables de ganancia de peso (kg) y consumo de leche diario (kg) por 60 días. No se encontraron diferencias significativas ($p$>0.05) entre los tratamientos, mostrando una ganancia de peso promedio diario en T1 (ASINC con ORE= 0.0895±0.018 kg), T2 (ASINC sin ORE= 0.0892±0.026 kg), T3 (SINC sin ORE= 0.0934±0.035 kg) y T4 (SINC con ORE= 0.118±0.026 kg) y consumo de leche promedio diario en T1 (ASINC conORE= 0.509±0.240 kg), T2 (ASINC sin ORE= 0.580±0.205 kg), T3 (SINC sin ORE= 0.553±0.190 kg) y T4 (SINC con ORE= 0.717±0.202 kg), sin tener un tratamiento que se manifestara por encima de los demás de manera significativa. Se detectó una correlación significativa y positiva (r=0.879, $p$=0.0001) entre las dos variables estudiadas.

**Palabras clave:** crecimiento, cabritos, *Lippia palmeri*, consumo, sincronía de nutrientes

## 9.3.2 Abstract

The goat kids raising is an important part of goat farms, since its development provides replacements for the dairy herd or the sale of meat, which is an important source of income for these production systems. Therefore, a growth test of goats kids was carried out, using the methodology described by Benson et al. (1999), and the addition of oregano *Lippia palmeri* S. Watson and the synchronization of nutrients in the diets of the mothers was evaluated to determine its effect on the growth of their offsprings, by consuming milk with and without the inclusion of oregano. Seventheen goats kids were valued which were those born under the 4 diets (treatments) consumed by their mothers, divided in 6 goat kids in (T1, ASYNC with ORE), 5 goat kids in (T2, ASYNC without ORE), 3 goat kids in (T3, SYNC without ORE) and 3 goat kids in (T4, SYNC with ORE), where the variables of weight gain (kg) and daily milk consumption (kg) were measured during 60 days. No significant differences ($p$>0.05) were found between treatments, showing an average daily weight gain in T1 (ASYNC with ORE= 0.0895±0.018 kg), T2 (ASYNC without ORE= 0.0892±0.026 kg), T3 (SYNC without ORE= 0.0934±0.035 kg) and T4 (SYNC with ORE= 0.118±0.026 kg) and average daily milk consumption in T1 (ASYNC with ORE= 0.509±0.240 kg), T2 (ASYNC without ORE= 0.580±0.205 kg), T3 (SYNC without ORE= 0.553±0.190 kg) and T4 (SYNC with ORE= 0.717±0.202 kg), without having a treatment that significantly outperformed the others, and a significant and positive correlation (r=0.879, $p$=0.0001) was also shown between the two variables studied.



**Keywords:** growth, goat kids *Lippia palmeri*, consumption, nutrient synchrony

## 9.3.3 Introducción

En Latinoamérica, la caprinocultura es de gran importancia en el sector pecuario; se ha evaluado que en México existen más de 500 mil aprovechamientos caprinos. Para la crianza del cabrito, es importante mantener un desarrollo constante y creciente para llegar al peso esperado para su venta o destete. Existen consideraciones generales para llevar a cabo el destete como: objetivo del aprovechamiento, peso (8-10 kg), edad (6–8 semanas) y tener la capacidad de consumir alimentos sólidos; es así que las estrategias de manejo que ayuden a garantizar el alcance de estos objetivos son consideradas útiles para volver eficientes los resultados económicos de la granja (Gómez-Gómez et al., 2019).

En la investigación pecuaria, el análisis de crecimiento de las crías de rumiantes es un importante objeto de estudio. La alimentación que reciban los animales en desarrollo se relaciona con su comportamiento genético y la eficiencia de los alimentos empleados en su nutrición, que afectan la tasa de crecimiento y a su máximo aprovechamiento del alimento por parte de la especie. En los últimos años, se han buscado alternativas de suplementos de origen natural para apoyar la producción orgánica de animales de granja, ya que algunos suplementos sintéticos, han sido prohibidos en algunos países (Patra et al., 2009).

El nacimiento de los cabritos es un factor importante para predecir el rendimiento futuro de las crías caprinas y además de una baja en el porcentaje de mortalidad del hato; el cual, está bien documentado que la alimentación de la madre antes del parto y después del mismo influye en la tasa de desarrollo. Esta parte en la gestación es importante, ya que el cabrito debe mantener una buena base de energía al nacer y al momento de consumir el calostro y de esa manera mantener la homeostasis de los niveles de carbohidratos (Abbas et al., 2020). De acuerdo con lo anterior, el presente escrito presenta los resultados encontrados en la ganancia de peso y consumo de leche de los cabritos, en los distintos tratamientos, con la inclusión de *Lippia palmeri* y la sincronía de nutrientes en la alimentación de las cabras progenitoras.

## 9.3.4 Materiales y Métodos

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el "Rancho El Palmar de Abajo" (23º38'02" N y 110º17'05" O), ubicado en la sub-delegación de La Matanza, municipio de La Paz, Baja California Sur, México. El clima en el sitio de estudio es desértico-seco con una temperatura media mensual de 21.2ºC en verano y 9ºC en invierno. La estación lluviosa principal se presenta de julio a septiembre, aunque pueden presentarse lluvias ocasionales en invierno (Ramírez et al., 2011). La estación seca es de febrero a junio (Troyo et al., 2014).

### Composición de las dietas de las cabras madre

La composición de las dietas se muestra en el Cuadro 6 (ver capítulo anterior), incluyendo el índice de sincronía de cada ingrediente, ya que por el valor que proporcionan a la dieta, se determinó su sincronía entra la proteína y energía disponible en la dieta, como lo describe Sinclair et al. (1993).

### Evaluación de crecimiento de cabritos

La medición del crecimiento de los cabritos, se llevó a cabo utilizando el peso de los cabritos como referencia, separados en un corral aparte de la madre. Se pesaron vacíos por la mañana y se mantuvo con la madre hasta distinguir que no había más leche en la ubre; posterior a este paso, el cabrito se pesó de nuevo para conocer, por diferencia de peso, el consumo de leche; más tarde, los cabritos fueron separados de su madre durante unas 9 horas hasta la tarde y repitiendo el mismo procedimiento durante 60 días. Posteriormente, el cabrito se separó hasta el día siguiente, y así se obtuvo el desarrollo y crecimiento diario de los cabritos durante el periodo de estudio (Benson et al., 1999). El consumo de leche (CL) y la ganancia de peso diario (GPD) se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$\boldsymbol{CL = PV - PDA}$$

**Donde:**

CL= Consumo de leche (Kg)

PV= Peso vacío del cabrito (Kg)

PDA= Peso del cabrito después de amamantamiento (Kg)

$$\boldsymbol{GPD = PVA - PV}$$

**Donde:**

GPD= Ganancia de Peso Diario (Kg)

PVA= Peso vacío del cabrito día Antes (Kg)

PV= Peso Vacío del cabrito (Kg)

**Análisis estadístico**

Se utilizó un modelo estadístico de mediciones repetidas, donde se llevó a cabo una prueba ANOVA de un factor para las variables, consumo de leche y ganancia de peso, los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software de Windows SPSS versión 22.0 (IBM, 2013).

### 9.3.5 Resultados

El Cuadro 11 muestra los resultados en cuanto a los análisis de normalidad de los datos y el ANOVA de un factor para cada variable medida, donde se puede observar que los datos cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianzas y normalidad. El ANOVA realizado nos arroja valores de no significancia entre tratamientos, para las variables de consumo de leche (kg) ($p$=0.611) y en ganancia de peso ($p$=0.399), observando que el orégano y la sincronía de nutrientes no tienen un efecto significativo en el desarrollo de los cabritos.

**Cuadro 11. Resultados de los análisis efectuados a las observaciones de los 17 cabritos**

| | Contraste de Levene | | Kolmogorov Smirnov[(a)] | | Shapiro Wilk | | ANOVA Paramétrico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Estadístico** | **Valor de p** | **Estadístico** | **Valor de p** | **Estadístico** | **Valor de p** | **Estadístico** | **Valor de p** |
| **Consumo de leche (Kg)** | 0.345 | .793 | 0.130 | .200* | 0.972 | .846 | 0.626 | .611 |
| **Ganancia de peso (Kg)** | 0.482 | .701 | 0.090 | .200* | 0.982 | .974 | 1.062 | .399 |

(a) Con la corrección de Lilliefors, (*) Este es un límite inferior de la significancia verdadera.

El Cuadro 12, ilustra los resultados de consumo de leche promedio por tratamiento y sus totales, donde se observa al T4 (SINC con ORE) con el mayor consumo de leche y mayor ganancia de peso, por otro lado, los tratamientos T1 (ASINC con ORE), T2 (ASINC sin ORE) y T3 (SINC sin ORE) se muestran con resultados muy cercanos en ambas variables.

**Cuadro 12. Estadísticas descriptivas del consumo de leche y la ganancia de peso (Kg), promedios diarios y totales de los 60 días, por tratamiento (Trt)**

| Variable | Trt | n | Media | Desviación típica | Error Estándar | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Promedio del** | 1 | 6 | 0.5096 | 0.24081 | 0.09831 | 0.2053 | 0.8576 |
| **consumo de** | 2 | 5 | 0.5809 | 0.20515 | 0.09175 | 0.3070 | 0.7528 |
| **leche (Kg)** | 3 | 3 | 0.5534 | 0.19010 | 0.10975 | 0.3825 | 0.7582 |
| | 4 | 3 | 0.7178 | 0.20201 | 0.11663 | 0.5917 | 0.9508 |
| | **Total** | **17** | **0.5750** | **0.20926** | **0.05075** | **0.2053** | **0.9508** |
| **Consumo de** | 1 | 6 | 30.5750 | 14.44840 | 5.89853 | 12.3150 | 51.4580 |
| **leche total** | 2 | 5 | 34.8528 | 12.30928 | 5.50488 | 18.4200 | 45.1670 |
| **(Kg)** | 3 | 3 | 33.2060 | 11.40576 | 6.58512 | 22.9490 | 45.4890 |
| | 4 | 3 | 43.0703 | 12.12070 | 6.99789 | 35.4990 | 57.0500 |
| | **Total** | **17** | **34.5025** | **12.55560** | **3.04518** | **12.3150** | **57.0500** |
| **Promedio** | 1 | 6 | 0.0895 | 0.01815 | 0.00741 | 0.0675 | 0.1163 |
| **de la** | 2 | 5 | 0.0892 | 0.02683 | 0.01200 | 0.0543 | 0.1228 |
| **ganancia de** | 3 | 3 | 0.0934 | 0.03507 | 0.02025 | 0.0592 | 0.1292 |
| **peso (Kg)** | 4 | 3 | 0.1188 | 0.02632 | 0.01520 | 0.1005 | 0.1489 |
| | **Total** | **17** | **0.0952** | **0.02553** | **0.00619** | **0.0543** | **0.1489** |
| **Ganancia de** | 1 | 6 | 5.3675 | 1.08915 | 0.44464 | 4.0500 | 6.9750 |
| **peso total** | 2 | 5 | 5.3510 | 1.61011 | 0.72006 | 3.2600 | 7.3700 |
| **(Kg)** | 3 | 3 | 5.6050 | 2.10404 | 1.21477 | 3.5490 | 7.7540 |
| | 4 | 3 | 7.1250 | 1.57898 | 0.91162 | 6.0300 | 8.9350 |
| | **Total** | **17** | **5.7147** | **1.53152** | **0.37145** | **3.2600** | **8.9350** |

n = número de cabritos

En la Figura 8 se presenta la evolución temporal del consumo diario de leche de los cabritos en el experimento. Los tratamientos con *Lippia palmeri* T1 (ASINC con ORE) y T4 (SINC con ORE) junto con el T3 (SINC sin ORE) inician con valores similares (0.238±0.21 kg, 0.347±0.41 kg y 0.282±0.135 kg, respectivamente), y el T2 (ASINC sin ORE) muestra el mayor valor en cuanto a esta variable en el día 1 de medición (0.526±0.209 kg). Conforme se ve el desarrollo en la Figura 8, se observa que el T1 (ASINC con ORE) se mantiene siempre en los valores de 0.600 kg, y su pico de consumo lo alcanza en el día 31 con 0.615±0.345 kg y se muestra en la mencionada figura una caída en el día 36

(0.360±0.405 kg), cerrando su consumo con valores de 0.394±0.265 kg y 0.401±0.453 kg en los días 59 y 60, respectivamente. El T2 (ASINC sin ORE) fue el tratamiento que inició con los valores más altos en consumo, alcanzando su máximo valor en el día 15 (0.77±0.193 kg) y manteniéndose en esos niveles hasta el día 23, para después ver un cambio en el consumo promedio de leche con valor de 0.578±0.152 kg en el día 24 y observando su consumo más bajo en el día 51 (0.366±0.274 kg) y cerrando con un valor más alto que T1 (ASINC con ORE) en los días 59 y 60 (0.462±0.327 kg y 0.542±0.452 kg, respectivamente). Por otro lado, el T3 (SINC sin ORE) alcanzó su pico de consumo en el día 4 con un valor de 0.865±0.415 kg, siendo el más alto de todos los tratamientos para los primeros 7 días de prueba, manteniéndose en estos niveles hasta la segunda semana, sin embargo este decae en el día 16, con un promedio de 0.368±0.206 kg y se logra percibir un comportamiento de fluctuación muy marcada con muchas alzas y bajas teniendo un valor en los picos de comportamiento de 0.658±0.343 kg en el día 25 y posteriormente otra caída en el día 38 de 0.37±0.136 kg. Este comportamiento se observa a lo largo del experimento; este tratamiento cerró con valores homogéneos en los días 58, 59 y 60 (0.424±0.12 kg, 0.424±0.11 kg y 0.436±0.041 kg, respectivamente). El T4 (SINC con ORE) muestra valores similares a los demás tratamientos hasta el día 31. En este periodo muestra valores de cercanos a 0.617±0.298 kg, para después de este día mostrar los niveles más altos en comparación con los demás tratamientos, alcanzando su máximo consumo registrado en el día 37 (0.995±0.293 kg) y en el día 49 se muestra un promedio parecido (0.99±0.316 kg). En este tratamiento existió fluctuación con los niveles altos antes mencionados y valores bajos que variaron de 0.70±0.175 kg en el día 40 a 0.78±0.489 kg en el día 54 y cerró con los niveles más altos en el estudio comparado con los demás tratamientos, con resultados de 0.703±0.234 kg y 0.667±0.205 kg en los días 59 y 60, respectivamente.

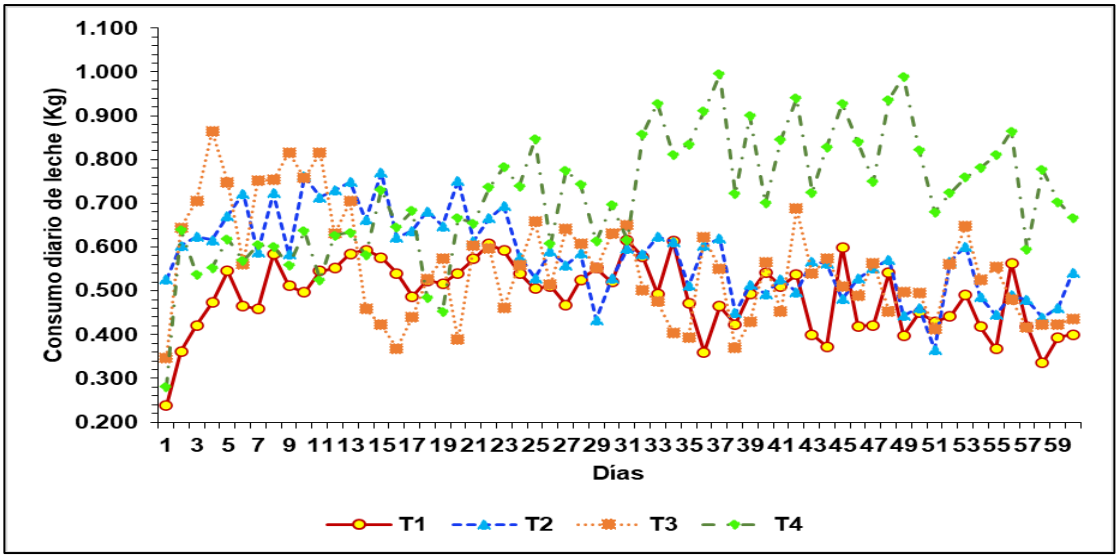



**Figura 8. Promedio del consumo diario de leche (kg) por tratamiento**

En la Figura 9 se observa la evolución temporal en la ganancia de peso de los cabritos por tratamientos durante los 60 días del experimento. Si bien no se perciben diferencias significativas entre tratamientos, existen algunos picos de crecimiento, por la fluctuación que se puede notar, ya que el valor más bajo de cada tratamiento es para el T1 (ASINC con ORE) en el día 13 (0.012±0.018 kg), T2 (ASINC sin ORE) muestra valores bajos iguales en el día 34 y 38 (0.006±0.013 kg); en T3 (SINC sin ORE) mostro valores de 0 en los días 25, 41 y 45, al igual que T4 (SINC con ORE) que muestra valor de 0 en ganancia de peso en el día 2. Por otro lado, se puede observar a cada tratamiento con sus valores más altos de ganancia de peso en el experimento, a T1 en el día 36 (0.187±0.129 kg), T2 en el día 6 y este valor se repitió en el día 53 (0.24±0.212 kg); por último, el T4 en el día 3 (0.34±0.202 kg) se observa como el valor más alto de todos los tratamientos. Al cierre del experimento en el día 60 el T1 muestra el valor más alto con 0.156±0.122 kg, siguiéndole el T2 con 0.116±0.144, el T3 con 0.017±0.004 kg como el tratamiento con menor valor al final del experimento; T4 mostró valor final de 0.032±0.05 kg.

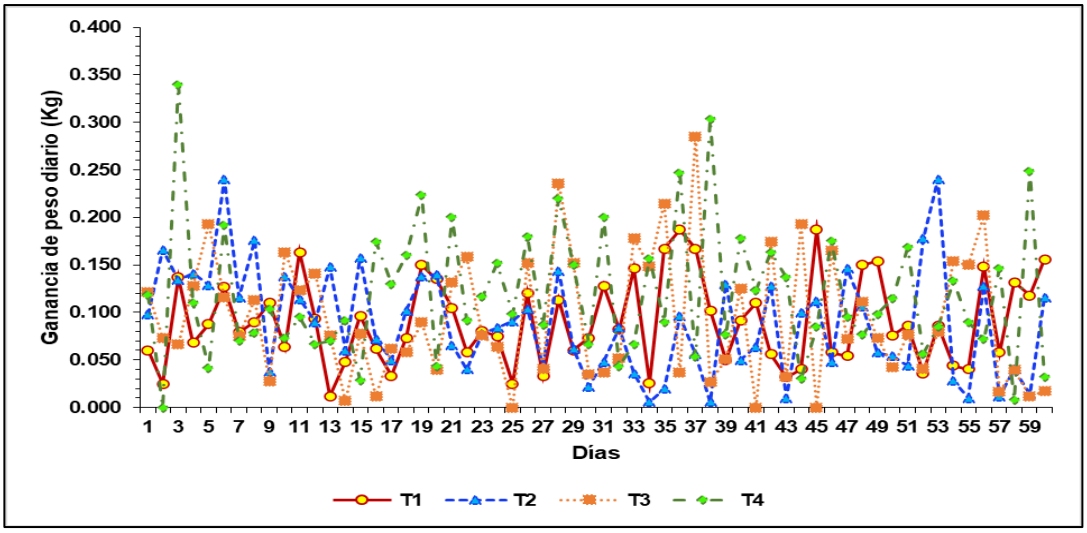



**Figura 9. Promedio de la ganancia de peso diaria (kg) por tratamiento**

La ganancia de peso promedio y el consumo de leche promedio de todos los tratamientos se ilustra en la Figura 10. Se denota un comportamiento homogéneo para ambas variables, con un consumo inicial de 0.348±0.127 kg en el día 1, después el comportamiento en esta variable fue de valores similares al del día 13 (0.668±0.073 kg), que fue el pico de consumo y los demás valores rondaron niveles de consumo como el día 44 de (0.584±0.187 kg) y manifestando dos mayores bajas en consumo promedio, con valores cercanos de 0.472±0.141 kg y 0.478±0.083 kg en los días 51 y 57 respectivamente, para cerrar el día 60 del experimento con 0.512±0.120 kg en promedio, por los 4 tratamientos. De la misma manera la variable de ganancia de peso de cabritos muestra valores homogéneos durante el estudio, teniendo una ganancia inicial de 0.099±0.028 kg con valores altos de 0.169±0.118 kg, 0.109±0.049 kg, 0.15±0.055 kg en los días 3, 10 y 19, mostrando el mismo comportamiento durante el muestreo y obteniendo valores bajos parecidos como en los días 14, 25 y 58 (0.052±0.035 kg, 0.054±0.049 kg, 0.055±0.053 kg, respectivamente), encontrando en el día 30 el valor más bajo de todo el estudio para esta variable con un 0.049±0.025 kg; cerrando el estudio con una ganancia de peso diario promedio de 0.080±0.067 kg (día 60).

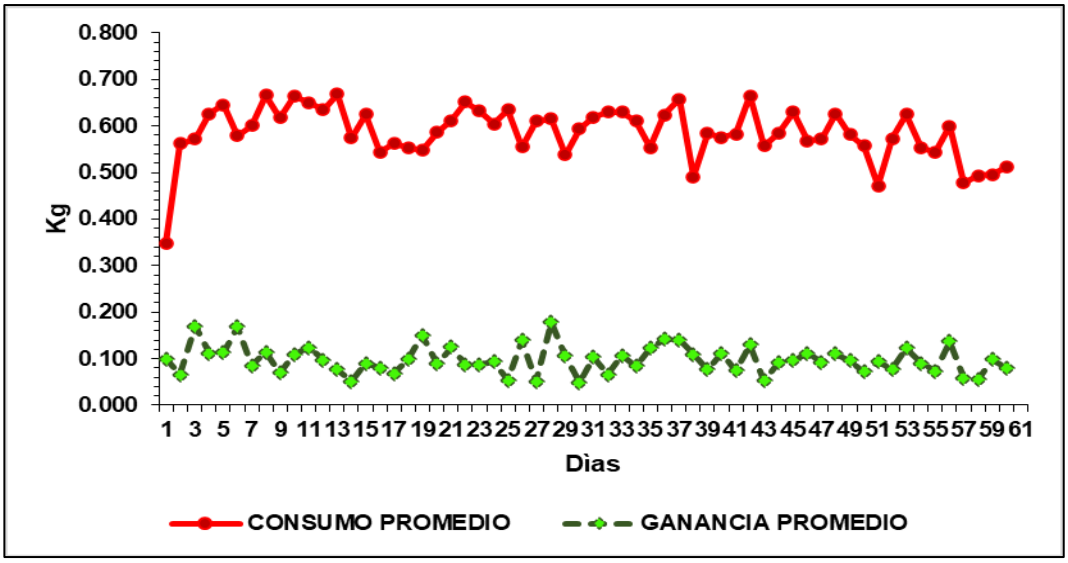



**Figura 10. Promedio diario del consumo de leche y la ganancia de peso (Kg)**

En la figura 11 se muestran los resultados en el diagrama de dispersión (n=17) elaborado para los 4 tratamientos y su correlación (r=0.879) entre las dos variables de ganancia de peso diario y consumo de leche diario. De acuerdo al análisis, se observa una relación lineal y positiva entre estas dos variables, obteniendo una pendiente de 0.103 con un intervalo del 95% de confianza de 0.072 a 0.133; indicando que al aumentar 0.103 kg el consumo de leche se espera un incremento de 0.037 kg en la ganancia de peso, cuando el consumo de leche se encuentra dentro del rango de 0.2 kg a 0.95 kg. El consumo de leche explicó alrededor del 77% ($r^2$=0.7728) de la variabilidad en la ganancia de peso. Este resultado muestra la importancia de proporcionar alimento a la madre que sea nutricionalmente balanceado, suficiente, bien aceptado y con adecuada palatabilidad para los animales; además de la habilidad por parte del cabrito para satisfacer su demanda diaria de leche.

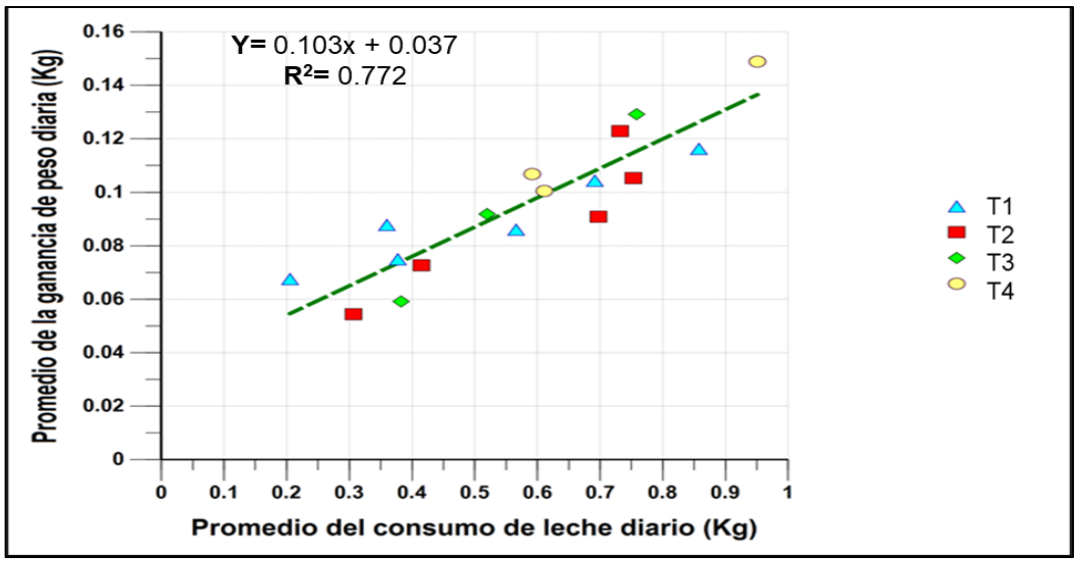



**Figura 11. Diagrama de dispersión de los promedios de ganancia de peso y consumo de leche diario (Kg), por cabrito (n = 17), indicándose el tratamiento al que pertenece.**

La siguiente figura 12 nos muestra los resultados acumulados para las variables de ganancia de peso (Kg) y consumo de leche (kg), para cada cabrito y en cada tratamiento. Se puede observar a T2-2-1 con el menor peso ganado de todo el experimento (3.26±0.896 kg) y con un consumo acumulado de 18.42±5.891 kg de leche y una conversión alimenticia de 5.65±0.811 kg de consumo de leche para ganar 1 kg de peso durante los 60 días, sin embargo, se denota en T1-1-3 un peso de 5.12±1.415 kg con un consumo de leche de 14.37±4.355 kg, menor que el cabrito y tratamiento antes mencionado, manifestando así mejor conversión alimenticia (2.807±0.517 kg de leche para ganar 1 kg de peso). Observamos a T4-1-1 como el cabrito con la mejor ganancia de peso acumulada (8.935±2.603 kg) y el mayor consumo de leche acumulada (57.05±17.362 kg) de todo el experimento, sin embargo, su conversión alimenticia es más alta que la del T1-1-3, necesitando más consumo de leche para ganar 1 kg de peso (conversión= 6.385±0.636 kg). Por último, observamos a T2-1-1, con la mayor conversión alimenticia (7.677±1.34 kg) de todos los tratamientos y cabritos muestreados, con un consumo acumulado de 41.837±12.502 kg y una ganancia acumulada de 5.45±1.519 kg; la conversión alimenticia promedio en T1 fue de

5.238±1.944 kg, siendo el tratamiento con el mejor valor promedio en este rubro, indicándonos que fue el tratamiento con el mejor aprovechamiento y T2 fue el valor más alto en conversión alimenticia (6.431±0.924 kg) de todos los tratamientos; Los tratamientos T3 y T4 muestran valores similares (5.996±0.42 kg y 6.001±0.428, respectivamente).

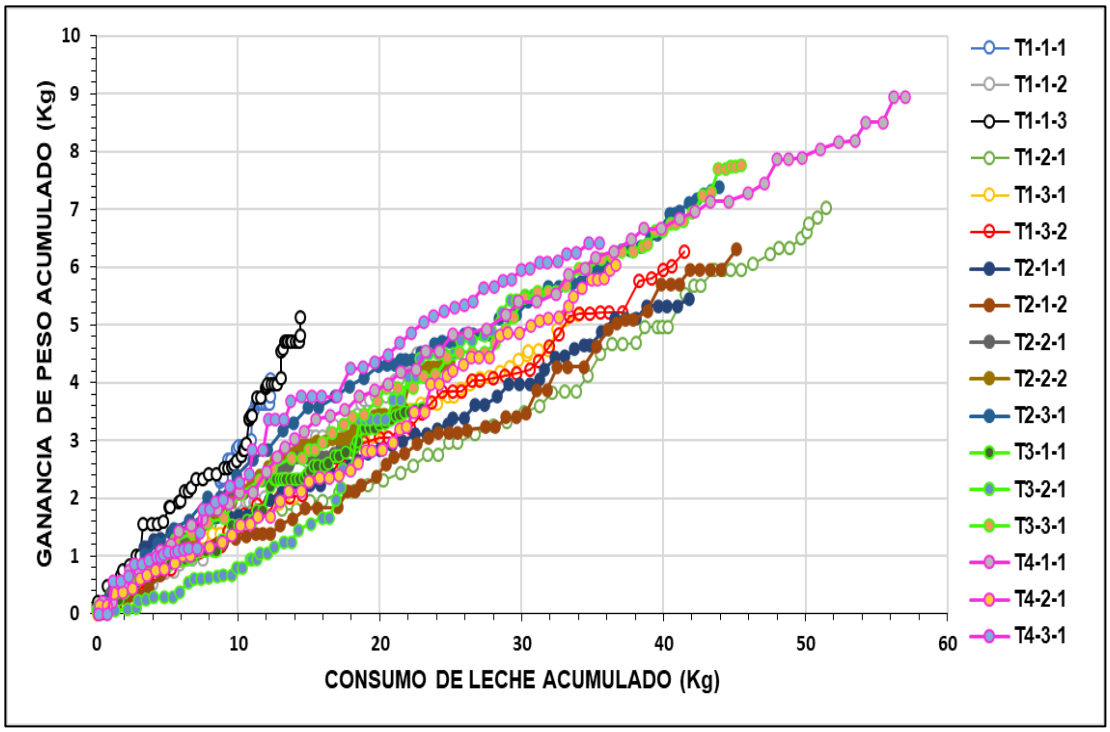



**Figura 12. Ganancia de peso acumulada (Kg) y Consumo de leche acumulado (kg), por cada cabrito en cada tratamiento**

## 9.3.6 Discusión

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$) para ambas variables (consumo de leche (kg) y ganancia de peso (kg)), sin embargo, se denota en la evolución temporal de las dos variables en estudio ciertos comportamientos a discutir. Los resultados encontrados coinciden con los de Galina et al., 2009, donde utilizaron un probiótico de bacterias lácticas, suplementado en la alimentación de cabritos, teniendo resultados de ganancia diaria de peso promedios de 0.169±0.018 kg/día en su tratamiento y en el control 0.129±0.022 kg/día, cercanos a los encontrados en nuestros tratamientos, sobre todo en T1 y T3.Por otro lado, Williams et al., 2018 implementaron orégano seco en la dieta de cabritos en crecimiento y encontraron de la misma forma ganancias de peso en el tratamiento control de 0.146 kg/d y en los tratamientos 0.126 kg/d y 122 kg/d, al aumentar las dosis de orégano en la dieta, estas siendo superior al contenido utilizado en nuestra investigación y mencionan que el orégano no cambio significativamente el consumo de alimento y su ganancia de peso, al igual que en nuestro estudio; cabe señalar que estos dos autores antes mencionados, utilizaron cabritos destetados.

Nuestros resultados no difieren con los encontrados por Avilés et al., 2019 que utilizaron la metodología de amamantamiento-pesaje-amamantamiento para medir el desarrollo de los cabritos, utilizando melatonina para la producción de leche de las madres, obteniendo ganancias de peso promedios de 0.1 – 0.18 kg/d, al igual que los nuestros mostrados en la figura 10, en la ganancia de peso promedio total, sin embargo, ellos reportaron diferencias estadísticas ($p<0.05$). De la misma manera (García y González et al., 2017) encontraron una correlación positiva entre el consumo de leche y la ganancia de peso de los cabritos en su estudio al igual que lo reportado en nuestro estudio.

## 9.4 Efecto de *Lippia palmeri* S. Watson en las características de calidad y grasa de la leche

### 9.4.1 Resumen

El presente documento expresa los resultados encontrados en cuanto a las características de calidad de la leche provenientes de cabras alimentadas con dietas (divididas en 4 tratamientos) suplementadas con orégano *Lippia palmeri* S. Watson (2 dietas con y 2 dietas sin orégano) y, además, verificando si el efecto de la sincronía de nutrientes (2 dietas con sincronía y 2 dietas sin) dentro de las mismas, es significativa. Se realizó el muestreo de la leche en los días 30, 60 y 90 de prueba para cada tratamiento y se analizaron las variables de pH, acidez (g/ml), densidad (g/ml) y grasa (%), encontrándose diferencias significativas en cada variable ($p<0.05$) y en cada día de la prueba. Donde el pH más alto en el estudio lo obtuvo T3 (SINC sin ORE) en el día 90 y el más bajo T4 (SINC con ORE) para el día 30. En acidez (g/mL) encontramos a los tratamientos T3 (SINC sin ORE) y T4 (SINC con ORE) con el valor más alto y bajo respectivamente, para esta variable en el día 30. Los resultados de densidad de la leche (g/mL) nos muestran a T2 (ASINC sin ORE) como el más bajo en valor y a T3 (SINC sin ORE) como el más alto. Los porcentajes de acidez encontrados nos indican con el más bajo a T2 en el día 30 y a T1 como el más alto en el día 90. Las características organolépticas de olor, sabor y color, no se diferencian entre tratamientos, mostrando los rasgos normales en una leche de cabra de olor característico, sabor fuerte y color blanco opaco.

**Palabras clave:** *Lippia palmeri*, características de calidad, grasa, leche, cabras

## 9.4.2 Abstract

This paper expresses the results found regarding milk quality characteristics of goats fed diets (divided into 4 treatments) supplemented with oregano Lippia palmeri S. Watson (2 diets with and 2 diets without oregano) and, in addition, verifying if the effect of nutrient synchrony (2 diets with synchrony and 2 diets without) within them, is significant. The milk was sampled on days 30, 60 and 90 of the test for each treatment and the variables of pH, acidity (g/ml), density (g/ml) and fat (%) were analyzed, finding significant differences in each variable ($p<0.05$), on each day of the test. The highest pH in the study was obtained by T3 (SYNC without ORE) on day 90 and the lowest by T4 (SYNC with ORE) on day 30. In acidity (g/mL), treatments T3 (SYNC without ORE) and T4 (SYNC with ORE) had the highest and lowest values, respectively, for this variable on day 30. The results of milk density (g/mL) show T2 (ASYNC without ORE) as the lowest value and T3 (SYNC without ORE) as the highest. The percentages of acidity found indicate T2 as the lowest at day 30 and T1 as the highest at day 90. The organoleptic characteristics of odor, flavor and color do not differ between treatments, showing the normal features of a goat's milk with characteristic odor, strong flavor and opaque white color.

**Key words**: *Lippia palmeri*, quality characteristics, fat, milk, goats

## 9.4.3 Introducción

Las características fisicoquímicas de la leche de mamíferos pueden variar según la especie, donde los principales componentes son proteínas, grasas, minerales y vitaminas. La leche de cabra se diferencia de la leche humana y bovina en pH, digestibilidad y contenido de caseína. Además, posee propiedades medicinales que la hacen útil en la nutrición humana (Ranadheera et al., 2019). La leche de cabra, a través del tiempo, ha sido descalificada por su sabor fuerte, y al desconocimiento de sus propiedades, lo que la ha vuelto en un producto poco disponible para su venta como leche fluida (pasteurizada) y, por tanto, causa baja rentabilidad y estancamiento del sector caprino, que lo diferencia altamente de la venta de leche de vaca (Chacón-Villalobos, 2013). La leche de cabra a pesar de estar posicionada en segundo lugar mundial después de la leche de vaca (12.2 millones de toneladas de leche de cabra al año), apenas ha alcanzado un auge en cuanto a su consumo en manera de leche fluida en Europa y donde su mayor consumo se ve reflejada en la compra de quesos de cabras, lo que ha provocado un gran interés en el sector lechero sobre sus características fisicoquímicas y organolépticas (Kljajevic et al., 2018), ya que los productos de leche de cabra pueden acidificarse en exceso durante la fermentación, lo que afecta negativamente sus propiedades sensoriales (Ranadheera et al., 2019).

La producción de leche de cabra está influenciada por diversos factores como raza, estado de lactancia, salud del animal, gestación, clima, estación del año, manejo del animal, alimentación, manejo durante la ordeña, sistema de producción utilizado, etc., mismas que van a determinar la calidad y los componentes de la leche de cabra. Se ha investigado la manera de implementar alimentos y suplementos para mejorarla, reflejándose en un mayor rendimiento para la elaboración de subproductos (Salvador et al., 2016). Por tanto, y de acuerdo con lo anteriormente descrito, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del orégano *Lippia palmeri* S. Watson en las características de calidad de la leche de cabra. Dichos atributos evaluados fueron pH, acidez, densidad y grasa de la leche de las cabras alimentadas con dietas suplementadas con orégano.

## 9.4.4 Materiales y Métodos

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el "Rancho El Palmar de Abajo" (23º38'02" N y 110º17'05" O), ubicado en la subdelegación de La Matanza, municipio de La Paz, Baja California Sur, México. Los análisis físicoquímicos de la leche se realizaron en la planta y laboratorio de alimentos y microbiología de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. El clima en el sitio de estudio es desértico-seco con una temperatura media mensual de 21.2ºC en verano y 9ºC en invierno. La estación lluviosa principal ocurre de julio a septiembre, aunque pueden presentarse lluvias ocasionales en invierno (Ramírez et al., 2011). La estación seca es de febrero a junio (Troyo et al., 2014).

### Colección de las muestras

El muestreo de la leche se llevó a cabo en el Rancho el Palmar de Abajo por ordeña manual en las cabras alimentadas con los tratamientos (Cuadro 6, ver capítulo 9.2) Asincrónica con Orégano (T1= ASINC con ORE), Asincrónica sin Orégano (T2= ASINC sin ORE), Sincrónica sin Orégano (T3= SINC sin ORE) y Sincrónica con Orégano (T4= SINC con ORE), a los 30, 60 y 90 días del período experimental y con la ayuda de una cubeta de 1.0 L, previamente desinfectada para iniciar la ordeña limpiando la ubre del animal para obtener cada una de las muestras. Una vez recolectada, se etiquetó para identificación de cada muestra y se utilizó una hielera convencional para el mantenimiento de la temperatura (35-38°C), hasta la llegada a los laboratorios.

### Características organolépticas

Se determinaron las características organolépticas de las muestras en los 30, 60 y 90 días, tomando una muestra de 10 mL y determinando las características de sabor, color y olor de la leche de cabra (Mayorga et al., 2014).

### Determinación de pH

Se utilizó el método potenciométrico, según el cual el potencial se mide directamente en término de pH en la escala de un potenciómetro calibrado con una solución buffer de pH conocido (Salvador et al., 2006).

**Determinación de acidez de la leche**

La acidez de la leche se cuantificó con base a la titulación con hidróxido de sodio 0.1 N y utilizando como indicador fenolftaleína en 10 mL de muestra (leche) (NOM-155, 2012). A continuación, se muestra la fórmula utilizada para determinar la acidez de la leche:

$$\text{Acidez (g/ml)} = \frac{V \ x \ N \ x \ 0.09 \ x \ 100}{VM}$$

Donde:

V= Volumen (mL) de NaOH gastado en la titulación

N= Normalidad de la solución de NaOH

0.09= Miliequivalente del ácido láctico

VM= Volumen de la muestra de leche (mL)

**Análisis de la densidad de la leche**

La densidad de la leche se determinó con lo descrito en la NOM-155, se utilizan 250 ml de muestra dentro de una probeta de 250 ml y la lectura de densidad se realizó mediante un lactodensímetro.

Ecuación de corrección de densidad:

$$D_c = D_{TA} + 0.0002(T - T_{id})$$

Donde:

$D_c$= Densidad corregida de la leche

$D_{TA}$= Densidad de la leche a temperatura de muestreo (lectura en el lactodensímetro)

T= Temperatura de la leche al momento de hacer la lectura (°C)

$T_{id}$= Temperatura a la cual fue calibrado el lactodensímetro (15°C)

0.0002= Constante de variación de temperatura

### Determinación de la grasa

Esta prueba se realizó por el método de Gerber, se utilizaron 10 ml de leche, alcohol isoamílico (0.8 M) y ácido sulfúrico (1.6 M), con el uso de un butirómetro y centrifugando por 3 minutos a 1200 RPM para conocer el porcentaje de grasa en la leche (NOM-155, 2012).

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el paquete SPSS versión 22.0 (IBM, 2013), mediante la prueba no paramétrica para muestras independientes de Kruskal Wallis para las variables de pH, acidez (g/mL), densidad (g/mL) y grasa (%) con el fin de detectar diferencias entre los tratamientos y en los meses de prueba. Lo anterior se realizó ya que los supuestos de distribución normal y de igualdad de varianzas de los datos no se cumplieron, por cada mes de estudio para cada variable antes mencionada (Frau et al., 2012; Mitsiopoulou et al., 2021).

## 9.4.5 Resultados

En el Cuadro 11 se presentan las estadísticas descriptivas para las distintas variables fisicoquímicas evaluadas en la leche de cabra.

**Cuadro 13. Estadísticas descriptivas para las variables fisicoquímicas de leche de cabra y resultado de las pruebas de normalidad, Kolmogorov-Smirnov (K-S) y Shapiro-Wilk (S-W). DE = Desviación Estándar, RIQ = Rango Inter cuartil, Q1 = Primer cuartil, Q3 = Tercer cuartil. Se reporta 0.001 cuando el valor de p es menor o igual a 0.001, n = 60.**

| Estadístico | Variable | | | |
|---|---|---|---|---|
| | pH | Acidez (g/mL) | Densidad (g/mL) | Grasa (%) |
| Media | 5.90 | 19.04 | 1.028 | 3.813 |
| Mediana | 5.90 | 18.45 | 1.028 | 3.450 |
| Desviación Estándar | 0.137 | 0.203 | 0.001 | 1.352 |
| Valor Mínimo | 5.7 | 15.3 | 1.027 | 1.900 |
| Valor Máximo | 6.2 | 24.3 | 1.032 | 7.500 |
| RIQ | 0.5 | 0.9 | 0.005 | 5.600 |
| Q1 | 5.8 | 18.0 | 1.026 | 3.200 |
| Q3 | 6.0 | 20.7 | 1.028 | 4.425 |
| K-S | 0.216 | 0.194 | 0.210 | 0.204 |
| Valor p | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| S-W | 0.903 | 0.937 | 0.877 | 0.843 |
| Valor p | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.001 |

Los valores promedio para la leche de cabra en términos de pH, acidez, densidad y grasa fueron 5.90, 19.04 (g/mL), 1.028 (g/mL) y 3.813 %, respectivamente. Los valores mínimos observados para dichas variables fueron 5.70, 18.45, 1.027 y 1.09, respectivamente. En cambio, los valores máximos observados para el mismo orden de las variables descritas fueron 6.20, 24.3, 1.032 y 7.50, respectivamente (Cuadro 11). Dado que los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas no se cumplieron, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis con el propósito de detectar diferencias entre los tratamientos para cada variable físico-química de la leche y mes de muestreo. Los resultados de estos análisis estadísticos se presentan en el Cuadro 12, en el cual se observan

diferencias estadísticas ($p<0.05$) para cada variable estudiada en cada mes de la evaluación (Cuadro 12).

**Cuadro 14. Estadístico de la prueba de Kruskal-Wallis ($\chi^2$) y su valor de p o significancia alcanzada, por mes, para las variables fisicoquímicas de leche de cabra. Se reporta 0.001 cuando el valor de p es menor o igual a 0.001, n = 20**

| Variable | Mes 1 | | Mes 2 | | Mes 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\chi^2$ | Valor p | $\chi^2$ | Valor p | $\chi^2$ | Valor p |
| **pH** | 8.94 | 0.017 | 9.37 | 0.015 | 15.95 | 0.001 |
| **Acidez (g/mL)** | 17.79 | 0.001 | 12.73 | 0.005 | 14.89 | 0.001 |
| **Densidad (g/mL)** | 14.36 | 0.002 | 12.42 | 0.006 | 14.37 | 0.002 |
| **Grasa (%)** | 18.14 | 0.001 | 16.31 | 0.001 | 17.98 | 0.001 |

A continuación, se muestran los resultados de las distintas variables físico químicas de la leche de cabra durante el periodo de estudio. Los valores promedio de pH para cada uno de los tratamientos y para cada mes de observación se ilustra en la Figura 8.

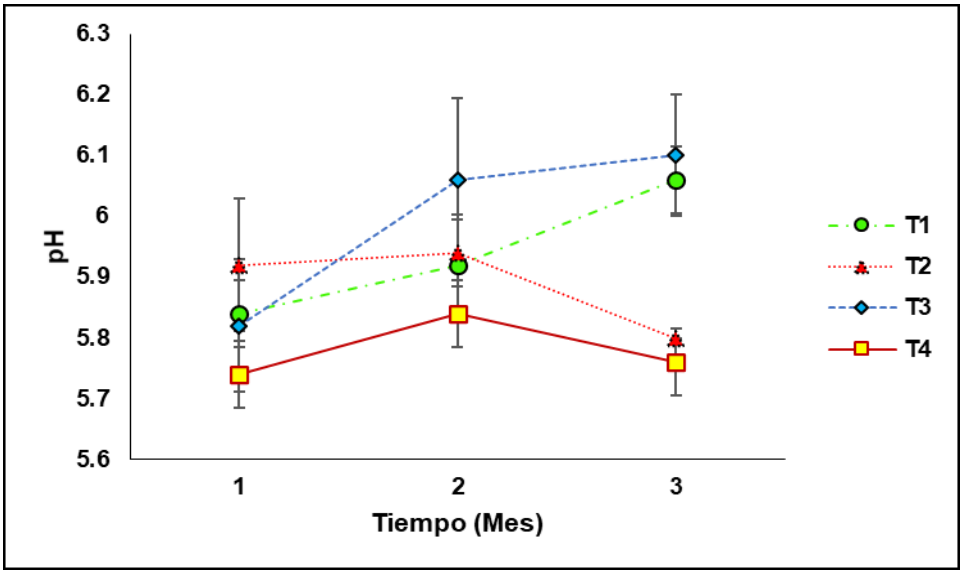



**Figura 13. Promedio de pH de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).**

En cuanto al comportamiento del pH entre los tratamientos en el mes 1, se observa a que el valor máximo (5.92±0.11) y mínimo (5.74±0.055) corresponden al T2 (ASINC sin ORE) y T4 (SINC con ORE), respectivamente. Los tratamientos T1 (ASINC con ORE) y T3 (SINC sin ORE) presentaron un pH similar (5.84±0.055 y 5.82±0.110, respectivamente). En el mes 2, se presentó un incremento en el T3 (SINC sin ORE), alcanzando un pH= 6.06±0.134 mientras que el valor más bajo (5.84±0.055) se observa en el T4 (SINC con ORE). Los tratamientos T1 (ASINC con ORE) y T2 (ASINC sin ORE) mostraron un pH similar (5.92±0.084 y 5.94±0.055, respectivamente). El T2 no mostró incremento significativo ($p>0.05$) entre el mes 1 y el mes 2. En el mes 3, los tratamientos T1 (ASINC con ORE) y T3 (SINC sin ORE) presentan un pH similar (6.06±0.055 y 6.1±0.1, respectivamente) pero diferente a los tratamientos T2 (ASINC sin ORE) y T4 (SINC con ORE), los cuales presentaron un pH de 5.8±0.0 y 5.76±0.055, respectivamente. El T4 (SINC con ORE) no presentó cambios significativos en cuanto al pH promedio para cada mes de prueba (mes 1 5.74±0.055, mes 2 5.84±0.055 y mes 3 5.76±0.055.

Respecto a la variable acidez de la leche, se ilustra en la Figura 9 los promedios por mes y tratamiento, en el cual se detectaron diferencias significativas entre los

tratamientos y en los meses de prueba ($p<0.05$). En el primer mes, los promedios observados para los tratamientos fueron 18±0.0, 19.98±0.117, 23.4±0.110 y 16.38±0.075 g/mL para T1 (ASINC con ORE), T2 (ASINC sin ORE), T3 (SINC sin ORE) y T4 (SINC con ORE), respectivamente. En el mes 2, los tratamientos con *Lippia palmeri* (T1 y T4), muestran un valor similar en la acidez registrando un promedio de 18 g/mL mientras que en los tratamientos T2 (ASINC sin ORE) y T3 (SINC sin ORE) presentaron valores de 21.06±0.804 y 19.8±0.636 mg/mL, respectivamente. En el mes 3, los tratamientos T1 (ASINC con ORE) y T4 (SINC con ORE) registraron una acidez media de 17.46±0.049 mg/mL. En cambio, el T2 (ASINC sin ORE) mostró una acidez de 20.34±0.049 g/mL mientras que el valor del T3 (SINC sin ORE) fue de 18.36±0.049 g/mL (Figura 9).

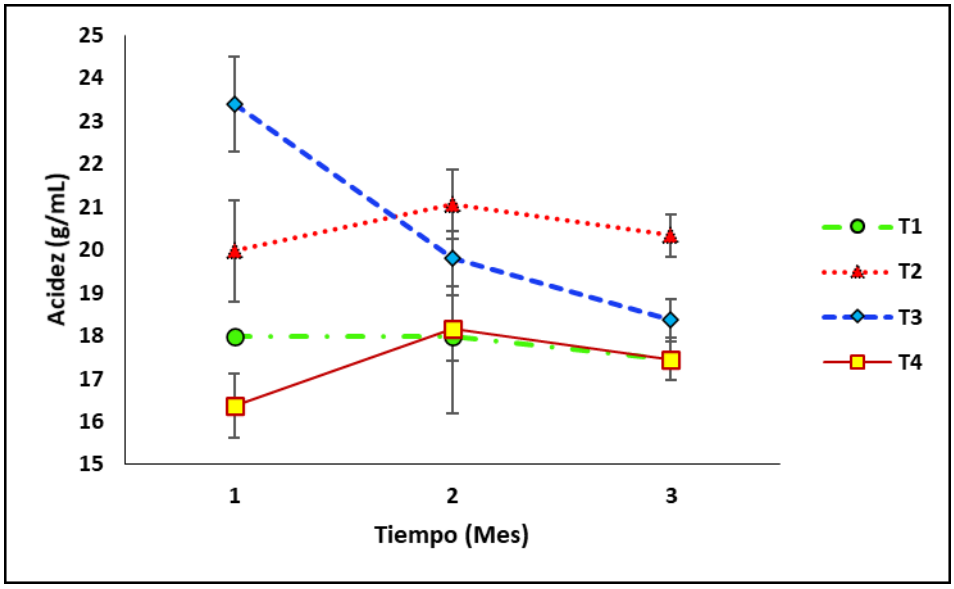



**Figura 14. Promedio de acidez (g/ml) de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).**

Los resultados de la densidad de la leche se presentan en la Figura 10. Como se observa en la mencionada figura, el tratamiento T3 (SINC sin ORE) registró una densidad media máxima de 1.0314±0.001 mg/mL, siendo este estadísticamente diferente ($p<0.05$) al resto de los demás tratamientos, los cuales promediaron un valor de 1.029±0.001 mg/mL. En el mes 2, los tratamientos T1 (ASINC con ORE),

T3 (SINC sin ORE) y T4 (SINC con ORE) registraron un valor medio de densidad de 1.028±0.001 g/mL, mientras que el tratamiento T3 (SINC sin ORE), presentó el valor más bajo (1.027±0.0 g/mL). En el mes 3, los tratamientos T3 (SINC sin ORE) y T4 (SINC con ORE) promediaron una densidad de 1.0274±0.001 g/mL, en cambio el tratamiento T2 (ASINC sin ORE), promedió un valor de densidad de 1.0296±0.001 g/mL, siendo esta estadísticamente diferente al resto de los tratamientos ($p<0.05$).

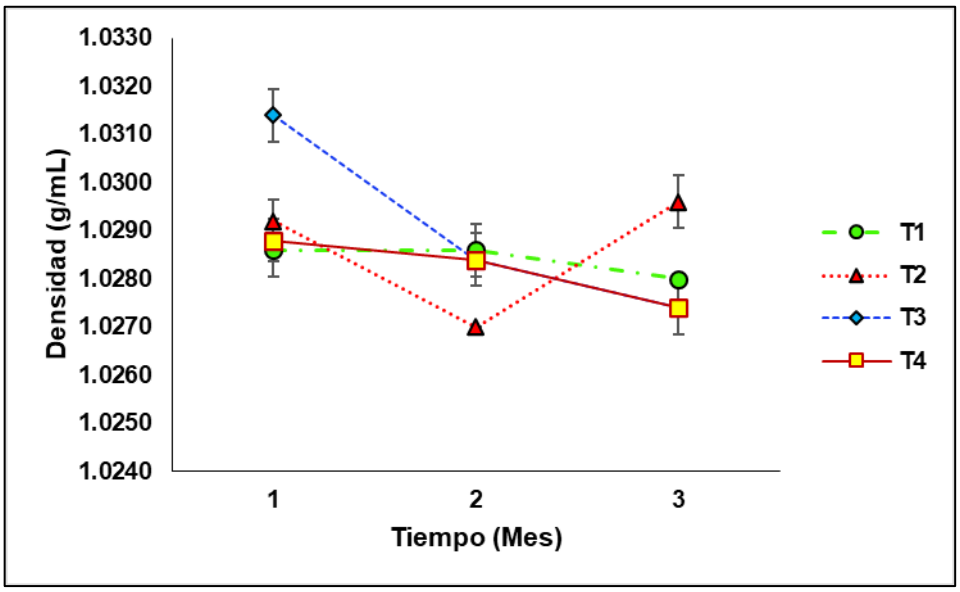



**Figura 15. Promedio de densidad (g/mL) de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).**

El contenido (%) de grasa en la leche de cabra durante los 3 meses de estudio se muestra en la Figura 11, donde se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0.05$). En el mes 1, el tratamiento con el mayor contenido de grasa en la leche corresponde al T3 (SINC sin ORE) con un promedio de 4.72±0.492% y el menor se registró en el T2 (ASINC sin ORE) con un promedio de 2.08±0.164%. Respecto al mes 2, se muestran a T1 (ASINC con ORE) y T3 (SINC+ORE) con promedios similares (3.7%), mientras que el T2 (ASINC sin ORE) registró el menor contenido de grasa (2.34±0.089%). En el mes 3, el T4 (SINC con ORE) registró el promedio más bajo (3.18±0.084%), comparado con

los demás tratamientos. No obstante, en el T1 (ASINC con ORE) se observó el mayor contenido de grasa (7.38±0.130%).

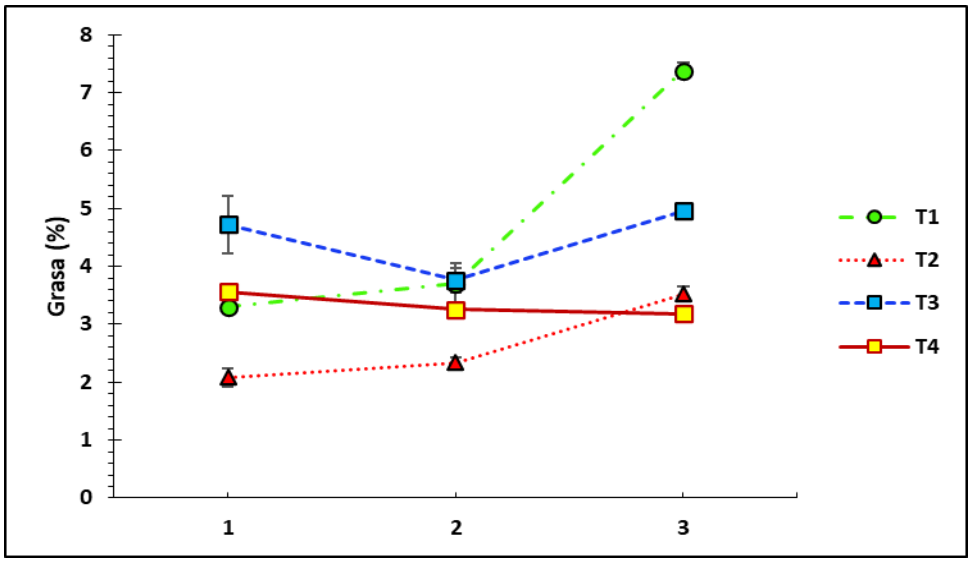



**Figura 16. Promedio de grasa (%) de la leche de cabra por mes y tratamiento. Los datos graficados representan la media ± desviación estándar (n= 20).**

## 9.4.6 Discusión

Las características organolépticas y fisicoquímicas de la leche son importantes parámetros para poder medir la calidad de leche, sin embargo, aún se desconoce si la composición de la leche tiene un efecto real sobre la transformación de la leche en subproductos (queso, dulces, etc.), como lo sugiere (Pazzola et al., 2019). En cuanto a los resultados encontrados en el presente estudio, las mediciones de pH observadas estuvieron por debajo de los valores encontrados en otros estudios (Salvador et al., 2006, 2016; Vega et al., 2007) donde se investigaron cabras mestizas, Saanen y Alpina, detectando valores de pH de 6.83, 6.36, respectivamente. Por otro lado, para la variable contenido (%) de grasa, los mismos autores encontraron valores de 4.82, 3.5 y 3.96%, respectivamente, mientras que en el presente estudio solo el T3 (SINC sin ORE) se aproximó a los mencionados valores. En cambio, el T1 (ASINC con ORE) lo supero en el % de grasa en el último mes de prueba. Los resultados del % de grasa observados en los tratamientos T1 (ASINC con ORE) y T3 (SINC sin ORE), siendo el primero uno de los tratamientos con *Lippia palmeri*, coinciden con los documentados por Campos et al. (2021) en leche de cabra, al utilizar urea encapsulada en la dieta y a lo reportado por Mitsiopoulou et al. (2021).

En relación a la variable de acidez, los resultados reportados por Salvador et al. (2006), muestran valores de 20.62 g/mL, coincidiendo con los resultados observados en el T2 (ASINC sin ORE) en el último mes de prueba, sin embargo, los valores detectados en el mes dos de este tratamiento, están por encima de los resultados documentados por Salvador et al. (2016). El resto de los demás tratamientos se mantuvieron por debajo de los valores reportados por este autor y colaboradores en cuanto a la acidez de la leche del presente estudio.

Los promedios observados para la variable de densidad de la leche del presente experimento, coinciden con lo reportado por Vega et al. (2007) y por Frau et al. (2012); este último autor en su investigación, determinaron que la leche con esos promedios de densidad similar, cumple con los requisitos óptimos para llevar a cabo procesamiento de la leche y convertirla en algún subproducto de cabra.

# 10. CONCLUSIONES

La investigación aporta información acerca de la composición botánica del Rancho el Palmar de Abajo, perteneciente a la localidad de La Matanza, con presencia de un matorral sarcocaule muy diverso y rico en especies. El conocimiento del tipo de familias y géneros es fundamental, ya que la abundancia, dominancia y frecuencia de los taxa parece estar supeditada a los cambios climáticos estacionales. Se observa entre las dos épocas evaluadas (húmeda y seca), una reducción considerable de especies durante la sequía. Por tanto, los resultados aquí reseñados son base para desarrollar estrategias de conservación y monitoreo de la flora de esta región, ya que se presenta algunas especies protegidas. Con la finalidad de actualizar el listado de especies, es conveniente realizar análisis como los que se presentan en este estudio con regularidad, además de incluir áreas más extensas, a fin de enriquecer la información recabada.

Se determinó el efecto de una planta aromática *Lippia palmeri* S. Watson y la sincronía de nutrientes en la alimentación de pequeños rumiantes como son las cabras. Los resultados encontrados muestran diferencias significativas entre tratamientos. También se puede decir que no existió un efecto por parte de *Lippia palmeri* S. Watson y la sincronía de nutrientes, en cuanto a la producción de leche de cabra. Sin embargo, también hay que tener en cuenta que en el experimento se utilizó un ingrediente como la paja, que añadiendo un porcentaje de orégano en la dieta puede ayudar a llevar una producción constante y ser utilizado como un suplemento natural. Se sugiere seguir realizando más pruebas en rumiantes para determinar qué nivel sería el óptimo y adecuado, para hacer más eficiente la producción de leche o de carne, o cualquiera que sea el destino del aprovechamiento caprino. A pesar de que los resultados estadísticos no mostraron significancia entre los tratamientos, la producción y consumo de alimento alcanzó promedios adecuados en cabras criollas, de esta manera se puede inferir que *Lippia palmeri* S. Watson, puede ayudar a la alimentación de los rumiantes como un aditivo añadido a los alimentos de bajo valor nutricional

que se puede implementar, cuando en el agostadero el alimento es escaso y de esta manera, ayudar a los productores a reducir la mortandad de los animales durante estos períodos y además de proveer un mantenimiento de bajo costo de alimentación y nutrición.

Se puede concluir que la inclusión de *Lippia palmeri* en la dieta y la sincronia de nutrientes no afecta de manera significativa al desarrollo y comportamiento de los cabritos en estudio. Sin embargo, los resultados coinciden con los de otras investigaciones en cuanto a la ganancia de peso y aprovechamiento del consumo de leche a través de sus madres, tanto en cabritos destetados consumiendo alimento solido como en cabritos pre-destete utilizando la misma técnica de amamantamiento-pesaje-amamantamiento de nuestro estudio, obteniendo valores de crecimiento normales.

Las características de calidad de la leche encontrados en la presente investigación, mostraron niveles adecuados para poder industrializarse comparados con otros estudios citados en la literatura. Si bien el uso de *Lippia palmeri* S. Watson y la sincronía y la no sincronía de nutrientes, muestra diferencias en pH, acidez, densidad y contenido de grasa. Por otro lado, los demás tratamientos sin su inclusión, no están por debajo de los niveles deseados para su uso en la transformación de la leche en subproductos de cabra, ofreciendo una leche de buena calidad para cada tratamiento utilizado.

# 11. BIBLIOGRAFÍA


Abbas, S., Rashid, M. A., Yousaf, M. S., Ashraf, S., Rabbani, I., Zaneb, H., S. K. Tahir, S. K., Shahzad, A. H. & Rehman, H. 2020. Effect of maternal yeast feeding on dam performance and serum health biomarkers of Beetal goat kids. *South African Journal of Animal Science, 50*(2), 281-290. http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v50i2.11

Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T. & Arsenakis, M. 1998. Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46*(5), 1739-1745. https://doi.org/10.1021/jf9708296

Alanís, E., Jiménez, J., Mora, A., Martínez, J. G., Mata, J. M., Chávez, A. C. & Rubio, E. A. 2015b. Estructura y diversidad del matorral submontano contiguo al Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana, 113*, 1-19. https://doi.org/10.21829/abm113.2015.1093

Alanís, E., Jiménez, J., González, H., Canizalez, P. A., Mora, A., Mata J. M. & Hernández, J. 2015a. Composition, structure and diversity of shrublands in Central Nuevo Leon, Mexico. *Botanical Sciences, 93*(2), 1-11. https://doi.org/10.17129/botsci.60

AOAC. 1997. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Washington, D.C.

La O Arias, M. A., Guevara, F., Fonseca, N., Rodríguez, L., Pinto, R., Gómez, H., Medina, F. J. & Hernández, A. 2013. Aplicación de los modelos logístico y Gompertz al análisis de curvas de peso vivo en cabritos criollos cubanos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 47*(1), 1-5. https://www.redalyc.org/pdf/1930/193028545001.pdf

Avilés, R., Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Duarte, G., Vielma, J., Flores, M. J., Petrovski, K., Zarazaga, L. A. & Hernández, H. (2019). Melatonin administration during the dry period stimulates subsequent milk yield and weight gain of offspring

in subtropical does kidding in summer. *Journal of dairy science*, *102*(12), 11536-11543. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16836

Ayala, L., Castro, M. & Martínez, M. 2005. El orégano, posible alternativa de utilización en la producción animal Palenzuela. Instituto de Ciencia Animal. http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/nutricion_porcina_el_oregano.html (11 de noviembre de 2020).

Bampidis, V. A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Spais, A. B. & Chatzopoulou, P. S. 2005. Effect of dietary dried oregano leaves supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science Technology, 121*(3-4), 285-295. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.02.002

Benson, M. E., Henry, M. J. & Cardellino, R. A. 1999. Comparison of weigh-suckle-weigh and machine milking for measuring ewe milk production. *Journal of Animal Science, 77*(9), 2330-2335. https://doi.org/10.2527/1999.7792330x

Bidot-Fernández, A. 2017. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal, 29*(2), 32-41. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202017000200005&script=sci_arttext&tlng=pt

Cabrera, B. A. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública 1*(1), 6-16. https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/INVE%20AMB%20A77%202009.pdf

Campos, A. C., Silva, A. L., Silva, A. M., Araujo-Filho, J. M., Costa, T., Pereira-Filho, J. M., Oliveira, J. P. F. & Bezerra, L. R. 2021. Dietary replacement of soybean meal with lipid matrix-encapsulated urea does not modify milk production and composition in dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, *274*, 114763. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114763

Carro Travieso, M., Saro, C., Mateos, I., Díaz, A. & Ranilla, M. J. 2014. Perspectivas y retos de los extractos vegetales como aditivos alimentarios en rumiantes. *Albeitar, 179*, 4-6. http://oa.upm.es/35229/1/INVE_MEM_2014_191171.pdf

Castillo-López, R. I., Gutiérrez-Grijalva, E. P., Leyva-López, N., López-Martínez, L. X. & Heredia, J. B. 2017. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production. *Journal of Animal and Plant Science, 27*(2), 349-359. http://www.thejaps.org.pk/docs/v-27-2/01.pdf

Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L. & Méndez-Rojas, S. G. 2013. Efecto de la proporción de leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. *Agronomía Mesoamericana, 24*(1), 149-167. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000100014&lng=en&tlng=es

Corella-Bernal, R. A. & Ortega-Nieblas, M. M. 2013. Importancia del aceite esencial y la producción de orégano *Lippia palmeri* Watson en el estado de Sonora. *Biotecnia, 15*(1), 57-64. https://doi.org/10.18633/bt.v15i1.137

Danelon, J. L., D'Alesio, M., Barletta, L., Allocati, P. A., Wawrzkiewicz, M., Ceballos, E. & Victoria, D. 2010. Ensilaje de alfalfa suplementado con distintos concentrados energéticos para alimentar cabras lecheras. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 18*(1-2), 17-26. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/25-silaje_alfa.pdf

Domínguez, T. G., González, H., Ramírez, R. G., Estrada, A. E., Cantú, I., Gómez, M. V., Villarreal, J. A., Alvarado, M. S. & Alanís, G. 2013. Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales 4*(17), 106-123. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322013000300011&lng=es&tlng=es.

Elizondo-Salazar, J. A. 2008. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. III. Minerales y vitaminas. *Agronomía Mesoamericana, 19*(2), 303-308. https://www.redalyc.org/pdf/437/43711425017.pdf

Elorza-Tejeda, J. L. 2018. Eficiencia de utilización del alimento, producción y composición de la leche de cabras Alpina, Nubia, Saanen y Toggenburg en lactancia temprana suplementadas con microminerales orgánicos e inorgánicos. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chapingo. http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/bitstream/handle/20.500.12098/494/mcig-etjl_18.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Ferro-Díaz, J. 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *Revista ECOVIDA, 5*(1), 139-186. http://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/72/137

Frau, F., Font, G., Paz, R. & Pece, N. 2012. Composición físico-química y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, *111*(1), 1-7. http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/65/40

Galina, M. A., Delgado-Pertiñez, M., Ortíz-Rubio, M. A., Pineda, L. J. & Puga, D. C. 2009. Cinética ruminal y crecimiento de cabritos suplementados con un probiótico de bacterias ácido-lácticas. *Pastos y forrajes, 32*(4), 1-1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0864-03942009000400009

García y González, E. G., Flores, J. A., Delgadillo, J. A., González-Quirino, T., Fernández, I. G., Terrazas, A., Vielma, J., Nandayapa, E., Mendieta, E. S., Loya-Carrera, J., Flores, M.J. & Hernández, H. 2017. Early nursing behaviour in ungulate mothers with hider offspring (Capra hircus): Correlations between milk yield and kid weight. *Small Ruminant Research*, *151*, 59-65.

García, J. & Zavala, F. 2018. Composición florística y diversidad de la regeneración leñosa del matorral en Marín, Nuevo León. *Ciencia UANL, 91*. https://doi.org/10.29105/cienciauanl21.91-2

Gómez-Gómez, D. A., Pico-Gutiérrez, M. Y., Marín-Mejía, B. de J. & Álvarez-Ramírez, L. 2019. Efecto del consumo de leche fermentada con *Bifidobacterium* y *Lactobacillus casei* sobre ganancia de peso y duración de diarreas en cabritos lactantes. *Spei Domus, 13*(26-27), 1-8. https://doi.org/10.16925/2382-4247.2017.01.01

González, H., Ramírez, R. G., Cantú, I., Gómez, M. V. & Uvalle, J. I. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, *29*, 91-106. http://www.polibotanica.mx/esp/num29/tema4esp.htm

González, M., Foroughbakhch, R., Rocha, L., Guzmán, M. A. & González, H. 2017. Composición florística y caracterización estructural del matorral desértico micrófilo en Galeana, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 8*(39), 83–98. https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i39.45

Hernández, J. S., Herrera, M., Rodero, E., Vargas, S., Villarreal, O., Reséndiz, R. & Sierra, A. C. 2005. Tendencia en el crecimiento de cabritos criollos en sistemas extensivos. *Archivos de Zootecnia, 54*(206-207), 429-436. https://www.redalyc.org/pdf/495/49520748.pdf

Hristov, A. N., Lee, C., Cassidy, T., Heyler, K., Tekippe, J. A., Varga, G. A. & Brandt, R. C. 2013. Effect of *Origanum vulgare* L. leaves on rumen fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 96*(2), 1189-1202. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5975

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos; La Paz B.C.S. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/03/03003.pdf (11 de noviembre de 2020).

International Business Machines (IBM). 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. IBM Corp. Armonk, NY, USA. N/p.

Jouany, J. & Morgavi, D. 2007. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal, 1*(10), 1443-1466. https://doi.org/10.1017/S1751731107000742

Kljajevic, N. V., Tomasevic, I. B. & Miloradovic, Z. N. 2018. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of Food Science and Technology, 55*, 299-303. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4

Kolver, E., Muller, L. D., Varga, G. A. & Cassidy, T. J. 1998. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 81*(7), 2017-2028. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75776-5

León de la Luz, J. L., Pérez, J. J. & Breceda, A. 2000. A transitional xerophitic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science, 11*(4), 555-564. https://doi.org/10.2307/3246585

Marroquín, J. J., Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O. A., Mata, J. M., Rubio, E. A. & Chávez, A. C. 2017. Efecto de la restauración post-minería de la comunidad vegetal de matorral xerófilo, en Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana, 120*, 7-20. https://doi.org/10.21829/abm120.2017.1262

Maya, Y. & Arriaga, L. 1996. Litterfall and phenological patterns of the dominant overstorey species of a desert scrub community in north-western Mexico. *Journal of Arid Environments, 34*, 23-35. https://doi.org/10.1006/jare.1996.0090

Medina, R., Cantú, I., Estrada, A. E., González, H. & Delgadillo, J. A. 2017. Estructura y diversidad del matorral desértico rosetófilo rehabilitado con rodillo aireador, Coahuila, México. *Polibotánica, 44*, 95-107. https://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.44.7

Medina, R., Cantú, I., Estrada, A. E., González, H. & Delgadillo, J. A. 2015. Cambios en la vegetación del matorral desértico micrófilo en un área bajo manejo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 6*(32), 37-48. https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i32.97

Meneses, R., Pérez, P., Pittet, J., Galleguillos, P. & Morales, M. S. 2001. Estrategia de alimentación durante la crianza de crías caprinas criollas. *Agricultura Técnica, 61*(2), 171-179. https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072001000200007

Mitsiopoulou, C., Karaiskou, C., Simoni, M., Righi, F., Pappas, A. C., Sotirakoglou, K., & Tsiplakou, E. 2021. Influence of dietary sesame meal, vitamin E and selenium supplementation on milk production, composition, and fatty acid profile in dairy goats. *Livestock Science*, *244*, 104336. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104336

Molina, V. M., Pando, M., Alanís, E., Canizales, P. A., González, H. & Jiménez, J. 2013. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 4*(3), 361-371. https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3193/2618

Morsy, T. A., Kholif, S. M., Matloup, O. H., Abdo, M. M. & El-Shafie, M. H. 2012. Impact of anise, clove and juniper oils as feed additives on the productive performance of lactating goats. *International Journal of Dairy Science, 7*, 20-28. https://dx.doi.org/10.3923/ijds.2012.20.28

Olijhoek, D. W., Hellwing, A. L. F., Grevsen, K., Haveman, L. S., Chowdhury, M. R., Løvendahl, P. & Lund, P. 2019. Effect of dried oregano (*Origanum vulgare* L.) plant material in feed on methane production, rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk fatty acid composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 102*(11), 9902-9918. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16329

Ortega-Nieblas, M., Robles-Burgueño, M., Acedo-Félix, E., González-León, A., Morales-Trejo, A. & Vázquez-Moreno, L. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of oregano (*Lippia palmeri* S. WATS) essential oil. *Revista Fitotecnia Mexicana, 34*(1), 11-17.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802011000100004&script=sci_arttext&tlng=en

Paraskevakis, N. 2015. Effects of dietary dried Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) supplementation on blood and milk enzymatic antioxidant indices, on milk total antioxidant capacity and on productivity in goats. *Animal Feed Science and Technology, 209*, 90-97. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.001

Pazzola, M., Stocco, G., Dettori, M. L., Bittante, G. & Vacca, G. M. 2019. Effect of goat milk composition on cheesemaking traits and daily cheese production. *Journal of Dairy Science*, *102*(5), 3947-3955. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15397

Peña, F., Vega, J., Sánchez, M., Martos, J., Garcia, A. & Domenech, V. 1999. Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza Florida. *Archivos de Zootecnia, 48*(184), 415-424. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4148

Pequeño, M. A., Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O. A., González, M. A. & Molina, V. M. 2017. Análisis estructural de dos áreas del Matorral Espinoso Tamaulipeco del noreste de México. *Madera y Bosques, 23*(1), 121-132. https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311125

Perea, M. C., Ezcurra, E. & León de la Luz, J. L. 2005. Functional morphology of a sarcocaulescent desert scrub in the bay of La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Journal of Arid Environments, 62*, 413-426. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.01.004

Ramírez, C. L., González, C. L., Quiroz, N. S. & Bravo, G. M. 2017. Desarrollo de una leche de cabra fermentada empleando *L. acidophilus* en co-cultivo con las BAL del yogur. *Alimentos Hoy, 25*(41), 77-95. https://alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/449/367

Ramírez, R., Armenta, J. A., Ramírez, R. G. & Romero, E. 2011. Organic matter and crude protein ruminal degradation synchrony in diets selected by range goats.

*Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14*(1), 109-117. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915703009

Ramírez, R. G., Domínguez, T. G., González, H., Cantú, I., Gómez, M. V., Sarquís J. I. & Jurado, E. 2013. Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México. *Madera y Bosques, 19*(2), 59-72. https://doi.org/10.21829/myb.2013.192340

Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Baines, S. K., Balthazar, C. F., Cruz, A. G., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Pimentel, T., Wittwer, A. E., Naumovski, N., Graca J., Sant'Ana, A., Ajlouni, S. & Vasiljevic, T. 2019. Probiotics in goat milk products: Delivery capacity and ability to improve sensory attributes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18*(4), 867-882. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12447

Rascón, J. M., Alanís, E., Mora, A., Buendía, E., Sánchez, L. & Silva, J. E. 2018. Differences in vegetation structure and diversity of a forest in an altitudinal gradient of the Sierra La Laguna Biosphere Reserve, Mexico. *Botanical Sciences, 96*(4), 598-608. https://dx.doi.org/10.17129/botsci.1993

Rebman, J. & N. Roberts. 2012. Baja California Plant Field Guide. Sunbelt Publications. 3rd edition. San Diego, CA, USA. 480 p.

Reid, N., Marroquín, J. J. & Beyer, M. P. 1990. Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management, 36*, 61-79. https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90064-I

Repetto, J. L. & Cajarville, C. 2009. ¿Es posible lograr la sincronización de nutrientes en sistemas pastoriles intensivos?. XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, 60-67. http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/es_posible_lograr_la_sincronizacion_de_nutrientes_en_sistemas_pastoriles_intensivos.doc

Reyes, P. R. & Torres-Florez, J. P. 2009. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44*(1), 243-251. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100025

Robinson, T., Bu, D., Carrique-Mas, J., Fèvre, E., Gilbert, M., Grace, D. & Woolhouse, M. 2017. Antibiotic resistance: Mitigation opportunities in livestock sector development. *Animal, 11*(1), 1-3. https://doi.org/10.1017/S1751731116001828

Rodríguez, R., Sosa, A. & Rodríguez, Y. 2007. La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 41*(4), 303-311. https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017712001.pdf

Rosenzweigh, M. L. 1995. Species diversity in space and time. *University of Cambridge Press. Cambridge*, *UK*. 50-72. https://doi.org/10.1017/CBO9780511623387

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F*., 504. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf

Salvador, A., Martínez, G., Alvarado, C. & Hahn, M. 2006. Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical*, *24*(3), 307-320. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000300009&lng=es&tlng=en.

Salvador, A., Martínez, G., Alvarado, C., Hahn, M., Pariacote, F. & Vazquez-Armijo, J. F. 2016. Características físico químicas y composición de la leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, 57*(1), 53-60. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762016000100006&lng=es&tlng=pt.

Shabi, Z., Arieli, A., Bruckental, I., Aharoni, Y., Zamwel, S., Bor, A. & Tagari, H. 1998. Effect of the synchronization of the degradation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation and flow of digesta in the abomasum of dairy cows. *Journal of Dairy Science, 81*(7), 1991-2000. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75773-X

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. & Prosser, C. G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research, 89*(2-3), 110-124. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.033

Tekippe, J. A., Hristov, A. N., Heyler, K. S., Cassidy, T. W., Zheljazkov, V. D., Ferreira, J. F. S. & Varga, G. A. 2011. Rumen fermentation and production effects of *Origanum vulgare* L. leaves in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science, 94*(10), 5065-5079. https://doi.org/10.3168/jds.2010-4095

Troyo, E., Mercado, G., Cruz, A., Nieto, A., Valdez, R. D., García, J. L. & Murillo, B. 2014. Análisis de la sequía y desertificación mediante índices de aridez y estimación de la brecha hídrica en Baja California Sur, noroeste de México. *Investigaciones Geográficas*, 85, 66-81. http://dx.doi.org/10.14350/rig.32404

Vega, S., Gutiérrez, R., Ramírez, A., González, M., Díaz-González, G., Salas, J., González, C., Coronado, M., Schettino, B. & 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. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2007000300006

Urías, V. J. 2014. Propagación de *Lippia palmeri* Watson por cultivo de tejidos. *Universidad de Sonora, Tesis de Licenciatura*. http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/handle/unison/2086/uriasvaldezjesusl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velderrain, L. A., León de la Luz, J. L. & Maya, Y. 2010. Estructura de la vegetación en montículos de la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Polibotánica, 29*, 67- 90. http://www.polibotanica.mx/esp/num29/tema3esp.htm

Wanapat, M., Cherdthong, A., Phesatcha, K. & Kang, S. 2015. Dietary sources and their effects on animal production and environmental sustainability. *Animal Nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui), 1*(3), 96–103. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.07.004

Williams, P., Cifuentes, X., Velasco, V., Campos, J., Bórquez, F., & Allende, R. 2018. ¿PUEDE EL OREGANO SECO DIETARIO MEJORAR EL CONSUMO DE NUTRIENTES DIGESTIBLES EN CABRITOS EN CRECIMIENTO?. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, *34*(1), 19-25. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902018000100019&script=sci_arttext&tlng=e

Whorley, J. & Kenagy, G. J. 2007. Variation in reproductive patterns of antelope ground squirrels, *Ammospermophilus leucurus*, from Oregon to Baja California. *Journal of Mammalogy, 88*(6), 1404–1411. https://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-382R.1