



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

ESCUELA DE POSGRADO

Evaluación de forrajes enriquecidos con microorganismos de montaña en la producción y
calidad de leche caprina

Pedro Francisco Chiari García

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2015

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL

FIRMANTES:



Andrés Jenet, Ph.D.
Codirector de tesis



Cristóbal Villandeva, M.Sc.
Codirector de tesis



Reinhold Muschler, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Fernando Gasanoves, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado



Pedro Francisco Chacín García
Candidato

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de culminar mis estudios de maestría.

A mis padres; en especial a mi mamá Raquel y a mi papá Camilo, que siempre fueron un buen ejemplo para mí, motivo de inspiración para terminar y alcanzar mis metas.

A mi tía; Delia Yolanda, que siempre fue un buen ejemplo para mí, motivo de inspiración para terminar y alcanzar mis metas.

A mi familia; a mi esposa Vielka, mis hijos Jose y Pedro, que siempre fueron motivo de inspiración para terminar y alcanzar mis metas.

A mi hermana; Marlene, mis sobrinos Jessica y Gerald, que siempre fue un buen ejemplo para mí, motivo de inspiración para terminar y alcanzar mis metas.

A mis amigos, compañeros de Agroforestería y profesores, que también fueron motivo de inspiración para terminar y alcanzar mis metas.

Pedro F. Chiari García

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios todo poderoso por darme la vida, salud, sabiduría, y por darme la oportunidad tan especial de estudiar, seguir adelante, luchar y poder cumplir uno de mis sueños y metas, como es el de terminar satisfactoriamente mis estudios de maestría.

A mis padres Q.E.P.D., en especial a mi madre, Raquel García de Chiari y padre, Pedro F. Chiari Solís, que siempre estuvieron en mi mente durante la duración de mi carrera.

A mi tía, Delia Yolanda García Gomez, Q.E.P.D., que siempre estuvo conmigo durante la duración de mi maestría.

A mi esposa, Vielka Alida Rodríguez de Chiari, que siempre estuvo conmigo durante la duración de mi maestría.

A mis hijos, Jose F. Chiari Rodríguez y Pedro F. Chiari Rodríguez, que siempre estuvieron conmigo durante la duración de mi carrera.

A mi hermana, Marlene Gisela Chiari de Solís, que siempre estuvo conmigo durante la duración de mi carrera.

A mis sobrinos, Jessica Solís y Gerald Solís, que siempre estuvieron conmigo durante la duración de mi carrera.

A los profesores, Cristóbal Villanueva, Andrea Janet, Fernando Casanoves, Reinhold Muschler, Arturo Cerezo, Carlos Saldaña, Audino Melgar, Samir de León, Víctor Sánchez y Clara Cruz que siempre me brindaron su amistad y ayuda como miembros y colaboradores de mi tesis.

A José Manuel Ochoa, Pablo Ruiz, Stephany Laforest, Salvador Samaniego, Bolívar Jaén, Ovidio Novoa, Omaira Orueña y Deisy Lozano, quienes fueron las amistades con quienes pude contar en los momentos más difíciles de mi carrera, siempre les estaré muy agradecido y que Dios los bendiga por ser tan generosos conmigo.

A la señora Idania Jiménez por darme la oportunidad de poder realizar la fase de campo de mi investigación de tesis en su finca y por darme toda su ayuda durante la duración de mi trabajo de maestría; por eso, le estaré siempre agradecido.

A la Sra. Gladis por colaborar conmigo y a la Sra. Querube por darme la oportunidad de poder quedarme en su casa hospedado el tiempo que pasé en el Corregimiento de Potrerillo Arriba, realizando la fase de campo de mi investigación de maestría, por lo que siempre le estaré agradecido.

Pedro F. Chiari García

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
LISTA DE ACRÓNIMOS	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
2.3. Hipótesis.....	3
2.4. Preguntas de investigación.....	3
3. MARCO CONCEPTUAL.....	3
3.1. La producción caprina en Centroamérica.....	3
3.2. Ventajas de la producción caprina	5
3.3. Desventajas de la producción caprina	6
3.4. Sistemas intensivos de producción caprina.....	6
3.5. Ventajas del sistema intensivo de producción caprina.....	7
3.6. Desventajas del sistema intensivo de producción caprina.....	7
3.7. La raza criolla en Panamá	7
3.8. Raza Saanen	8
3.9. Requerimientos de energía y proteína metabolizable para las cabras lecheras	9
3.9.1. La energía	10
3.9.2. Las proteínas.....	10
3.10. Microorganismos de montaña (MM)	13
3.10.1. Definición de microorganismos de montaña (MM).....	13
3.10.2. Composición de los microorganismos de montaña (MM).....	14
3.10.3. Funciones de los microorganismos de montaña (MM).....	14
3.10.4. Dónde encontrar el inóculo de microorganismos de montaña (MM)	15
3.10.5. Cómo reproducir los microorganismos de montaña (MM).....	15
3.10.6. Cómo debemos inocular microorganismos de montaña (MM) en una ración	15
3.11. Forrajes de uso en la alimentación caprina	15
3.11.1. Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>).....	17

3.11.2. <i>Cratylia (Cratylia argentea)</i>	17
3.11.3. Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	18
4. BIBLIOGRAFIA	20
5. ARTÍCULO. Efecto de las raciones verdes inoculadas con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina	23
5.1. Resumen	23
6. INTRODUCCIÓN	25
7. MATERIALES Y MÉTODOS	26
7.1. Área de estudio	26
7.2. Recolección de material con microorganismos de montaña (MM)	28
7.3. Selección y manejo de animales	29
7.4. Tratamientos	30
7.8. Análisis de la información.....	33
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
8.1 Consumo de materia fresca, materia seca y requerimientos nutricionales	33
8.2 Producción de leche y contenido de grasa	36
8.3 Correlaciones entre variables de producción y consumo de alimento	38
8.4 Efecto de las dietas con y sin microorganismos de montaña sobre el consumo de materia seca diaria, la producción de leche y el contenido de grasa	39
8.5. Análisis financiero	40
9. CONCLUSIONES	40
10. RECOMENDACIONES	41
11. BIBLIOGRAFIA	42
12. ANEXOS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Censo caprino en Centroamérica (CONOCAP, 2013; Benavides, 1995)	4
Figura 2. Plano de la finca La Cabri – T, Corregimiento de Potrerillo.....	28
Figura 3. Lugares de recolección de microorganismos de montaña, Corregimiento de Potrerillo.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Inventario de asociaciones de productores y población ovina-caprina de la República de Panamá.....	5
Cuadro 2. Requerimiento de energía metabolizable para el mantenimiento cabras lecheras (Mcal/día).....	11
Cuadro 3. Requerimiento de energía metabolizable para la producción de leche caprina (Mcal/día).....	11
Cuadro 4. Requerimiento de proteína metabolizable (g/cabra/día) para mantenimiento de cabras lecheras	12
Cuadro 5. Requerimiento de proteína metabolizable (g/cabra/día), producción y contenido de proteína de la leche caprina	12
Cuadro 6. Leñosas y gramíneas de corte y acarreo usadas en la alimentación de caprinos	16
Cuadro 7. Diseño diario de aplicación de raciones para las 12 cabras.....	31
Cuadro 8. Consumo diario de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable en cabras lactantes	35
Cuadro 9. Producción y contenido de grasa de leche de cabras alimentadas con dietas forrajeras con y sin microorganismos de montaña	37
Cuadro 10. Coeficientes de correlación entre variables de producción y consumo.....	39
Cuadro 11. Efecto de las variables microorganismos de montaña, dieta y la interacción de microorganismos de montaña + dieta sobre el consumo de materia seca diaria, la producción de leche y el contenido de grasa	39
Cuadro 12. Valor actual neto y relación beneficio / costo de distintas dietas forrajeras usadas en la alimentación de cabras lactantes	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto utilizado en la implementación del proyecto de investigación	46
Anexo 2. Protocolo para la recolección y multiplicación de los microorganismos de montaña (MM), dentro de un tanque de 200 l plástico en un medio anaeróbico para la producción del inóculo para la alimentación caprina.....	47
Anexo 3. Resultados del análisis de leche de distintas especies de mamíferos.....	48
Anexo 4. Análisis microbiológico del inóculo recolectado del bosque.....	49
Anexo 5. Diversidad y riqueza microbiológica del inóculo de microorganismos de montaña recolectado en el bosque	50
Anexo 6. Análisis bromatológico de los forrajes usados en las dietas para las cabras lecheras	51
Anexo 7. Costos considerando los dos periodos de la evaluación (10 días c/u).....	52
Anexo 8. Ingresos considerando los dos periodos de la evaluación (10 días c/u).....	53
Anexo 9. Promedio diario de alimento verde rechazado por cabra por día.....	54

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACP	Autoridad del Canal de Panamá
ANAM	Autoridad Nacional de Ambiente
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIAT	Centro de Investigación de Agricultura Tropical
CONOCAP	Confederación Nacional de Ovinocultores y Caprinocultores de Panamá
ED	Energía Digestible
EM	Energía Metabolizable
EN	Energía Neta
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (siglas en inglés)
IDIAP	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
MM	Microorganismos de Montaña
NRC	National Research Council -- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
PC	Proteína Cruda
PD	Proteína Digestible
TND	Nutrientes Digestibles Totales (siglas en inglés)
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
R B/C	Relación Beneficio / Costo

Pedro F. Chiari García, Evaluación de forrajes enriquecidos con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 68 P.

RESUMEN

La alimentación de las cabras basadas en pastos y forrajes generalmente presenta bajo valor nutricional, debido al manejo inadecuado de éstas por parte del productor. Pero la producción caprina tiene potencial para asimilar el valor nutricional de las raciones verdes y mejorar los ingresos, la seguridad alimentaria y nutricional de las familias rurales con pequeñas unidades de agricultura familiar. Por lo tanto, se deben implementar raciones verdes con alto contenido nutricional para mejorar la producción y la calidad de leche. Es importante considerar que estas raciones sean de fácil acceso y de bajo costo económico para que los productores puedan implementarlas en sus fincas.

La investigación se realizó en la localidad de Potrerillo, distrito de Dolega, provincia de Chiriquí, República de Panamá. En este estudio se evaluaron cuatro dietas: a) caña de azúcar + botón de oro + MM, b) caña de azúcar + cratylia + MM, c) caña de azúcar más botón de oro, d) caña de azúcar + cratylia. Se utilizó un diseño experimental de cuadrado latino con tres repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue una cabra con genética 50% de raza Saanen y 50% criolla, entre dos y tres partos. Se encontró mediante el análisis de varianza que las dieta verdes evaluadas no mostraron diferencias significativas para la producción de leche ($p=0.8845$) y grasa caprina ($p=0.9651$). El análisis financiero mostró que la dieta que presentó mejor rentabilidad fue la de caña de azúcar + botón de oro con VAN de USD \$5,893.03 y con US \$1.50 de R B/C. En conclusión, las raciones verdes con MM no tuvieron un impacto en la producción y calidad de la leche caprina.

Palabras Clave: Análisis financiero, calidad de leche, nutrición, seguridad alimentaria.

Pedro F. Chiari Garcia, Evaluation fodder enriched with mountain microorganisms in the production and quality of goat milk. Thesis for the degree of Master of Science in Tropical Agroforestry, Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, CATIE, 68 P.

ABSTRACT

Feeding the goats based on herbs generally have low nutritional value due to improper handling of these by the producer. But the goat production has the potential to assimilate the nutritional value of green rations and Improve Increase incomes, nutrition and food security of rural families with small units of family farming. Herefore, green portions should be implemented with high nutritional content to improve increase milk production and quality. It is important to consider that these portions are easily accessible and low economic cost to producers to implement on their farms.

The research was conducted in the town of Potrerillo, district of Dolega, Chiriqui, Panama. A) sugar cane + buttercup + MM, b) sugar cane + Cratylia + MM +, c) sugar cane + buttercup, d) sugar cane + Cratylia: this study evaluated four diets. An experimental latin square design with three replicates per treatment was used. The experimental unit was a goat breed genetic Saanen 50% and 50% Creole, averaging two or three deliveries per animal. It was found by analysis of variance evaluated green diet showed no significant differences for milk production ($p = 0.8845$) and goat fat ($p = 0.9651$). The financial analysis showed that who presented dieters best performance of sugarcane that was more gold button with VAN of US \$5893.03 and US \$1.50 RB / C. In conclusion, the green portions with an MM did not have any impact on production and quality of goat milk.

Keywords: Financial analysis, food security, milk quality, nutrition.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El principal problema que enfrenta la ganadería caprina en Panamá es la falta de apoyo gubernamental y el manejo tradicional que, aunque es funcional, retrasa el buen desarrollo de la misma ya que presenta bajos indicadores de productividad y rentabilidad (MIDA 2013¹). En los últimos años los gobiernos de turno han establecido programas en beneficio de las familias rurales y que están orientados hacia la mejorara de la seguridad alimentaria y nutricional.

El conocimiento y las buenas prácticas de manejo de los recursos generados por el campesino panameño a lo largo de la historia han demostrado su idoneidad ecológica en gran cantidad de casos, garantizando una producción sostenida al aprovechar los recursos locales. El saber campesino se conjuga con un conjunto de conocimientos, objetos y creencias subjetivas que resultan operativamente útiles para realizar un manejo adecuado de un ecosistema, de lo que se puede entender la racionalidad ecológica de agricultores y ganaderos.

Es por ello, que la base de todo sistema de producción de leche de cabra (*Capra hircus*), depende sobre todo del buen manejo. Y de la zona de producción, de la genética, del medio ambiente y de la alimentación verde que se suministre a dichos animales (gramíneas, leguminosas herbáceas y leñosas). Esta última, tiene un rol importante en los costos de producción caprina, ya que representa aproximadamente el 70% de los costos de producción. Los sistemas de producción animal basados en forrajes tropicales con leguminosas (herbáceas y/o arbóreas) contribuyen a un uso sostenible de la tierra a través de la fijación de nitrógeno y una mayor actividad biológica de los suelos.

En Panamá existen pocas investigaciones sobre el potencial productivo y financiero de leñosas forrajeras en la producción de leche caprina. En el caso del aporte de los MM en la producción caprina existen pocas experiencias en la región, y la mayoría de trabajos en el sector caprino se ha enfocado en erradicar la pobreza y no así en mejorar la nutrición de las cabras; Por lo que, los programas de gobierno han incentivado la crianza como un medio de suplir alimento a corto plazo (MIDA 2013²).

¹ MIDA, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Ganadería.

² MIDA, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Desarrollo Rural.

El uso de dietas nutricionalmente balanceadas ha sido un problema permanente para los productores de leche caprina, ya que sí las cabras son sometidas a una buena nutrición, se obtiene una mayor producción y calidad de leche. Además de los problemas de nutrición que presentan permanentemente los productores nacionales por el mal manejo, también encontramos problemas como la degradación de los bosques y la necesidad de su conservación, de los suelos y contaminación del medio ambiente, la necesidad del mejoramiento de la calidad del agua, la falta de adquisición de proteína animal y la migración, Estos problemas se pueden mitigar mediante un diseño y establecimiento de un Sistema Agroforestal (MIDA 2013³).

La intención del presente estudio fue conocer el efecto de dietas forrajeras enriquecidas con Microorganismos de Montaña (MM), en la producción y calidad de leche caprina y su rentabilidad. Según Higa (1982) los MM ayudan a mejorar microbiológicamente la calidad del forraje, además de enriquecerlo con sustancias benéficas (aminoácidos, vitaminas, minerales, etc.). Estos también incrementan la digestibilidad, la asimilación de nutrientes y ayudan a reducir la producción de gases nocivos desde el intestino debido a que dos de sus microorganismos (*Lactobacillus* sp. y *Saccharomyces* sp.), se han usado con éxito como probióticos en alimentación animal.

2. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia en la producción y calidad de leche caprina, utilizando forraje producido en finca y enriquecido con Microorganismos de Montaña (MM).

2.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de distintas dietas con especies forrajeras locales enriquecidas con MM sobre la producción y calidad de la leche caprina.

Realizar un análisis financiero para determinar la rentabilidad de las dietas enriquecidas y no enriquecidas con MM usadas en la alimentación caprina.

³ MIDA, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Dr. Ramón Riera.

2.3. Hipótesis

Las dietas basadas en caña de azúcar y leñosas forrajeras enriquecidas con MM presentan la mejor producción y calidad de leche caprina y son las más rentables.

2.4. Preguntas de investigación

¿Qué impacto tuvieron las dietas con MM en la producción y calidad de la leche caprina?

¿Cuál es el comportamiento económico de las dietas con MM en comparación a aquellas sin MM?

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. La producción caprina en Centroamérica

La constante pérdida del material genético de cabras criollas pone en peligro el desarrollo futuro del sector caprino, la agricultura familiar y la seguridad alimentaria de miles de familias rurales pobres. Los recursos criollos pecuarios constituyen el material genético base para la reproducción de razas resistentes a enfermedades y de fácil adaptación a situaciones adversas (Pleitez, 2003).

La producción de leche caprina representa el 1.6% de la producción mundial con un consumo de queso de 310.000 t. Las características organolépticas de los quesos elaborados con esta leche están ganando mercado y la producción mundial se incrementó en un 21% en el siglo pasado (FAO, 1998).

En nuestra región la actividad caprina ha tenido un avance en los últimos años sobre todo en las zonas campesinas ya que los productores han podido encontrar una actividad que ha favorecido el incremento económico en la venta de leche, yogur, quesos y animales.

Esto se debe a que los gobiernos locales apuestan por mejorar la actividad caprina, creando programas de conservación del medio ambiente y uso de recursos genéticos (pastos y animales), que conjuguen los esfuerzos propios con los de las asociaciones de productores, instituciones académicas y de investigación y organismos internacionales, para el desarrollo de la actividad y así mejorar la productividad de las empresas caprinas y conservar los recursos naturales.

Las cifras de la población caprina en Centro América (**Figura 1**) superan las doscientos mil cabezas, siendo Guatemala el país de Centroamérica con una mayor población caprina y cuenta con unas cien mil cabezas lecheras.

Cabe destacar que esta actividad, la caprina de leche, es un rubro importante para la economía campesina con un gran potencial para grupos que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino (Benavides, 1995). Por otro lado, se presenta como una actividad dinamizadora de las economías regionales.

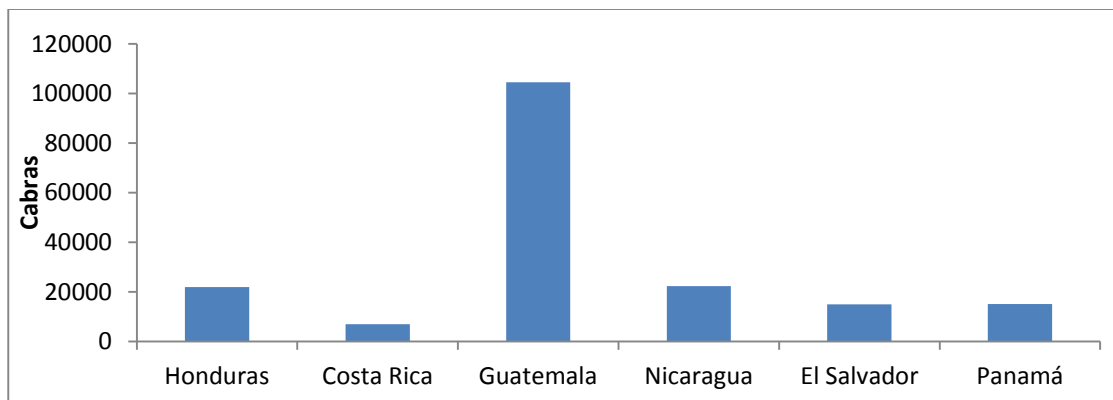


Figura 1. Censo caprino en Centroamérica (CONOCAP, 2013⁴; Benavides, 1995)

Los productores de leche de cabra en la provincia de Chiriquí, están distribuidos en asociaciones de productores que a continuación presentamos

⁴ CONOCAP, Ing. Gabriel Rebolledo, Presidente.

Cuadro 1. Inventario de asociaciones de productores y población ovina-caprina de la República de Panamá

<i>Nombre</i>	<i>Asociaciones de productores</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Productor</i>	<i>Ovino</i>	<i>Caprino</i>	<i>Altura msnm</i>
Bocas del Toro	ASOPOCHAN	Changuinola	29	500	350	11
	ASPOCHIGRA	Chiriquí Grande	22	200	300	2
Coclé	APROCOC	Penónome	31	581	194	95
	APROVL	Penónome	19	119	356	87
Colón	ACO Colón	Carretera Colón	19	884	186	8
	ACO Portobelo	Portobelo	21	200	115	114
Chiriqui	APAD	Dolega	20	500	375	371
	AGROGENESIS	San Andres	20	500	375	525
	APABOC	Concepción	20	500	375	238
	ACAPIGA	Gariche	20	500	375	71
Darién	ASPROSAFE	Santa Fé	350	6562	2,188	19
	APROMETI	Metetí	150	938	2,812	49
Herrera	AMALTHEA	Chitre	33	124	372	9
	APOCOP	Pesé	30	337	113	77
Total			784	12,445	8,486	

3.2. Ventajas de la producción caprina

Las principales ventajas que tiene esta actividad, se mencionan a continuación : 1) alta tasa de desarrollo o crecimiento de la actividad, 2) alta fertilidad de los animales, 3) alta eficiencia alimenticia, 3) alta eficiencia en utilización de forrajes degradados o toscos, 4) alta

eficiencia en la producción de leche, 5) alta demanda de carne (barriga, barbacoa y cabrito), 6) alta demanda de leche, 7) alta demanda de piel y pelo, 8) alta demanda de guano o abono, 9) excelente controlador de malezas, 10) tiene una gestación corta y gran capacidad de desarrollo, y 11) existe una alta demanda de platillos de origen caprino (Aréchiga, 2008).

3.3. Desventajas de la producción caprina

Las principales desventajas que tiene esta actividad son las siguientes: 1) poca organización de los productores (puesto que no se utiliza la tecnología apropiada), 2) requiere de una permanente capacitación especializada para el personal a cargo, 3) no recibe apoyo estatal, 4) requiere de una gran inversión en sanidad, 5) no hay suficientes especialistas en el campo, 6) no hay suficiente pie de cría disponible, 7) existe consanguinidad, 8) no hay investigaciones permanentes ni existen políticas para su promoción.

3.4. Sistemas intensivos de producción caprina

Este sistema requiere de instalaciones adecuadas para evitar el hacinamiento de los animales y así evitar las enfermedades a causa de los parásitos. También requiere de raciones de gran valor proteico y energético. Sin embargo, la desventaja de que implica mayores costos se compensa porque se facilita el manejo de los animales y se obtienen mejores índices reproductivos y una mayor producción de carne y leche, lo que hace rentable la actividad. Dicho sistema consiste en mantener a los animales sin salir a pastorear, ya que estos permanecen en los corrales todo el tiempo y se alimentan en los comederos de dichos corrales.

Este sistema está basado en la premisa de que la demanda actual del mercado, que es abastecida durante todo el año por diversos productos lácteos, se orienta a mantener una oferta permanente, ampliando el período de monta. Como los caprinos y ovinos de pelo son poliéstricos, pueden ser cruzados durante todo el año, lo que nos brindará el éxito de esta actividad ya que se obtendrá leche durante todo el año, de ahí que se hace necesario contar con recursos forrajeros a lo largo de todo el período.

Los requerimientos nutricionales de las cabras están asociados a sus estados fisiológicos, por lo que es necesario disponer de forraje, especialmente para el último tercio de preñez y lactancia de los animales (Meneses, 2009).

Se recomienda este sistema cuando el propósito es la producción de animales en pie y ganado lechero de alto rendimiento, para lo cual debe contarse con unas instalaciones adecuadas y así llevar un buen control de monta, alimentación, reproducción y producción. Con este sistema se ordeña una o dos veces al día, con intervalos de diez a catorce horas, entre cada una de ellas.

3.5. Ventajas del sistema intensivo de producción caprina

Las principales ventajas que tiene esta actividad, se mencionan a continuación: 1) independiza al animal del medio, 2) mejora las condiciones de mano de obra, 3) genera elevados rendimientos unitarios, 4) la producción es tipificada y normalizada, 5) se comercializa adecuadamente, 6) se aprovechan los productos de la cabra como leche, crías, pieles y caprinaza, 7) se controlan permanentemente los parásitos, sanidad, monta y número de animales, 8) se venden animales dispuestos en cualquier momento; además, son animales muy mansos en su manejo, 9) se requiere de menos terreno para sostener un mayor número de cabras (se aumenta la capacidad de carga por área), 10) se reducen enfermedades y disminuyen los índices parasitarios (Glez, 2007).

3.6. Desventajas del sistema intensivo de producción caprina

Las principales desventajas que tiene esta actividad, son las siguientes: 1) los costos de inversión son muy altos, 2) la mano de obra debidamente capacitada es escasa, 3) existe una alta cantidad de animales por área, 4) hay una alta incidencia de animales enfermos, 5) el mercado no es accesible, 6) se usa una alta cantidad de insumos externos, 7) el manejo sanitario es alto, 8) hay un mayor uso de productos sanitarios, 9) se exige una alta tecnología y 10) existe poca investigación.

3.7. La raza criolla en Panamá

En Panamá, las cabras de la raza criollas son de muy bajo rendimiento en la producción de leche y carne y el 80% está en manos de los campesinos que se dedican a la crianza. Dicha raza es rústica; sin embargo, es resistente a parásitos y es de baja fertilidad, por lo que es exigente

en la alimentación. Se puede utilizar esta raza criolla para mejorar en algunos aspectos la investigación de proyectos caprinos (CONOCAP, 2013⁵).

La raza criolla es la más abundante en todo el país. Su período de lactancia es de doscientos cincuenta días y la producción de leche en dicho período es de 75 kg; por lo tanto, hay que prestar muchísima atención a la optimización con otras razas mejoradas, de mejor rendimiento, tanto en leche como en carne, ya que estas aportarían la rusticidad y la resistencia a las enfermedades que a esta otras razas le hacen falta (CONOCAP, 2013⁶).

3.8. Raza Saanen

Es la raza lechera natural de Suiza, de contextura mediana, color blanco o crema, su período de lactancia es de doscientos cincuenta días y la producción de leche en dicho período es de 765 kg; el pelaje es corto, espeso y fino; presenta un pecho profundo, ancho y largo que le proporciona una gran capacidad torácica, de cuerpo grande y longilíneo, tiene la cabeza grande, orejas cortas y rectas, con pecas en la nariz, dirigidas hacia adelante y de tamaño pequeño. Indistintamente puede tener cuernos o no, su perfil es de recto a ligeramente cóncavo, el cuello es delgado, largo y fino, las extremidades son robustas, fuertes y bien formadas, las ubres adecuadas, uniformemente desarrolladas y de forma globular; sin división, los pezones son de mediano grosor, uniformes, más bien largos, apuntando ligeramente hacia adelante. Ostenta gran precocidad, desarrollo y rusticidad. El tamaño de las hembras es de 75 a 85 cm y su peso es de 50 a 70 kg; en machos su tamaño es de 85 a 90 cm y el peso ronda los 100 kg. El cabrito al nacer pesa 3.5 kg; además, se adaptan a todo tipo de climas.

En la hembra, la pubertad puede aparecer a partir de los cinco a los seis meses de edad; sin embargo, el momento apropiado para la primera cubrición llega hasta entre los siete y diez meses, cuando han alcanzado al menos las dos terceras partes de su peso vivo adulto de 32 a 35 kg para las principales razas (Sánchez, 2013). El ciclo estral tiene una duración de diecinueve a veintiún días, con una fase folicular de tres a cuatro días, y una fase luteínica de diecisiete días (Sánchez, 2013). El estro dura entre veinticuatro y cincuenta y cinco horas, y se produce la ovulación al final del mismo. En esta especie, las manifestaciones del celo son muy evidentes,

⁵ CONOCAO, Ing. Gabriel Rebolledo, Presidente.

⁶ CONOCAP, Ing. Gabriel Rebolledo, Presidente.

pues hay un enrojecimiento de la vulva y una agitación continua del rabo, monta de otras cabras y búsqueda activa del macho (Sánchez, 2013).

El tiempo de la ovulación es de veinticuatro a treinta y seis horas desde el inicio del estro, durante el cual se liberan de uno a cinco óvulos (generalmente de uno a tres), pero por término medio. Esta especie es más prolífica que la ovina. El lugar de eyaculación es en el fondo de la vagina y la fertilización se produce entre las cinco y diez horas posteriores al coito y la implantación definitiva se da a las dos o tres semanas (Sánchez, 2013). La gestación dura entre ciento cuarenta y cinco y ciento cincuenta días, y las gestaciones múltiples son generalmente más cortas. La prolificidad media puede llegar a dos crías por parto en las razas lecheras bien alimentadas, mientras que se queda en una y media en razas más rústicas y sistemas más extensivos (Sánchez, 2013).

La cabra Saanen es considerada como la mejor raza en producción láctea, con un promedio anual en Francia de entre 560 y 604 kg por lactancia, con una duración del período de lactancia de entre doscientos treinta y tres y doscientos treinta y nueve días. En cambio, para circunstancias como las nuestras, los animales muestran un descenso en la producción y en el tiempo de lactancia por las condiciones climáticas de la región, con lo que queda una producción de 57.2 kg de leche en ciento cincuenta y un días de lactancia (Dickson, 2008). La leche presenta un 3.6% de materia grasa, son animales pacíficos y tranquilos (Veribona, 2008).

Con esas bases, más la introducción de animales, practicada durante la presidencia de Mireya Moscoso y las posteriores practicadas por productores privados en años recientes, fueron introducidas en la República de Panamá las razas de cabras Saanen y Alpina Francesa. Los cruzamientos respectivos les confirieron la reconocida rusticidad. Por las razones apuntadas, el ganado criollo presenta una marcada heterogeneidad, motivo por el cual hay diferencias en cuanto a conformación, tamaño y pelaje. Corresponde acotar que, en su mayoría, prevalece el color blanco. Como contrapartida, el ganado criollo normalmente muestra una baja prolificidad y un lento desarrollo.

3.9. Requerimientos de energía y proteína metabolizable para las cabras lecheras

Los requerimientos de los caprinos se dividen en aquellos necesarios para:

- 1) Mantenimiento: para mantener y cubrir las necesidades mínimas del animal.

2) Producción: para desempeñar su función productiva (gestación, lactancia, engorde, etc.)

De acuerdo con las necesidades que requiere el animal para desempeñar sus funciones biológicas y productivas, así se agrupan los componentes de la nutrición (**Cuadro 2, 3, 4 y 5**).

Se recomienda ofrecer una ración verde con un 14% de proteína digestible. Al principio, sólo se recomienda dar 300 g de materia seca y luego se incrementa hasta 500 g diarios de materia seca, con libre acceso a sal mineral y agua. Los alimentos frescos y verdes estimulan la producción de leche. Si la cabra produce más de 2 l de leche al momento del parto, conviene dar un máximo de 1 kg de materia seca (ración verde) a base de alta cantidad de proteína (Avalos, 2009).

3.9.1. La energía

Es el potencial para realizar un trabajo y solamente se puede medir a partir de su transformación. En la nutrición animal el valor energético de los alimentos, raciones y otros requerimientos, comúnmente se expresan en total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y energía neta para mantenimiento (EN) (Sálazar, 2008).

En la actualidad, el sistema de energía ha sido adaptado para identificar las necesidades energéticas de los animales. La energía digestible menos la energía perdida en las heces y gases, deja la energía conocida como *metabolizable* (EM), que no contempla el incremento por calor; es decir, la energía que se pierde como resultado de las fermentaciones microbianas en el metabolismo de los nutrientes (Salazar, 2008).

3.9.2. Las proteínas

Son las macromoléculas biológicas más abundantes. Se encuentran en todas las células y todos sus componentes. Las proteínas se encuentran en gran variedad de forma y tamaños variados, desde pequeños péptidos hasta inmensos polímeros, exhibiendo también una enorme diversidad de funciones biológicas (Salazar, 2008).

La definición se basa en la asunción de que el contenido promedio de nitrógeno en los alimentos es igual a 16 g por cada 100 g de proteína. El cálculo de contenido de proteína cruda (PC), incluye tanto el nitrógeno proteico como el no proteico (Salazar, 2008).

A continuación, se describen los requerimientos nutricionales de energía (**Cuadros 2 y 3**) y proteína (**Cuadros 4 y 5**) para mantenimiento y para producción de leche.

Cuadro 2. Requerimiento de energía metabolizable para el mantenimiento cabras lecheras (Mcal/día)

GPD (g/d)	Peso vivo (kg)							
	20	30	40	50	60	70	80	90
	1133	1536	1906	2253	2583	2899	3205	3501
20	1269	1672	2042	2389	2719	3036	3341	3637
40	1406	1808	2178	2525	2855	3172	3477	3773
60	1542	1944	2314	2661	2992	3308	3614	3910
80	1678	2081	2451	2798	3128	3444	3750	4046
100	1814	2217	2587	2934	3264	3581	3886	4182

Fuente: (Sahlu, 2004) National Research Council (NCR, 2007) GPD = ganancia de peso diario

Cuadro 3. Requerimiento de energía metabolizable para la producción de leche caprina (Mcal/día)

Producción de leche (kg)	Grasa (%)				
	3	3.5	4	4.5	5
1	1.03	1.10	1.18	1.26	1.33
2	2.05	2.21	2.36	2.51	2.67
3	3.10	3.31	3.54	3.77	4.00
4	4.10	4.41	4.72	5.01	5.34
5	5.13	5.51	5.90	6.30	6.67
6	6.15	6.62	7.08	7.54	8.01
7	7.90	7.72	8.26	8.80	9.34

Fuente: (NCR, 2007)

Cuadro 4. Requerimiento de proteína metabolizable (g/cabra/día) para mantenimiento de cabras lecheras

Consumo	Peso vivo (kg)									
	%	20	25	30	40	50	60	70	80	90
1	16	20	23	29	35	41	46	52	57	
2	22	26	31	40	48	57	65	73	81	
3	27	33	39	50	62	73	84	94	105	
4	32	40	47	61	75	89	102	116	129	
5	38	46	55	72	88	105	121	137	153	
6	43	53	63	82	102	121	140	159	177	

Fuente: (Sahlu, 2004; NCR, 2007)

Cuadro 5. Requerimiento de proteína metabolizable (g/cabra/día), producción y contenido de proteína de la leche caprina

Producción de leche(kg)	Proteína (%)					
	2.5	3	3.5	4	4.5	5
1	36	44	51	58	62	73
2	72	87	102	116	131	145
3	109	131	152	174	196	218
4	145	174	203	232	261	290
5	181	218	254	290	326	363
6	218	361	305	348	392	435
7	254	254	355	406	457	508

Fuente: (Sahlu, 2004; NCR, 2007)

3.10. Microorganismos de montaña (MM)

3.10.1. Definición de microorganismos de montaña (MM)

Los MM son hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos, que viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, parras de bambú, lugares sombreados y sitios donde en los últimos tres años no se ha utilizado agroquímico. Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural.

En la mayoría de los suelos, debido al abuso de agroquímicos, la actividad de los microorganismos es casi ausente; mientras que en un suelo fértil, la fauna y la flora microbiana presentes son las encargadas de regular los procesos de intercambio entre el suelo, plantas y animales.

Los microorganismos pueden ser aprovechados bajo el enfoque de la agricultura ecológica, para dinamizar el proceso de transición de los suelos degradados hasta conseguir la restauración del equilibrio biológico de estos.

El uso de la tecnología de microorganismos para la agricultura fue desarrollado en los años 80 por un japonés, el Dr. Teruo Higa, y fue ganando popularidad a través de los productos comerciales elaborados en laboratorios y conocidos como EM (microorganismos eficientes). Por otro lado, se desarrolló una tecnología para reproducir los microorganismos que viven naturalmente, de forma casera, ya que es fácil de implementar, de bajo costo y dichos microorganismos se encuentran en nuestros bosques. Estos componentes se conocen comúnmente como *microorganismos de montaña* o MM (Paniagua, 2009).

La experiencia de los MM en la nutrición animal está relacionada actualmente, con los pollos de engorde, los porcinos y los vacunos. Pueden mencionarse algunas experiencias en ganado lecheros que fueron realizadas por el Profesor Keiichi Tanaka de la Universidad de Hokkaido, Japón y entre otras tenemos las siguientes:

El Profesor Keiichi realizó un estudio con 26 vacas lecheras con microorganismos de montaña (MM), formando dos grupos: uno de prueba y el testigo. Al grupo de prueba se le suministraron 20 g de probióticos. El grupo tratado en comparación al no tratado, mostró un incremento en los parámetros de producción y calidad: la producción de leche aumentó en 1.1 kg/animal/día, el porcentaje de grasa 0.15% y en los sólidos no grasos 0.09% (Sierra, 2008).

3.10.2. Composición de los microorganismos de montaña (MM)

Los microorganismos de montaña, contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de unos 10 géneros, que pertenecen básicamente a cuatro grupos, según la descripción de (Paniagua, 2009):

a) Bacterias fotosintéticas:

Utilizan la energía solar en forma de luz y calor, así como las sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes. Cuando se establecen en el suelo, producen también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas (hongos).

b) Actinomicetos:

Hongos benéficos que controlan hongos y bacterias patógenas (causantes de enfermedades), y que dan a las plantas mayor resistencia frente a estos a través del contacto con patógenos debilitados.

c) Bacterias productoras de ácido láctico:

El ácido láctico posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, como el hongo *fusarium*. Además, mediante la fermentación de materia orgánica, elabora nutrientes para las plantas. Incluye colonias de bacterias de suelo como *Actinomyces spp* (hongo parásito de insectos) y *Beauveria spp*.

d) Levaduras:

Son bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y otros materiales orgánicos, para sintetizar vitaminas y activar otros microorganismos del suelo.

3.10.3. Funciones de los microorganismos de montaña (MM)

Las funciones que brindan los MM, son las siguientes: 1) descomponen la materia orgánica, 2) compiten con los microorganismos dañinos, 3) reciclan los nutrientes para las plantas y animales, 4) fijan el nitrógeno en el suelo, 5) degradan las sustancias tóxicas (pesticidas) y 6) producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo y la digestibilidad animal.

3.10.4. Dónde encontrar el inóculo de microorganismos de montaña (MM)

Dichos elementos se deben buscar en un bosque natural, con entrada de sol, con humedad, donde no haya habido una gran intervención del hombre. Debe obtenerse la primera capa de hojas (2 cm) de los árboles, que todavía no ha iniciado su descomposición y recolectar la segunda capa que contiene muchos microorganismos. De las muestras que se escogen, es mejor descartar las que contengan cepas de color negro, verde y naranja (Scheu, 1994).

3.10.5 Cómo reproducir los microorganismos de montaña (MM)

Los microorganismos se conservan en una fase sólida y se utilizan en una fase líquida. Para la fase sólida necesitamos: pasto, arbustivas forrajeras, un inóculo de microorganismos (hojarasca del bosque), carbohidrato como sustrato (semolina) y energía (azúcar morena o melaza) como energía. Mientras que para la fase líquida, necesitamos: un inóculo de MM sólidos, azúcar o melaza como energía, suero y agua limpia (sin cloro).

3.10.6. Cómo debemos inocular microorganismos de montaña (MM) en una ración

Con un litro de microorganismos de montaña (MM) puro ya preparado, podemos inocular 10 kg de ración picada o troceada y con esta ración ya inoculada del 20% a 30% de humedad, debemos dejarlo fermentar en una bolsa o recipiente hermético por lo menos de quince a treinta días en un lugar oscuro o dentro de un tanque hermético, preferiblemente a una temperatura entre 20° y 28° C (no es adecuado más de 35° C) (Higa, 1982).

Una vez que el concentrado haya desarrollado un agradable olor a fermentación alcohólica, puede suministrarse a las cabras hasta en un 3% de la ración diaria (Higa, 1982).

3.11. Forrajes de uso en la alimentación caprina

En la alimentación caprina la base está compuesta por gramíneas, sean de pastoreo o de corte. Además, se usa como complemento el forraje de leñosas forrajeras ya sea por medio ramoneo o corte y acarreo.

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. En tal sentido los requisitos para tal calificación son: i) que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de

respuesta; ii) que el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal; iii) que sea tolerante a la poda y iv) que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área (Benavides, 1994).

Los forrajes de mayor uso por los productores en la alimentación caprina se describen en el **Cuadro 6**.

Cuadro 6. Leñosas y gramíneas de corte y acarreo usadas en la alimentación de caprinos

Especie	Proteína cruda %	Digestibilidad in vitro de la materia seca %
<i>Leñosas</i>		
<i>Cratylia argentea</i>	23.5	48.1
<i>Erythrina fusca</i>	19.1	51.4
<i>Erythrina poeppigiana</i>	27.1	48.2
<i>Gliricidia sepium</i>	25.4	50.5
<i>Leucaena leucocephala</i>	26.5	52.2
<i>Morus alba</i>	25.3	74
<i>Guazuma ulmifolia</i>	12	43
<i>Trichantera gigantea</i>	19	67
<i>Centrosema pubescens</i>	15	50
<i>Pueraria phaseoloides</i>	18	60
<i>Mucuna pruriens</i>	11	50
<i>Cajanus cajan</i>	15	80
<i>Tithonia diversifolia</i>	14	50
<i>Calliandra calothyrsus</i>	30	34
<i>Gramíneas</i>		
<i>Digitaria swazilandensis</i>	9	50
<i>Pennisetum purpurem</i>	7	50
<i>Saccharum officinarum</i>	4	50
<i>Panicum maximum</i>	6.2	50

Fuente: (Lascano, 1995)

3.11.1. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La caña tiene una eficiencia cercana a 2% de conversión de la energía incidente en biomasa. Un cultivo eficiente puede producir 100 a 150 t de MV de caña por hectárea por año (con 14% a 17% de sacarosa, 14% a 16% de fibra y 2% de otros productos solubles) (Luck,⁷ 2013).

Este pasto de corte se debe dar preferiblemente picado y fresco, con el propósito de reducir pérdidas, se puede ensilar, hacer heno o peletizarlo. El primero es el sistema de conservación de mayor humedad, normalmente entre 65 y 70%; el henolaje alrededor del 50%, y el peletizado es algo más parecido a un concentrado: se hace con pasto seco picado y procesado. Probablemente sea suficiente con henificar, es decir, secar el pasto sin dejarle perder calidad nutricional.

Suele suministrarse parcialmente seco, con una permanencia en el campo, después del corte, de seis a treinta y seis horas; es decir, se corta en la mañana y se suministra en la tarde, luego de picado, o se puede dejar en campo, con volteos sucesivos, el mismo día de corte y al siguiente (Sánchez, 2003).

Uno de los factores que afectan la producción ganadera caprina es el déficit de proteína y otros principios nutritivos como la energía que este contiene, lo que afecta los rendimientos y calidad de la producción de leche, específicamente la grasa y la proteína (Morales, 2009).

Un sistema de producción en Panamá, utiliza caña de azúcar como forraje fresco y picado de 1 a 2 cm de grosor. Este se ofrece para el consumo de ovejas y cabras, como parte de su dieta (Luck,⁸ 2013).

3.11.2. *Cratylia* (*Cratylia argentea*)

La *Cratylia argentea* (leguminosa), es una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen (Argel, 1999). En Panamá, en la zona de trópico seco, se han encontrado rendimientos que varían entre 1550, 2678 y 3398 kg MS/ha/corte en frecuencias de corte de 8, 12 y 16 semanas respectivamente, con cortes a una altura entre 0.40 y 0.5 m (Polo, 2008).

⁷ Ramón Luck Montero, Médico Veterinario.

⁸ Ramón Luck Montero, Médico Veterinario.

Se observó que vacas lecheras rechazaban el follaje inmaduro de *Cratylia argéntea* cuando se ofrecía fresco pero que lo consumían si se oreaba. Por tanto, se diseñó un ensayo con ovinos en jaula metabólica a los cuales se les ofreció forraje (hojas + tallos finos) inmaduro y maduro de esta leguminosa en estados fresco, oreado y secado al sol. Los resultados en pruebas rápidas de consumo mostraron que el consumo de *Cratylia argéntea* inmadura y fresca fue bajo pero que aumentó significativamente cuando se oreó durante veinticuatro ó cuarenta y ocho horas al sol. El consumo de forraje maduro por ovinos fue alto, independientemente del tratamiento pos-cosecha.

Resultados posteriores confirmaron que vacas en pastoreo con acceso a un banco de *Cratylia argéntea* consumían mejor el forraje maduro y en menor grado el forraje inmaduro. Estos resultados indican que una de las grandes ventajas de la *Cratylia argéntea* es que su utilización por rumiantes se puede diferir para la época seca en sistemas de pastoreo directo, sin necesidad de otras prácticas de manejo (Argel, 1999).

Para definir el potencial forrajero como suplemento de proteína en sistemas de corte y acarreo, se han realizado una serie de ensayos en la estación CIAT - Quilichao, en los cuales se ha evaluado su contribución en la nutrición de rumiantes alimentados con gramíneas de baja calidad y en la producción de leche de vacas en pastoreo (Argel, 1999).

3.11.3. Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*)

Es una planta herbácea perteneciente a la familia de las compuestas, posee un gran volumen radicular y una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación y de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema. Tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. La producción de biomasa puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo (Mahecha, 1998).

Roig (1974) observó y clasificó esta planta en Cuba, pero también ha sido reportada en Filipinas y Kenia (Wanjau *et al.*, 1998), India, Ceilán, sur de México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá, Colombia y Venezuela (Martínez, 1979; Ríos, 1993), con diversos nombres y usos, incluida la nutrición animal. Tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo.

En un estudio en Panamá, en una zona de trópico sub húmedo, los rendimientos de materia seca de botón de oro encontrados variaron entre 1628, 5082 y 8759 kg MS/ha con frecuencias de corte de 8, 12 y 16 semanas respectivamente (Polo, 2008).

En ovejas, se han alcanzado consumos de 1.67 kg de forraje/cabra/día en base fresca, en estado de prefloración, equivalentes a 712 g en base seca (Mahecha, 1998).

Una evaluación en la alimentación animal de ovinos de pelo, en Buga (Valle del Cauca, Colombia (Ríos, 1998), reporta los resultados de una evaluación realizada por (Vargas, 1992), donde se da la aceptación de *Tithonia diversifolia* por ovinos de pelo, a los cuales se les suministraron dos dietas con el 50% y 100% de la dieta básica a partir de *Tithonia diversifolia* picado durante cinco días. Las plantas se encontraban en floración cuando se cosechó. Ambas dietas recibieron bloque multinutricional (10% de urea) a voluntad y follaje de matarratón (3% peso vivo); la dieta se completó con 50% de cogollo de caña picado.

El consumo de *Tithonia diversifolia* en una dieta del 50% fue de 369 g/cabra/día en base seca. En la dieta del 100% consumieron 712 g/cabra/día en base seca. Estos resultados muestran la posibilidad de uso de esta especie forrajera como suplemento proteico o como único forraje en la alimentación de ovinos de pelo (Mahecha, 1998).

Vargas (1992) en un estudio realizado en el Valle del Cauca en Colombia, evaluó el consumo de dos dietas: la primera 50% de *T. diversifolia* y la segunda 100% con dicha leñosa. El consumo fue mayor cuando la dieta estuvo compuesta solamente de la leñosa: 712, versus 369 g MS/animal/día.

En algunas fincas en Panamá se utiliza Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo, tallo de caña y pasto elefante. También se ofrecen a los animales, forrajes como nacedero (*Trichanthera gigantea*), matarratón (*Gliricidia sepium*) y cañafístula (*Cassia moschata*) (Luck, 2013⁹).

⁹ Ramón Luck Montero, Médico Veterinario.

4. BIBLIOGRAFIA

Aréchiga, et. al. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización . Tropical and Subtropical Agroecosystems. 9: 1 - 14.

Argel, P. J.; Lezcano, C. G. 1999. Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Pasturas Tropicales. 20(1): 37 - 43.

Avalos, et. al. 2009. Guía para la alimentación de caprinos en baja california sur. Folleto para Productores No. 1. (pág. 12 y 13): 31.

Benavides, J.; CATIE, T.P.d.A.S. 1994. La investigación en árboles forrajeros. Árboles y arbustos forrajeros de América Central (1365038804). Serie Técnica. Informe Técnico (CATIE). (236).

Benavides, J. 1995. Sistemas Tradicionales y Agroforestales de Producción Caprina en América Central y República Dominicana. Arias, J.E.B.y.R. ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 246 p. (Informe Técnico No. 269)

Dickson, L.T. et. al. 2008. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras PV Albeitar. pág. 47.

FAO. (Food and Agriculture Organization,). 1998. Production Yearbook 42: 241-279.

Glez, V. 2007. Sistema de Explotación Animal. (Producción animal e higiene veterinaria I).

Higa, T. 1982. Guía de la Tecnología de EM San Jose, Costa Rica, EM Producción y Tecnología, S. A. (EMPROTEC).

Lascano, C.E. 1995. Calidad Nutritiva y Utilización de *Cratylia argentea*. Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera. p. 83

Lauser, D.; Rivas, K.; Torres, M. 2006. Evaluar la ganancia diaria de peso en animales de raza

cebuina en crecimiento sometidos a una dieta que incluye botón de oro (*Tithonia diversifolia*).
In 13ro Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2006. Univ. Nac. Exp."
Rómulo Gallegos" San Juan de los Morros^ eGuárico Guárico. p. 1

Mahecha, L. et. al. 1998. Experiencias en un sistema silvopastoril de Leucaena Agroforestería
para la Producción Animal en Centroamérica. 325 - 336.

Meneses, R. 2009. Sistema de Producción Caprina Informativo, Oficina Técnica INIA URURI.
7: 4.

Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de
Cultura Económica. México, D.F. NCR, N.R.C. 2007. Nutrient requirements of small
ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids National Academy Press. 362.

Paniagua, j. et. al. 2009. Reproducción de Micoorganismos de Montaña (MM) Manejo
Ecológico de Suelo. A2(02). Disponible en www.consortioagroecologico.org.pe

Pleitez, J.M. 2003. Diagnóstico de los recursos zoogenéticos en El Salvador. Recursos
Zoogenéticos. 75 (5).

Press, N. A. 1981. Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. Washington, d.
c., Angora, (Nutrient Requirements of Goats) p. 1

Ríos, C. I. 1993. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de
biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos.
Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio
CETEC-IMCA-CIPAV. Informe de avance. Cali. p. 81

Ríos, C. I. 1998. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción
sostenible en el trópico. p. 90

Roig, J.T. 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ediciones de Ciencia y

Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 949 p.

Sahlu, T.G., AL. Luo, J. Nsahlai, IV. Moore, JE. Galyean, ML. Owens, FN. Ferrell, CL. Johnson, ZB. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them Small Rumin. 53:191-219.

Sálazar, E. 2008. Energía Metabolizable para Cabras Agronomía mesoamericana. 19(1): 115-122.

Salazar, E.A., J. 2008. Proteína Metabolizable para Cabras Agronomía mesoamericana. 19(1): 123-130.

Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, E.d.Z.U.d.C.R. ed. Barquisimeto, Venezuela. p. 13

Sierra, E. 2008. Tesis, Evaluación de dos niveles de *Bacillus Subtilis* adicionados a la alimentación en la producción y calidad de leche bovina en finca San Julián, Patulul, Suchitepequez. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.: 1 - 24. <http://www.docstoc.com/docs/21614515/>“Evaluación-de-dos-niveles-de *Bacillus-subtilis*-adicionados-a

Vargas, J.E. 1992. Evaluación de la aceptación del botón de oro en la dieta de las ovejas de pelo Documento sin publicar.

Veribona Deola, N. 2008. Características y comportamiento de las razas caprinas. Pregon Agropecuario. p. 1 - 27

Wanjau, S. *et al.* 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. LEISA. 13 (3): p. 25

5. ARTÍCULO. Efecto de las raciones verdes inoculadas con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina

5.1. Resumen

La producción de leche de cabra en Panamá durante los últimos años ha crecido debido a la demanda en el mercado local. Para mejorar la producción de las mismas, se han implementado raciones verdes con alto contenido nutricional para mejorar la alimentación caprina y reducir los costos de producción. La investigación se realizó en la localidad de Potrerillo, distrito de Dolega, provincia de Chiriquí, República de Panamá.

En este estudio se evaluaron cuatro dietas en dos tiempos, las cuales eran: a) caña de azúcar + botón de oro + MM; b) caña de azúcar + cratyliá y MM; c) caña de azúcar + botón de oro; d) caña de azúcar + cratyliá. Para su análisis, se utilizó un diseño experimental de cuadrado latino con tres repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue una cabra, cuya genética fue la raza Saanen con criolla, que tuvieron entre dos y tres partos. Se encontró mediante el análisis de varianza que las dietas no mostraron diferencias significativas para la producción de leche ($p=0.8845$) y grasa caprina ($p=0.9651$). El análisis financiero mostró que la dieta que presentó mejor rentabilidad fue la de caña de azúcar más botón de oro con un VAN de US \$5,893.03 y una relación beneficio/costo de US \$1.5. En conclusión, las dietas con MM mostraron un efecto similar a las dietas sin MM; sin embargo, el uso de forraje producido en finca tiene potencial para mejorar la producción a menor costo, en este sentido es importante seguir investigando dietas con mayor predominio de leñosas forrajeras y utilizando cabras con mayor potencial genético para producción de leche.

Palabras Clave: Análisis financiero, nutrición, seguridad alimentaria.

5.2. Abstrac

Production of goat milk in Panama in recent years has grown due to demand in the Local dialing. to improve the production thereof they have been implemented green rations with high nutritional content to improve feeding goats and reduce production costs. The research was conducted in the town of Potrerillo, district of Dolega, Chiriqui, Panama.

In this study, four diets in two stages, which were evaluated: a) sugarcane + buttercup + MM; b) sugarcane + Cratylia and MM; c) sugarcane + buttercup; d) sugarcane + Cratylia. an experimental Latin square design with three replicates per treatment was used for analysis. The experimental unit was a goat, which was the Saanen breed genetic creole, who had two to three deliveries. It was found by analysis of variance did not differ that diets for milk production ($p = 0.8845$) and goat fat ($p = 0.9651$). The financial analysis showed that who presented dieters best performance of sugarcane that was more gold button with a VAN of US \$5,893.03 and benefit / cost ratio of US \$1.5 In conclusion, diets showed with MM to MM similar to diets without effect; however, the use of forage produced on the farm has the potential to improve increase production at lower cost, in this sense it is important to continue investigating predominance.

Keywords: Financial Analysis, food safety, milk quality, nutrition.

6. INTRODUCCIÓN

En la actividad caprina en Panamá y en la región de América Central siguen siendo predominantes los sistemas tradicionales de producción, los cuales se asocian con bajos indicadores productivos (carne y leche) y reproductivos que derivan en bajos ingresos para las familias rurales. Uno de los principales problemas ha sido la falta de uso de estrategias de alimentación capaces de satisfacer los requerimientos nutricionales de las cabras para mantener una producción estable a lo largo del ciclo productivo, según su potencial genético. Además, se presentan otras limitantes como la débil organización de los productores, la degradación de suelos, el acceso a conocimiento y a capacitaciones para la producción, transformación y comercialización de los productos.

El presente trabajo está enfocado en identificar opciones para mejorar la eficiencia en la producción y calidad de la leche caprina, utilizando forraje producido en finca y enriquecido con microorganismos de montaña (MM). La alimentación es uno de los pilares que mayor peso tiene en la respuesta productiva del ganado, de hecho, puede representar el 70% de los costos de producción. De igual modo, para mejorar la eficiencia productiva se tienen que considerar los aspectos de salud, genética y manejo del rebaño. En este sentido, el uso de los recursos forrajeros producidos en finca constituye una opción potencial para incrementar los ingresos de las familias rurales y la seguridad alimentaria y nutricional. Pizarro (1995) señala que los sistemas de producción animal basados en forrajes tropicales de especies leguminosas contribuyen al uso sostenible de la tierra a través de la fijación de nitrógeno y mayor actividad biológica de los suelos.

La producción de leche de cabra (*Capra hircus*) depende, sobre todo del buen manejo. Y de la zona de producción, de la genética, del medio ambiente y de la alimentación verde que se suministre (gramíneas, leguminosas herbáceas y leñosas). Así como, del conocimiento de buenas prácticas de manejo de los recursos generados en finca por el campesino, que a lo largo de la historia ha demostrado su idoneidad ecológica en gran cantidad de casos, garantizando una producción sostenida y usando los recursos locales. El saber campesino se conjuga con un conjunto de conocimientos, objetos y creencias subjetivas que resultan operativamente útiles para realizar el manejo adecuado de un ecosistema, de lo que se puede entender la racionalidad ecológica de los agricultores y ganaderos.

El uso de materia verde ha tenido un uso limitado por los productores, debido a que creen que las cabras consumen lo que sea, pero esto es un error, ya que sí éstas son sometidas a una buena nutrición, se obtiene una mayor producción y calidad de leche. Además, se encontraron problemas como la degradación de los bosques y la necesidad de su conservación, de los suelos y contaminación del medio ambiente, la necesidad del mejoramiento de la calidad del agua, la falta de adquisición de proteína animal y la migración, Estos problemas se pueden mitigar mediante un diseño y establecimiento de un Sistema Agroforestal (MIDA 2013¹⁰).

Existen muy pocas investigaciones sobre el potencial productivo y financiero de leñosas forrajeras en la producción de leche caprina. En el caso del aporte de los MM en la producción caprina, existen muy pocas experiencias en la región. En Panamá, la mayoría de trabajos en el sector caprino se han enfocado en erradicar la pobreza y no así en mejorar la nutrición de las cabras. Por lo que, los programas de gobierno han incentivado la crianza como un medio de suplir alimento a corto plazo (MIDA 2013¹¹).

El presente estudio, brinda la oportunidad de conocer el efecto que tienen las dietas forrajeras verdes en la producción y calidad de leche caprina, y también en la rentabilidad de la actividad.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el Corregimiento de Potrerillo, distrito de Dolega, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. El corregimiento de Potrerillo está ubicado entre las posiciones geográficas 8°36'06.29'', latitud Norte y 82°26'10.56'', longitud Oeste, con una altitud que llega hasta los 371 msnm, temperatura anual de 25.4 °C, evaporación promedio diaria de 4.5 mm y precipitación media anual de 3.700mm. Los suelos predominantes son inceptisoles, franco arenosos con topografía plana y semi-ondulada (Cerrud, 2004). Potrerillo se encuentra en la región pacífica del país que se caracteriza por abundantes lluvias de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica, que ocurre especialmente en horas de la tarde. La época de lluvias se inicia en firme en el mes de mayo y

¹⁰ MIDA, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Dr. Ramón Riera.

¹¹ MIDA, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Desarrollo Rural.

dura hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos; dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como “veranillo”, entre julio y agosto (Centella, 2001).

El estudio fue realizado en la finca La Cabri-T. Esta finca ha sido escogida como piloto por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) para la promoción del módulo caprino con los caprinocultores dentro y fuera de la región. La finca cuenta con sesenta y cinco cabras, entre el segundo y tercer partos y la genética destaca el cruce entre raza criolla con Saanen; tiene un área de 2.62 ha donde se encuentran las parcelas de 1 ha de pastos de corte y 0.5 ha de leñosas forrajeras. Además, la finca cuenta con un área de instalaciones de madera de aproximadamente 1800 m² y una máquina de ordeño eléctrica. El lote de cabras en producción de leche se manejan estabuladas y el resto de categorías de animales se encuentran en pastoreo en parcelas donde domina el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Antes de este trabajo de investigación, la finca tuvo un sistema de pastoreo extensivo para toda la población caprina existente, con una producción de leche que varió entre 0.5 – 1 kg/cabra/día. La alimentación fue a base de pastoreo y suplementación con concentrado comercial (aproximadamente 0.5 kg/cabra/día).

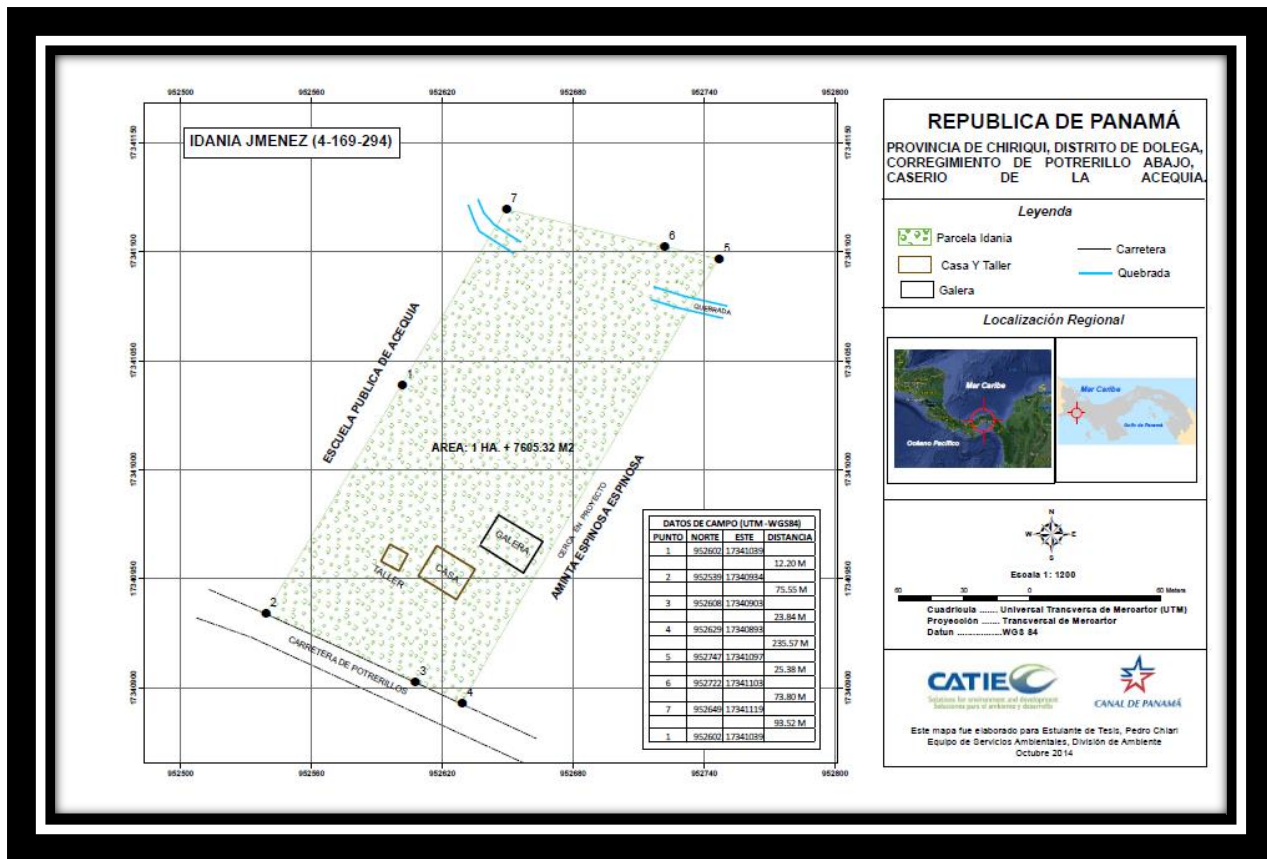


Figura 2. Plano de la finca La Cabri – T, Corregimiento de Potrerillo (**Fuente:** Autoridad del Canal de Panamá¹²)

7.2. Recolección de material con microorganismos de montaña (MM)

Lo primero que se hizo en la finca fue identificar un bosque natural, latifoliado, maduro, de unos cincuenta años de edad, que tuviera altos contenidos de hojarasca, material base para la recolección de los microorganismos de montaña, (**Figura 3**) de allí se recolectó hojarasca para obtener MM y multiplicarlos.

¹² ACP, Ing. Samir de León.

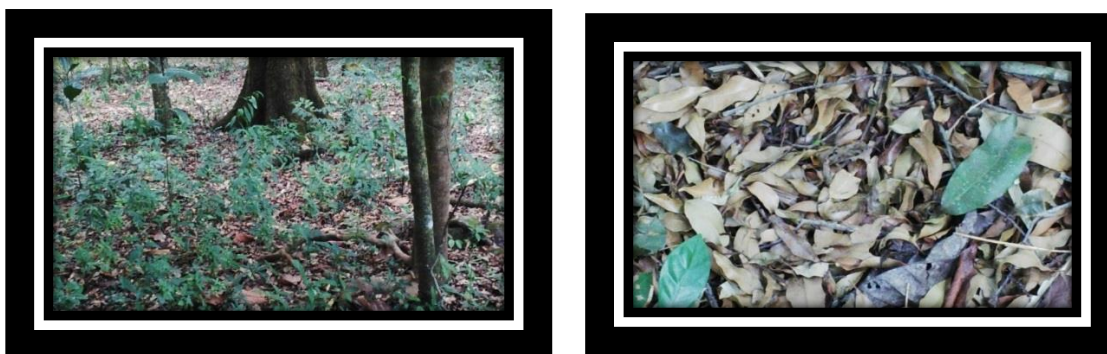


Figura 3. Lugares de recolección de microorganismos de montaña, Corregimiento de Potrerillo

Después de identificado el lugar de recolección (bosque maduro con mucha hojarasca y muchos árboles grandes que producen sombra), se procedió inmediatamente a recolectar la hojarasca siguiendo un protocolo de recolección (**Anexo 2**). Luego se barrió la primera capa de hojarasca para limpiar las impurezas, se recolectó la capa de hojarasca descompuesta blanca más cercana al suelo, que contiene la riqueza microbial necesaria para la multiplicación del MM. Después de haber hecho esto, se procedió a picarla en una máquina picadora de pasto para transformar la hojarasca en finas partículas (**Anexo 2**).

Una muestra de hojarasca picada fue enviada al laboratorio para identificar las poblaciones de los microorganismos, dicha muestra fue enviada siguiendo un protocolo que el mismo laboratorio suministró para el envío de las muestras. El protocolo consistió en enviar una muestra de hojarasca, aproximadamente de 0.5 kg, envuelta en papel de periódico y amarrada con cinta adhesiva. Luego de obtener los primeros resultados de ese primer envío de hojarasca al laboratorio, se procedió a elaborar el inóculo con caña, cratylia, semolina, melaza y la hojarasca. (**Anexo 2**).

El inóculo elaborado se depositó en un tanque de 200 l bajo condiciones anaeróbicas por treinta y cinco días. Una vez transcurrido este período, se procedió nuevamente a enviar otra muestra al laboratorio para un análisis de microbiología y bromatología. Además, en este momento, el inóculo está listo para agregarse en las dietas definidas con MM.

7.3. Selección y manejo de animales

Fueron seleccionadas 12 cabras en producción, cuya genética fue un cruce de Saanen con criollo. Las cabras tuvieron entre 2 y 3 partos y doscientos cincuenta días de período de

lactancia. Las cabras, antes de iniciar el ensayo, no fueron desparasitadas internamente ya que los productos desparasitantes (químicos) eliminarían el uso del MM; pero si se utilizaron externamente, y también el uso de vitaminas como complejo B12 y multivitaminas. Asimismo, se registró el peso vivo y fueron ubicadas en corrales individuales, elevados, de madera, con su bebedero y comedero.

7.4. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron las dietas siguientes: 1) caña de azúcar + botón de oro; 2) caña de azúcar + cratylia; 3) caña de azúcar + botón de oro + MM; 4) caña de azúcar + cratylia + MM. Fue seleccionada la caña de azúcar ya que es la gramínea que los programas de investigación y extensión de Panamá han venido promoviendo en los últimos años como la dieta base en las estrategias de alimentación (MIDA, IDIAP y la U.P.). Además, al igual que las especies leñosas cratylia y botón de oro, es fácil de adaptar y tiene potencial productivo para las condiciones de Panamá (Morales, 2009). Las cabras, además de los tratamientos, tuvieron libre acceso a sales minerales y agua fresca en los corrales individuales.

7.5. Manejo de las forrajeras y formulación de las raciones

Las especies seleccionadas (caña de azúcar, botón de oro y cratylia) fueron establecidas en la finca La Cabri-T en el año 2011. Los bancos son podados cada ciento cincuenta días, en el caso de la caña de azúcar, y cada setenta y cinco días en el caso del botón de oro y la cratylia. Además, son fertilizados con caprinaza dos veces al año, en una dosis de 2.22 kg/ha/año. También se les realiza un control de malezas manual por mes.

Los 12 animales seleccionados fueron pesados al inicio. Este dato, junto con la producción y grasa de leche, fue utilizado para la formulación de la ración según la tabla de requerimientos nutricionales para caprinos de la NRC (2007). Esta se realizó asumiendo un consumo del 12% del peso vivo de materia seca y utilizando el programa “Formunal”. Las raciones estuvieron compuestas de caña de azúcar con el 70%, las leñosas forrajera (botón de oro o cratylia) con el 27%; el menor valor fue cuando la ración tuvo el 3% de MM. La ración ofrecida a la cabra fue de 1.07 kg/cabra/día de materia seca, la cual se logró en la prueba de adaptación de las cabras. (25 días)

Después de diseñada la formulación alimenticia para cada animal, se procedió a escoger en la misma finca un área para picar los pastos y realizar dichas mezclas, un área para la mezcla que lleva MM y la otra para las que no llevan MM, esto con la intención de que dichas mezclas no se contaminaran.

La caña de azúcar y las leñosas forrajeras (botón de oro y cratylia) fueron cosechadas y picadas un día antes del suministro. De la gramínea se aprovechó la planta entera y de las leñosas el follaje y tallerito tiernos. El tamaño de partícula en el picado fue entre 1 y 2 cm, usando una picadora de pasto eléctrica, marca General Electric, de 3.5 Hp y con un rendimiento de 1.5 a 2.5 toneladas por hora.

7.6. Diseño experimental y manejo del ensayo

Se utilizó un diseño tipo cuadrado latino, también conocido como “diseño de filas y columnas y reversión simple”, con tres repeticiones por tratamiento. En este diseño, las columnas contemplan el efecto del animal y las filas el efecto del tiempo.

En el experimento se utilizaron 12 cabras (una cabra fue la unidad experimental), seis para las dietas sin MM y seis para las dietas + MM; en ambos casos fueron tres cabras por dieta. Además, el experimento tuvo dos períodos de veinticinco días cada uno para que las cabras consumieran las dos dietas: en el primer grupo las dietas de botón de oro y cratylia sin MM y en el segundo grupo botón de oro + cratylia + MM. Cada período tuvo dos fases: los primeros quince días de adaptación y diez días de fase experimental (**Cuadro 7**).

Cuadro 7. Diseño diario de aplicación de raciones para las 12 cabras

Inoculo	MM						Sin MM					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cabras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T1/día	C+B	C+B	C+B	C+C	C+C	C+C	C+B	C+B	C+B	C+C	C+C	C+C
T2/día	C+C	C+C	C+C	C+B	C+B	C+B	C+C	C+C	C+C	C+B	C+B	C+B

Este cuadro representa la aplicación diaria de las raciones para 12 animales. Para el primer tiempo, las cabras 1, 2 y 3, comieron caña de azúcar + botón de oro + MM durante

veinticinco días; las cabras 4, 5 y 6 comieron caña de azúcar + cratyliá + MM durante veinticinco días; las cabras 7, 8 y 9, consumieron caña de azúcar + botón de oro sin MM durante veinticinco días y las cabras 10, 11 y 12 comieron caña de azúcar + cratyliá sin MM durante veinticinco días. De estos veinticinco días, quince son de adaptación a la ración y diez son de medición.

Para el segundo tiempo, las cabras 1, 2 y 3 consumieron caña de azúcar + cratyliá + MM durante veinticinco días; las cabras 4, 5 y 6 comieron caña de azúcar + botón de oro + MM durante veinticinco días; las cabras 7, 8 y 9, comieron caña de azúcar + cratyliá sin MM durante veinticinco días; las cabras 10, 11 y 12 comieron caña de azúcar + botón de oro sin MM durante veinticinco días. De estos veinticinco días, quince días son de adaptación a la ración y diez días son de medición.

La alimentación se realizó en comederos individuales dos veces al día para lograr una mayor eficiencia en el consumo, la ración consistió en 1.07 kg/cabra/día de materia seca por animal por día dividida en dos partes. A las dietas con MM se les incorporó un inóculo que fue preparado con treinta y cinco días de anticipación.

Antes de ofrecer la ración diaria a las 6:00 a.m., se recolectó lo rechazado de la tarde anterior, pesado y anotado en el registro diario. Luego se procedió a pesar y a administrar la primera porción de la ración que corresponde a cada animal. A las 3:00 p.m. se procedió a hacer lo mismo que en la mañana. El suministro de sales minerales y vitaminas, se proporcionó diariamente a libre consumo.

El modelo que se utilizará para el análisis de los datos es el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + M_j + RM_{ij} + B(P_k) + A_l + T_m + C_{ijklm}$$

dónde:

Y_{ijklm} = Una observación cualquiera,

μ = media general,

R_i = efecto del i-ésimo tipo de ración,

M_j = efecto de j-ésimo nivel de MM

RM_{ij} = interacción entre tipo de ración y MM

$B(P_k)$ = corrección (pendiente de regresión) por co-variable peso inicial,

A_l es el efecto del animal (aleatorio)

T_m es el efecto del tiempo (reversión)

E_{ijklm} = término de error aleatorio supuestamente distribuido normal, independiente, con media cero y varianza constante.

Las variables medidas fueron: consumo diario de alimento por cabra (este fue por medio de la diferencia entre lo ofrecido y rechazado), producción diaria de leche de cada cabra, contenido de grasa (con el uso de un kit portátil de laboratorio que fue instalado en la finca), peso vivo de los animales (se utiliza una balanza digital, al inicio y al final de cada período). En total, fueron tres registros de peso vivo de las cabras: al inicio del ensayo, a los veinticinco días y a los cincuenta días.

7.8. Análisis de la información

Se realizó un ANOVA usando modelos lineales generales y mixtos para probar hipótesis sobre los dos factores de tratamiento y sus interacciones, luego de contemplar el efecto de la co-variable peso inicial, el efecto aleatorio de animal y el efecto del tiempo. Como al mismo animal se lo observó en dos tiempos, esto generó datos correlacionados. Los mejores modelos de correlación se seleccionaron usando los criterios AIC y BIC. Para comparar los efectos de los tratamientos, se utilizó la prueba a posteriori LSD de Fisher.

En el caso del análisis financiero se evaluaron los costos variables e ingresos (**Anexo 7 y 8**) aplicándole las razones financieras del VAN y la relación beneficio / costo, considerando los dos periodos de la evaluación (25 días c/p).

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Consumo de materia fresca, materia seca y requerimientos nutricionales

La de materia fresca consumida por cabra, por día, varió entre 2.49 y 3.57 kg MF/cabra/día y de materia seca 0.79 y 1.11 kg MS/cabra/día (**Cuadro 8**); aunque Fernández et al. (2007) encontraron un consumo mayor de materia seca de 1.5 a 1.6 kg/cabra/día que tuvo relación con la calidad de la dieta. La alimentación estuvo basada en maíz, gluten, soya, alfalfa

y melaza. El consumo del presente estudio no logró cubrir los requerimientos diarios de proteína cruda y energía metabolizable de las cabras para producir un litro de leche. El consumo de materia seca posiblemente tenga relación con el alto contenido de fibra de la dieta debido a la presencia de caña de azúcar. Aranda (2004) y Leng (1989) señalan que la baja digestibilidad de la fibra es una limitación para la eficiente utilización de la caña de azúcar y de los otros ingredientes de la dieta por los rumiantes. Sin embargo, se ha observado que la enzima fibrólítica altera la estructura de la pared celular, por lo que se considera que esta puede mejorar la digestibilidad de la fibra de la caña de azúcar y por ende la producción animal.

La caña de azúcar puede producir desequilibrios nutricionales que limitan el consumo, esto debido a su alto contenido de hidratos de carbono rápidamente fermentable en el rumen, al bajo valor de proteína bruta (nitrógeno) y una fracción fibrosa (FND) de digestibilidad bastante lenta. La relación de FDN/azúcares tiene que ser baja (menor a 3) para permitir un consumo adecuado por los animales. Entonces, es fundamental equilibrar las dietas en función de los requerimientos de las cabras (Guerra, 2011).

El consumo de las dietas suministró un aporte diario por cabra de proteína cruda que varió entre 41 y 67 g/cabra/día y de energía entre 1.76 y 2.64 Mcal; según la NRC (2007) estos valores están por debajo de la demanda diaria de una cabra para producir un litro de leche que corresponde a 79 g de proteína cruda y 3.28 Mcal de energía metabolizable.

Una adecuada nutrición consiste en proveer las cantidades de nutrientes necesarios para una eficiencia ruminal óptima y obtener la productividad animal, ya que el exceso significa reducir la eficiencia económica e impactos negativos para el ambiente con mayor emisión de gases de efecto invernadero (Elizondo, 2006).

Cuadro 8. Consumo diario de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable en cabras lactantes

Dieta	Materia fresca consumida (kg/cabra/día)	Materia seca consumida (kg/cabra/día)	Proteína cruda (g/cabra/día)	Energía metabolizable (Mcal/cabra/día)
Caña de azúcar + Botón de oro	3.52	1.07	67	2.55
Caña de azúcar + Cratylia	2.83	0.88	46	1.94
Caña de azúcar + Botón de oro + MM*	3.57	1.11	67	2.65
Caña de azúcar + Cratylia + MM	2.49	0.79	41	1.76
Demanda nutricional por cabra por día **			79	3.28

*MM= inóculo que contenía microorganismos de montaña, cratylia, melaza, semolina de arroz, hojarasca y caña. **Calculados para una cabra de 48 kg de peso vivo, una producción de 1 kg/cabra/día y 3.74% de grasa en leche según NRC (2007)

Es importante mencionar que la fibra de los alimentos juega un papel muy importante dentro de la alimentación de los rumiantes. Es indispensable para mantener la funcionalidad ruminal, estimular el masticado y la rumia y mantener un pH ruminal adecuado que permita la buena salud y digestión. El contenido de fibra en la dieta se asocia con la composición de la leche, principalmente con la grasa. En este sentido, la calidad y cantidad de fibra consumida afectan la capacidad de consumo voluntario y la cantidad de energía que pueda aportar una ración. La fibra tiene implicaciones importantes en las prácticas de alimentación del ganado lechero al afectar la salud, la producción e influye en el contenido de energía de los forrajes y alimentos, así como el consumo voluntario (Weiss, 1993a, 1993b).

La estimación del consumo de alimentos es fundamental para formular una ración en forma adecuada. El consumo de materia seca depende de una gran cantidad de factores, entre los cuales están el peso vivo, la producción de leche, el estado de lactancia, el estado de gestación, la digestibilidad del forraje o alimento, el tipo de alimento, etc. Los factores antes mencionados son generales para la mayoría de las especies. Sin embargo, hay algunos que tienen especial relevancia en la cabra, como es el estado de gestación, ya que el espacio ocupado por el o los fetos afecta considerablemente la capacidad de consumo, especialmente al final del mismo. La velocidad de paso del alimento en el rumen también afecta el consumo, la cual en las cabras, aparentemente, es más rápida que la observada en ovinos y vacunos. Esto permite un mayor consumo, especialmente de forrajes de mayor digestibilidad, al comparar vacunos u ovinos con cabras. En el caso de las cabras, existen antecedentes de que el consumo expresado en porcentaje del peso vivo es mayor que en ovejas y vacas lecheras, principalmente porque la velocidad de paso de los alimentos en el tracto digestivo es más rápida (Ernesto, 1987).

8.2 Producción de leche y contenido de grasa

La producción de leche varió entre 0.41 y 0.44 kg /cabra/día y el contenido de grasa entre 3.77 y 4.15 % (**Cuadro 9**) y para ambos parámetros no hubo diferencia estadística significativa entre dietas ($p > 0.05$). La producción de leche alcanzada estuvo por debajo de la producción esperada (1 litro) según la formulación de la ración. Este comportamiento se pudo deber a la restricción del consumo de materia seca relacionada a la caña de azúcar que afectó la disponibilidad de nutrientes para la cabra.

Cuadro 9. Producción y contenido de grasa de leche de cabras alimentadas con dietas forrajeras con y sin microorganismos de montaña

Dieta	Consumo de materia seca (kg/cabra/día)	Producción de leche (kg/cabra/día)	Contenido de grasa (%)
Caña de azúcar + Botón de oro	1.07 ^a	0.44 ^a	4.15 ^a
Caña de azúcar + Cratylia	0.88 ^b	0.44 ^a	3.99 ^a
Caña de azúcar + Botón de oro + MM	1.11 ^a	0.44 ^a	3.77 ^a
Caña de azúcar + Cratylia + MM	0.79 ^b	0.41 ^a	3.88 ^a

Medias con una letra diferente son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$) según prueba LSD Fisher

La producción de leche caprina en la región con dietas basadas en gramíneas y leñosas ha variado entre 0.5 – 2 l/cabra/día, siendo mayor en aquellas dietas de mayor calidad, donde ocurre suplementación con concentrados comerciales (Benavides, 1994). Sin embargo, es importante destacar que las cabras tienen potencial para producir diariamente por animal más de 3 kg de leche; estos niveles de producción se han logrado con razas Saanen y Toggenburt alimentadas con pasturas, heno y concentrado (Bidot, 2006).

El uso de sistema silvopastoriles, como bancos forrajeros de leñosas, constituyen una opción para la intensificación sostenible de la producción caprina, ya que contribuyen con una mayor disponibilidad y calidad de alimento a lo largo del año. Asimismo, este tipo de sistemas ofrece servicios ecosistémicos tales como secuestro y fijación de carbono arriba como abajo del suelo y conservación de los mismos. Con respecto a esto último, presentan una escorrentía superficial de agua menor que los sistemas de pasturas y cercano a lo que sucede en un bosque joven (Ibrahim et al. 2007; Ríos et al. 2007).

La crianza y explotación de cabras lecheras es una actividad que incrementa la producción de proteínas de alto valor biológico por medio de su carne y leche; además puede ser una fuente de ingresos permanentes para las familias ya que ofrece una serie de ventajas como baja inversión de capital, poco espacio, capacidad reproductiva alta y son de fácil manejo (Gall, 1981; French 1975).

El principal valor de la leche de cabra se encuentra relacionado con su transformación quesera. Por lo tanto, la producción de leche (volumen), el contenido proteico (caseínas) y el contenido en materia grasa (perfil de ácidos grasos) de la leche adquieren una especial importancia, ya que influyen en el rendimiento quesero. Jimeno (2003) señala que se han desarrollado nichos de mercado para la leche de cabra dirigido a personas (de todas las edades) convalecientes y aquellas alérgicas a otras leches; dicha ventaja tiene relación con los glóbulos de grasa pequeños y los diferentes tipos de caseína que contiene.

8.3 Correlaciones entre variables de producción y consumo de alimento

Se encontraron algunas correlaciones significativas ($p < 0.05$) entre las variables producción de leche y contenido de grasa, contenido de grasa y consumo de materia seca y entre consumo de materia seca y peso vivo de la cabra (**Cuadro 10**).

Además el **Cuadro 10**, donde se presentan los coeficientes de correlación, nos indica que a medida que aumenta la producción de leche, menor es el contenido de grasa (-0.50); entre mayor sea el contenido de grasa menor, es el consumo de materia seca (-0.60); y cuando se aumenta el consumo de materia seca, se incrementa el peso vivo (0.51). Benavides (1991) encontró en corderos que, a medida que aumentó el consumo de materia seca de pasto y leñosas forrajeras, se incrementó de manera significativa la ganancia de peso. También Esquivel y Waelput (1990) encontraron en cabras que, al aumentar la producción de leche, disminuyó el contenido de grasa en la leche, debido a que la grasa no aumenta al mismo ritmo con que aumenta la producción de leche.

Cuadro 10. Coeficientes de correlación entre variables de producción y consumo

Variable 1	Variable 2	Correlación Pearson	p(valor)
Producción de leche (kg/cabra/día)	Contenido de Grasa %	-0.50	0.0134
Contenido de grasa %	Consumo kgMS/cabra/día	-0.60	0.0019
Consumo (kgMS/cabra/día)	Peso vivo (kg)	0.51	0.0105

8.4 Efecto de las dietas con y sin microorganismos de montaña sobre el consumo de materia seca diaria, la producción de leche y el contenido de grasa

De acuerdo al análisis de varianza, no se encontraron interacciones entre la mayoría de variables analizadas (**Cuadro 11**), excepto entre la dieta y el consumo diario de materia seca por cabra ($p > 0.05$). Esta tendencia tiene relación con lo reportado anteriormente (**Cuadro 9**), donde la dieta caña de azúcar + botón de oro fue la de mayor consumo por parte de las cabras.

Cuadro 11. Efecto de las variables microorganismos de montaña, dieta y la interacción de microorganismos de montaña + dieta sobre el consumo de materia seca diaria, la producción de leche y el contenido de grasa

Variables	p(valor) para consumo diario	p(valor) para leche	p(valor) para grasa
MM	0.5892	0.7289	0.5782
Dieta	0.0001	0.7851	0.9693
MM + Dieta	0.2875	0.7023	0.7569

8.5. Análisis financiero

Las distintas dietas presentaron una rentabilidad positiva en términos de valor actual neto y de relación beneficio / costo. En términos de la relación de beneficio/costo la dieta de caña + botón de oro mostró la mayor respuesta con un valor de RB/C de US \$1.50 y un VAN de US \$5,893.03 (**Cuadro 12**).

De igual manera, Martínez (1992) y Benavides (1992) encontraron indicadores positivos de rentabilidad de las explotaciones caprinas cuya alimentación fue a base de forrajeras producidas en finca (gramíneas y leñosas); en estos casos, los indicadores de RB/C y VAN fueron US \$1.31 y US \$1884 y US \$1.40 y US \$1582 respectivamente. Toda explotación pecuaria tiene el reto de realizar constantemente innovaciones con tal de mejorar los indicadores de rentabilidad; por ejemplo en producción caprina significaría el uso de recursos forrajeros de mayor calidad, producidos en la finca y mayor valor genético del ganado.

Cuadro 12. Valor actual neto y relación beneficio / costo de distintas dietas forrajeras usadas en la alimentación de cabras lactantes

Dieta	VAN US \$	B/C US \$
Caña + botón de oro	5,893.03	1.50
Caña + cratylia	5,893.03	1.48
Caña + botón de oro + MM	4,800.14	1.46
Caña + cratylia + MM	4,726.02	1.45

9. CONCLUSIONES

1) Las dietas con y sin microorganismos de montaña tuvieron un efecto similar sobre la producción y contenido de grasa de la leche caprina. La producción diaria de leche por cabra varió entre 0.41 (kg/cabra/día) y 0.44 (kg/cabra/día); mientras que el contenido de grasa varió entre 3.77 % y 4.15%.

2) El consumo diario de materia seca por cabra varió entre 0.79 y 1.11 (kg/cabra/día), el cual no fue suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales diarios de proteína cruda y energía metabolizable necesarios para alcanzar al menos un litro diario de leche por cabra.

3) La rentabilidad en términos de valor actual neto y relación beneficio/costo fue positiva para todas las dietas, aunque la dieta de caña de azúcar + botón de oro presentó el mayor valor neto con US \$5,893.03 y con US \$1.50 de RB/C.

10. RECOMENDACIONES

1) Se debe realizar más investigación ya que existe prioridad en reducir los costos de alimentación usando recursos locales y se recomienda conocer con más detalle los modelos de producción caprina eficientes en términos económicos y ambientales.

2) Utilizar en las dietas mayor proporción de leñosas forrajeras en comparación a las gramíneas (ambas producidas en finca) para aumentar el valor nutricional de la dieta y con ello mejorar la eficiencia productiva y económica de los modelos de producción de leche caprina y reducir la dependencia de insumos externos a la finca (concentrados).

3) Los programas de desarrollo caprino, deben incluir el mejoramiento genético para maximizar el efecto de las dietas sostenibles de mayor calidad en términos de producción y calidad de la leche caprina.

11. BIBLIOGRAFIA

Aranda, E. M. et. al. 2004. Cambios en la digestión de tres variedades de caña de azúcar y sus fracciones de fibra. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 38, núm. 2, pp. 137-144

Bedoya M. O; Rosero, N. R; Posada, SL. 2012. Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. s.l., s.e. 110 p.

Benavides, JE. 1991. Integración de árboles y arbustiva en los sistemas de alimentación para cabras, en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasquí* 6(25):25:6-36.

Benavides, J.E.; Arias, R. 1995. Sistemas tradicionales y agroforestería de producción caprina en América Central y República Dominicana. *Comps. Turrialba, CR, CATIE*. 190 p. (Serie Técnica. Informe Técnico No. 269).

Bidot, F. A; Bidot F. G. 2006. La producción de leche caprina: sus formas de comercialización y recopilación. *Revista Agroenfoque* No. 3.

Cerrud, R; Villanueva, C; Ibrahim, M; Stoian, D; Esquivel, H. 2004. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales del distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, Panamá. *Agroforestería en las Américas* no.41-42:43-49.

Ernesto J, B; Pedro C, B; 1987. Cap. 5. Alimentación de la Cabra Lechera. 81 p.

Esquivel, J; Waelput, J. J. 1990. Evaluación en jaulas de digestibilidad de dos sistemas de alimentación para cabras lactantes utilizados en el Valle Central de Costa Rica. *Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central*. No. 1. p. 269.

French, M. H. 1970. Observaciones sobre las cabras. Italia, FAO. 234 p. (*Agricultural Studies* no. 80).

Gall, C. 1981. *Goat production*. Londres, RU, Academic Press. 619 p.

Guerra, S. C. 2011. Qué debemos tener en cuenta para incorporar la caña de azúcar en la dieta de nuestros animales s.l., INTA.

Gobbi, J. A; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):52 – 60.

Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* no.45:27–36.

Jaramillo, C. A. 2007. Establecimiento, manejo y uso de la leguminosa arbustiva forrajera. CORPOICA. Colombia, 1 - 24 p. (Manual técnico no. 13).

Jimeno, V; Rebollar, P. G; Castro, T. (2003). s.f. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. Eds. s.l., FEDNA. 24 p.

Leng, R. A. 1989. Restricciones metabólicas para la utilización de la caña de azúcar y sus subproductos para el crecimiento y producción de leche en rumiantes mayores. Colección Geplacea. Serie Diversificación PNND. Grupo de Países latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar 1:237.

Morales Lara, YR; Herrera Maradiaga, JS. 2009. Suplementación nutricional de veranera (*Cratylia argentea*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) a vacas productoras de leche. *Ciencia e Interculturalidad* 4(2):131-150.

Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. 2007. Washington, DC, The National Academies Press. 384 p.

Park, YW. 2008. Goat Milk-Chemistry and Nutrition. In Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Blackwell Publishing Professional. p. 34-58. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1002/9780470999738.ch3>

Pizarro, E; Coradin, L. 1995. Cratylia como especie forrajera. Cali, CO, CIAT. 118 p. (Documento de Trabajo no. 158).

Ríos, N; Cárdenas, AY; Andrade, HJ; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:66-71.

Roig G, C. 2003. Alimentación del Ganado Caprino. s.l, INTA. 8 pág.

Sahlu, T; Goetsch, AL; Luo, J; Nsahlai, IV; Moore, JE; Galyean, ML; Owens, FN; Ferrell, CL; Johnson, Z. B. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Rumin. Res.* 53:191-219.

Sanchez; Álvarez. 2003. Gramíneas de Corte, Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. *Revista para las Américas, FAO*, p. 81-128.

Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, 2007. Cratylia, Alternativa Alimentaria. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, E.d.Z.U.d.C.R. ed. Barquisimeto, Venezuela. p. 13.

Velez, M. 1991. Análisis de la producción de un rebaño de cabras lecheras en Honduras. *Ceiba* 32(5): p. 30 - 35.

Weiss, W. P. 1993. Fiber requirements of dairy cattle: Emphasis NDF. Department of Dairy Science. Ohio, US. p. 63-76.

12. ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto utilizado en la implementación del proyecto de investigación

Cantidad	Materiales	Costo unitario(US \$)	Costo total(US \$)
2	Tanques de 200 l	59.00	118.00
18	Botellas de agua vacía de (l)	1.00	2.00
2	Mangueras de 3/4 pulgadas	3.08	6.16
2	Pitongos de 1/2 pulgadas	5.00	10.00
1	Pistola para Silicona	2.50	2.50
1	Silicona	6.95	6.95
1	Broca de 1/2 pulgada	9.60	9.60
2	Tanques Lecheros	8.00	16.00
24.19	Combustible para picadora(l)	1.08	8.16
2	Aceite fuera de borda (1/4)	6.50	13.00
12.5	Mano de Obra no esp. (Jornal) (2 horas/50 día)	10.00	15.00
480	Combustible para transporte (l)	1.08	162.00
11	Aceite para transporte (1/4)	9.50	104.50
100	Guantes de Látex	0.08	8.45
100	Bolsas plásticas	0.10	10.00
1	Balanza electrónica	209.00	209.00
12	Cabras lecheras	80.00	960.00
600	Análisis de Leche	3.30	2,040.00
1	Análisis de hojarasca (MM)	40.00	40.00
24	Análisis de excretas (MM)	40.00	960.00
13	Análisis del pasto (MM)	40.00	520.00
36	Análisis de excretas (Parásitos)	2.00	72.00
66	Mano de obra Técnica (horas)	15.00	990.00
7	Transporte de muestras al Lab.	40.00	280.00
45	Semolina (kg)	0.16	16.00
31	Melaza (l)	5.45	16.35
3	Hilo (m)	0.25	2.50
1	Bomba de Mochila	80.00	80.00
TOTAL			\$6,788.17

Anexo 2. Protocolo para la recolección y multiplicación de los microorganismos de montaña (MM), dentro de un tanque de 200 l plástico en un medio anaeróbico para la producción del inóculo para la alimentación caprina


Pasos	
1	Identificar el bosque y luego coleccionar la hojarasca con MM, un mes después del inicio de las lluvias o un mes después de finalizadas las lluvias.
2	Recolectar 25 kg de hojarasca en descomposición, de un suelo de un bosque que contenga hongos de color blanco y gris.
3	En la primera capa (sobre el piso del estañón o barril) colocar 12.5 kg de la hojarasca recolectada.
4	En la segunda capa agregar 3.7 kg de caña y 1.6 kg de <i>Cratylia</i> (gramínea 70% y leguminosa 27%); el picado tiene que ser fino.
5	En la tercera capa agregar 5.3 kg de pulidura de arroz.
6	Disolver un galón de melaza en un galón de agua. Aplicar la mitad uniformemente sobre la capa anterior. Es importante humedecer el material sin empapararlo.
7	Depositar en una cuarta capa la otra parte de hojarasca (12.5 kg).
8	En la quinta capa agregar nuevamente forrajes picados 3.7 kg de caña y 1.6 kg de <i>cratylia</i> .
9	En la sexta capa agregar 5.25 kg de pulidura de arroz.
10	Aplicar la otra mitad de la melaza uniformemente sobre las capas anteriores. Es importante humedecer el material sin empapararlo.
11	Mezclar muy bien e introducir la mezcla al tonel o barril plástico y hay que compactarla para evitar entradas de oxígeno.
12	Tapar el barril herméticamente durante un mes para que ocurra la fermentación anaeróbica. Luego, puede usarse para la elaboración de las raciones alimenticias.
13	Una muestra de una libra (1) de ésta ración enriquecida con MM después de pasado el mes de fermentación, será enviada a un laboratorio químico para evaluar los microorganismos existentes.

Anexo 3. Resultados del análisis de leche de distintas especies de mamíferos

Composición	Cabra	Ovejas	Vaca	Humana
Grasa	3.8	7.9	3.6	4
Sólidos no grasos	8.9	12	9	8.9
Lactosa	4.1	4.9	4.7	6.9
Proteína	3.4	6.2	3.2	1.2
Caseína	2.4	4.2	2.6	0.4
Albumina, glubulina %	0.6	1	0.6	0.7
N no proteico	0.4	0.8	0.2	0.5
Cenizas	0.8	0.9	0.7	0.3
Caloria/100 ml	70	105	69	68

Fuente: Park (2006)

Anexo 4. Análisis microbiológico del inóculo recolectado del bosque

 <p style="text-align: center;">LABORATORIO MOLECULAR AGROPECUARIO (LAMA S.A.) glomus123@yahoo.com Tel: 2256-2442</p>			
Identificación de la muestra	Hojarasca	Identificación de la muestra	Hojarasca
Código de cliente en Laboratorio	C770	Código de cliente en Laboratorio	C770
Microorganismo	pg de ADN/g	Microorganismo	pg de ADN/g
Hongos	654343	<i>Pseudomonas agarici</i>	2
Bacterias totales	534532	<i>Pseudomonas corrugata</i>	6
α -Proteobacteria	233	<i>Pseudomonas maculicola</i>	8
β -Proteobacteria	434	<i>Pseudomonas delphinii</i>	0
Firmicutes	754	<i>Pseudomonas apii</i>	0
Actinomicetes	543	<i>Pseudomonas tagetis</i>	0
<i>Streptomyces</i> sp.	234	<i>Fusarium oxysporium</i> sp.	233
<i>Bacillus</i> sp.	3667	<i>Cylindrocarpon</i> sp	13
Oxidadores de amonio	544	<i>Pythium</i> sp.	64
Desnitrificantes	654	<i>Macrophomina phaseolina</i>	54
Fijadores de nitrógeno	754	<i>Phytophthora</i> sp	12
Bacterias fototrópicas	233	<i>Rhizoctonia</i> sp	54
Algas verdes y protistas	322	<i>Plasmodiophora</i> sp.	3
<i>Azospirillum</i> sp.	233	<i>Claviceps</i> sp.	7
<i>Bacillus subtilis</i>	23	<i>Armillariella mellea</i>	23
<i>Bacillus thuringiensis</i>	244	<i>Ceratocystis</i> sp.	1
<i>Bacillus pumilus</i>	533	<i>Nectria nauritiicola</i>	5
<i>Burkholderia cepacia</i>	4	<i>Dematophora</i> sp.	0
<i>Nitrosomonas multiformis</i>	764	<i>Thielaviopsis</i> sp.	0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	43	<i>Radopholus similis</i>	0
<i>Streptomyces antibioticus</i>	43	<i>Globodera</i> sp	4
<i>Streptomyces aureus</i>	555	<i>Heterodera</i> sp	12
<i>Streptomyces globus</i>	34	<i>Meloidogyne</i> sp.	5
<i>Aspergillus penicilloides</i>	5	<i>Rotylenchus</i> sp	7
<i>Mucor</i> sp	234	<i>Xiphinema</i> sp	3
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	23	<i>Pratylenchus</i> sp	24
<i>Trichoderma</i> spp.	654	<i>Meloidogyne arenaria</i>	8
<i>Ralstonia</i> spp.	22	<i>Meloidogyne hapla</i>	0
<i>Erwinia</i> sp.	64	<i>Meloidogyne incognita</i>	0
<i>Xanthomonas</i> sp.	76	<i>Meloidogyne javanica</i>	0
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	443	<i>Meloidogyne exigua</i>	0
<i>Pseudomonas syringae</i>	5	<i>Meloidogyne arabicida</i>	0
Fuente: Lab. LAMA, (2014)		All Nematodes	2312

Anexo 5. Diversidad y riqueza microbiológica del inóculo de microorganismos de montaña recolectado en el bosque

Para interpretación de resultados						
	pg ADN/ml					
Bajo	0-50					
Medio	50-300					
Alto	>300					
Se ha est. que 0,0005 pg de ADN equiv. a 1 unid. formadora de colonia (UFC)						
pg ADN/ml: picogramos de ADN por ml de muestra 1 g = 1012 picogramos						
Resultados de la diversidad y riqueza microbiológica						
Identificación de la muestra						
Totales		Hongos		Bacterias		
Indice de		Indice de		Indice de		
Shannon		Shannon		Shannon		
No. de especies		No. de especies		No. de especies		
4.89		30		3.65		12
3.15		11				
Rangos índice de Shannon		Rangos número de especies:				
Bajo		0-1,8		Bajo 0-10		
Medio		1,8-2,8		Medio oct-30		
Alto		>2,8		Alto >30		



Fuente: Lab. LAMA, (2014)

Anexo 6. Análisis bromatológico de los forrajes usados en las dietas para las cabras lecheras

muestra	Descripción	fecha de recepción	Observaciones		
P-372	Inoculo + Cratylia argétea	03-ago-14	Método Utilizado NIR´s		
P-373	Inoculo + Tithonia diversifolia	03-ago-14	Método Utilizado NIR´s		
E-144	Microorganismo de Montaña (MM)	03-ago-14	Método Realizado por Química Húmeda		
E-145	Ensilaje de Caña (Cogollo y Tallo)	03-ago-14	Método Realizado por Química Húmeda		
Parámetro	Unidad	Muestra			
		P-372	P-373	E-144	E-145
Humedad	%	65.2	87.7	59.5	83.2
Mat. Seca	%	34.8	12.3	40.5	16.8
*FDA	%	29.5	34.5	36.7	39.5
*FDN	%	63.5	51.5	40.9	65.6
*Lignina	%	n.a.	4.68	n.a.	3.34
*Proteína	%	18.5	24.4	9.09**	6.54**
*Prot. S.	%	1.8	7.5	n.a.	n.a.
*ADICP	%	3.72	3.55	n.a.	n.a.
*TDN	%	68.9	65	n.a.	n.a.
*En Lac	Mcal/kg MS	1.41	1.25	n.a.	n.a.
*En m	Mcal/kg MS	1.61	1.25	n.a.	n.a.
*En g	Mcal/kg MS	1.08	0.95	n.a.	n.a.
*RFV	-	96	112	n.a.	n.a.
*Ceniza	%	7.3	13.6	16.1	5.8
*Potasio	%	1.46	2.69	n.a.	n.a.
*Magnesio	%	0.39	0.36	n.a.	n.a.
*Fósforo	%	0.3	0.36	n.a.	n.a.
*Calcio	%	0.4	0.34	n.a.	n.a.

Fuente: Cooleche, R. L.



Anexo 7. Costos considerando los dos periodos de la evaluación (10 días c/u)

Costos variables (US\$)	Unidad	Valor /unidad	Cantidad	Días																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Energía eléctrica ordeño	KWH	0.58	3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		
Energía eléctrica picadora	KWH	0.58	3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		
Energía eléctrica iluminación	KWH	0.58	2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		
Elaboración de MM	kg	0.56	1.56	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		
M.O. Corte y acarreo caña	horas	0.94	2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
M.O. Corte y acarreo de cratyliá	horas	0.94	2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
M.O. Corte y acarreo de botón de oro	horas	0.94	2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		
M.O. Picado de la caña	horas	0.94	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
M.O. Picado de la cratyliá	horas	0.94	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
M.O. Picado del botón de oro	horas	0.94	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
Limpieza del rechazo	horas	0.94	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
Suministro de ración	horas	0.94	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
TOTAL				15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Tasa de actualización				1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Costos Actualizado				14	14	15	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	16	16	16

Anexo 8. Ingresos considerando los dos periodos de la evaluación (10 días c/u)

Ingresos (US\$)	Unid	Precio Unit. (US\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Producción de leche C+B+MM	kg	35	7	5	6	6	6	6	7	6	7	7	8	9	7	6	9	8	7	9	8	13
Producción de leche C+C+MM	kg	35	8	9	8	10	6	7	7	9	7	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	8
Producción de leche C+B	kg	35	12	13	10	13	13	10	11	11	10	10	7	7	7	6	7	7	6	8	8	7
Producción de leche C+C	kg	35	9	10	9	9	9	8	9	8	7	6	7	7	7	6	6	6	7	6	6	10
Total Ingresos			37	38	34	38	35	31	34	34	31	30	28	29	28	25	28	29	25	29	30	37
Tasa de actualización			1	1	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos Actualizado			30	25	18	17	12	9	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Flujo Neto			22	22	17	20	16	11	13	12	8	6	3	3	1	-3	-1	-1	-6	-3	-3	3

Anexo 9. Promedio diario de alimento verde rechazado por cabra por día

PERIODO	MM	DIETA	RECH /DÍA(LBS)	2 DÍA	3 DÍA	4 DÍA	5 DÍA	6 DÍA	7 DÍA	8 DÍA	9 DÍA	10 DÍA	PROMEDIO	P./PERIODO	P. RECH/DÍA/KG
1	Con MM	C+B	3.40	3.90	3.8	2.4	0.08	3.8	4.3	3.9	4.3	3.4	3.3		
1	Con MM	C+B	0.80	4.30	4.8	0.8	0.08	2.6	3	2.1	2.1	3.9	2.4		
1	Con MM	C+B	0.80	2.10	1.7	2.6	1.7	3.5	3	2.1	1.6	3	2.2		
1	Con MM	C+C	8.30	7.80	9.2	9.2	8.3	7.9	7.4	5.6	6.1	3.9	7.4		
1	Con MM	C+C	6.90	7.90	8.3	8.3	7.4	8.8	8.7	8.8	7.8	7.8	8.1		
1	Con MM	C+C	5.20	4.40	5.2	5.7	4.7	5.6	4.1	3.4	3.4	3.4	4.5	4.31	
1	Sin MM	C+B	1.70	2.60	3	3	2.5	3.9	3	2.1	2.1	3.4	2.7		
1	Sin MM	C+B	3.40	3.90	3.9	3.8	3.4	4.3	2.6	2.6	2.2	2.5	3.3		
1	Sin MM	C+B	2.60	3.00	3.5	3.9	2.1	3.9	2.5	3.4	2.5	3.4	3.1		10 100
1	Sin MM	C+C	5.70	5.20	5.2	5.2	5.2	5.7	3.9	3.5	3.4	3.5	4.7		1.44 X=% 14.42
1	Sin MM	C+C	5.20	6.10	4.3	5.6	4.4	6.6	2.1	3.8	4.8	4.7	4.8		
1	Sin MM	C+C	6.10	6.50	7.4	6.9	5.2	3.0	4.7	4.4	4.7	3.9	5.3		
2	Con MM	C+C	2.1	6.1	5.2	6.1	3.9	6.5	5.6	4.7	6.5	1.2	4.8		
2	Con MM	C+C	1.3	1.7	0.8	1.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8		

2	Con MM	C+C	0.8	1.7	0.4	1.7	0.4	2.2	3	0.4	2.2	2.6	1.5	
2	Con MM	C+B	2.2	3.4	4.3	2.1	0	1.2	2.1	0.8	1.2	0.8	1.8	
2	Con MM	C+B	0.4	1.2	0.4	2.1	1.2	0.8	0.8	1.7	0.8	1.6	1.1	2.04
2	Con MM	C+B	2.6	2.1	4.3	1.7	1.2	1.3	2.6	0.4	1.3	1.7	1.9	
2	Sin MM	C+C	2.8	3	3	2.6	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2	0.8	2.3	
2	Sin MM	C+C	3.1	3	4.8	3	2.1	2.2	2.2	2.5	3.3	2.1	2.8	
2	Sin MM	C+C	2.2	3.9	2.1	3.5	2.5	2.1	3.4	2.6	3.5	2.5	2.8	
2	Sin MM	C+B	1.2	2	1.1	1.7	1.7	0.8	1.7	1.3	0.8	2.1	1.4	
2	Sin MM	C+B	1.4	1	1.6	1.7	0.8	0.8	1.7	1.7	2.2	0.8	1.4	
2	Sin MM	C+B	1.6	1.2	1.2	2	1.3	1.7	1.7	1.2	1.8	3.4	1.7	
