

**Efecto de la inclusión de ensilaje de naranja como suplemento alimenticio  
sobre la composición de la leche caprina**

**Karen Yelitza Gamboa Vera**

**Código: 1094248914**

**Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Programa de Zootecnia  
Pamplona  
2018**

**Efecto de la inclusión de ensilaje de naranja como suplemento alimenticio  
sobre la composición de la leche caprina**

**Karen Yelitza Gamboa Vera**

**Código: 1094248914**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Zootecnista**

**M.Sc. Zoot. Dixon Fabián Flórez Delgado**

**Docente**

**Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Programa de Zootecnia  
Pamplona  
2018**

**Nota de aceptación**

**Jurado 1**

---

---

---

**Jurado 2**

---

---

---

**Jurado 3**

---

---

---

**Pamplona, 18 de junio de 2018**

## DEDICATORIA

Ha llegado el final de este camino y en mi quedaron huellas marcadas en este recorrido, por tal motivo mi dedicación va para:

Mi madre, Eugenia A Vera L, por sus enseñanzas, por el apoyo, el esfuerzo y la confianza que deposito en mi para llegar tan lejos y ser lo que soy hoy en día, gracias por darme la vida.

Mi hermana María Fernanda Villamizar Vera por ser mi cómplice y por estar siempre cuando más la necesitaba, es preciso que sepas que, convicción, dedicación, esfuerzo y a veces sacrificio, son herramientas necesarias para alcanzar los objetivos, nunca debes perderlos de vista.

Mis nonos, Matilde Laguado por una vida llena de sacrificios y esfuerzos para formarme y a Luis Albán Vera que ya no está conmigo, pero me dejó la mejor herencia y la más valiosa que pudiera recibir, haberme hecho una persona de bien, y me manda su apoyo desde donde está.

Mi compañero de vida, mi amigo, mi confidente Luis Gaviria, por brindarme tanto amor y apoyo de la manera que siempre pudo, mil gracias amor por todo, sabes que no encuentro las palabras precisas para expresar lo que siento, pero sé que lo sabes, Dios te bendiga hoy y siempre, eres, fuiste y serás una persona muy importante en mi vida, y de la mano de Dios llegaremos lejos.

Mis maestros, por ser mis guías hacia el infinito conocimiento, sabios consejeros sin los cuales sería imposible llegar a esta etapa de culminación académica.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por Él y para Él. Por ser el creador de la vida, y quien me ha dotado de capacidad, aptitudes, inteligencia y perseverancia para lograr este tan importante título. Por siempre resguardarme y guiar mis pasos.

A mi Alma Mater, la Universidad de Pamplona, por abrir sus puertas a mi formación como profesional y fuente de infinito conocimiento y oportunidades.

A mis familiares, los que siempre confiaron en mí y me apoyaron incondicionalmente, ellos saben quiénes son, infinitas gracias por creer en mí, este logro es por ustedes y para ustedes.

A todos y cada uno de mis profesores que durante los años que estudié en la Universidad compartieron conmigo; que tuvieron la paciencia para poder compartir sus conocimientos y experiencias, y en especial al profesor Dixon Fabián Flórez por su tiempo, dedicación y apoyo incondicional en la realización de este trabajo y a la profesora Sandra Quintero por su confianza, apoyo y compañía igualmente en este proceso. Gracias totales a cada uno de ustedes. Dios los bendiga.

A mis amigos y compañeros los cuales siempre me brindaron palabras de aliento, a los que fuera de mi familia sanguínea se convirtieron en parte importante de mi vida, y que siempre tuvieron un gesto de comprensión y apoyo para mi persona, que comprendieron tantos momentos no compartidos a causa de mis estudios, nombrarlos uno a uno sería muy difícil, y un tanto injusto, no quisiera omitir a ninguno y por ello no los nombraré uno a uno, solo les diré gracias. Dios los bendiga.

A todos ellos, gracias totales.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
LISTA DE TABLAS .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE ANEXOS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS .....	11
GLOSARIO .....	12
RESUMEN.....	18
INTRODUCCIÓN .....	22
PROBLEMA.....	25
JUSTIFICACIÓN.....	27
OBJETIVOS.....	29
Objetivo general .....	29
Objetivos específicos .....	29
1. MARCO TEORICO.....	30
1.1. Generalidades de la producción caprina en Colombia.....	30
1.2. Sistema de producción caprino .....	33
1.2.1. Caracterización del sistema de producción.....	33
1.2.2. Razas. ....	34
1.2.3. Manejo. ....	35
1.2.4. Instalaciones.....	36
1.2.5. Alimentación. ....	37
1.3. La pulpa de cítricos como subproducto en la alimentación de cabras.....	40
1.4. Dietas elaboradas con pulpa. Investigaciones previas .....	41
2. METODOLOGÍA.....	44
2.1. Lugar de la investigación.....	44
2.2. Validación del ensilaje de naranja.....	45
2.3. Animales y manejo alimenticio.....	46
2.4. Toma de datos. ....	47

2.5. Determinación de la calidad de la leche. ....	47
2.6. Estimación costo de suplementación .....	48
2.7. Diseño experimental.....	48
2.8. Análisis estadístico. ....	49
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	50
3.1 Validación del ensilaje de naranja .....	50
3.2. Parámetros de calidad de la leche caprina .....	55
3.3 Producción de leche.....	59
3.4. Estimación de costos.....	61
3.4.1. Costo de producción de ensilaje de naranja .....	61
3.4.2. Costo de suplementación con EN por caprino .....	61
3.4.3. Costo de suplementación con EN por litro de leche producido.....	62
4. CONCLUSIONES .....	63
BIBLIOGRAFIA.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	75

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Componentes de la leche de cabra	32
<b>Tabla 2.</b> Cálculo aproximado del consumo voluntario en cabras	38
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza mediante la prueba LSD Fisher	50
<b>Tabla 4.</b> Resumen de pruebas de estadística descriptiva y prueba de Tukey para las variables asociadas a la calidad de la leche.	55
<b>Tabla 5.</b> Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de calidad de la leche	59
<b>Tabla 6.</b> Costo por kilogramo de EN	61
<b>Tabla 7.</b> Costos de suplementación con EN por caprinos	62
<b>Tabla 8.</b> Costos de suplementación con EN por litro de leche producida	62

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Estructura de la cadena caprina (Flujo lácteo)	31
<b>Figura 2.</b> Granja experimental Villa Marina	44
<b>Figura 3.</b> Vista satelital del Sistema de explotación caprina de la Granja Experimental Villa Marina	44
<b>Figura 4.</b> Modelo del diseño experimental	46
<b>Figura 5.</b> Promedio, Mediana y Desviación estándar de pH por tratamiento	51
<b>Figura 6.</b> Promedio, Mediana y Desviación estándar de materia seca por tratamiento	52
<b>Figura 7.</b> Promedio, Mediana y Desviación estándar de proteína por Tratamiento	53
<b>Figura 8.</b> Comparación de medias para cenizas, grasa y fibra	54
<b>Figura 9.</b> Medias de contenido de grasa	56
<b>Figura 10.</b> Medias de contenido de proteína	56
<b>Figura 11.</b> Medias de contenido de solidos minerales	57
<b>Figura 12.</b> Producción de leche semanal por tratamiento	60
<b>Figura 13.</b> Producción de leche por tratamiento durante el periodo experimental	60

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Validación del ensilaje de naranja	75
<b>Anexo B.</b> Análisis bromatológicos de los tres tiempos de fermentación - ensilaje de naranja	76
<b>Anexo C.</b> Suministro del EN durante el momento del ordeño	77
<b>Anexo D.</b> Parámetros de calidad de la leche	78

## LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
EN	Ensilaje de naranja
ELN	Extracto libre de Nitrógeno
FAD	Fibra detergente ácida
FB	Fibra bruta
FND	Fibra detergente neutra
FEN	Frutos enteros de naranja
GB	Grasa bruta
g	Gramo
kg	Kilogramo
MS	Materia seca
ml	Mililitro
PB	Proteína bruta
S.N.G	Sólidos no grasos
SPC	Subproductos cítricos
T°	Temperatura

## GLOSARIO

**ALIMENTACIÓN:** La alimentación es la acción de suministrar alimentos al animal. El alimento diario debe contener un correcto valor nutritivo. Sin embargo, el volumen de alimentos que los animales pueden consumir está determinado por las características fisiológicas de cada especie. Es recomendable suministrar las raciones en varias porciones para que el animal tenga el tiempo suficiente para realizar una correcta digestión<sup>1</sup>.

**CALIDAD DE LA LECHE:** Se entiende por la leche proveniente del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas, libre de olores, sedimentos, sustancias extrañas y que reúne las siguientes características: cantidad y calidad apropiada de los componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales); con un mínimo de carga microbiana; libre de bacterias causantes de enfermedades (brucelosis, tuberculosis, patógenos de mastitis), y toxinas (sustancias tóxicas) producidas por bacterias u hongos; libre de residuos químicos e inhibidores y con un mínimo de células somáticas<sup>2</sup>.

**CAPRINO:** El adjetivo caprino, que procede del vocablo latino *caprinus*, alude a aquello vinculado a una cabra. Se llama cabra al animal de la especie *Capra aegagrus hircus*. Se trata de un mamífero perteneciente a la subfamilia *Caprinae* que es rumiante (realiza la digestión en dos etapas: ingiere los alimentos y luego los regurgita para volver a masticarlos y agregarles saliva) y artiodáctilo (sus extremidades finalizan en una cantidad par de dedos, dos o más de los cuales apoya en la superficie)<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO INATEC. Manual del protagonista. Nutrición Animal. Disponible desde Internet en <https://bit.ly/2qQESy7>

<sup>2</sup> FERRARO D. Aprocal. Concepto de calidad de leche, su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor. Disponible desde Internet en <https://goo.gl/vze5cD>

<sup>3</sup> PEREZ J., GARDEY A. 2017. Definición de caprino. Disponible desde internet en <https://goo.gl/SE59f2>

**CENIZA:** Se les conoce así a todos los componentes inorgánicos de los alimentos se les llama colectivamente ceniza, aunque algunos de ellos se volatilizan al quemar los alimentos. Esta ceniza contiene los minerales esenciales para el mantenimiento de la vida, siendo los más importantes: calcio, cloro, yodo, hierro, fósforo, potasio, sodio y azufre<sup>4</sup>.

**CÍTRICO:** Se designa a las especies de grandes arbustos o arbolillos perennes cuyos frutos o frutas son de la familia de las Rutáceas, poseen un alto contenido en vitamina C y ácido cítrico, el cual les proporciona ese típico sabor ácido tan característico<sup>5</sup>.

**COSTO DE PRODUCCIÓN:** Se trata del conjunto de los gastos que son necesarios para producir un servicio o un bien<sup>6</sup>.

**COSTO DE ALIMENTACIÓN:** Es el conjunto de recursos que intervienen en el proceso productivo del alimento en un periodo determinado y que son captados, registrados y valorados según criterios de contabilidad de costos<sup>7</sup>.

**DENSIDAD:** La densidad de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen (g/ml) y se determina por pesada. La densidad depende de la temperatura y la presión. Aunque la temperatura debe especificarse junto con la densidad, la presión no es necesaria en el caso de líquidos y sólidos porque son prácticamente incompresibles<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> ECURED. Definición de ceniza. Disponible desde internet en <https://goo.gl/FhEsqz>

<sup>5</sup> BOLETINAGRARIO.COM Definición de cítrico. Disponible desde internet en <https://goo.gl/ScpEcB>

<sup>6</sup> PEREZ J. 2017. Definición de costo de producción. Disponible desde internet en <https://goo.gl/jeUX4k>

<sup>7</sup> REYES Y. Contabilidad de costos. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2Ldfyxa>

<sup>8</sup> SALCEDO J. Determinación de la densidad de la leche. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2izjLba>

**DIETA:** Mezcla de alimentos sólidos y líquidos que un individuo consume. Su composición depende de la disponibilidad de los alimentos, su costo y los hábitos alimentarios<sup>9</sup>

**ENSILAJE:** Es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. El proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados. Su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros. El ensilaje se almacena en silos que permiten mantener la condición anaerobia, existen varios tipos y la escogencia del apropiado depende del tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles y topografía del terreno entre otros<sup>10</sup>.

**FERMENTACIÓN:** Es el proceso catabólico de oxidación incompleta, que implica la transformación o degradación de las moléculas de una sustancia orgánica compleja en otra más simple, por acción de un fermento o también se puede decir que es un proceso anaeróbico que permite la obtención de energía en ausencia de oxígeno<sup>11</sup>.

**FIBRA:** Es aquella parte comestible de la planta que resiste la digestión y la absorción por parte del intestino delgado y que experimenta la fermentación en el intestino grueso. Aunque no está considerada como un nutriente contribuyen al desarrollo de funciones fisiológicas y mejoran la digestión<sup>12</sup>.

---

<sup>9</sup> PEREZ J. 2008. Definición de dieta. Disponible desde internet en <https://goo.gl/xSh7Sn>

<sup>10</sup> GARCÉS A. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de investigación Vol 1 No 1. e-mail: [adgarces@lasallista.edu.co](mailto:adgarces@lasallista.edu.co). Disponible desde internet en <https://goo.gl/cq5wSM>

<sup>11</sup> PÉREZ J., MERINO M. 2014. Definición de fermentación. Disponible desde internet en <https://goo.gl/QB5dyV>

<sup>12</sup> DEFINICIÓNABC. Definición de fibra. Disponible desde internet en <https://goo.gl/aLTVhc>

**GRASA:** Son sustancias orgánicas que se forman cuando los ácidos grasos se combinan con glicerina, también son nutrientes que proporcionan energía al organismo<sup>13</sup>.

**INCLUSIÓN:** Es el acto de incluir ciertos suplementos a la dieta de un animal para observar mejores rendimientos o mejor producción<sup>14</sup>.

**LACTACIÓN:** Proceso fisiológico mediante el cual la hembra mamífera secreta, a través de la estructura anatómica definida como glándula mamaria, un producto denominado leche a través de un período de tiempo determinado y característico de la especie y raza<sup>15</sup>.

**LACTOSA:** Es el azúcar (formado por la glucosa y la galactosa) que está presente en la leche. Se trata de un disacárido que se halla en una proporción de entre el 4% y el 5% en la leche de las hembras de los mamíferos<sup>16</sup>.

**LECHE:** Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior<sup>17</sup>.

**MATERIA SECA:** El porcentaje de materia seca se refiere a la cantidad de alimento menos el agua contenida en dicho alimento, en otras palabras, si una

---

<sup>13</sup> PÉREZ J. 2018. Definición de grasa. Disponible desde internet en <https://goo.gl/zHBeSf>

<sup>14</sup> DEFINICIÓNABC. Definición de inclusión. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2GWkXWc>

<sup>15</sup> DRESCHER K. 2016. Producción animal. Fundamentos I. Unidad 2 Lactación. Disponible desde internet en <https://goo.gl/1eWi9h>

<sup>16</sup> PÉREZ J., MERINO M. 2014. Definición de lactosa. Disponible desde internet en <https://goo.gl/rnPJ1P>

<sup>17</sup> INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS INVIMA. Decreto 616 de 2006. Definición de leche. Disponible desde internet en <https://goo.gl/43D8nU>

muestra de alimento "X" se somete a un calor moderado de tal modo que toda el agua se evapore, lo que queda es la porción de materia seca de ese alimento<sup>18</sup>.

**MINERALES:** Se les conoce también como sales y constituyen el principio funcional y estructural del organismo, están clasificados en macrominerales que son aquellos que se requieren en cantidades más grandes como lo son el Calcio, Fósforo, Magnesio, Potasio, Azufre, Cloro y Sodio y oligoelementos que son aquellos que se requieren en cantidades más pequeñas como lo son el Hierro, Manganeso, Cobre, Selenio, Yodo, Cobalto, Cinc y Flúor<sup>19</sup>.

**PERIODO DE ACOSTUMBRAMIENTO:** Es necesario disponer de un período de acostumbamiento para el animal, en cuanto a manejo y a alimentos diferentes. El periodo de acostumbamiento es variable, pero suele rondar de 10 a 14 días, cuando la cantidad final sea cercana al 1, 1,2 % del peso vivo, y de hasta 30 días cuando la cantidad final sea mayor (4-5%) del peso vivo<sup>20</sup>.

**PROTEÍNA:** Se trata de un biopolímero compuesto por aminoácidos que aparecen encadenados. Estos aminoácidos, a su vez, se forman por enlaces peptídicos<sup>21</sup>.

**RACIÓN:** Es la fracción o parte que se da como alimento en cada comida a los animales. También es la porción o cantidad que debe ser ingerida cada día de un alimento determinado, y esta cantidad está en gramos; ración hace alusión en este caso a una cantidad fija<sup>22</sup>.

---

<sup>18</sup> RAMÍREZ H. 2011. Consejos prácticos: ¿De qué hablan cuando dicen Materia Seca? Disponible desde internet en <https://goo.gl/EAqjUD>

<sup>19</sup> CONCEPTODEFINICIÓN.DE. Definición de minerales. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2rKdKmo>

<sup>20</sup> GAMBETTA R. 2016. Suplementación en sistemas de cría en ovinos. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2IIVGKD>

<sup>21</sup> PÉREZ J., GARDEY A. 2015. Definición de proteína. Disponible desde internet en <https://goo.gl/q3ZPfn>

<sup>22</sup> CONCEPTODEFINICIÓN.DE. 2015. Definición de ración. Disponible desde internet en <https://goo.gl/kLhpNv>

**RUMIANTE:** Se dice de los mamíferos, que se alimentan de vegetales, carecen de dientes incisivos en la mandíbula superior, y tienen el estómago compuesto de cuatro cavidades (rumen, retículo, omaso y abomaso), como los bovinos, caprinos, ovinos, bufalinos, etc<sup>23</sup>.

**SISTEMA WEENDE DE ANÁLISIS:** También conocido como sistema de análisis inmediato. Fracciona el contenido del alimento en materia seca (MS), cenizas, proteína bruta (PB), grasa bruta (GB), fibra bruta (FB) y, por diferencia, el resto, como material extractivo libre de nitrógeno (ELN)<sup>24</sup>.

**SÓLIDOS NO GRASOS:** Son los sólidos totales a excepción de la grasa. Ellos son: proteínas, azúcares, vitaminas, enzimas y materia mineral<sup>25</sup>.

**SUBPRODUCTO:** Se llama así al residuo de un proceso que se le puede sacar una segunda utilidad. No es un desecho porque no se elimina, y se usa para otro proceso distinto. Es ventajoso encontrar una utilidad para los desechos y convertirlos en algún subproducto reaprovechable de algún modo. Así, en vez de pagar el costo de eliminar el desecho, se crea la posibilidad de obtener un beneficio. Además del factor económico está el factor ambiental al reducir o eliminar los residuos que en otro caso recibiría el entorno<sup>26</sup>.

**SUPLEMENTO ALIMENTICIO:** Producto que se añade a un régimen de alimentación, por lo general contiene uno o varios ingredientes tales como vitaminas, minerales, enzimas, aminoácidos entre otros<sup>27</sup>.

---

<sup>23</sup> BOLETINAGRARIO.COM Definición de rumiante. Disponible desde internet en <https://goo.gl/25FUd2>

<sup>24</sup> MAPAMA. Glosario de nutrición animal. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2kbbUaZ>

<sup>25</sup> SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Derivados lácteos, bloque modular 2 manejo de leche, cartilla componentes de la leche. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2KtXfmn>

<sup>26</sup> BOLETINAGRARIO.COM Definición de subproducto. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2ILRhjh>

<sup>27</sup> BLOGSPOT. 2014. Suplemento alimenticio para animales. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2La140S>

## RESUMEN

Una de las principales desventajas de la producción de leche caprina, deriva del elevado costo por concepto de suplementación basada en alimentos comerciales, lo cual hace necesario explorar otras alternativas de alimentación. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del ensilaje de naranja sobre la calidad de la leche caprina en la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona.

Una primera fase consistió en la validación del ensilaje de naranja donde se evaluaron tres tiempos de fermentación 21, 30 y 45 días, bajo un diseño de bloque completos aleatorizados con cuatro réplicas, cada una de 10kg. Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva y análisis de varianza con una significancia de  $P < 0,05$  mediante la prueba LSD Fisher. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), para los parámetros de pH en el Tratamiento 1, con una media de 3,63; materia seca y proteína con medias de 14,50% y 9,15%, respectivamente para el Tratamiento 2. Los demás parámetros nutricionales: cenizas, grasa y fibra tuvieron comportamiento similar ( $P > 0,05$ ) durante los días de almacenamiento. Se determina, que el mejor periodo de fermentación de ensilaje de naranja fue de 30 días.

En la segunda fase se suministró el ensilaje de naranja a 12 caprinos en periodo de lactancia teniendo en cuenta dos tratamientos 250g y 500g de este suplemento alimenticio y un testigo con cuatro réplicas donde la unidad experimental fue cada animal. El tiempo experimental fue de dos meses realizando muestreo cada semana, partiendo de un periodo de acostumbramiento al ensilaje de naranja de 10 días, ofreciendo pequeñas cantidades para garantizar el consumo. Los parámetros de calidad de leche: grasa, proteína, sólidos no grasos, minerales, densidad y lactosa, se midieron en el equipo Julie C3 Scope Electric con una

periodicidad de siete días. Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva, comparación de medias mediante la prueba de Tukey a dichos parámetros de calidad de leche, encontrando diferencia significativa  $P < 0,05$  para grasa en el Tratamiento 1 y proteína y sólidos minerales en el tratamiento 2, con medias de 3,99% y 0,86% respectivamente. Para los demás parámetros se obtuvieron valores similares, permitiendo concluir que la inclusión de EN como suplemento alimenticio es una alternativa nutricional que mejora algunas características de calidad de la leche caprina.

En cuanto a la producción de leche no se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, obteniendo producciones totales al final del periodo experimental de 245 litros para el testigo, 244 litros para el Tratamiento 1 y 243 litros para el Tratamiento 2. Se estimó el costo de producción de EN de \$348,11 por kg. Para los costos de suplementación por litro de leche producido, se obtuvo un valor de \$ 85,59 para el Tratamiento 1 y de \$ 171,90 para el Tratamiento 2, permitiendo concluir que en el aspecto de productividad el EN no es una alternativa viable puesto que aumenta los costos de producción por unidad de producto.

**Palabras claves:** caprinos, ensilaje, fermentación, grasa, leche, naranja, proteína, suplementación.

## SUMMARY

One of the main disadvantages of goat milk production derives from the high cost of supplementation based on commercial foods, which makes it necessary to explore other feeding alternatives. The objective of the present study was to evaluate the effect of orange silage on the quality of goat milk at the Villa Marina Experimental Farm of the University of Pamplona.

A first phase consisted in the validation of orange silage where three fermentation times 21, 30 and 45 days were evaluated, under a design of randomized complete blocks with four replicas, each of 10kg. Descriptive statistics and analysis of variance tests with a significance of  $P < 0.05$  were applied by the LSD Fisher test. Significant differences were found ( $P < 0.05$ ), for the pH parameters in Treatment 1, with a mean of 3.63; dry matter and protein with averages of 14.50% and 9.15%, respectively for Treatment 2. The other nutritional parameters: ash, fat and fiber had similar behavior ( $P > 0.05$ ) during the days of storage. It is determined that the best orange silage fermentation period was 30 days.

In the second phase, orange silage was supplied to 12 goats during lactation taking into account two treatments 250g and 500g of this food supplement and a control with four replicas where the experimental unit was each animal. The experimental time was two months sampling each week, starting from a period of habituation to 10-day orange silage, offering small quantities to guarantee consumption. The parameters of milk quality: fat, protein, non-fat solids, minerals, density and lactose, were measured in the Julie C3 Scope Electric equipment with a periodicity of seven days. Descriptive statistics tests were applied, comparing means by means of the Tukey test to said milk quality parameters, finding a significant difference  $P < 0.05$  for fat in Treatment 1 and protein and mineral solids in treatment 2, with means of 3.99% and 0.86% respectively. For the other

parameters, similar values were obtained, allowing to conclude that the inclusion of EN as a nutritional supplement is a nutritional alternative that improves some characteristics of goat milk quality.

Regarding milk production, no significant differences were observed between the treatments and the control, obtaining total yields at the end of the experimental period of 245 liters for the control, 244 liters for Treatment 1 and 243 liters for Treatment 2. It was estimated the cost of producing EN of \$ 348.11 per kg. For the supplementation costs per liter of milk produced, a value of \$ 85.59 was obtained for Treatment 1 and \$ 171.90 for Treatment 2, allowing to conclude that in the aspect of productivity the EN is not a viable alternative since it increases production costs per unit of product.

**Keywords:** goat, silage, fermentation, fat, milk, orange, protein, supplementation.

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de rumiantes, los pastos y los forrajes son la base de su alimentación, debido a su gran producción de biomasa y bajo costo de obtención. Sin embargo, la mayoría de los forrajes presentan grandes deficiencias nutricionales y en muchas ocasiones su producción se ve afectada por la oferta climática, el sobrepastoreo, la compactación del suelo y el uso de variedades poco adaptadas a la región<sup>28</sup>. Estos aspectos, hacen, que se requiera de un uso necesario y casi que dependiente de los alimentos balanceados que, por sus altos costos, reducen los márgenes de ganancias para los ganaderos. Ante esta situación, el productor pecuario se ve obligado a explorar nuevas opciones de alimentación y suplementación, siendo los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha una fuente importante de alimento para la producción de carne y leche<sup>29</sup>.

La implementación de subproductos en la alimentación de rumiantes permite dar un valor agregado a un material con pocas opciones para alimentación humana en energía para el rumiante, por no cumplir con ciertas características para su comercialización. Un ejemplo claro de lo anterior es la naranja, producto que en la región no tiene un gran valor comercial y que en muchas unidades de producción se pierde sin darle ningún uso alternativo.

La pulpa de cítricos es normalmente empleada en su forma deshidratada y debe ser introducida de forma gradual en la ración para dar tiempo a los animales a acostumbrarse a su olor y sabor. Sin embargo, también puede ofrecer fresca o

---

<sup>28</sup> MARTÍNEZ, M., CHONGO, B., JORDÁN, H., HERNÁNDEZ, N., FONTES, D., LEZCANO, Y., y CUBILLAS, N. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas.

<sup>29</sup> BERMÚDEZ, J., MELO, E., y ESTRADA, J. 2015. Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, V. 9, N. 2.

ensilada. Ambos son generalmente rápidamente aceptados por los rumiantes, pero la piel y la pulpa de los limones son mejor aceptados que los procedentes de naranjas<sup>30</sup>.

El grado de inclusión de estos subproductos para pequeños rumiantes varía entre un 15% y un 40% dependiendo de la naturaleza del subproducto, la especie destino y la fase productiva y, en especial, de su precio de mercado. Su incorporación debe ser progresiva para evitar trastornos digestivos<sup>31</sup>.

Desde la década de los 50, se han desarrollado investigaciones, acerca del efecto que tiene el uso de cítricos en la alimentación y nutrición de rumiantes. El empleo de cítricos en la alimentación animal tiene efectos benéficos y similares a las dietas a base de maíz, sugiriendo que deben incorporarse en un 50% en la dieta de los rumiantes<sup>32</sup>. De la misma manera, también hubo reportes de aumentos en la producción lechera con mayor contenido de grasa, fermentación de pectinas<sup>33</sup> y algunos cambios de manera muy moderada en el pH ruminal<sup>34</sup>.

Un aspecto importante para aceptar la inclusión del ensilaje de naranja en la dieta de las cabras es saber si puede llegar a verse afectada la leche de estos animales y con ello, el rendimiento quesero, que como se ve es el uso mayoritario que se le da a la leche de cabra. Para ello se han llevado a cabo diversos estudios que han ido apoyando la incorporación de este subproducto a la dieta de los animales.

---

<sup>30</sup> BAMPIDIS, V., ROBINSON, P., 2006. "Citrus by products as a ruminant feed: a review". Anim. Feed Sci. Technol.

<sup>31</sup> CERISUELO. 2010. Uso de subproductos en alimentación de rumiantes de la Comunidad Valenciana, en Revista Ganadería.

<sup>32</sup> ARTHINGTON J., KUNKLE, W., Y MARTIN, A. 2002. Citrus pulp for cattle. Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice, V. 18, N. 2.

<sup>33</sup> STROBEL, H., y RUSSELL, J. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. Journal of Dairy Science, V.69, N. 11.

<sup>34</sup> VILLAREAL, M. 2006. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). Animal Feed Science and Technology, V.125.

Entre las investigaciones realizadas destacan las de Van Horn, H, *et al.*<sup>35</sup>; Lanza<sup>36</sup>; Bampidis y Robinson<sup>30</sup>, que no vieron efectos de la dieta de los rumiantes tras incluir los subproductos de cítricos.

---

<sup>35</sup> VAN HORN, H., MARSHALL, S., WILCOX, C., RANDEL, P., WING, J., 1975. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. J. Dairy Sci. 58.

<sup>36</sup> LANZA, A., 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Hollo, J. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment. Budapest, Hungary. Elsevier Publishers, New York, NY, USA.

<sup>30</sup> BAMPIDIS, V., ROBINSON, P., 2006. "Citrus by products as a ruminant feed: a review". Anim. Feed Sci. Technol.

## PROBLEMA

Las praderas del departamento Norte de Santander, registran en la actualidad baja producción de biomasa y calidad nutricional<sup>37</sup>. El uso de forrajes tradicionales asociados a deficientes prácticas de manejo como fertilización, riego y sobrepastoreo<sup>38</sup>, han ocasionado alta degradación de las praderas<sup>39</sup>, factores que se traducen en bajo desarrollo radicular<sup>40</sup>, baja producción de materia seca<sup>41</sup>, baja capacidad de carga y escasa producción<sup>42</sup>.

La situación anteriormente presentada, condiciona el mantenimiento y producción de los animales, a un necesario uso de concentrados comerciales como suplementos alimenticios, que incrementan de manera notable los costos de inversión, produciendo, por tanto, menores ganancias netas para los productores de la zona<sup>43</sup>.

A pesar de esta problemática, muy pocos productores incursionan en la formulación y elaboración de sus propias dietas y menos aún utilizan recursos

---

<sup>37</sup> HERNÁNDEZ, D., FLÓREZ, D., VILLAMIZAR, C., y CAPACHO, A. 2010. Materiales promisorios para la producción de pastos en el trópico alto de la provincia de Pamplona. Universidad de Pamplona, Pamplona.

<sup>38</sup> AGUIRRE, S. 2013. Prácticas básicas para la producción de forrajes. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

<sup>39</sup> CARO, O. 2013. Ganadería sostenible y conservación de la biodiversidad. Bogotá, Colombia.

<sup>40</sup> ARGEL, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. CIAT. San José, Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 14 II

<sup>41</sup> FARÍA, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería doble propósito. X Seminario de pastos y forrajes. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

<sup>42</sup> FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION FAO, 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y el Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. Santiago de Chile.

<sup>43</sup> STEHR, W. 2004. Alimentos complementarios para producción de carne. CENEREMA, UACH.

locales para la suplementación, quizás la única opción para viabilizar este sistema de producción<sup>44</sup>.

El presente estudio abordó la problemática planteada a partir de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál sería el efecto de la inclusión de ensilaje de naranja sobre la calidad de la leche caprina en la Granja Experimental Villa Marina?

---

<sup>44</sup> PEREIRA, M., DE AZAMBUJA, E., YURIKA, I., DA ROCHA, M., TIEMI, J., YUKIO, E., 2008. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. Revista Brasileira Zootecnia.

## JUSTIFICACIÓN

El uso de los subproductos agroindustriales en la alimentación o suplementación de rumiantes ha originado una excelente opción como alternativa de solución, y se han generado muchos estudios para la búsqueda de fuentes de alimentación alternativa<sup>45</sup>.

Un recurso local disponible en la Granja Experimental Villa Marina es la naranja cuyo valor en la alimentación de rumiantes es semejante al de los cereales, ya que posee alta digestibilidad<sup>46</sup>.

La pulpa de naranja se puede utilizar deshidratada, molida, peletizada, pero su alto costo de secado sugiere que la mejor forma de utilizarla es en forma húmeda, y se aconseja el ensilaje para poder conservarla y usarla<sup>47</sup>. Los carbohidratos solubles y estructurales son sus principales aportes nutricionales, de fácil fermentación en el rumen que favorecen la formación de ácidos propiónico y acético<sup>48</sup>.

La alimentación de rumiantes con frutos enteros de naranja (FEN) y subproductos cítricos (SPC) asume tres ventajas importantes: primero, para disminuir la dependencia de los animales en los granos que pueden ser consumidos por los seres humanos; segundo, para eliminar la necesidad de programas de gestión de

---

<sup>45</sup> TRIANA, E., LEAL, F., CAMPO, Y., LIZCANO, H. 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cascara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. Revista Alimentos Hoy Vol 22, No 31.

<sup>46</sup> VAN SOEST, P.J. 1994. Ecología nutricional del rumiante. 2da Edición, Cornell University Press, Ithaca.

<sup>47</sup> ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C., 2000. Substituição da silagem de milho pela silagem do bagaco de laranja na alimentação de vacas leiteiras. consumo, produção e qualidade do leite. Revista Brasileira de Zootecnia.

<sup>48</sup> FERNÁNDEZ, A. 2015. Subproductos de los Cítricos. Sitio argentino de producción animal. Argentina.

residuos costosos como medio de reciclaje<sup>49,50</sup> y tercero para ayudar a resolver problemas de competitividad en el sector cítrico con frutos que no cumplen los estándares impuestos por la demanda interna y externa<sup>51</sup>

Aprovechando la disponibilidad de este recurso, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del ensilaje de naranja sobre los parámetros de calidad de la leche en caprinos, en busca de una alternativa de suplementación alimenticia, que permita reducir el uso de alimentos balanceados y que supla los requerimientos nutricionales de esta especie animal, potenciando la rentabilidad de la empresa pecuaria.

---

<sup>49</sup> GRASSER, L.A. et ál. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal Dairy Science*, V.78, N.4.

<sup>50</sup> AJILA, C.M. et ál. 2012. Sustainable solutions for agro processing waste management: An overview. In: Malik, A.; Grohmann, E. (Ed). *Environmental Protection Strategies for Sustainable Development*. Netherlands: Springer.

<sup>51</sup> PÁSSARO, C.; NAVARRO, P. y SALVADOR, A. 2012. Poscosecha. In: Garcés, L.F. (Ed.). *Cítricos: cultivo, cosecha e industrialización*. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del ensilaje de naranja como suplemento alimenticio sobre los parámetros de calidad de la leche caprina.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del tiempo de fermentación sobre la calidad nutricional del ensilaje de naranja.
- Determinar la calidad de la leche en caprinos suplementados con ensilaje de naranja.
- Estimar el costo de suplementación alimenticia por unidad de producto.

## 1. MARCO TEÓRICO

La cadena de ovinos y caprinos de Colombia es relativamente joven en comparación con cadenas de más trayectoria institucional.

El gremio cúpula de esta cadena conocido como la Asociación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia, ANCO. Se creó en el año 2000 y allí confluyen criadores y propietarios de ganado caprino y ovino con el objetivo de propender al desarrollo de esta ganadería en el país.

### 1.1. Generalidades de la producción caprina en Colombia

La cabra es uno de los animales domésticos de más amplia distribución geográfica, debido a su extraordinaria capacidad de adaptación a diferentes condiciones de clima, vegetación y manejo. Así la explotación caprina puede estar dirigida a la producción de leche y carne, sólo carne o leche.

La población de cabras está en gran parte en manos de pequeños productores, cumpliendo una importante función económica en las comunidades agrícolas y otras zonas de concentración de pobreza<sup>52</sup>.

A diferencia de los diversos sistemas de producción animal, como son el bovino, porcino, y avícola, entre otros, el sistema de producción caprino no ha logrado obtener un adecuado desarrollo, en gran parte, a un inapropiado manejo de la carga animal y al bajo manejo del recurso forrajero, en muchos casos generando un ecosistema degradado.

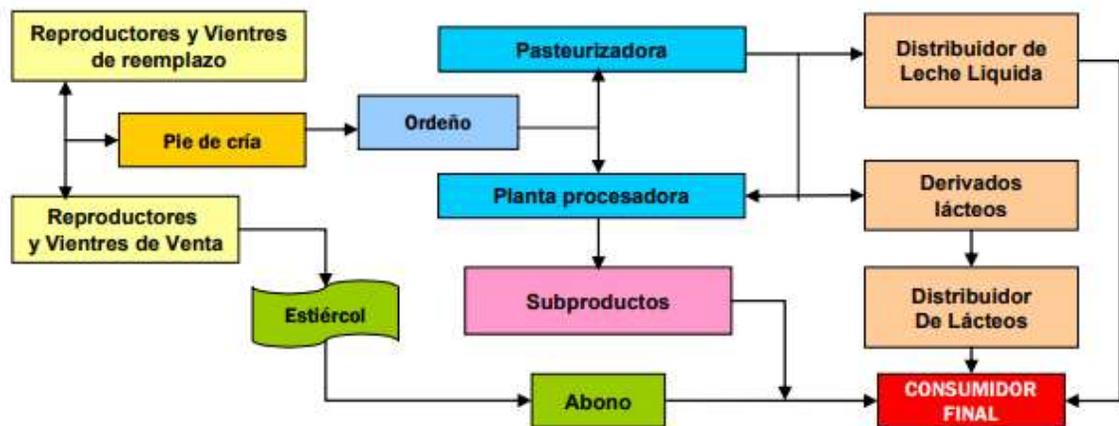
---

<sup>52</sup> NIÑO D. Caracterización de la producción de caprinos bajo sistemas silvopastoriles en la vereda la Jabonera del municipio de Soata, Boyacá.

La cadena de caprinos en Colombia se caracteriza por una estructurada interacción entre sus eslabones y está dividida en dos sistemas de producción. El primero se dedica a la producción de cárnicos y productos artesanales. El segundo sistema se dedica a la producción de leche y sus derivados. Es común encontrar productores dedicados a los dos sistemas productivos<sup>53</sup>.

Para la lechería caprina, la cadena comienza con los apriscos y rebaños dedicados a la cría de reproductores y vientres de reemplazo que originan el pie de cría. El pie de cría es quien se encarga de la producción de leche, en la etapa de lactancia de cada vientre<sup>54</sup> (Figura 1).

**Figura 1.** Estructura de la cadena caprina (Flujo lácteo).



**Fuente:** Secretaria Técnica de la Cadena Ovino-Caprina, 2006

La producción de leche caprina en Colombia en la mayoría de los casos es recolectada en forma manual. El destino de esta leche es principalmente la elaboración de quesos artesanales y una parte al consumo local, constituyendo en algunas zonas del país, como alimento lácteo. La leche de cabra presenta unas bondades especiales como un contenido menor de lactosa y moléculas de grasa

<sup>53</sup> FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO FINAGRO. Producción y zonas de producción caprina. Parte I.

<sup>54</sup> ESPINAL C., MARTINEZ H. y AMÉZQUITA J. 2006. La cadena ovinos y caprinos en Colombia.

más digeribles, además de mayor cantidad de sólidos totales en comparación con la leche bovina<sup>54</sup> (Tabla 1).

**Tabla 1.** Componentes de la leche caprina.

<b>COMPONENTES (%)</b>	<b>CABRA</b>
Sólidos totales	14
Materia grasa	4
Caseína	3,7
Albúmina	1,3
Lactosa	4,3
Sales minerales	0,7

**Fuente:** French, 2006

La producción caprina en el país se distribuye en todos los departamentos, sin embargo, hay zonas descritas con mayor actividad productiva. La geografía y el clima para la producción de estas especies es muy diverso y se resalta además su capacidad de adaptación a climas, geografía y nutrición que otras especies no podrían.

- La zona de la Costa Atlántica, constituida por los departamentos de Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba, son departamentos con una participación importante dentro del total nacional.
- Los Santanderes y Cesar, culturalmente se han caracterizado por ser departamentos productores y consumidores.
- El altiplano Cundiboyacense también se caracteriza por ser una zona importante de producción<sup>55</sup>.

---

<sup>54</sup> ESPINAL C., MARTINEZ H. y AMÉZQUITA J. 2006. La cadena ovinos y caprinos en Colombia.

<sup>55</sup> FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO, FINAGRO. Producción y zonas de producción caprina. Parte II.

Colombia se ubica en el puesto 63 con un inventario de 2.180.000 cabezas de ganado caprino para el 2005 según la FAO.

## **1.2. Sistema de producción caprino**

De la cabra se puede obtener leche, carne, cuero, abono y fibras. El tipo de explotación caprina a desarrollar va a depender de varios recursos disponibles ya sean estos socioeconómicos, ubicación geográfica, haciendo esto último al ambiente, clima, suelo, nutrición, agua disponible, sanidad, tipo de mercado, etc. Para que los sistemas productivos caprinos alcancen sus objetivos no se deben dejar libradas al azar las actividades que se deben ejecutar a diario, siendo necesario conocer cada uno de los componentes del sistema haciéndolos interrelacionarse entre sí, e interactuando a través del manejo para optimizar los resultados, contribuyendo a la producción y la productividad de los sistemas predominantes en el área<sup>56</sup>.

**1.2.1. Caracterización del sistema de producción.** Es importante destacar que la producción caprina se realiza mayoritariamente en forma extensiva, y que la alimentación básica proviene del pastizal natural (pajonales, arbustales y montes y/o la combinación de estas fisonomías), donde la vegetación forrajera presenta una gran variación, no sólo estacional en cuanto a cantidad y calidad, sino también local y aún dentro del mismo predio<sup>57</sup>.

En la mayoría de los sistemas de producción extensiva, la variación y escasez de los recursos alimenticios para el ganado se debe, entre otros a: manejo inadecuado del pastizal (sobrepastoreo), déficit de aguadas o mala distribución,

---

<sup>56</sup> GIOFFREDO, J Y PETRYNA, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Agronomía y Veterinaria Departamento de Producción Animal. Argentina.

<sup>57</sup> MARCILLO J. 2017. Buenas prácticas pecuarias en ganado caprino (*Capra hircus hircus*) en sistemas de producción extensivo en la parroquia Julcuy. Ecuador.

falta de apotreramiento, etc., generando como consecuencia, una baja productividad del hato<sup>56</sup>.

En las condiciones descritas, el caprino es una de las especies mejor adaptadas para transformar los pastizales en productos aptos para el consumo humano: carne, leche, cuero, etc. Pero, a pesar de estos atributos, los caprinos están expuestos a situaciones conflictivas, no sólo en el país, sino también a nivel mundial, particularmente en su relación con el uso de las tierras, considerando dos aspectos fundamentales:

- El manejo incorrecto de los caprinos representa la causa principal de la deforestación, destrucción y erosión del suelo.
- El animal tiene un valor considerable y, por lo tanto, puede ser incorporado en programas de manejo racional del recurso tierra<sup>58</sup>.

**1.2.2. Razas.** La sabanera se ha formado en las sabanas de la costa norte, posiblemente de animales que logaron fugarse de los rebaños grandes. Son ejemplares de buen tamaño (75-80 cm), buen peso (60-70 kilos), de todos los colores, predominando los oscuros. Hay abundancia de topos, con oreja larga y perfil convexo, estas dos últimas características originadas en la serrana andaluza de España y no tanto en la nubiana de África. La producción de leche es bien aceptable (1,5-2 litros día).

La santandereana se ha formado en el gran Cañón del Chicamocha, que se inicia en el departamento de Boyacá y atraviesa el departamento de Santander para morir en las vegas del río Magdalena. Ese inmenso espacio, es de suelos semidesérticos, de topografía muy quebrada, alta temperatura, humedad relativa

---

<sup>56</sup> GIOFFREDO, J Y PETRYNA, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Agronomía y Veterinaria Departamento de Producción Animal. Argentina.

<sup>58</sup> ROIG C. Alimentación del Ganado Caprino. Argentina. Estación Experimental Colonia Benítez.

muy baja y abundante presencia de material rocoso. La vegetación es propia de desierto, con mucha espina. En este medio se ha formado la santandereana con ejemplares pequeños (60-65 cm), de peso bajo (35-40 kilos). Colores claros que se mimetizan con los del suelo, pocos ejemplares topos, baja producción lechera ya que la espina impide la presencia de ubres generosas; gran sentido de reproducción y ejemplares totalmente adaptados a la zona. Es la única de nuestras cabras nativas en tener la oreja en sentido horizontal, para defenderse de las espinas. Intente coger una naranja en un árbol espinoso, con la mano dirigida hacia arriba o hacia abajo (oreja de sabanera, guajira, nubiana) y tendrá la espina como recompensa; la mano debe ir horizontal porque algo hay que aprender de la cabra santandereana.

La guajira es un intermedio entre las dos anteriores, con sus orejas largas y un perfil algo convexo. Visto este panorama, estamos ante dos situaciones: los españoles seleccionaron determinadas razas y las dejaron en cada sitio, o dejaron núcleos muy similares con diferentes razas y las condiciones medio ambientales se han encargado de dar las características a cada raza. Nos inclinamos por este último criterio. Así que el empeño en acabar con cualquiera de estas razas es necio, ya que el medio hará que en unos cuantos años, las razas introducidas volverán a las características de algunas de estas tres razas, dependiendo de en dónde estén<sup>59</sup>.

**1.2.3. Manejo.** Parece una exageración, responsabilizar a la especie caprina de la destrucción y degradación de los recursos vegetales (herbáceas, arbustivas o arbóreas), que es posible observar en distintos lugares, particularmente en los ecosistemas lábiles (zonas áridas o semiáridas), donde se encuentra la mayor concentración animal y la población humana con mayores problemas socioculturales, cuando no, con los más severos problemas de marginalidad.

---

<sup>59</sup> SALAZAR P. 2007. Artículos técnicos, La cabra en Colombia.

En este contexto, se puede entender fácilmente que el problema no radica en el animal, sino que deriva del continuo y descontrolado sobrepastoreo, particularmente de las áreas peridomésticas, donde se acentúan los problemas de erosión de la vegetación y de los suelos. A estas consideraciones es dable agregar, que, en la mayoría de los casos, la cabra constituye el “último recurso productivo” que el ecosistema permite y/o soporta, ya que cuando ni siquiera la cabra puede sobrevivir, lo único que le resta al “poblador, puestero o productor”, es abandonar el lugar<sup>58</sup>.

Cualquiera fuese la situación, el mal manejo de los recursos (pastura, arbustal, bosque.) realizado por el hombre que, paradójicamente se halla en manos de productores que sólo logran subsistir con su explotación, es el responsable directo de los hechos y, lo más acertado y lógico, sería crear un amplio consenso de entendimiento acerca del manejo de la cabra, particularmente en los ecosistemas frágiles, donde el manejo debería ser la base para una producción sustentable, permitiendo el arraigo de la población rural y consecuentemente, un menor costo socio-económico al estado en su conjunto<sup>60</sup>.

**1.2.4. Instalaciones.** Las instalaciones son muy importantes para el buen manejo del hato, pero hay que recordar que suele ser lo más costoso. Por ello, las instalaciones deben ser funcionales y económicas, porque iniciar una explotación caprina con sentido productivo significa adoptar una nueva visión, estando receptivo al cambio con racionalidad y sentido común, esta visión es de tranquera adentro y tranquera afuera del establecimiento. Hacia adentro está la administración de los recursos económicos y productivos disponibles en el establecimiento, en base a su potencial genético, al buen estado de salud de los animales, con alimentos disponibles en cantidad y calidad, y con instalaciones adecuadas.

---

<sup>58</sup> ROIG C. Alimentación del Ganado Caprino. Argentina. Estación Experimental Colonia Benítez.

<sup>60</sup> SERVICIO NACIONAL DE INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA SENASICA. Manual de Buenas Prácticas de Producción de Leche Caprina.

El propósito primordial de las instalaciones, mediante la construcción de los corrales mejorados para el ganado caprino en los sistemas extensivos de producción, pretende lograr una disminución en la tasa de pérdidas de cabritos y cabras por muertes debido a problemas sanitarios y de hacinamiento, principalmente disminuir las pérdidas perinatales de cabritos en invierno, y mejorar las condiciones de alojamiento de las cabras en lactancia, elevando de esta manera los índices productivos, facilitando la mano de obra familiar en el manejo de los animales<sup>61</sup>.

**1.2.5. Alimentación.** A pesar de sus similitudes con las ovejas y el ganado vacuno, las cabras difieren de manera significativa en hábitos de pastoreo, selección de alimento, requerimientos de agua, actividad física, composición de la leche, composición de la canal, desórdenes metabólicos y parásitos. Por lo tanto, sus requerimientos nutricionales son también diferentes.

En la producción caprina es altamente recomendable cubrir las necesidades nutricionales de los animales, que van a depender de varios factores como la edad, sexo, categoría, estado fisiológico en que se encuentra (por ejemplo, las hembras no gestantes tienen diferentes necesidades que las hembras gestantes o las cabritas en desarrollo), nivel productivo, del ambiente, estado sanitario, etc. Una cabra mal alimentada es poco productiva y se enferma fácilmente por lo cual se acorta su vida útil<sup>56</sup>.

En los sistemas de producción caprina los pastos y forrajes constituyen la base de la alimentación; el alto costo de insumos, en especial los concentrados a base de cereales, fertilizantes, riego y otros, obligan a la caracterización de todo tipo de

---

<sup>61</sup> CARRERO H. y VERSCHUUR M. 2010. SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Manual de producción caprina.

<sup>56</sup> GIOFFREDO, J Y PETRYNA, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Agronomía y Veterinaria Departamento de Producción Animal. Argentina.

alimento que pueda ser útil a los rumiantes; los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha constituyen en los países agrícolas una fuente importante de alimento para la producción de leche y carne, especialmente, en zonas donde los forrajes naturales son insuficientes<sup>28</sup>.

Una de las características más peculiares de las cabras es su inquisitiva conducta alimenticia. Entre las especies domésticas, son únicas en escoger y consumir su dieta. Discriminan entre partes de plantas o partículas de alimento que parecen idénticas. Su alimento debe estar fresco, limpio y sin tocar<sup>56</sup>.

Los requerimientos nutricionales de los animales y que el alimento debe aportar son: energía (carbohidratos y lípidos), proteínas (aminoácidos), vitaminas, minerales y agua. Tener en cuenta que los requerimientos alimenticios dependerán de la edad, sexo, estado fisiológico y nivel de producción de la cabra, donde los requerimientos cambiarán a lo largo del año, según el estado fisiológico en que se encuentre el animal de acuerdo con la etapa de producción<sup>62</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2.** Cálculo aproximado del consumo voluntario en cabras.

<b>CATEGORÍA DE CABRA</b>	<b>MÁXIMO CONSUMO VOLUNTARIO EN % DE PESO CORPORAL (PV)</b>
Cabritos	4,5
Cabra seca	2,8
Cabra en inicio de gestación	3,0
Cabra en fin de gestación	2,7
Cabra lactante, baja producción	4,0
Cabra lactante, alta producción	5,0

**Fuente:** Gioffredo J y Petryna A, 2010

<sup>28</sup> MARTÍNEZ, M., CHONGO, B., JORDÁN, H., HERNÁNDEZ, N., FONTES, D., LEZCANO, Y., y CUBILLAS, N. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas.

<sup>56</sup> GIOFFREDO, J Y PETRYNA, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Agronomía y Veterinaria Departamento de Producción Animal. Argentina.

<sup>62</sup> GONZÁLEZ C. Nutrición animal. Universidad de Belgrano. Argentina.

La inclusión de un nuevo alimento en la dieta de una cabra se realiza bajo el siguiente esquema: Primero, la respuesta recibida por parte del organismo en la valoración de un nuevo alimento es la manera que tiene el animal de conocer como han respondido sus diversos órganos a la composición química de los nuevos nutrientes, proporcionando así una sensación agradable si le gusta o de lo contrario rechaza al alimento. Segundo, Los receptores del sabor responden a: Gusto (dulce, salado, ácido y amargo), Olfato (con toda la diversidad de olores que se puedan presentar) y Tacto (astringente, doloroso, temperatura)<sup>56</sup>.

El uso de subproductos en la alimentación de caprinos permite convertir un material de aplicación limitada en humanos en energía para el animal; asimismo, se busca una aplicación óptima de los cítricos enteros negociables y no negociables retirados del mercado por no cumplir con las características deseables para la venta al público; el conocimiento de la posibilidad de utilizar cítricos enteros para la alimentación animal, a pesar de su gran utilidad en zonas productoras, es escasa<sup>63</sup>.

La alimentación de caprinos con frutos enteros de naranja FEN y Subproductos cítricos SPC asume tres ventajas importantes: primero, para disminuir la dependencia de los animales en los granos que pueden ser consumidos por los seres humanos; segundo, para eliminar la necesidad de programas de gestión de residuos costosos como medio de reciclaje<sup>49,50</sup> y tercero para ayudar a resolver problemas de competitividad en el sector cítrico con frutos que no cumplen los

---

<sup>56</sup> GIOFFREDO, J Y PETRYNA, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Agronomía y Veterinaria Departamento de Producción Animal. Argentina.

<sup>63</sup> VOLANIS, M., ZOIPOULOS, P., TZERAKIS, K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin.*

<sup>49</sup> GRASSER, L.A. et ál. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal Dairy Science*, V.78, N.4.

<sup>50</sup> AJILA, C.M. et ál. 2012. Sustainable solutions for agro processing waste management: An overview. In: Malik, A.; Grohmann, E. (Ed). *Environmental Protection Strategies for Sustainable Development*. Netherlands: Springer.

estándares impuestos por la demanda interna y externa<sup>51</sup>.

### **1.3. La pulpa de cítricos como subproducto en la alimentación de cabras.**

La alimentación de los animales para obtener la leche supone un coste muy importante de la producción (alrededor del 70%). Existen recomendaciones de emplear subproductos agroindustriales en las zonas donde los forrajes naturales son insuficientes<sup>28,49</sup>.

Existe una necesidad, y más en tiempos de crisis, de reducir los costos de alimentación de las explotaciones y esto se puede llevar a cabo aprovechando los recursos locales excedentarios, como es la pulpa de naranja. Ésta está formada por la piel (60-65%), segmentos del fruto (30-35%) y semillas (0-10%). Su uso puede ser en fresco, ensilado o deshidratado. En general, tiene un contenido bajo en proteína bruta (7-9% de MS) y extracto etéreo (3-4 % sobre materia seca). El contenido en hidratos de carbono es de 20-25% de FND y 18-20% de FAD, 3% de lignina y 6-8% de cenizas. Tiene un elevado contenido en hidratos de carbono solubles (20%) y en pectinas (30%)<sup>64</sup>. La palatabilidad es buena y la digestibilidad elevada con un valor energético similar a la cebada.

Empleando este subproducto agrícola se logra además reducir la contaminación ambiental por problemas de olores, insectos o incluso filtraciones ácidas en los suelos de los vertederos que de ella pueden derivarse. La pulpa y la corteza de los

---

<sup>51</sup> PÁSSARO, C.; NAVARRO, P. y SALVADOR, A. 2012. Poscosecha. In: Garcés, L.F. (Ed.). Cítricos: cultivo, cosecha e industrialización. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.

<sup>28</sup> MARTÍNEZ, M., CHONGO, B., JORDÁN, H., HERNÁNDEZ, N., FONTES, D., LEZCANO, Y., y CUBILLAS, N. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas.

<sup>49</sup> GRASSER, L.A. et ál. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *Journal Dairy Science*, V.78, N.4.

<sup>64</sup> DOMINGUEZ, M. 2013. Efecto de la incorporación de pulpa de naranja en la dieta de cabras lecheras sobre la producción, composición de la leche y rendimiento quesero.

cítricos podrían tener un interés añadido al abaratamiento de costes en la alimentación, ya que demostraron que ayuda a reducir la presencia de E.coli y Salmonella en el intestino de rumiantes, lo que ayudaría también a mejorar el estado de salud de los animales. Los cítricos proveen al ganado bovino de fibra y vitaminas, y sus aceites esenciales tienen un efecto antibiótico natural<sup>65</sup>. La pulpa de naranja es una fuente de alimento para estimular la actividad microbiana intestinal del ganado bovino.

#### **1.4. Dietas elaboradas con pulpa. Investigaciones previas**

La pulpa de cítricos es normalmente empleada en su forma deshidratada y debe ser introducida de forma gradual en la ración para dar tiempo a los animales a acostumbrarse a su diferente olor y sabor. Sin embargo, también puede darse fresca o ensilada. Ambos son en general rápidamente aceptados por los rumiantes, pero la piel y la pulpa de los limones son mejor aceptados que los procedentes de naranjas<sup>30</sup>.

El grado de inclusión de estos subproductos para pequeños rumiantes varía entre un 15 y un 40% dependiendo de la naturaleza del subproducto, la especie destino y la fase productiva y, en especial, de su precio de mercado. Su incorporación debe ser progresiva para evitar trastornos digestivos<sup>31</sup>.

Un aspecto importante para aceptar la inclusión de la pulpa de naranja en la dieta de las cabras es saber si puede llegar a verse afectada la leche de estos animales y con ello, el rendimiento quesero, que como veíamos es el uso mayoritario que se le da a la leche de cabra. Para ello se han llevado a cabo diversos estudios que

---

<sup>65</sup> GALLARDO M. Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes.

<sup>30</sup> BAMPIDIS, V., ROBINSON, P., 2006. "Citrus by products as a ruminant feed: a review". Anim. Feed Sci. Technol.

<sup>31</sup> CERISUELO. 2010. Uso de subproductos en alimentación de rumiantes de la Comunidad Valenciana, en Revista Ganadería.

han ido apoyando la incorporación de este subproducto a la dieta de los animales.

Entre las investigaciones realizadas destacan las de Van Horn H, *et ál.*<sup>35</sup>, Lanza<sup>36</sup>, Bampidis y Robinson<sup>30</sup>, que no vieron efectos de la dieta de los rumiantes tras incluir los subproductos de cítricos.

Sin embargo, otras investigaciones llevadas a cabo muestran diferencias significativas al incluir los subproductos de cítricos (en diferentes estados) a rumiantes en período de lactación.

Así pues, se observaron una pequeña variación en la composición de ácidos grasos de la leche al incluir pulpa de cítrico desecada<sup>66</sup>, también hallaron que el contenido en grasa de la leche tiende a aumentar cuando la pulpa de cítricos deshidratada se usa para reemplazar el 30% de los cereales en la mezcla de concentrado de las ovejas lactantes<sup>67</sup>, se vieron aumentos en el contenido de grasa de la leche y en la producción de grasa, además de un aumento sérico de la concentración de colesterol en vacas alimentadas con pulpa de cítrico deshidratada<sup>68</sup> e incluyeron pulpa deshidratada de cítricos en la ración de vacas, no viendo cambios significativos en la producción de leche o el contenido en grasa, pero sí en el perfil de ácidos grasos<sup>69</sup>.

---

<sup>35</sup> VAN HORN, H., MARSHALL, S., WILCOX, C., RANDEL, P., WING, J., 1975. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. *J. Dairy Sci.* 58.

<sup>36</sup> LANZA, A., 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Hollo, J. (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment*. Budapest, Hungary. Elsevier Publishers, New York, NY, USA.

<sup>30</sup> BAMPIDIS, V., ROBINSON, P., 2006. "Citrus by products as a ruminant feed: a review". *Anim. Feed Sci. Technol.*

<sup>66</sup> FEGEROS, K., ZERVAS, G., STAMOULI, S., APOSTOLAKI, E., 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes.

<sup>67</sup> ZERVAS, G., FEGEROS, K., STAMOULI, S., VASTARDIS, I., APOSTOLOKAI, E., 1994. Effects of dehydrated citrus pulp on milk yield and composition of ewes (in Greek). *Anim. Sci. Rev. Special Issue*.

<sup>68</sup> BELIBASAKIS, N., TSIRGOGIANNI, D. 1996. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*

<sup>69</sup> SOLOMON, R., CHASE, L., BEN-GHEDALIA, D., BAUMAN, D., 2000. The effect of nonstructural

En otra investigación se observó una disminución del contenido de materia seca, producción de leche, grasa, proteína y lactosa en vacas alimentadas con pulpa de cítricos deshidratada<sup>70</sup>. En este estudio la producción de leche fue menor, pero el contenido en grasa de esta fue mayor en aquellas ovejas a las que se les proporcionó naranja ensilada en la dieta, probablemente debido a un efecto de concentración. Sin embargo, en el último tercio de la prueba, las ovejas alimentadas con ensilado de rodajas de naranja volvieron a la producción de niveles similares a los del grupo de control, probablemente como resultado de la adaptación de la microflora del rumen a este nuevo ingrediente<sup>63</sup>.

Estudios más recientes también han mostrado diferencias significativas tras la administración de subproductos de cítricos, como es la investigación donde se incluyó cítricos frescos en la dieta de ovejas lactantes y se vio una reducción del contenido de grasa, sin embargo, al incluirlo al 30% la producción total de leche se veía aumentada<sup>71</sup>. En otro trabajo se estudió el efecto de la inclusión de cítrico entero en la ración de ovejas lactantes sobre las propiedades de la leche y las características del queso durante la maduración. Comprobaron una reducción de un 15% de grasa y casi un 5% de sólidos totales en las dietas en que se incluía en un 30% de naranjas<sup>72</sup>.

---

carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.*

<sup>70</sup> BRODERICK, G., MERTENS, D., SIMONS, R., 2002. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*

<sup>63</sup> VOLANIS, M., ZOIPOULOS, P., TZERAKIS, K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin.*

<sup>71</sup> PIQUER, O. 2006. Whole citrus fruits in sheep nutrition, Spain. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

<sup>72</sup> JARAMILLO, D., GARCÍA T., BUFFA M., RODRÍGUEZ M, GUAMIS B., TRUJILLO A. 2009. Effect of the inclusion of whole citrus in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. *J. Dairy Sci.*

## 2. METODOLOGÍA

**2.1. Lugar de la investigación.** La presente investigación, tuvo lugar en la Granja Experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona (Figura 2), en el sistema de explotación caprina (Figura 3) ubicada en la Vereda Matajira del municipio de Pamplonita, Norte de Santander, kilómetro 49 sobre la vía Pamplona-Cúcuta.

**Figura 2.** Granja experimental Villa Marina.



**Fuente:** Google Earth, 2018

La Granja se encuentra a una altitud de 1.100 m.s.n.m en la parte baja y 1.800 m.s.n.m en la parte alta (Bella vista), con una T° promedio de 20°C y una precipitación de 1.400 mm anual. Cuenta con una extensión total de 440 hectáreas, con topografía pendiente.

**Figura 3.** Vista satelital del Sistema de explotación caprina de la Granja Experimental Villa Marina.



**Fuente:** Google Earth, 2018

**2.2. Validación del ensilaje de naranja.** Para la validación del ensilaje de naranja (Anexo A), se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Se obtuvo la naranja que se produce en la Granja experimental Villa Marina, y se procedió a su picado en trozos pequeños que facilitar el consumo de los caprinos posteriormente.
- El sistema de silo empleado fue el silo en bolsa de polietileno calibre 7 con capacidad para 50 Kg<sup>48</sup>. El procedimiento fue, depositar una capa de naranja sobre la bolsa y otra capa de harina de arroz (reducir los niveles de humedad), hasta completar el total de la bolsa<sup>45</sup>.
- Una vez finalizado el llenado, compactado y sellado de las bolsas, se dejó en un lugar protegido del sol y roedores, para su proceso de fermentación.
- Para la validación del ensilaje, se tuvo en cuenta varios tiempos de fermentación: 21 días<sup>29</sup>, 30 y 45 días<sup>45</sup>, elaborando cuatro réplicas para cada tiempo de fermentación, cada una de 10 Kg de peso.
- Pasado este tiempo, se verificaron las características organolépticas del ensilaje: color, olor y textura<sup>73</sup>; así como su composición química: pH, acidez, % de materia seca, % de humedad, % de proteína, % de cenizas, % de grasa y % de fibra (Anexo B) para así identificar el mejor tiempo de fermentación a través de un análisis estadístico, el cual fue el que se elaboró para la suplementación de los caprinos.

---

<sup>48</sup> FERNÁNDEZ, A. 2015. Subproductos de los Cítricos. Sitio argentino de producción animal. Argentina.

<sup>45</sup> TRIANA, E., LEAL, F., CAMPO, Y., LIZCANO, H. 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cascara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. Revista Alimentos Hoy Vol 22, No 31.

<sup>29</sup> BERMÚDEZ, J., MELO, E., y ESTRADA, J. 2015. Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. Revista Veterinaria y Zootecnia, V.9, N.2.

<sup>45</sup> TRIANA, E., LEAL, F., CAMPO, Y., LIZCANO, H. 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cascara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. Revista Alimentos Hoy Vol 22, No 31.

<sup>73</sup> ALTERBIO S.A. 2012. 10 tips de un buen ensilaje. Sitio Argentino de Producción Animal.

**2.3. Animales y manejo alimenticio.** Se utilizaron 12 hembras de la especie caprina. Se dividieron en tres grupos homogéneos (n=4 animales por tratamiento). Cada animal (unidad experimental), tenía su propia identificación de acuerdo con los registros existentes en la granja para realizar el respectivo seguimiento y para la toma de datos, estos fueron consignados de manera individual.

El manejo alimenticio consistió en pastoreo rotacional, con forraje estrella (*Cynodon plectostachyus*) y braquiaria común (*Brachiaria decumbens*). Se implementó un periodo de acostumbramiento de los caprinos al ensilaje de naranja durante 10 días<sup>74</sup>, para luego iniciar el periodo de investigación correspondiente a dos meses y a la toma de datos evaluando los parámetros de calidad de leche. Para el tratamiento 1 se suministraron 250g de ensilaje de naranja por animal día y para el tratamiento 2 se suministraron 500g<sup>75</sup>, y un grupo testigo que no recibirá ningún tipo de suplementación (Figura 4).

**Figura 4.** Modelo del diseño experimental

10 días de acostumbramiento al EN					
Testigo		Tratamiento 1		Tratamiento 2	
Replica 1	Replica 2	Replica 1	Replica 2	Replica 1	Replica 2
Replica 3	Replica 4	Replica 3	Replica 4	Replica 3	Replica 4
No recibió ningún tipo de suplementación		250g de EN		500g de EN	
Tiempo experimental de 2 meses					
Muestreo de leche semanal (Parámetros de calidad de la leche)					

**Fuente:** Gamboa, 2018

Se elaboró un total de 180 kg de EN, cantidad requerida para el desarrollo de toda la etapa de muestreo. Cada animal recibió el suplemento alimenticio en el

<sup>74</sup> VELÁSQUEZ, R., ESQUIVEL, H., MONTERO-CANUL, L., VERA, J. 2012. Engorda de corderos Pelibuey con ensilaje de pulpa de naranja *Citrus sinensis* L. en jaulas elevadas. Revista Colombiana de Ciencia Animal, Vol. 5, No.1.

<sup>75</sup> CASTRILLÓN, F. 2012. Silo de naranja: apuesta de jóvenes investigadores en Antioquia. Contexto Ganadero.

momento del ordeño, es decir a las 7:00 am, dispuesto en el respectivo comedero siendo consumido en su totalidad por cada uno de los animales, determinándose así que fue un alimento altamente palatable (Anexo C).

**2.4. Toma de datos.** Para la toma de datos, se tuvo en cuenta la producción de leche en litros semanalmente según cada tratamiento, observando el efecto tuvo el suministro del ensilaje de naranja como suplemento alimenticio en cuanto a producción.

**2.5. Determinación de la calidad de la leche.** Para la determinación de la calidad de la leche en laboratorio se empleó el equipo Julie C3 Scope Electric con intervalos de 7 días durante el periodo experimental.

Se siguieron recomendaciones y procedimientos dados para la utilización del equipo, como lo fue, la limpieza y calibración del mismo antes de realizar cada análisis. Se hizo tomando 100 ml de agua destilada depositándola en el recipiente correspondiente y colocándola en el equipo para que automáticamente al detectar el líquido empezara el proceso el cual duró aproximadamente 2 minutos, finalizado esto el equipo estaba calibrado y listo para iniciar el análisis. Luego de esto se procedió a pasar cada una de las muestras de leche teniendo en cuenta que se utilizaron también 100 ml de leche por cada muestra y los datos que se obtuvieron fueron grasa, densidad, lactosa, SNG, proteína y sólidos (minerales) los cuales eran registrados de manera ordenada y clara (Anexo D), correspondientes a los parámetros de leche encontrados. Finalizado la recolección de los datos y su consignación en el registro correspondiente se procedió a realizar la limpieza del equipo utilizando agua destilada nuevamente.

## 2.6. Estimación costo de suplementación

Para estimar los costos de suplementación y de litro de leche se adaptaron las siguientes formulas:

- **Costo de suplementación por caprino**

Costo de suplementación por caprino = Consumo de alimento por caprino \* Costo de kg de alimento (\$)

- **Costo litro de leche**

Costo litro de leche = Costo de kg de alimento (\$) / Litros leche producidos

## 2.7. Diseño experimental.

- **Validación del ensilaje:** Se utilizará un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y cuatro réplicas.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_k$$

**Y:** Es la calidad del ensilaje

**$\mu$ :** Es la media general

**T<sub>i</sub>:** Es el efecto del tratamiento

**E<sub>k</sub>:** Es el error general.

- **Calidad de leche:** Se utilizará un diseño completamente aleatorizado con 12 animales, dos tratamientos y un testigo, donde la unidad experimental será cada animal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_j$$

**Y:** Es la calidad de la leche

**$\mu$ :** Es la media general,

**Ti:** Es el efecto del tratamiento

**Ej:** Es el error general.

## **2.8. Análisis estadístico.**

Se aplicaron las siguientes pruebas estadísticas, usando el paquete estadístico SPSS v. 20:

- **Validación del ensilaje de naranja:** Análisis de varianza y análisis de separación de medias mediante la prueba LSD Fisher ( $P < 0.05$ ), para determinar el efecto y las diferencias entre los tratamientos del EN como suplemento alimenticio en la alimentación de caprinos.
- **Calidad de leche:** Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva, comparación de medias de cada tratamiento mediante la prueba de Tukey  $P < 0,05$  y se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables evaluadas, para determinar el efecto y las diferencias entre los tratamientos y el testigo sobre los parámetros de calidad de leche caprina.

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de la presente investigación se relacionan a continuación:

#### 3.1 Validación del ensilaje de naranja

Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva y análisis de varianza con una significancia de  $P < 0,05$  mediante la prueba LSD Fisher los cuales se describen en la Tabla 3. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), para los parámetros de pH en el tratamiento uno, con una media de 3,63; materia seca y proteína con medias de 14,50% y 9,15%, respectivamente para el tratamiento dos. Los demás parámetros nutricionales: cenizas, grasa y fibra tuvieron comportamiento similar ( $P > 0,05$ ) durante los días de almacenamiento. En el Anexo B se muestran los resultados completos de los análisis bromatológicos de los tres tiempos de fermentación. Se determina, que el mejor periodo de fermentación de ensilaje de naranja fue de 30 días.

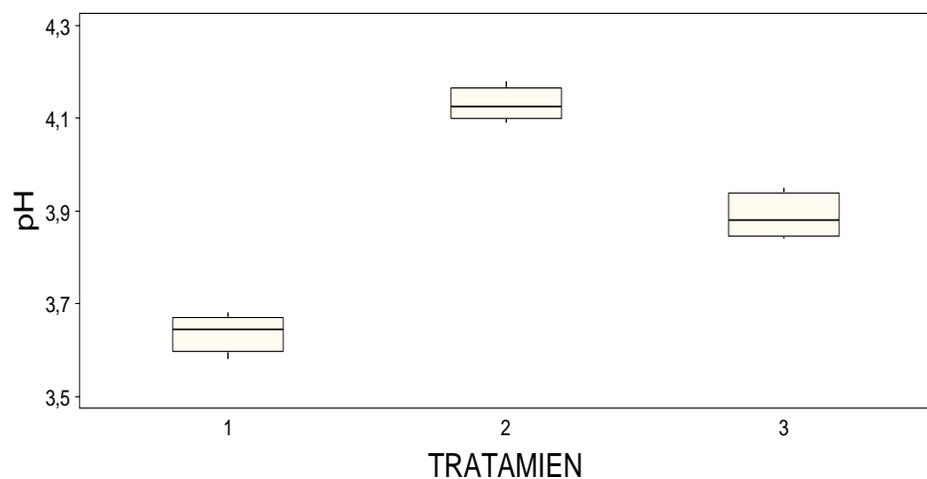
**Tabla 3.** Análisis de varianza mediante la prueba LSD Fisher

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	4851,500	2	2425,750	124,397	,000
	Dentro de grupos	175,500	9	19,500		
	Total	5027,000	11			
MS	Entre grupos	2347624,500	2	1173812,250	5,698	,025
	Dentro de grupos	1854009,750	9	206001,083		
	Total	4201634,250	11			
PROTEINA	Entre grupos	1,312	2	,656	11,688	,003
	Dentro de grupos	,505	9	,056		
	Total	1,817	11			
CENIZA	Entre grupos	353,167	2	176,583	,799	,479
	Dentro de grupos	1989,500	9	221,056		
	Total	2342,667	11			
GRASA	Entre grupos	17299,500	2	8649,750	,618	,560
	Dentro de grupos	125870,500	9	13985,611		
	Total	143170,000	11			
FIBRA	Entre grupos	6733128,667	2	3366564,333	2,150	,173
	Dentro de grupos	14094376,250	9	1566041,806		
	Total	20827504,917	11			

MS: materia seca; gl: grados de libertad; F: distribución de referencia; Sig: significancia.

Como se puede observar en la tabla anterior, se presenta diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en las variables de pH, siendo el mejor tiempo de fermentación 21 días (Tratamiento 1) con una media de 3,6 (Figura 5); materia seca, con los mejores resultados en el tratamiento 2 (30 días de fermentación) con una media de 14,50% (Figura 6) y proteína con una media de 9,15% el Tratamiento 2 cuyo tiempo de fermentación fue de 30 días (Figura 7).

**Figura 5.** Promedio, Mediana y Desviación estándar de pH por tratamiento



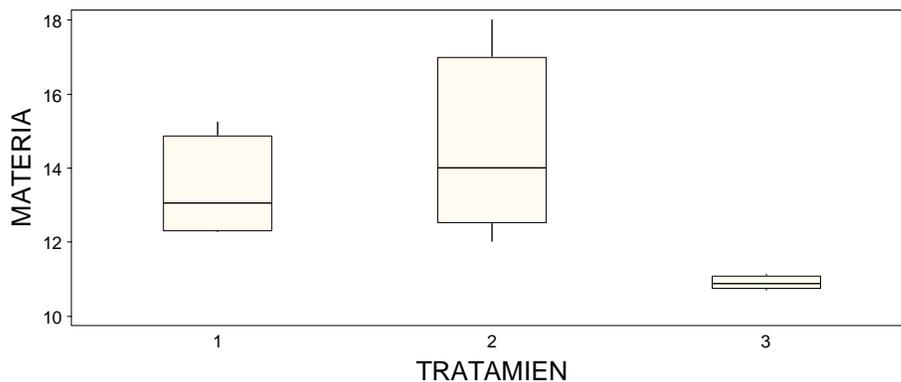
Resultados similares fueron obtenidos por Velázquez, Esquivel & Montero<sup>74</sup>, quienes reportaron la siguiente composición nutricional de ensilaje de naranja empleado en la ceba de ovinos: 22 % de materia seca, proteína curda de 6,935% y cenizas de 4,61%. Ojeda & Cáceres<sup>76</sup>, afirman que, por efectos de la respiración celular, que se da de manera conjunta con la fermentación y que, gracias a la concentración de carbohidratos solubles, se da un aumento en la pérdida de humedad y por consiguiente aumentando el contenido de materia seca del ensilaje.

<sup>74</sup> VELÁSQUEZ, R., ESQUIVEL, H., MONTERO-CANUL, L., VERA, J. 2012. Engorda de corderos Pelibuey con ensilaje de pulpa de naranja *Citrus sinensis* L. en jaulas elevadas. Revista Colombiana de Ciencia Animal, Vol. 5, No.1.

<sup>76</sup> OJEDA F. & CÁCERES, O. 2002. Principales avances en la utilización de los subproductos agroindustriales. Pastos y Forrajes 25:21

De la misma manera, Cervera, Fernández & Marti<sup>77</sup>, mencionan que este proceso fermentativo es muy intenso en los primeros días ocasionando pérdida de humedad hasta alcanzar una estabilización y mantener el contenido de materia seca. Por su parte Benítez & Poveda<sup>78</sup>, mencionan que los bajos contenidos de materia seca se deben a que la pectina absorbe agua, así como a la fermentación de los carbohidratos solubles y a la respiración celular inicial.

**Figura 6.** Promedio, Mediana y Desviación estándar de materia seca por tratamiento



Probablemente el aumento en la concentración de PC pueda ser explicado por el aumento en el contenido de MS como respuesta a la deshidratación de la misma. En otras investigaciones Ítavo *et al.*<sup>47</sup>; JA Coppo, NB Coppo, MA Revidatti, A Capellari, JM Navamuel, SA Fioranelli<sup>79</sup>; Martínez *et al.*<sup>28</sup>, se han encontrado niveles de PC de alrededor de 8,0%.

<sup>77</sup> CERVERA, FERNÁNDEZ & MARTI. 1985. Effect of urea on the ensiling process of orange pulp. Volume 12, Issue 3, Pages 233-238

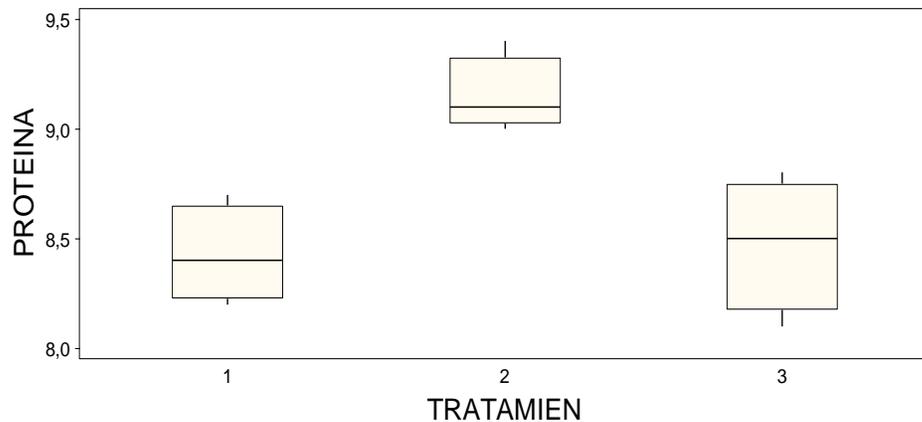
<sup>78</sup> BENÍTEZ & POVEDA. 2011. Evaluación nutricional de ensilajes con diferentes niveles de inclusión de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y digestibilidad in vivo como alternativa energética para alimentación de cerdos. Revista Colombiana de Ciencia Animal. Vol 4.

<sup>47</sup> ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C., 2000. Substituição da silagem de milho pela silagem do bagaco de laranja na alimentação de vacas leiteiras. consumo, produção e qualidade do leite. Revista Brasileira de Zootecnia.

<sup>79</sup> JA COPPO, NB COPPO, MA REVIDATTI, A CAPELLARI, JM NAVAMUEL, SA FIORANELLI. 2003. Efectos de la suplementación con pulpa fresca de citrus sobre las ganancias de peso y proteínas plasmáticas de vacas de invernada.

<sup>28</sup> MARTÍNEZ, M., CHONGO, B., JORDÁN, H., HERNÁNDEZ, N., FONTES, D., LEZCANO, Y., y

**Figura 7.** Promedio, Mediana y Desviación estándar de proteína por tratamiento



Navamuel *et al.*<sup>80</sup>, reportan resultados similares, al encontrar contenidos de materia seca del 17%, proteína curda del 8% y cenizas del 5%. Por su parte Martínez *et al.*<sup>28</sup> presentan valores promedios para las cáscaras de naranja en el momento de salida de la industria del 18,8% de materia seca y 7,7% de proteína cruda. Valores superiores son reportados por Benítez & Poveda<sup>78</sup>, quienes reportan valores superiores al 46% de materia seca, 21,6% de proteína cruda, fibra cruda de 2,06% y cenizas del 5,07% con un tiempo de fermentación de 21 días. Bermúdez *et al.*<sup>29</sup> menciona que obtuvo contenidos de proteína del 8,4% al ensilar frutos enteros.

---

CUBILLAS, N. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas.

<sup>80</sup> COPPO, JOSÉ A., COPPO, NORMA B., REVIDATTI, MARÍA A., CAPELLARI, ADRIANA Y NAVAMUEL, JUAN M. Ineficiencia de la pulpa de citrus sin adición nitrogenada para aumentar el peso de bovinos cruza cebú en crecimiento. Efectos sobre los electrolitos plasmáticos. *Agrotecnia* 11

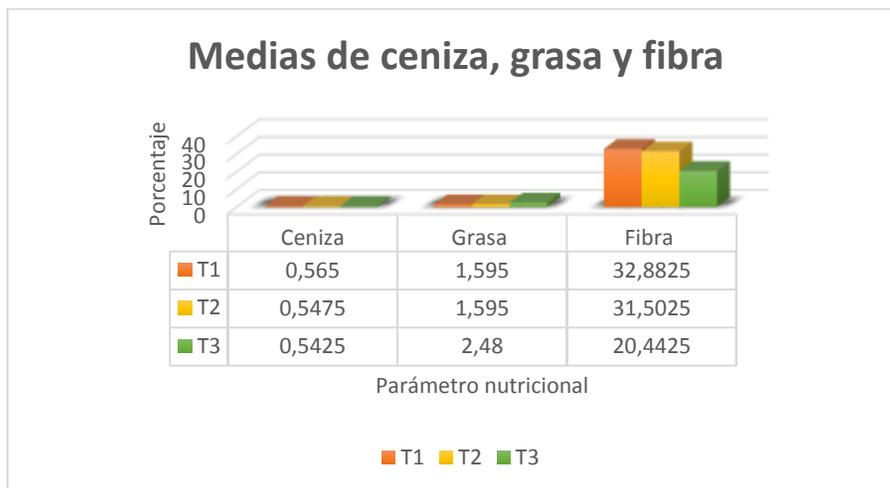
<sup>28</sup> MARTÍNEZ, M., CHONGO, B., JORDÁN, H., HERNÁNDEZ, N., FONTES, D., LEZCANO, Y., y CUBILLAS, N. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas.

<sup>78</sup> BENÍTEZ & POVEDA. 2011. Evaluación nutricional de ensilajes con diferentes niveles de inclusión de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y digestibilidad in vivo como alternativa energética para alimentación de cerdos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. Vol 4.

<sup>29</sup> BERMÚDEZ, J., MELO, E., y ESTRADA, J. 2015. Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, V. 9, N. 2.

Para los parámetros nutricionales de ceniza, grasa y fibra, no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 8).

**Figura 8.** Comparación de medias para cenizas, grasa y fibra



**Fuente:** Gamboa, 2018

Los cítricos, son considerados como una opción de alimentación en rumiantes, debido a su volumen y gran cantidad de energía, en busca de la sustitución del alimento balanceado, esto afirmado por Pascual, Piquer, Cerisuelo & Fernández<sup>81</sup>. Al sustituir el concentrado comercial por ensilaje de naranja, se está cambiando el almidón por fibra de fácil degradabilidad como fuente de carbohidratos (pectina especialmente). Piquer<sup>71</sup> menciona que este cambio, conlleva a modificaciones en la fermentación ruminal, específicamente cambiando el perfil de los ácidos grasos volátiles, la concentración de nitrógeno amoniacal, así como la síntesis de proteína microbiana, afectando directamente algunos parámetros productivos como la producción y composición de la leche.

<sup>81</sup> PASCUAL, PIQUER, CERISUELO & FERNÁNDEZ. 2011. Effect of Different Physical form Alfalfa on Methane Production in Murciano-Granadina Dairy Goats.

<sup>71</sup> PIQUER, O. 2006. Whole citrus fruits in sheep nutrition, Spain. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

### 3.2. Parámetros de calidad de la leche caprina

Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva, comparación de medias mediante la prueba de Tukey a dichos parámetros de calidad de leche, encontrando diferencia significativa  $P < 0,05$  para grasa en el Tratamiento 1 y proteína y sólidos minerales en el Tratamiento 2, con medias de 3,99% y 0,86% respectivamente, como se muestran en la Tabla 4.

Para los demás parámetros se obtuvieron valores similares, permitiendo concluir que la inclusión de EN como suplemento alimenticio es una alternativa nutricional que mejora algunas características de calidad de la leche caprina.

**Tabla 4.** Resumen de pruebas de estadística descriptiva y prueba de Tukey para las variables asociadas a la calidad de la leche

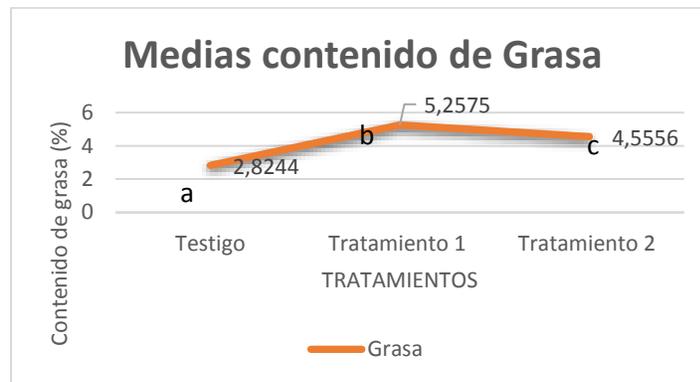
VARIABLE	TRATAMIENTO					
	TESTIGO		TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2	
	GRUPO	MEDIA	GRUPO	MEDIA	GRUPO	MEDIA
Grasa	a	2,8244	b	5,2575	c	4,5556
Densidad	a	1,0299	a	1,0309	a	1,0299
Lactosa	a	4,4356	a	4,9138	a	4,4706
SNG	a	8,1769	a	9,0481	a	8,1856
Proteína	a	3,0575	a	3,3806	b	3,9975
Solidos Minerales	a	,6250	a	,6819	b	,8669

a, b, c = Medias con distinta letra en hilera son diferentes ( $P < 0,05$ ).

Para las variables asociadas a la calidad de la leche el contenido de grasa presentó diferencias estadísticamente significativas mostrando una variación de 2,8244% en el testigo a 5,2575% en el Tratamiento 1 siendo diferentes entre tratamientos (Figura 9); la densidad de la leche fue mayor para el Tratamiento 1 con respecto al Tratamiento 2 y testigo con 1,0309 g/ml, 1,0299 g/ml y 1,0299 g/ml respectivamente.

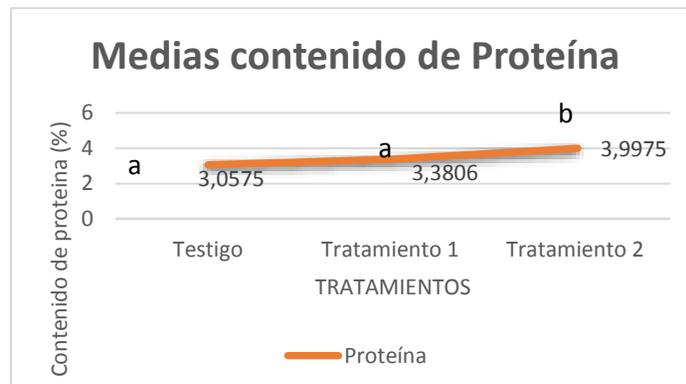
No hubo diferencias significativas, en la concentración de lactosa, se presentaron medias de 4,4356% en el testigo, 4,9138% en el Tratamiento 1 y 4,4706% en el Tratamiento 2, mientras que en los sólidos no grasos los valores fueron de 8,1769%, 9,0481%, 8,1856% todos en el mismo grupo, lo que indica que no se presentaron diferencias.

**Figura 9.** Medias de contenido de grasa



El contenido de proteína fue similar en el testigo y el Tratamiento 1, 3,0575% y 3,3806% respectivamente, siendo diferentes con el Tratamiento 2 con 3,9975% (Figura 10). En los sólidos minerales fue mayor en el Tratamiento 2 presentando diferencia estadística con el testigo y Tratamiento 1, 0,6250% y 0,6819% respectivamente (Figura 11).

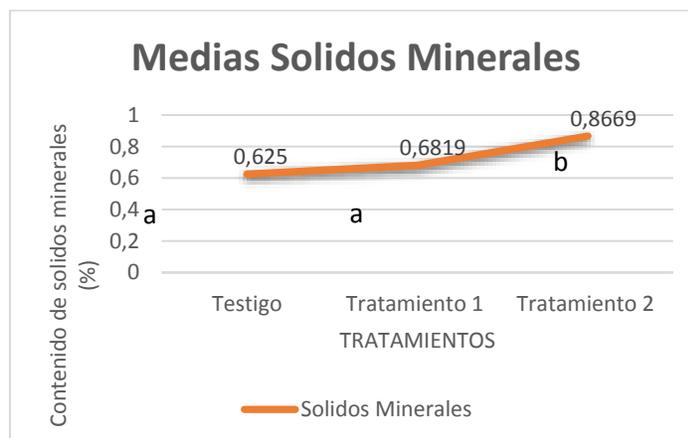
**Figura 10.** Medias de contenido de proteína



Gumaa *et al.*<sup>82</sup> menciona que el aumento del contenido en estos parámetros se debe a la activación de la acetil-Coa carboxilasa gracias al citrato citoplasmático presente en la glándula mamaria para el proceso de lipogénesis.

Por su parte, Volanis *et al.*<sup>63</sup> y Belibasakis & Tsirgogianni<sup>68</sup>, explican, que el EN promueve condiciones favorables para la actividad microbiana del rumen, gracias a la fibra de alta digestión que ofrece, aumentando así, la producción de ácido acético como precursor de ácidos grasos conllevando a la síntesis de grasa en la leche.

**Figura 11.** Medias de contenido de sólidos minerales



La inclusión de EN en la dieta de rumiantes menores, ha sido asociado a efectos positivos, especialmente sobre la fermentación ruminal, Belibasakis & Tsirgogianni<sup>68</sup> encontrando aumentos en el contenido graso de la leche, Strobel & Russell,<sup>33</sup> fermentación de pectinas y cambio moderados en el pH del rumen

<sup>82</sup> GUMAA *et al.* 1970. Advances lipid Research. Vol 13.

<sup>63</sup> VOLANIS, M., ZOIPOULOS, P., TZERAKIS, K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. Small Rumin.

<sup>68</sup> BELIBASAKIS, N., TSIRGOGIANNI, D. 1996. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol.

<sup>33</sup> STROBEL, H., y RUSSELL, J. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. Journal of Dairy Science, V.69, N. 11.

(Villareal *et al.*<sup>34</sup>; Piquer *et al.*<sup>71</sup>, evitando la presencia de acidosis, estas ventajas hacen de este suplemento una buena fuente de energía alternativa a bajo costo como sustituto de los alimentos balanceados comerciales.

Otros estudios similares, realizados por Belibasakis & Tsirgogianni<sup>68</sup>, muestran un aumento de 4,12% de grasa en la leche, siendo inferiores a los reportados por el presente estudio 4,5% a 5,2 %.

Finalmente, Tafoya<sup>83</sup>, reporta resultados similares a los de esta investigación, con un rango que osciló entre 3,15% y 3,7% de grasa en la leche, al evaluar porcentaje de inclusión de EN del 42% y 86% de sustitución de sorgo en la dieta de los caprinos.

En la Tabla 5 se muestra el nivel de correlación entre las variables asociadas a la calidad de la leche, donde se logra determinar que existe una relación lineal fuerte entre las variables densidad de la leche y contenido de lactosa ( $,940^{**}$ ), lo que indica que a medida que la densidad aumentó el contenido de lactosa fue mayor, así mismo existe una relación lineal fuerte entre la densidad y los sólidos no grasos ( $,955^{**}$ ) pues a medida que el contenido de estos últimos se incrementaron la densidad se comportó de la misma forma.

---

<sup>34</sup> VILLAREAL, M. 2006. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). *Animal Feed Science and Technology*, V.125.

<sup>71</sup> PIQUER, O. 2006. Whole citrus fruits in sheep nutrition, Spain. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

<sup>68</sup> BELIBASAKIS, N., TSIRGOGIANNI, D. 1996. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*

<sup>83</sup> TAFOYA, M. 2011. Substitución parcial del grano de sorgo por cáscara de naranja deshidratada y factores de variación en la producción de cabras.

**Tabla 5.** Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de calidad de la leche

	<b>Grasa</b>	<b>Densidad</b>	<b>Lactosa</b>	<b>SNG</b>	<b>Proteína</b>	<b>Sol. Min</b>
<b>Grasa</b>	----	,388**	,562**	,559**	,576**	,536**
<b>Densidad</b>		----	,940**	,955**	,615**	,482**
<b>Lactosa</b>			----	,981**	,618**	,414**
<b>SNG</b>				----	,552**	,405**
<b>Proteína</b>					----	,894**
<b>Sol. Min</b>						----

\* La correlación es significativa en el nivel 0,01.

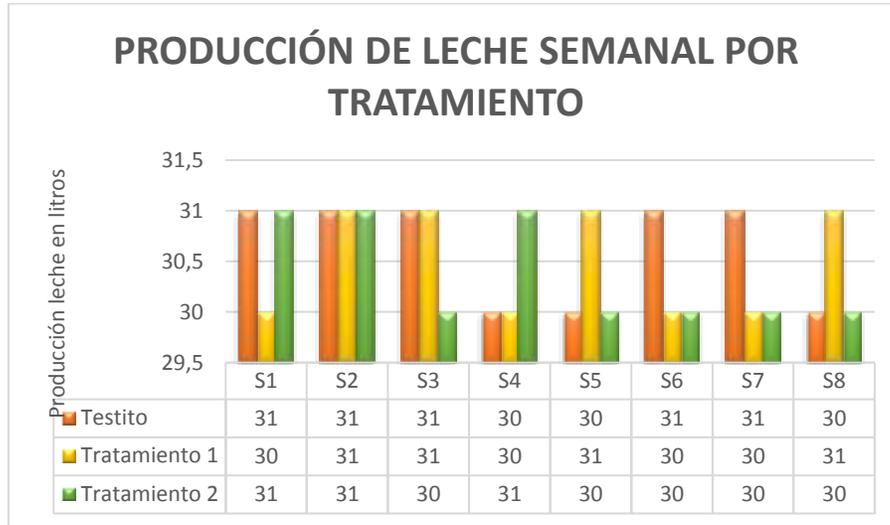
Nota: SNG: Solidos No Grasos, Sol. Min: Solidos Minerales

Así mismo se puede observar en la correlación de Pearson que no existe una relación lineal entre las variables densidad y grasa ( $,388^{**}$ ), pues el valor de p es relativamente cercano a 0, lo que indica que el contenido de grasa no influencia de forma lineal o directa sobre la densidad y que no se requiere un nivel mínimo de grasa para que exista una densidad determinada.

### 3.3 Producción de leche

Al analizar la producción de leche producida en la Granja Experimental Villa Marina a través de la suplementación con EN se pudo determinar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos empleados: 250g y 500g y el testigo que no recibió ningún tipo de suplementación, tal como se muestra en la Figura 12.

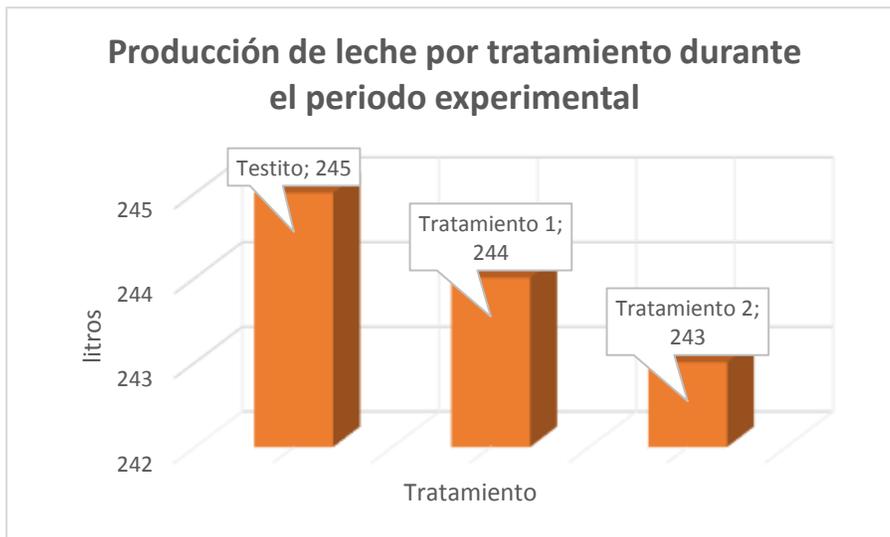
**Figura 12.** Producción de leche semanal por tratamiento



**Fuente:** Gamboa, 2018

En la Figura 13, se detalla la producción total de leche en el periodo experimental por tratamiento, en donde se puede evidenciar que no existen diferencias significativas entre la suplementación con EN y la alimentación convencional.

**Figura 13.** Producción de leche por tratamiento durante el periodo experimental



**Fuente:** Gamboa, 2018

### 3.4. Estimación de costos

#### 3.4.1. Costo de producción de ensilaje de naranja

Para estimar los costos de suplementación alimenticia por unidad de producto, se calculó inicialmente el costo por kg de EN, tal como se muestra en la siguiente Tabla 6.

**Tabla 6.** Costo por kilogramo de EN

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Naranja	Kilogramo	180	\$ 175	\$ 31.500
Harina de arroz	Kilogramo	7.2	\$ 1.200	\$ 8.640
Bolsa polietileno	Unidad	4	\$ 2.500	\$ 10.000
Cabuya	Rollo	0.01	\$ 2.000	\$ 20
Mano de obra	Jornal	0.5	\$ 25.000	\$ 12.500
<b>Total</b>				<b>\$ 62.660</b>

Fuente: Gamboa, 2018

Para calcular el valor por kilogramo de EN, se dividió el total en el número de kilogramos que se prepararon:

$$\text{Costo por kilogramo de EN} = \$ 62.660 / 180\text{kg} = \$ 348.11\text{kg}$$

#### 3.4.2. Costo de suplementación con EN por caprino

Para estimar los costos de suplementación por litro de leche, se empleó la siguiente fórmula:

- Costo de suplementación por caprino = Consumo de alimento por caprino \* Costo de kg de alimento

Los costos de suplementación con EN por caprino, se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Costos de suplementación con EN por caprino

Tratamiento	EN en kg por animal día	EN en kg por tratamiento periodo experimental	Costo de suplementación por tratamiento
Tratamiento 1	0.25	60	\$ 20.886,6
Tratamiento 2	0.5	120	\$ 41.773,2

Fuente: Gamboa, 2018

### 3.4.3. Costo de suplementación con EN por litro de leche producido

Para estimar los costos de suplementación con EN por litro de leche producido, se empleó la siguiente fórmula:

- Costo litro de leche = Costo de kg de alimento (\$) / Litros leche producidos

Los costos de suplementación con EN por litro de leche producido, se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Costo de suplementación con EN por litro de leche producido

Tratamiento	Cantidad de leche producida*	Costo de suplementación por tratamiento	Costo de suplementación con EN por litro de leche producido
Tratamiento 1	244	\$ 20.886,6	\$ 85,59
Tratamiento 2	243	\$ 41.773,2	\$ 171,90

\*La cantidad de leche producida durante el periodo experimental (60 días).

Fuente: Gamboa, 2018

#### 4. CONCLUSIONES

- El tiempo de fermentación del EN, tiene influencia sobre algunos parámetros nutricionales como el pH, la materia seca y la proteína. La fermentación a un periodo de 30 días favorece un porcentaje más alto de materia seca con un 14,50% y de proteína con un 9,15%, convirtiéndolo en una alternativa nutricionalmente viable para la alimentación de rumiantes, mientras que la fermentación a 21 días garantiza un pH menor a 3,6 unidades. Para los demás parámetros nutricionales como cenizas, fibra y grasa no se encuentran diferencias significativas entre los tiempos de fermentación.
- El EN, es una alternativa nutricional viable para la alimentación de caprinos productores de leche sin efectos adversos para los animales. Los frutos cuyas características no permitan su comercialización o aquellos frutos que por condiciones de precio no sean viables para llevar al mercado por parte de los productores pueden ser empleados en la alimentación animal, siendo una opción de manejo adecuado de residuos agrícolas. La incorporación de EN en la dieta con 250g en la alimentación de caprinos, aumentó significativamente el contenido de grasa con un valor de 5,25%, mientras que la inclusión de 500g favoreció el contenido de proteína y sólidos minerales con valores de 3,99% y 086% respectivamente, sin afectar el contenido de los demás parámetros de calidad, siendo esto muy favorable al productor ya que mejoraría sustancialmente los ingresos por comercialización de leche de mejor calidad.
- En la producción de leche no se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, obteniendo producciones totales al final del periodo experimental de 245 litros para el testigo, 244 litros para el

Tratamiento 1 y 243 litros para el Tratamiento 2, lo cual indica que no se recomienda utilizar este suplemento alimenticio en aquellas empresas agropecuarias cuyo objetivo principal es la producción de leche en cantidad sin tener en cuenta los parámetros de calidad.

- Los costos de producción en lo que se refieren a la suplementación animal juegan un papel importante dentro de la estructura financiera y los márgenes de la rentabilidad final para el productor, siendo indispensable manejar estructuras de costos por unidad de producto que permitan tomar las mejores decisiones en cuanto a las diversas alternativas alimenticias presentes en el mercado empleadas como suplementos a la dieta base del animal. Para la presente investigación se estimó el costo de producción de EN de \$348,11 por kg, siendo un precio bastante bajo comparado con las demás alternativas comerciales especialmente para aquellos productores que desean mejorar los parámetros de calidad de la leche.
- Para los costos de suplementación por litro de leche producido, se obtuvo un valor de \$ 85,59 para el Tratamiento 1 y de \$ 171,90 para el Tratamiento 2, permitiendo concluir que en el aspecto de productividad el EN no es una alternativa viable puesto que aumenta los costos de producción por unidad de producto.

## BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, S. 2013. Prácticas básicas para la producción de forrajes. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

AJILA, C.M. et ál. 2012. Sustainable solutions for agro processing waste management: An overview. In: Malik, A.; Grohmann, E. (Ed). Environmental Protection Strategies for Sustainable Development. Netherlands: Springer.

ALTERBIO S.A. 2012. 10 tips de un buen ensilaje. Sitio Argentino de Producción Animal.

ARGEL, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. CIAT. San José, Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 14 II

ARTHINGTON J., KUNKLE, W., Y MARTIN, A. 2002. Citrus pulp for cattle. Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice, V. 18, N. 2.

BAMPIDIS, V., ROBINSON, P., 2006. "Citrus by products as a ruminant feed: a review". Anim. Feed Sci. Technol.

BELIBASAKIS, N., TSIRGOGIANNI, D. 1996. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol.

BENÍTEZ & POVEDA. 2011. Evaluación nutricional de ensilajes con diferentes niveles de inclusión de cáscara de naranja (*citrus sinensis*) y digestibilidad in vivo

como alternativa energética para alimentación de cerdos. Revista Colombiana de Ciencia Animal. Vol 4.

BERMÚDEZ, J., MELO, E., y ESTRADA, J. 2015. Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. Revista Veterinaria y Zootecnia, V. 9, N. 2.

BLOGSPOT. 2014. Suplemento alimenticio para animales. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2La140S>

BOLETINAGRARIO.COM Definición de cítrico. Disponible desde internet en <https://goo.gl/ScpEcB>

BOLETINAGRARIO.COM Definición de rumiante. Disponible desde internet en <https://goo.gl/25FUd2>

BOLETINAGRARIO.COM Definición de subproducto. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2ILRhjh>

BRODERICK, G., MERTENS, D., SIMONS, R., 2002. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. J. Dairy Sci.

CARO, O. 2013. Ganadería sostenible y conservación de la biodiversidad. Bogotá, Colombia.

CARRERO H. y VERSCHUUR M. 2010. SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Manual de producción caprina.

CASTRILLÓN, F. 2012. Silo de naranja: apuesta de jóvenes investigadores en Antioquia. Contexto Ganadero.

CERISUELO. 2010. Uso de subproductos en alimentación de rumiantes de la Comunidad Valenciana, en Revista Ganadería.

CERVERA, FERNÁNDEZ & MARTI. 1985. Effect of urea on the ensiling process of orange pulp. Volume 12, Issue 3, Pages 233-238

CONCEPTODEFINICIÓN.DE. Definición de minerales. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2rKdKmo>

CONCEPTODEFINICIÓN.DE. 2015. Definición de ración. Disponible desde internet en <https://goo.gl/kLhpNv>

COPPO, JOSÉ A., COPPO, NORMA B., REVIDATTI, MARÍA A., CAPELLARI, ADRIANA Y NAVAMUEL, JUAN M. Ineficiencia de la pulpa de citrus sin adición nitrogenada para aumentar el peso de bovinos cruza cebú en crecimiento. Efectos sobre los electrolitos plasmáticos. Agrotecnia 11

DEFINICIÓNABC. Definición de fibra. Disponible desde internet en <https://goo.gl/aLTVhc>

DEFINICIÓNABC. Definición de inclusión. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2GWkXWc>

DOMINGUEZ, M. 2013. Efecto de la incorporación de pulpa de naranja en la dieta de cabras lecheras sobre la producción, composición de la leche y rendimiento quesero.

DRESCHER K. 2016. Producción animal. Fundamentos I. Unidad 2 Lactación. Disponible desde internet en <https://goo.gl/1eWi9h>

ECURED. Definición de ceniza. Disponible desde internet en <https://goo.gl/FhEsqz>

ESPINAL C., MARTINEZ H. y AMÉZQUITA J. 2006. La cadena ovinos y caprinos en Colombia.

FARÍA, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería doble propósito. X Seminario de pastos y forrajes. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

FEGEROS, K., ZERVAS, G., STAMOULI, S., APOSTOLAKI, E., 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes.

FERNÁNDEZ, A. 2015. Subproductos de los Cítricos. Sitio argentino de producción animal. Argentina.

FERRARO D. Aprocal. Concepto de calidad de leche, su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor. Disponible desde Internet en <https://goo.gl/vze5cD>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION FAO, 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y el Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. Santiago de Chile.

FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO FINAGRO. Producción y zonas de producción caprina. Parte I.

FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO FINAGRO. Producción y zonas de producción caprina. Parte II.

GALLARDO M. Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes.

GAMBETTA R. 2016. Suplementación en sistemas de cría en ovinos. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2IIVGKD>

GARCÉS A. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de investigación Vol 1 No 1. e-mail: [adgarces@lasallista.edu.co](mailto:adgarces@lasallista.edu.co). Disponible desde internet en <https://goo.gl/cq5wSM>

GIOFFREDO, J Y PETRYNA, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Agronomía y Veterinaria Departamento de Producción Animal. Argentina.

GONZÁLEZ C. Nutrición animal. Universidad de Belgrano. Argentina.

GRASSER, L.A. et ál. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. Journal Dairy Science, V.78, N.4.

GUMAA *et al.* 1970. Advances Lipid Research. Vol 13.

HERNÁNDEZ, D., FLÓREZ, D., VILLAMIZAR, C., y CAPACHO, A. 2010. Materiales promisorios para la producción de pastos en el trópico alto de la provincia de Pamplona. Universidad de Pamplona, Pamplona.

INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS INVIMA. Decreto 616 de 2006. Definición de leche. Disponible desde internet en <https://goo.gl/43D8nU>

INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO INATEC. Manual del protagonista. Nutrición Animal. Disponible desde Internet en <https://bit.ly/2qQESy7>

ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C., 2000. Substituição da silagem de

milho pela silagem do bagaco de laranja na alimentação de vacas leiteiras. consumo, produção e qualidade do leite. Revista Brasileira de Zootecnia.

JA COPPO, NB COPPO, MA REVIDATTI, A CAPELLARI, JM NAVAMUEL, SA FIORANELLI. 2003. Efectos de la suplementación con pulpa fresca de citrus sobre las ganancias de peso y proteínas plasmáticas de vacas de invernada

JARAMILLO, D., GARCÍA T., BUFFA M., RODRÍGUEZ M, GUAMIS B., TRUJILLO A. 2009. Effect of the inclusion of whole citrus in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. J. Dairy SCI.

LANZA, A., 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Hollo, J. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment. Budapest, Hungary. Elsevier Publishers, New York, NY, USA.

MARCILLO J. 2017. Buenas prácticas pecuarias en ganado caprino (*Capra hircus hircus*) en sistemas de producción extensivo en la parroquia Julcuy. Ecuador.

MARTÍNEZ, M., CHONGO, B., JORDÁN, H., HERNÁNDEZ, N., FONTES, D., LEZCANO, Y., y CUBILLAS, N. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas.

MAPAMA. Glosario de nutrición animal. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2kbbUaZ>

NIÑO D. Caracterización de la producción de caprinos bajo sistemas silvopastoriles en la vereda la Jabonera del municipio de Soata, Boyacá.

OJEDA F. & CÁCERES, O. 2002. Principales avances en la utilización de los subproductos agroindustriales. Pastos y Forrajes 25:21

PASCUAL, PIQUER, CERISUELO & FERNÁNDEZ. 2011. Effect of Different Physical form Alfalfa on Methane Production in Murciano-Granadina Dairy Goats.

PÁSSARO, C.; NAVARRO, P. y SALVADOR, A. 2012. Poscosecha. In: Garcés, L.F. (Ed.). Cítricos: cultivo, cosecha e industrialización. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista.

PEREIRA, M., DE AZAMBUJA, E., YURIKA, I., DA ROCHA, M., TIEMI, J., YUKIO, E., 2008. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. Revista Brasileira Zootecnia.

PEREZ J. 2008. Definición de dieta. Disponible desde internet en <https://goo.gl/xSh7Sn>

PEREZ J. 2017. Definición de costo de producción. Disponible desde internet en <https://goo.gl/jeUX4k>

PÉREZ J. 2018. Definición de grasa. Disponible desde internet en <https://goo.gl/zHBeSf>

PÉREZ J., GARDEY A. 2015. Definición de proteína. Disponible desde internet en <https://goo.gl/q3ZPfn>

PEREZ J., GARDEY A. 2017. Definición de caprino. Disponible desde internet en <https://goo.gl/SE59f2>

PÉREZ J., MERINO M. 2014. Definición de lactosa. Disponible desde internet en <https://goo.gl/rnPJ1P>

PÉREZ J., MERINO M. 2014. Definición de fermentación. Disponible desde internet en <https://goo.gl/QB5dyV>

PIQUER, O. 2006. Whole citrus fruits in sheep nutrition, Spain. PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

RAMÍREZ H. 2011. Consejos prácticos: ¿De qué hablan cuando dicen Materia Seca? Disponible desde internet en <https://goo.gl/EAqjUD>

REYES Y. Contabilidad de costos. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2Ldfyxa>

ROIG C. Alimentación del Ganado Caprino. Argentina. Estación Experimental Colonia Benítez.

SALAZAR P. 2007. Artículos técnicos, La cabra en Colombia.

SALCEDO J. Determinación de la densidad de la leche. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2izjLBa>

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Derivados lácteos, bloque modular 2 manejo de leche, cartilla componentes de la leche. Disponible desde internet en <https://bit.ly/2KtXfmn>

SERVICIO NACIONAL DE INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA SENASICA. Manual de Buenas Prácticas de Producción de Leche Caprina.

SOLOMON, R., CHASE, L., BEN-GHEDALIA, D., BAUMAN, D., 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. J. Dairy Sci.

STEHR, W. 2004. Alimentos complementarios para producción de carne. CENEREMA, UACH.

STROBEL, H., y RUSSELL, J. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, V.69, N. 11.

TAFOYA, M. 2011. Substitución parcial del grano de sorgo por cáscara de naranja deshidratada y factores de variación en la producción de cabras.

TRIANA, E., LEAL, F., CAMPO, Y., LIZCANO, H. 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cáscara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. *Revista Alimentos Hoy* Vol 22, No 31.

VAN HORN, H., MARSHALL, S., WILCOX, C., RANDEL, P., WING, J., 1975. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. *J. Dairy Sci.* 58.

VAN SOEST, P.J. 1994. *Ecología nutricional del rumiante*. 2da Edición, Cornell University Press, Ithaca.

VELÁSQUEZ, R., ESQUIVEL, H., MONTERO-CANUL, L., VERA, J. 2012. Engorda de corderos Pelibuey con ensilaje de pulpa de naranja *Citrus sinensis* L. en jaulas elevadas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vol. 5, No.1.

VILLAREAL, M. 2006. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). *Animal Feed Science and Technology*, V.125.

VOLANIS, M., ZOIPOULOS, P., TZERAKIS, K., 2004. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. *Small Rumin.*

ZERVAS, G., FEGEROS, K., STAMOULI, S., VASTARDIS, I., APOSTOLOKAI, E., 1994. Effects of dehydrated citrus pulp on milk yield and composition of ewes (in Greek). *Anim. Sci. Rev. Special Issue.*

## ANEXOS

### Anexo A. Validación del ensilaje de naranja



**Fuente:** Gamboa 2018

**Anexo B.** Análisis bromatológicos de los tres tiempos de fermentación - ensilaje de naranja

Tratamiento	Replica	pH	Acidez	% Materia seca	% Proteína	% Humedad	% Ceniza	% Grasa	% Fibra
1	1	3,68	3,52	13,80	8,5	86,20	0,60	0,71	44,56
1	2	3,58	2,24	12,27	8,2	87,73	0,55	3,18	42,86
1	3	3,65	31,36	15,24	8,7	84,76	0,59	0,85	6,09
1	4	3,64	28,16	12,31	8,3	87,69	0,52	1,64	38,02
2	1	4,18	5,25	18,00	9	82,00	0,53	0,98	29,82
2	2	4,09	3,97	12,00	9,1	88,00	0,59	1,98	32,33
2	3	4,12	4,35	14,00	9,1	86,00	0,49	2,10	31,58
2	4	4,13	4,48	14,00	9,4	86,00	0,58	1,32	32,28
3	1	3,91	4,48	10,7	8,4	89,30	0,57	3,86	30,98
3	2	3,84	4,10	10,83	8,1	89,17	0,47	1,90	16,27
3	3	3,85	4,61	10,93	8,6	89,07	0,55	2,51	16,32
3	4	3,95	3,84	11,14	8,8	88,86	0,58	1,65	18,20

Fuente: Gamboa, 2018

**Anexo C.** Suministro del EN durante el momento del ordeño



**Fuente:** Gamboa, 2018

**Anexo D. Parámetros de calidad de la leche**

<b>Tratamiento</b>	<b>Réplica</b>	<b>Muestra</b>	<b>Grasa</b>	<b>Densidad</b>	<b>Lactosa</b>	<b>SNG</b>	<b>Proteína</b>	<b>Solidos (Minerales)</b>
Testigo	1	1	2,80	1,029	4,39	8,17	3,06	0,60
Testigo	1	2	2,65	1,030	4,48	8,22	2,99	0,62
Testigo	1	3	2,97	1,029	4,56	8,30	3,15	0,64
Testigo	1	4	3,10	1,030	4,27	8,01	3,09	0,66
Testigo	2	1	2,95	1,029	4,46	8,21	3,06	0,62
Testigo	2	2	2,86	1,029	4,43	8,16	3,05	0,62
Testigo	2	3	3,06	1,029	4,39	8,09	3,02	0,62
Testigo	2	4	2,95	1,030	4,56	8,39	3,13	0,64
Testigo	3	1	2,57	1,029	4,41	8,14	3,04	0,62
Testigo	3	2	2,22	1,029	4,36	8,04	3,00	0,61
Testigo	3	3	2,73	1,029	4,42	8,14	3,04	0,62
Testigo	3	4	2,77	1,030	4,47	8,24	3,08	0,63
Testigo	4	1	2,89	1,029	4,44	8,18	3,05	0,62
Testigo	4	2	2,87	1,029	4,46	8,21	3,06	0,63
Testigo	4	3	2,66	1,030	4,51	8,30	3,10	0,64
Testigo	4	4	3,14	1,029	4,36	8,03	3,00	0,61
Tratamiento 1	1	1	3,65	1,027	4,18	7,71	2,88	0,58
Tratamiento 1	1	2	4,48	1,026	4,11	7,59	2,84	0,57
Tratamiento 1	1	3	4,21	1,028	4,33	7,98	2,98	0,61
Tratamiento 1	1	4	4,16	1,029	4,58	8,44	3,15	0,64
Tratamiento 1	2	1	6,06	1,036	5,92	10,88	4,06	0,84
Tratamiento 1	2	2	6,63	1,038	6,17	11,34	4,23	0,88
Tratamiento 1	2	3	6,63	1,044	7,28	13,35	4,96	0,88

Tratamiento 1	2	4	6,64	1,039	6,45	11,85	4,41	0,92
Tratamiento 1	3	1	5,76	1,026	4,35	8,02	3,01	0,61
Tratamiento 1	3	2	5,89	1,025	4,19	7,74	2,90	0,58
Tratamiento 1	3	3	5,19	1,027	4,30	7,93	2,97	0,60
Tratamiento 1	3	4	5,59	1,027	4,35	8,02	3,01	0,61
Tratamiento 1	4	1	4,23	1,029	4,54	8,37	3,13	0,64
Tratamiento 1	4	2	5,45	1,028	4,54	8,36	3,13	0,64
Tratamiento 1	4	3	4,93	1,029	4,63	8,53	3,19	0,65
Tratamiento 1	4	4	4,62	1,030	4,70	8,66	3,24	0,66
Tratamiento 2	1	1	3,87	1,029	4,12	7,90	3,57	0,79
Tratamiento 2	1	2	3,95	1,029	4,24	7,98	3,51	0,82
Tratamiento 2	1	3	3,81	1,030	4,25	8,05	3,42	0,83
Tratamiento 2	1	4	4,02	1,029	4,32	8,03	3,50	0,80
Tratamiento 2	2	1	4,76	1,030	4,22	8,12	3,89	0,91
Tratamiento 2	2	2	4,52	1,029	4,3	7,96	3,75	0,87
Tratamiento 2	2	3	4,61	1,030	4,31	8,23	3,77	0,88
Tratamiento 2	2	4	4,96	1,030	4,36	8,25	3,81	0,90
Tratamiento 2	3	1	5,12	1,029	4,32	8,45	3,98	0,94
Tratamiento 2	3	2	4,98	1,029	4,67	8,36	4,03	0,93
Tratamiento 2	3	3	4,86	1,029	4,69	8,41	4,13	0,88
Tratamiento 2	3	4	5,08	1,028	4,8	8,40	4,43	0,92
Tratamiento 2	4	1	4,56	1,031	4,67	8,37	4,54	0,84
Tratamiento 2	4	2	4,79	1,030	4,69	8,0	4,62	0,85
Tratamiento 2	4	3	4,36	1,030	4,78	8,1	4,44	0,82
Tratamiento 2	4	4	4,64	1,030	4,79	8,36	4,57	0,89

Fuente: Gamboa, 2018