



Universidad Nacional de Loja

Unidad de Estudios a Distancia y en Línea

Carrera de Agronegocios

Evaluación de elaboración de ensilaje para alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequías en la parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo.

**Trabajo de Integración Curricular
previa a la obtención del título de
Licenciado en Agronegocios.**

AUTORA:

Darling Janeth Águila Villalta.

DIRECTOR:

Ing. Jaime Armijos Tandazo. Mg, Sc

LOJA – ECUADOR

2024

Certificación

Loja, 14 de Octubre de 2024

Ing., Jaime Enrique Armijos Tandazo Mgtr.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de elaboración de ensilaje para alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequías en la parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo.**, previo a la obtención del título de **Licenciado en Agronegocios**, de la autoría del estudiante **Darling Janeth Águila Villalta**, con **cédula de identidad Nro. 1104955693**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**JAIMÉ ENRIQUE
ARMIJOS TANDAZO**

Ing., Jaime Enrique Armijos Tandazo Mgtr.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Darling Janeth Águila Villalta**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula: 1104955693

Fecha: 23 de octubre de 2024

Correo electrónico: darling.aguila@unl.edu.ec

Celular: 0992342434

Carta de autorización de trabajo de integración curricular por parte del autor para la consulta, reproducción parcial o total, y/o publicación electrónica del texto completo.

Yo, **Darling Janeth Águila Villalta**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulada: **Evaluación de elaboración de ensilaje para alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequías en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo**, como requisito para optar al Grado de Licenciada en Agronegocios, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de Integración curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 23 días del mes de octubre del dos mil veinticuatro, firma la autora.



Firma:

Autora: Darling Janeth Águila Villalta

Cédula: 1104955693

Dirección: Zapotillo-Loja

Correo electrónico: darling.aguila@unl.edu.ec

Celular: 0992342434

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Mg. Sc. Jaime Enrique Armijos Tandazo

Dedicatoria

Dedico este trabajo de integración curricular, primero y, ante todo, a Dios, por darme la fuerza, sabiduría y perseverancia para superar todos los desafíos y alcanzar este logro.

A mi padre José, que ahora descansa en el cielo, cuyo amor y enseñanzas siempre han sido una fuente de inspiración y guía en mi vida. Aunque ya no esté físicamente presente, su espíritu y legado continúan impulsándome a ser la mejor versión de mí misma.

A mi madre, Martha, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios invaluable. Su ejemplo de fortaleza y dedicación ha sido un pilar fundamental en mi vida.

A mi amado esposo, Néstor, por su paciencia, comprensión y apoyo inquebrantable. Su amor y confianza en mí han sido esenciales para alcanzar este logro.

A mis hijos, Jaslyn y Néstor, por ser mi mayor motivación y fuente de alegría. Su amor y sonrisas me han dado la fuerza para seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, Sindy, Damaris y Anthony por su constante apoyo y fraternidad. Sus palabras de aliento y su presencia han sido cruciales durante todo este proceso.

Con todo mi amor y gratitud, les dedico este trabajo.

Darling Janeth Águila Villalta

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo de integración curricular.

En primer lugar, agradezco a mi director de trabajo de integración curricular, Ing. Jaime Enrique Armijos Tandazo. Mg, Sc, por su invaluable guía, apoyo y paciencia a lo largo de todo este proceso. Sus conocimientos y orientación han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mi familia, especialmente a mi madre, Martha, por inculcarme los valores del esfuerzo y la perseverancia, y por su amor y apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A mi esposo Néstor, y a mis hijos Jaslyn y Néstor, por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante. Sin su aliento, paciencia y sacrificio, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos Sindy, Damarys y Anthony, por su constante apoyo, palabras de ánimo y motivación durante este recorrido. Su presencia y apoyo han sido esenciales para mantenerme enfocada y motivada.

Al Ing. Roberth Valarezo Galván, por su colaboración y apoyo en la recolección de datos y recursos necesarios para esta investigación.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Darling Janeth Águila Villalta

Índice de contenidos

Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
<i>Índice De Tablas</i>	x
<i>Índice De Figuras</i>	xi
<i>Índice de Anexos</i>	xi
1. Título.....	1
2. Resumen	2
<i>2.1. Abstract.....</i>	<i>3</i>
3. Introducción	4
4. Marco Teórico.....	6
<i>4.1 Ensilado.....</i>	<i>6</i>
4.1.1 Definición de ensilado.....	6
4.1.2 Proceso de ensilaje de maíz.....	6
4.1.3 Importancia del ensilado.....	7
4.1.4. Beneficios del ensilado.....	8

4.1.5 Características de un buen ensilaje	9
4.1.6 Tamaño de la Partícula.....	9
4.1.7 Proceso de ensilado	10
4.1.8 Ensilo como Alternativa de Alimentación en Sequías	17
4.1.9 Enriquecimiento del Ensilo con Melaza.....	17
4.1.10 Silos.....	18
4.1.11 Silos en bolsa plástica	19
4.1.12 Llenado de Silos	19
4.1.13 Apisonado.....	20
4.1.14 Cierre del Silo.....	20
4.1.15 Acción de los Microorganismos.....	21
4.1.16 Aditivos para Ensilar	23
4.1.17 Conservantes	23
4.1.18 Inoculantes	24
4.1.19 Enzimas	24
4.1.20 Productos Azucarados	24
4.2 Ganado Caprino	25
4.2.1 Concepto de Ganado Caprino.....	25
4.2.2 Ganado Caprino en Zapotillo	26
4.2.3 Introducción al Ganado Caprino y su Alimentación	26
4.2.4 Alimentación del Ganado Caprino	27

4.2.5 Alimentación del Ganado en Condiciones de Sequía.....	28
4.2.6 Innovaciones y Técnicas en la Alimentación Caprina	29
4.2.7 Sostenibilidad en la Alimentación del Ganado Caprino	31
4.2.8 Factores Contextuales y Específicos de la Parroquia Garza Real	32
5. Metodología	35
5.1 Área de estudio	35
5.2 Procedimiento.....	36
5.2.1 Métodos.....	36
5.2.2 Metodología Para El Primer Objetivo	36
5.2.3 Metodología Para El Segundo Objetivo.....	37
5.2.4 Metodología Para El Tercer Objetivo	38
6. Resultados.....	39
6.1 Resultado Para El Primer Objetivo Especifico	39
6.2 Resultado para el Segundo Objetivo Especifico	48
6.3 Resultado para el Tercer Objetivo Especifico.....	51
7. Discusión.....	53
8. Conclusiones	56
9. Recomendaciones	58
10. Bibliografía.....	59
11. Anexos.....	65

Índice De Tablas

Tabla 1. <i>Pregunta 1 de la encuesta a los capricultores</i>	39
Tabla 2. <i>Pregunta 2 de la encuesta a los capricultores</i>	40
Tabla 3. <i>Pregunta 3 de la encuesta a los capricultores</i>	40
Tabla 4. <i>Pregunta 4 de la encuesta a los capricultores</i>	41
Tabla 5. <i>Pregunta 5 de la encuesta a los capricultores</i>	41
Tabla 6. <i>Pregunta 6 de la encuesta a los capricultores</i>	42
Tabla 7. <i>Pregunta 7 de la encuesta a los capricultores</i>	42
Tabla 8. <i>Pregunta 8 de la encuesta a los capricultores</i>	43
Tabla 9. <i>Pregunta 9 de la encuesta a los capricultores</i>	43
Tabla 10. <i>Pregunta 10 de la encuesta a los capricultores</i>	44
Tabla 11. <i>Pregunta 11 de la encuesta a los capricultores</i>	44
Tabla 12. <i>Pregunta 12 de la encuesta a los capricultores</i>	45
Tabla 13. <i>Pregunta 13 de la encuesta a los capricultores</i>	46
Tabla 14. <i>Pregunta 14 de la encuesta a los capricultores</i>	46
Tabla 15. <i>Pregunta 15 de la encuesta a los capricultores</i>	47
Tabla 16. <i>Pregunta 16 de la encuesta a los capricultores</i>	48
Tabla 17. <i>Costos de producción del ensilo</i>	49

Índice De Figuras

Figura 1. <i>Mapa ubicación geográfica de la parroquia Garza Real</i>	35
Figura 2. <i>Socialización con los capricultores</i>	52

Índice de Anexos

Anexo 1. Registro fotográfico de la elaboración del ensilo.....	65
Anexo 2. Registro fotográfico de la entrevista al Administrador del Centro de Desarrollo Integral Productivo de Garza Real.....	67
Anexo 3. Registro fotográfico de la socialización con los capricultores de la parroquia de Garza Real.	69
Anexo 4. Guion de entrevista estructurada al Ing. Roberth Valarezo Galván.....	71
Anexo 5. Encuesta realizada a los capricultores de Garza Real.	72
Anexo 6. Certificación de traducción del Abstract.....	766
Anexo 7. Tríptico entregado a los capricultores durante la socialización	777

1. Título

Evaluación de elaboración de ensilaje para alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequias en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo.

2. Resumen

El presente trabajo aborda la evaluación de la elaboración de ensilaje como una estrategia de alimentación sostenible para el ganado caprino en épocas de sequía, específicamente en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo. A través de un enfoque práctico, se realizaron encuestas y capacitaciones dirigidas a los capricultores locales, con el fin de identificar las prácticas más efectivas en el proceso de ensilaje y evaluar su viabilidad económica.

El estudio evidenció que la mayoría de los capricultores no incorporan melaza en el proceso de ensilaje, lo cual limita el valor nutricional del forraje. Mediante la capacitación en la elaboración de ensilaje enriquecido con melaza, se demostró que esta práctica mejora la calidad del forraje y su aceptación por parte de los animales. Adicionalmente, se comprobó que la producción de ensilaje es económicamente viable, generando una utilidad superior al 40%, con bajos costos operativos y una alta aceptación en el mercado local, especialmente durante las épocas de sequía.

Se socializaron los resultados mediante charlas dirigidas a los capricultores, en las que se enfatizó la importancia de optimizar las prácticas de ensilaje y enriquecerlo con melaza para mejorar la sostenibilidad del sistema de producción caprino. Esta investigación contribuye a la adopción de prácticas agropecuarias más eficientes y sostenibles, proporcionando una solución viable frente a los desafíos ambientales y productivos que enfrentan las zonas rurales en épocas de escasez alimentaria.

Palabras clave: *Ensilaje, capricultura, melaza, sequía, rentabilidad, Garza Real.*

2.1. Abstract

This paper addresses the evaluation of silage production as a sustainable feeding strategy for goats during drought periods, specifically in Garza Real Parish, Zapotillo Canton. Through a practical approach, surveys and training were conducted for local goat farmers, in order to identify the most effective practices in the silage process and evaluate their economic viability.

The study showed that most goat farmers do not incorporate molasses in the silage process, which limits the nutritional value of the forage. Through training in the production of silage enriched with molasses, it was shown that this practice improves the quality of the forage and its acceptance by animals. Additionally, it was proven that silage production is economically viable, generating a profit of more than 40%, with low operating costs and high acceptance in the local market, especially during drought periods.

The results were disseminated through talks aimed at goat farmers, in which the importance of optimizing silage practices and enriching it with molasses to improve the sustainability of the goat production system was emphasized. This research contributes to the adoption of more efficient and sustainable agricultural practices, providing a viable solution to the environmental and productive challenges faced by rural areas in times of food shortage.

Keywords: *Silage, goat farming, molasses, drought, profitability, Garza Real.*

3. Introducción

En las regiones áridas y semiáridas, la gestión eficiente de los recursos forrajeros es esencial para garantizar la sostenibilidad de la producción ganadera, especialmente durante las épocas de sequía. La parroquia Garza Real, ubicada en el Cantón Zapotillo, enfrenta desafíos significativos debido a la escasez de forraje durante las temporadas secas, lo que afecta directamente la salud y productividad del ganado caprino. En este contexto, el ensilaje enriquecido con melaza se presenta como una alternativa prometedora para la conservación de forrajes y la alimentación de los animales (Montalván-Sarmiento et al., 2020).

El ensilaje es un proceso de conservación de forrajes que permite mantener el valor nutritivo de los cultivos a lo largo del tiempo, mediante una fermentación controlada. La adición de melaza al ensilaje no solo mejora la calidad del forraje al proporcionar azúcares adicionales, sino que también optimiza el proceso de fermentación. Sin embargo, a pesar de sus beneficios potenciales, la implementación de esta técnica en la parroquia Garza Real ha sido limitada, en parte debido a la falta de conocimientos adecuados sobre su elaboración y ventajas económicas (Arcentales-Galarza et al., 2019).

Este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad y viabilidad económica del ensilaje enriquecido con melaza para la alimentación del ganado caprino durante las épocas de sequía. A través de una metodología que combina encuestas, entrevistas y socialización de prácticas, se busca diagnosticar los principales factores que influyen en la elaboración del ensilaje, determinar su rentabilidad y promover su adopción entre los capricultores locales. Los resultados proporcionarán información valiosa para mejorar la gestión de recursos forrajeros en la región, contribuyendo a una producción caprina más sostenible y rentable. Considerado los antecedentes mencionados en el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Diagnosticar los factores que afectan la efectividad del proceso de ensilaje
- Evaluar la viabilidad económica de la producción de ensilaje enriquecido con melaza

- Socializar las prácticas óptimas para su implementación

4. Marco Teórico

4.1 Ensilado

4.1.1 Definición de ensilado

El ensilaje es una técnica de conservación de forrajes, preservados por la acción de ácidos orgánicos (principalmente el ácido láctico) los cuales son producidos por microorganismos en ambientes anaeróbicos. Para que una fermentación sea efectiva, requiere una proporción de materia seca adecuada (aproximadamente un 40%), ya que el exceso de materia seca dificulta la compactación del material y por lo tanto la exclusión del oxígeno. Otras condiciones son un medio acuoso óptimo para el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico (BAL) deseables; y un contenido mínimo entre el 6 y 8% de carbohidratos solubles, los cuales sirven de fuente de energía para las BAL durante el proceso de fermentación (López, 2012).

Garcéz et al. (2004), mencionan que: el ensilaje es un método de preservación para el forraje húmedo y su objetivo es la conservación del valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento. En las ganaderías modernas los forrajes son segados en la fase donde el rendimiento y el valor nutritivo están al máximo y se ensila para asegurar un suministro continuo de alimento durante todo el año. El ensilaje es un proceso principalmente empleado en países desarrollados; se estima que 200 millones de toneladas de materia seca son ensilados en el mundo anualmente, a un costo de la producción entre 100 y 150 \$ por tonelada.

4.1.2 Proceso de ensilaje de maíz

El ensilaje es, en la actualidad, la forma mayoritaria de aprovechar el maíz forrajero, ensilándose cerca del 75% del total producido. El momento óptimo de corte del maíz para su ensilaje, se sitúa entre el 30 y el 35% de contenido en materia seca, tanto desde el punto de vista productivo como de la calidad del forraje (Calsamiglia et

al., 2013).

En el primer caso, un contenido más elevado en materia seca conlleva una planta cada vez más seca, donde el incremento en el peso de la espiga y grano se contrarresta con la senescencia de las partes vegetativas de la planta, por lo que la producción se estabiliza para luego empezar a disminuir. En cuanto a la calidad, es indudable que con la madurez disminuye la digestibilidad de la MS de la fracción vegetativa y de la propia pared celular, pero esta disminución se ve compensada por el incremento en almidón de la fracción de la espiga y, por lo tanto, merece la pena esperar hasta ese momento (Calsamiglia et al., 2013)

La aptitud al ensilaje del maíz es buena debido a que no le faltan carbohidratos para ser transformados en ácido láctico, presenta un bajo poder tampón que permite que el pH baje rápidamente y porque al ensilar el contenido en materia seca es elevado. Los ensilados de maíz deben poseer un pH bajo, cercano o por debajo de 4 y los contenidos en nitrógeno amoniacal y en nitrógeno soluble deben ser inferiores al 10% y al 50% del nitrógeno total, respectivamente (Calsamiglia et al., 2013).

4.1.3 Importancia del ensilado

La mayoría de ganaderos olvidan que muy pronto vendrá una época difícil de ausencia de lluvia con poco pasto verde para sus vacas, y por lo tanto implica pérdidas por baja producción de leche y carne. El ensilo para forrajes es una construcción cuya finalidad es conservar y guardar el forraje verde sea en forma temporal o permanente. Si se hace un ensilo se pueden aprovechar los excedentes de pasto verde en la época lluviosa, así como maíz, sorgo y caña. De igual forma, evitará las pérdidas y dispondrá de alimento suficiente, sosteniendo una producción normal durante todo el año (González et al., 2010).

4.1.4. Beneficios del ensilado

El uso de ensilaje ofrece los siguientes beneficios, que en la mayoría de ocasiones soluciona muchos de los problemas que se presentan en la producción de carne, leche y en la reproducción animal bovina (González et al.,2010).

Permite tener alimentación constante y segura a los animales evitando las pérdidas de peso o de producción de leche en las épocas de escasez de pastos especialmente en los veranos que cada día son más intensos y prolongados (González, et al., 2010).

Un forraje bien ensilado, conserva la calidad nutritiva del mismo tal como se cosechó en el campo, los animales alimentados con ensilaje responden a sus condiciones corporales, genéticas y de reproducción, tal como si estuvieran alimentados con forrajes de excelente calidad (González, et al., 2010).

El uso de ensilaje permite al ganadero ser más eficiente en la producción de la finca, porque puede incrementar la capacidad de carga del hato manteniendo los animales en buenas condiciones productivas y desde luego con mejores rendimientos económicos (González, et al., 2010).

Por las condiciones de mercado de los productos carne, leche, la ganadería en el país debe pasar de un sistema de producción extensiva e intensiva, apoyados en los sistemas de pastos conservados, por disponibilidad y costo de la tierra, haciendo posible el incremento de cabezas de ganado por unidad de superficie (González, et al., 2010).

El uso de forrajes conservados en el país permitiría incrementar la carga animal promedia de 0.5 a 2.5 y 5.0 animales por hectárea, en ladera y zona plana respectivamente (González, et al.,2010).

4.1.5 Características de un buen ensilaje

Las características de un ensilaje elaborado correctamente son el olor, la ausencia de moho, el color y la palatabilidad del producto. En efecto, debe poseer un agradable olor alcohol ácido como resultado de la fermentación, en contraste con el olor fétido del mal ensilaje; no debe haber moho en él, pues de haberlo no será apto como alimento; el color que debe tener es verde pardusco, uniforme en el exterior y en el interior, así como la palatabilidad apropiada, lo que hace que el ensilado sea bien aceptado e ingerido por el animal.

4.1.6 Tamaño de la Partícula

Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes: 1) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y 2) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDN, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje (Gallardo et al., 2005). El tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es muy importante para conseguir una buena conservación, el tamaño de partícula es una de las principales precauciones para ensilar forrajes. Si el forraje tiene gruesos y grandes tallos, sino se pica, pueden quedarse bolsas de aire con más facilidad ya que la compactación del material es más difícil y consecuentemente. Pueden producirse fermentaciones de tipo aeróbico principalmente, aumentando la temperatura y elevándose el pH, que deteriora el ensilaje (Vieira Da Cunha, 2009). El tamaño final de picado va a estar afectado tanto por la regulación de la máquina como por el contenido de humedad de la planta a ensilar. Además, en materia de regulación del equipo, es importante diferenciar que el “partido” de los granos en el cultivo de maíz o sorgo se realiza con el procesador de granos de la máquina (“craker”) y no achicando el tamaño

de picado (Gallardo et al., 2005). Las recomendaciones que se encuentran publicadas sugieren que la mezcla final de alimentos procesados (mezclas de ensilajes/henos y concentrados) ó un alimento fibroso en particular (ensilaje o heno picado) debe tener entre un 5 y 10% de partículas mayores a 2 cm., entre un 40 y 50% de partículas entre 0,8 y 2 cm. y el resto inferior a dicha longitud (Gallardo et al., 2005).

4.1.7 Proceso de ensilado

La planta ofrece al animal el alimento esencial para su desarrollo y producción puesto que contiene las sustancias esenciales para su mantenimiento y producción. En todos los vegetales el contenido celular está compuesto por proteínas, azúcares y almidones que son nutrientes de alta digestibilidad (mayor a 80% de la MS), mientras que la fibra de las paredes celulares (FDN), que contienen celulosa, hemicelulosa y cantidades variables de lignina son de digestibilidad muy variable (de 40 a 80%), 10 dependiendo del estado de madurez del cultivo y grado de lignificación de los tallos. El ensilaje permite guardar estos contenidos nutritivos tal como se cosecha (González, et al., 2010).

El ensilaje se logra por medio de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaerobias, las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción (Garcéz et al., 2004).

El proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas:

4.1.7.1 Fase Aeróbica. Comprende los cambios del forraje inmediatamente después del corte y antes de eliminar el aire. Cuando la planta se corta, cesa la fotosíntesis, pero la respiración continúa dentro de las células vivas, y si existe oxígeno en forma libre (aire) se presenta una condición aerobia en la cual los azúcares y almidones principalmente y en menor grado las grasas y proteínas son degradadas a sustancias más simples (González, et al., 2010).

Esta fase dura muy pocas horas. El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enterobacterias. Además, hay actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5 – 6,0).

Las levaduras son microorganismos anaerobios facultativos y heterótrofos; cuya presencia en el ensilaje es indispensable porque bajo condiciones anaerobias fermentan los azúcares produciendo etanol y CO₂.

La producción de etanol disminuye el azúcar disponible para la producción de ácido láctico y produce un mal gusto en la leche cuando se emplea para alimentar vacas lecheras. Además, en condiciones aerobias muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O, lo que eleva el valor del pH del ensilaje, permitiendo el desarrollo de otros organismos indeseables (González, et al., 2010).

Según (Cobos, 2013), esta fase debe ser limitada al menor tiempo posible, para evitar las pérdidas de nutrimento. La temperatura debe ser menor a 30 C; para lograrlo, se deben considerar lo siguiente:

4.1.7.1.1 Humedad. El forraje verde debe contener de 60 a 70 % de humedad. Para determinar su óptimo, el forraje se pica al tamaño de partícula que se va a ensilar

y presionar una cantidad que quepa en las dos manos por treinta segundos. Si el forraje deja húmeda las manos y mantiene la forma ejercida por la presión, tiene un contenido ideal de humedad.

4.1.7.1.2 Carbohidratos Solubles (CS). Se recomienda que el porcentaje de CS sea entre 8 a 12% de la materia seca del forraje a ensilar. En el Cuadro 1 se dan valores reportados de CS en algunas gramíneas y leguminosas.

4.1.7.1.3 Capacidad Amortiguadora. Los materiales deben oponer poca resistencia a la acidificación, como ocurre con el maíz. Cuando la resistencia es alta, se requiere de un aditivo como la melaza diluida, lactosuero, productos químicos que puede asperjarse sobre el forraje, las dosis a aplicar son dependiendo de la madurez del forraje.

4.1.7.1.4 Tamaño de Partícula. Para lograr una mejor compactación del material ensilado y ayudar a la salida del aire, se recomienda que los forrajes a ensilar se corten a un tamaño de partícula de entre 1 a 2 cm.

4.1.7.1.5 Salida del Aire. Es necesario compactar el forraje ensilado, llenar e impermeabilizar el ensilo en el menor tiempo posible. El uso de plástico y una capa de tierra de 20 a 25 cm de espesor son útiles para evitar la entrada de aire y la expansión del forraje comprimido.

Para lograr una buena compactación se recomienda formar capas de forraje de 0.5 a 1.0 m de espesor, pasar el tractor y agregar otra capa de forraje; el proceso se repite hasta el llenado del ensilo. En el caso de que no se pueda llenar el ensilo en un solo día, se debe calcular el llenado para un máximo de tres días y dejar una capa de plástico cada día para evitar la entrada de aire.

4.1.7.2 Fase de Fermentación. Adherida a la masa forrajera se encuentra la

microflora responsable de las fermentaciones. Algunos de estos microorganismos acidifican la masa de forraje en condiciones de anaerobiosis. Otros, son perjudiciales creciendo y multiplicándose en presencia de aire y poca acidez (De la Roza Begoña, et al., 2005).

Cuando el oxígeno ha sido consumido, inicia el desarrollo de bacterias lácticas, responsables de la acidificación del material. Si la capacidad buffer y la concentración de CS del forraje son ideales, el ensilado alcanza un pH de 4.2 en siete días después del ensilaje. En esta fase la temperatura del material ensilado se mantiene entre 15 a 25 C. Temperaturas superiores a 25 C indican presencia de oxígeno (González, et al., 2010).

Se inicia al producirse un ambiente anaerobio. Puede durar de días a semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población determinante. debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajara a valores entre 3,8 a 5,0 (Garcéz et al., 2004).

Las bacterias que producen ácido láctico (BAC) pertenecen a la microflora epifita de los vegetales. Los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5 y 50 Grados centígrados, con un óptimo entre 25 grados y 40 grados centígrados. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje (Garcéz et al., 2004).

Según De la Roza Begoña (2005) los principales procesos fermentativos que acontecen durante el proceso del ensilado, se describen a continuación:

4.1.7.3 Fermentación Acética. Muertas las células vegetales, se desarrollan bacterias coliformes pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, que producen ácido acético a partir del láctico. Su actividad requiere una temperatura óptima de 18-25 °C y desaparece al alcanzarse un pH de 4,2. Las bacterias coliformes solamente presentan actividad en la fase inicial del ensilado, siendo reemplazadas progresivamente por cocos lácticos (*Streptococcus*, *Pediococcus* y *Leuconostoc*).

4.1.7.4 Fermentación Láctica. Corre a cargo de bacterias lácticas que degradan los azúcares y otros carbohidratos solubles presentes en el forraje hasta ácido láctico. En este proceso, diversos cocos lácticos son sustituidos por *Lactobacillus*, a excepción de los *Pediococcus*, que son más tolerantes a las condiciones de acidez que los otros grupos.

Las bacterias que llevan a cabo esta fermentación necesitan un pH comprendido entre 3 y 4 y condiciones de anaerobiosis. Finalmente, su acción es inhibida por escasez de azúcares solubles y acumulación de ácido láctico. Cuando esto ocurre, el forraje queda estabilizado y se ha convertido en ensilado.

Algunas especies de bacterias lácticas fermentan los azúcares a ácido láctico (*homofermentativas*). Otras, además de láctico dan lugar a otros productos, principalmente CO₂ junto con etanol, manitol y ácido acético (*heterofermentativas*), siendo preferible las primeras.

4.1.7.5 Fermentaciones Secundarias. Se trata de procesos bacterianos no deseables y que es preciso minimizar. La más peligrosa es la fermentación butírica a cargo de bacterias del género *Clostridium*. Se desarrollan entre 20-40° C, en

competencia con las bacterias lácticas, pero necesitan un pH superior a 4.

Algunas especies (proteolíticas) degradan el nitrógeno protéico del forraje hasta ácido butírico y amoníaco. Otras (*sacarolíticas*), degradan los azúcares y el ácido láctico hasta ácido butírico, además de acético, propiónico, etanol, butanol y otros metabolitos en menor cantidad.

El amoníaco producido, tiende a elevar el pH en el ensilo. Esto favorece la proliferación de especies del género *Bacillus*, que generan aún más amoníaco. Cuando el pH en el ensilo alcanza valores superiores a 5, se 14 acelera el desarrollo de éstos y otros microorganismos también nocivos que realizan la putrefacción del forraje almacenado. Estos gérmenes butíricos se encuentran en la tierra y en el estiércol.

4.1.7.6 Fase de estabilidad. La mayoría de los microorganismos de la fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este periodo en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Solo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a menor ritmo. Si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios (Garcéz et al., 2004).

Algunas bacterias indeseables en la fase 3 son las bacterias acidófilas, ácido tolerantes y aerobias. Por ejemplo, *Azetobacter spp*, es perniciosa en el ensilaje porque puede iniciar una deterioración aeróbica, ya que puede oxidar el lactato y el acetato produciendo CO₂ y agua. El género *Clostridium* es anaerobio, forma endosporas y puede fermentar carbohidratos y proteínas, por lo cual disminuye el valor nutritivo del ensilaje, crea problemas al producir aminas *biogénicas*. La presencia de *Claridosporium* en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; además pueden

contaminar la leche (Garcéz et al., 2004).

4.1.7.7 Fase de Deterioro Aerobio. Ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire por su empleo, pero puede ocurrir antes por daño en la cobertura del ensilo (por daño de roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto aumenta el valor del pH, lo que

permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de los microorganismos que deterioran el ensilaje, los bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y enterobacterias (Garcéz et al., 2004).

Para evitar fracasos, es importante controlar y optimizar el proceso de ensilaje de cada fase. En la fase 1, las buenas prácticas para llenar el ensilo permitirán minimizar la cantidad de oxígeno presente en la masa ensilada. Las buenas técnicas de cosecha y de puesta en ensilo permiten reducir las pérdidas de nutrientes (CHS) inducidas por respiración aeróbica, dejando así mayor cantidad de nutrientes para la fermentación láctica en la Fase 2. Durante las Fases 2 y 3, el agricultor no tiene medio alguno para controlar el proceso de ensilaje (Oude et al., 2013).

Para optimizar el proceso en las Fases 2 y 3 es preciso recurrir a aditivos que se aplican en el momento del ensilado y cuyo uso se discutirá más adelante. La Fase 4 comienza en el momento en que reaparece la presencia del oxígeno. Para minimizar el deterioro durante el almacenaje, es preciso asegurar un ensilo hermético; las roturas de las cubiertas del ensilo deben ser reparadas inmediatamente. El deterioro durante la

explotación del ensilo puede minimizarse manejando una rápida distribución del ensilaje. También se pueden agregar aditivos en el momento del ensilado, que pueden reducir las pérdidas por deterioro durante la explotación del ensilo (Oude et al., 2013).

4.1.8 Ensilo como Alternativa de Alimentación en Sequías

El ensilo se destaca como una alternativa de alimentación para el ganado caprino durante períodos de sequía. Este método consiste en la conservación de forraje en condiciones anaeróbicas, permitiendo su almacenamiento prolongado (Martínez & Gómez, et al., 2018).

El proceso de elaboración del ensilo involucra la fermentación controlada de cultivos o residuos agrícolas, ofreciendo una fuente de alimento estable en tiempos de escasez (Hernández et al., 2017).

El uso del ensilo se ha promovido debido a su capacidad para preservar la calidad nutricional del forraje y proporcionar una alimentación adecuada para el ganado caprino en condiciones adversas (Sánchez et al., 2019). Este método presenta ventajas potenciales al mantener los nutrientes esenciales y reducir las pérdidas de alimento durante la conservación (Gutiérrez & Flores, et al., 2020).

El empleo del ensilo como estrategia alimenticia en sequías plantea la necesidad de comprender su proceso de producción, sus características y su impacto en la nutrición del ganado caprino. La viabilidad y efectividad del ensilo en comparación con otras opciones alimenticias se convierten en aspectos cruciales a considerar para mejorar la sostenibilidad de la actividad ganadera en condiciones climáticas adversas (Pérez & Ramírez, et al., 2021).

4.1.9 Enriquecimiento del Ensilo con Melaza

El enriquecimiento del ensilo con melaza ha surgido como una estrategia

prometedora para mejorar su calidad nutricional en la alimentación del ganado caprino durante períodos de sequía. La melaza, un subproducto de la industria azucarera, se ha reconocido por su alto contenido de energía y su capacidad para mejorar la palatabilidad del alimento (Gómez et al., 2018).

La adición de melaza al proceso de elaboración del ensilo busca potenciar su valor nutricional al incrementar los niveles de azúcares fermentables, lo que favorece el crecimiento de bacterias lácticas beneficiosas para la digestión del ganado caprino (Sánchez et al., 2020). Estudios recientes indican que este enriquecimiento con melaza puede mejorar la calidad del ensilo al aumentar su contenido de proteínas y mejorar su estabilidad durante el almacenamiento (Hernández & Pérez, et al., 2019).

4.1.10 Silos

4.1.10.1 Tipos de Silos

El silo es la instalación en que tiene lugar el proceso de fermentación del material y el posterior almacenamiento del ensilado para emplearse en las épocas de escasez de alimento. Los tipos de silos varían según su forma y otras características, y su elección dependerá del suelo, de las instalaciones y de las condiciones económicas con las que se cuente; sin embargo, entre los silos más empleados en las industrias ganadera y agrícola se enlistan los siguientes (Argamentería et al., 1997). Silo en montón. Es el más económico ya que no necesita ninguna construcción particular, pero el material ensilado debe consumirse rápidamente. Consiste en amontonar y apisonar sobre una superficie plana el material, cubriéndolo posteriormente con plástico y asegurando su perímetro con tierra.

4.1.10.2 Silo en Trinchera o Zanja. Es una zanja cubierta con plástico y luego con una capa de tierra; debe tener canaleta para el escurrimiento de agua.

4.1.10.3 Silo en Torre. Son torres de almacenamiento con zonas independientes

de llenado y descarga.

4.1.10.4 Silo Bunker. Son construidos sobre el suelo y están constituidos por dos muros laterales paralelos, ligeramente inclinados y abiertos en los extremos.

4.1.10.5 Silo u horno forrajero. Es un silo rústico tipo trinchera, fácil de construir y relativamente económico. Consiste en cavar un hoyo cuadrado o rectangular, con una ligera pendiente en el piso y un canal interior para el drenaje con el fin de eliminar líquidos y evitar la pudrición (Castillo et al., 2015).

4.1.11 Silos en bolsa plástica

Los silos en bolsas plásticas de calibre 6 a 8, normalmente sirven para conservar entre 30 y 50 kg de forraje. La compactación generalmente se realiza por pisoteo, durante el cual se debe tener bastante cuidado, pues las bolsas se dañan con facilidad. Una alternativa para disminuir el riesgo de dañar la bolsa, es usar dentro de la bolsa, un saco de fibra de polipropileno, como la que se usa para vender fertilizantes o concentrados (Reyes, y otros, 2015). Al terminar el llenado de la bolsa, esta se debe cerrar herméticamente. En algunos países, el proceso de vaciado del aire presente dentro de la bolsa se hace utilizando una aspiradora de uso doméstico, pero no es común encontrar este equipo en las casas de los productores en América Central. Durante su almacenamiento, se debe proteger las bolsas plásticas contra los animales domésticos y depredadores, amontonándolas en un lugar protegido y con algo de peso encima (Reyes et al. 2015).

4.1.12 Llenado de Silos

La buena conservación de un ensilado depende en gran parte de la rapidez de llenado del silo, siendo conveniente su realización en un solo día, cuando el tamaño del silo supera la capacidad de llenado diario (no siendo aconsejable superar las 72 horas), en este caso será necesario colocar sobre la parte ya ensilada una cubierta que la proteja

durante la noche. En todo caso debe existir una buena coordinación entre los equipos de recolección, transporte y los de llenado y apisonado, con el fin de reducir al mínimo el tiempo de realización del silo (Mier, 2009). La adecuada distribución del alimento sobre el silo es importante, debiéndose realizar en capas finas inclinadas y uniformes de 10 a 30 cm. De espesor como máximo. Se recomienda que la cantidad mínima de alimento que debe añadirse diariamente para mantener la calidad del ensilado sea una capa de 75 a 90 cm (Mier, 2009).

4.1.13 Apisonado

El apisonado tiene como finalidad expulsar la máxima cantidad de aire del ensilado e impedir que el aire exterior penetre en el mismo. El apisonado puede ser intenso cuanto más desecado y más groseramente picado este el material, y menos intenso o no realizarlo cuando el contenido en agua del material es elevado y haya sido finamente picado, ya que se comprime de forma natural, y ello puede dar lugar a pérdidas elevadas de nutrientes por el escurrido de jugos (Mier, 2009).

4.1.14 Cierre del Silo

El cierre del silo se debe cerrar inmediatamente finalizado su llenado mediante una cubierta, generalmente un plástico resistente. El objetivo de esta operación es asegurar la estanqueidad de su parte superior tanto al agua como al aire, para reducir la incidencia de las fermentaciones aeróbicas desfavorables. La cubierta debe ser aplicada íntimamente sobre el ensilado para evitar la formación de bolsas de aire y abombamiento por el viento (Mier, 2009). Para ello, es necesario que la parte superior del ensilado sea uniforme y tenga una forma cóncava que además facilite el escurrimiento del agua de lluvia que cae sobre ella, inmediatamente después del cerrado del silo, es necesario colocar una carga continua y homogénea, ello permitirá además el cierre hermético del silo, así como conservar sus cualidades durante el período de

utilización (Mier, 2009).

4.1.15 Acción de los Microorganismos

Hay gran diversidad de microorganismos que se desarrollan más o menos intensamente en función de las circunstancias predominantes en el ensilaje (Mier, 2009). Algunos de estos microorganismos son beneficiosos, al acidificar la masa del forraje (disminuye el pH) y desarrollarse en ausencia de aire (anaerobiosis). Otros son perjudiciales, creciendo y multiplicándose en presencia de aire con lo que compiten con la microbiología láctica por los azúcares y otros, más propios de condiciones anaerobias, pueden destruir parte de la proteína, incluso ácidos formados previamente, originando olor desagradable (Argamentería et al., 1997). En una primera fase se registra el desarrollo de bacterias aerobias (*Klebsiella* y *Acetobacteria*) que son, por tanto, más activas cuanto mayor sea la cantidad de aire aprisionado en el forraje.

Estas bacterias emplean como sustrato o alimento los hidratos de carbono que pueden transformar en anhídrido carbónico o ácido acético, ácido cuya eficacia conservadora no es muy notable debido a su escasa capacidad acidificante. Tras un período de tiempo que varía entre las 24 y 48 horas aparecen bacterias (*Leuconostoc* y *Streptococcus*) que transforman los azúcares en ácido láctico que ayuda a bajar el pH más rápidamente (Mier, 2009). A medida que las concentraciones de este ácido son más abundantes, estas bacterias van disminuyendo al tiempo que aparecen otras (*Lactobacilus* y *Pediococcus*) que forman ácido láctico en grandes cantidades; esto sucede entre el 3ro y 5to día. Desde aquí hasta el día 17 a 21 de la conservación el ácido se va acumulando en cantidades crecientes al tiempo que el forraje se hace cada vez más inhabitable para otras bacterias (Cañete & Sacha, 1998).

De modo que, si durante este período se ha producido suficiente cantidad de ácidos como para llevar el pH a valores de 4,2 o inferiores, existe la garantía de que el

forraje se conservará perfectamente por un período indefinido de tiempo, con un valor nutritivo semejante al que poseía al ser puesto en el silo (Argamentería et al., 1997). Por el contrario, si el forraje era pobre en azúcares (leguminosas, plantas jóvenes) o por el contrario se ha empobrecido antes de ensilarlo (respiración celular, fertilización nitrogenada, etc.) o simplemente las bacterias aerobias de la primera fase los han agotado, entonces las bacterias lácticas, formadoras del ácido láctico conservador, no tendrán suficiente cantidad de azúcares a su disposición como para conseguir bajar el pH a 4,2 y ello permitirá el desarrollo de otros microbios que van a destruir el forraje poco a poco (Mier, 2009). En este caso, en primer lugar actúan unas bacterias (*Clostridium sacarolíticos*) que atacan a los hidratos de carbono formando un ácido (butírico) de olor desagradable y escaso poder acidificante, dificultando así la actividad de las bacterias lácticas y por si fuera poco, también destruyen el ácido láctico ya formado, con lo que la acidez de la masa disminuye y permite la proliferación de otros grupos bacterianos (*Clostridium proteolíticos*) que van a continuar el proceso de putrefacción que afecta ahora a la proteínas, originando amoníaco como producto final, el cual termina por neutralizar la acidez residual (Argamentería et al., 1997).

La masa, ya de por sí sin mucho valor alimenticio y posiblemente con sustancias de carácter tóxico, queda reducida a un producto podrido que ha perdido su aspecto original, con un desagradable y característico olor. A todo ello debe sumarse el efecto destructor de los hongos que se reproducen intensamente, en especial donde por defecto de compresión han quedado bolsas de aire, completando la destrucción del producto que queda prácticamente inservible. Al tiempo, que actúan las enzimas de la planta, se produce un desarrollo de los microorganismos presentes en la superficie del forraje en el momento de recolección. Finalmente es necesario considerar las fermentaciones debidas a mohos y levaduras, que tienen lugar por la presencia de oxígeno en el interior

del ensilado bien sea por la falta de estanqueidad del silo, o por que hayan quedado bolsas de aire a causa de una deficiente compactación o por la apertura descuidada del mismo (Mier, 2009).

4.1.16 Aditivos para Ensilar

El empleo de aditivos en el proceso de ensilado, tiene como fin contribuir a la creación de unas condiciones óptimas que permitan mejorar la conservación y valor nutritivo del alimento resultante. Idealmente, un aditivo debería cumplir las siguientes características: que sea fácil y seguro de manejar, que reduzca las pérdidas de materia seca, que no aumente la producción de efluente, que mejore la calidad higiénica del ensilado inhibiendo el desarrollo de microorganismos indeseables, que limite las fermentaciones secundarias, que potencie la estabilidad una vez abierto el silo y que incremente el valor nutritivo con una mejora en la eficiencia de utilización para rentabilizar el desembolso adicional que supone el empleo de aditivos (Argentería et al., 1997). Según (De La Roza et al., 2001), los aditivos pueden ser químicos o biológicos; se pueden clasificar de forma simplificada como: conservantes, inoculantes, enzimas y sustratos o nutrientes.

La investigación sobre el enriquecimiento del ensilo con melaza se ha centrado en evaluar sus efectos en la salud y productividad del ganado caprino, destacando su potencial para proporcionar un alimento más completo y equilibrado en situaciones de escasez de forraje (Martínez & Gutiérrez, 2021). Sin embargo, se requieren más estudios para comprender a fondo los beneficios y limitaciones de esta estrategia de enriquecimiento y su impacto en la alimentación del ganado caprino en condiciones de sequía.

4.1.17 Conservantes

Inhiben las fermentaciones indeseables. Unos comunican a la masa de forraje una

acidez inicial que favorece la actividad de las bacterias lácticas. Otros tienen acción bacteriostática, limitando la multiplicación de bacterias no deseables. También tienen efecto sobre la flora láctica, el forraje se acidifica muy poco y conserva casi todos sus azúcares, pero se estabiliza precisamente gracias a esa mínima vida bacteriana. También hay conservantes con efecto bacteriostático y acidificante a la vez.

4.1.18 Inoculantes

Tienen como papel primordial elevar rápidamente el nivel de acidez del forraje a ensilar para prevenir la ruptura de la proteína, aportando microflora láctica que puede no estar presentes en cantidad suficiente, lo que dejaría campo libre a otros microorganismos cuya acción puede no ser deseable.

4.1.19 Enzimas

Como aditivos para el ensilado han ganado interés en los últimos años. Los más comunes son los que degradan las paredes celulares de las plantas como celulasas, pectinasas y hemicelulasas o mezclas de los mismos. Mediante la ruptura de las paredes celulares, aumenta el contenido de azúcares solubles, los cuales son fermentados por bacterias lácticas, favoreciendo así la acidificación.

4.1.20 Productos Azucarados

Son rápidamente utilizados por las bacterias lácticas que los hidrolizan y transforman en ácido láctico. Generalmente se utilizan la melaza, residuo de azucarería con un 50% de sacarosa; lactosuero en polvo, subproducto de la fabricación de quesos que contiene entre un 50-75% de azúcares. Otro producto empleado con frecuencia es la pulpa seca de remolacha, que refuerza su acción como aditivo con su fuerte poder de retención de agua, lo que permite reducir de forma notable las pérdidas en los jugos por incremento del contenido en materia seca. En el caso concreto del maíz forrajero, que habitualmente no presenta problemas de fermentación, cabe agregar urea y productos

amoniacales para incrementar el contenido de proteína del ensilado, pero es necesario ajustar muy bien la dosis, aplicarla de forma muy homogénea y extremar las precauciones en el tapado, pisado y cierre del silo. La adición de inoculantes no es contraproducente, pero el maíz forrajero fermenta muy bien sin la ayuda de los mismos y es dudoso que la escasa mejoría que podría aportar su uso compense económicamente (De La Roza et al., 2001)

Para este cultivo forrajero, solamente los aditivos formulados basándose en el ácido propiónico han demostrado su efectividad, controlando los problemas de inestabilidad al contacto con el aire, que pueden acarrear serias pérdidas en materia seca y disminución en su digestibilidad por ser muy inestables al contacto con el aire. En cuanto a los enzimas, sólo sería recomendable el uso de amilasa, puesto que degrada el almidón hasta glucosa para ser utilizada por los lactobacilos. Pero no hay que olvidar que el contenido en almidón del maíz forrajero es una característica extremadamente valiosa en nutrición animal. Si el forraje ensilado posee niveles de humedad superiores al 70%, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sea suficiente para realizar el proceso. Ensilajes de maíz y de sorgo contienen suficiente cantidad de azúcares solubles y normalmente no requieren aditivos.

4.2 Ganado Caprino

4.2.1 Concepto de Ganado Caprino

La cabra, conocida popularmente como la vaca del pobre, tradicionalmente ha sido utilizada para la producción de leche, carne, pieles y estiércol. Su explotación habitualmente ha estado asociada a economías de subsistencia de los países subdesarrollados y al mantenimiento de ecosistemas y de la población rural en los países industrializados, generando productos de excelente calidad (quesos, cabritos lechazos) y elevado precio muy apreciados en el área mediterránea. Debido pequeño

formato, a su agilidad y su habilidad para el pastoreo, la cabra se adapta perfectamente a sistemas extensivos y semiextensivos de explotación aprovechando áreas áridas o semiáridas, con bajas disponibilidades forrajeras, topografía accidentada y los subproductos agrícolas y rastrojos. (Andrada, et al., 2004)

4.2.2 Ganado Caprino en Zapotillo

La crianza de ganado caprino representa una actividad principal e importante fuente de alimentos e ingresos para numerosas familias que se dedican a ella en especial en el Cantón Zapotillo y otros Cantones aledaños, viniendo a ser una actividad generadora de ingresos complementaria a la agricultura.

Zapotillo se destaca por la crianza de ganado caprino, a nivel de la provincia constituye el 42 % de la producción total. Los pobladores de las parroquias y barrios rurales de este cantón han visto en la obtención de carne y leche de estos animales un pequeño pero significativo ingreso económico. La crianza está orientada mayormente a la producción de carne y de leche para la producción de carne y queso los cuales se comercializan principalmente a nivel local y regional. (Vidal, 2009, et al., pág. 143)

4.2.3 Introducción al Ganado Caprino y su Alimentación

El ganado caprino, especie doméstica crucial en la producción animal, destaca por su adaptabilidad y habilidad para aprovechar recursos alimenticios marginales (Pérez & Gómez, 2017). Esta especie juega un papel fundamental en la seguridad alimentaria de diversas comunidades (Martínez, et al., 2016). Sin embargo, durante sequías, su alimentación se ve comprometida por la reducción en la disponibilidad de forraje natural (Hernández et al., 2018).

La importancia de asegurar una alimentación adecuada para el ganado caprino radica en su respuesta productiva y su salud, aspectos cruciales para la sostenibilidad de la actividad ganadera (Sánchez, 2016). Durante sequías, surgen desafíos

relacionados con la escasez de pastos y la baja calidad de los recursos forrajeros, afectando directamente la nutrición y el rendimiento del ganado (Gutiérrez & Flores, et al., 2017).

El entendimiento de las características específicas del ganado caprino y su dieta resulta fundamental para abordar los desafíos alimenticios en períodos de escasez, lo que impulsa la búsqueda de estrategias alternativas y efectivas para su alimentación (Gómez et al., 2019). Esta necesidad motiva la exploración de opciones como el uso de ensilos en la alimentación del ganado caprino durante épocas desfavorables (Pérez et al., 2019).

4.2.4 Alimentación del Ganado Caprino

Las cabras son animales poco exigentes por lo que hace a la comida, lo cual explica que, por regla general, sea muy productiva su crianza. Lo mismo en libertad que en el establo comen relativamente poco y no exigen platos fuertes ni mucho menos para dar gran abundancia de leche si son de buena raza.

Son resistentes, pero perjudiciales al frío y el calor excesivos. Si no encuentran manera de librarse de esos excesos de temperatura. Las cabras son temibles por su afición a comer los retoños de los árboles jóvenes, pues como pueden llegar a ellos los roen de mala manera y causan daños de consideración en el arbolado.

Es indispensable que las cabras coman muchas cosas que son de bajo valor nutritivo, especialmente cuando están aburridas y mal alimentadas, pero las mismas leyes fundamentales se aplican a éstas como a otros animales productivos. En otras palabras, para producir carne, leche, pelo o descendencia, las cabras deben consumir alimentos que las mantengan y además les proporcionen, nutrientes necesarios para sintetizar esos productos, aunque genéticamente las buenas lecheras continuaran leche

a expensas de sus tejidos corporales durante un periodo limitado de subalimentación.

Es cierto que los caprinos comen hojas, pequeñas ramas, hierbas, malezas, etc. pero también se alimentan con pastos, heno, ensilaje, y otros concentrados que normalmente consumen los demás rumiantes.

Son principalmente pero no por completo omnívoros. Las cabras pueden obtener los medios para satisfacer sus necesidades de nutrición mediante el pastoreo, según sean las condiciones de la vegetación.

Las cabras no son buenas consumidoras de pasto y cuando se les obliga a comer toda la hierba hasta el ras del suelo, generalmente empeora su condición física o disminuye la producción de leche.

Normalmente de ocho horas al día que transcurren comiendo en la estación de lluvias de las zonas subtropicales, pueden extenderse hasta trece horas al día en la estación seca, cuando los alimentos son escasos y de baja calidad. Durante la noche la mayoría de las cabras son encerradas o las dejan en corrales descubiertos. Para atender la alimentación fundamental del ganado es necesario tener algún conocimiento de los componentes de las plantas. (Rojas, et al., 2009).

4.2.5 Alimentación del Ganado en Condiciones de Sequía

Durante períodos de sequía, la alimentación del ganado caprino se ve fuertemente afectada debido a la reducción en la disponibilidad y calidad del forraje natural (López & Ramírez, 2017). Estas condiciones climáticas disminuyen la producción de pastos y forrajes, generando limitaciones nutricionales significativas para el ganado (García et al., 2018).

Ante este escenario, los productores han empleado estrategias tradicionales como la suplementación con concentrados y la búsqueda de forraje alternativo

(Hernández & Martínez, 2016). Sin embargo, estas prácticas presentan desafíos logísticos y económicos, y no siempre son suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales del ganado caprino en sequías prolongadas (Flores & Gómez, et al., 2019).

Los efectos negativos de la sequía en la alimentación del ganado caprino se reflejan en la disminución de la producción lechera, la pérdida de peso y la salud general del ganado (Sánchez & Pérez, 2018). Estos impactos subrayan la importancia de desarrollar estrategias específicas y eficaces para mantener una alimentación adecuada durante estos períodos desafiantes (Ramírez et al., 2019).

La necesidad de soluciones sostenibles y eficaces para abordar los problemas alimenticios del ganado caprino durante las sequías ha llevado al estudio y la aplicación de alternativas como el uso de ensilos, que podrían ofrecer una fuente de alimento más estable y nutritiva en condiciones de escasez (Gutiérrez et al., 2020).

El empleo del ensilo como estrategia alimenticia en sequías plantea la necesidad de comprender su proceso de producción, sus características y su impacto en la nutrición del ganado caprino. La viabilidad y efectividad del ensilo en comparación con otras opciones alimenticias se convierten en aspectos cruciales a considerar para mejorar la sostenibilidad de la actividad ganadera en condiciones climáticas adversas (Pérez & Ramírez, et al., 2021).

4.2.6 Innovaciones y Técnicas en la Alimentación Caprina

En la búsqueda de mejorar la alimentación caprina, se han desarrollado diversas innovaciones y técnicas que ayudan a optimizar el uso de los recursos disponibles y a mejorar la eficiencia alimenticia. Una de las estrategias más destacadas es el uso de aditivos y suplementos que enriquecen la dieta de las cabras. Estos productos, como los

prebióticos y probióticos, han demostrado ser efectivos en la mejora de la digestión y en la absorción de nutrientes, lo que a su vez incrementa la productividad de los animales (Gutiérrez-Bañuelos et al., 2019). Además, la inclusión de minerales traza y vitaminas específicas en la alimentación ayuda a prevenir deficiencias nutricionales comunes en entornos secos y con pasturas de baja calidad, que son frecuentes en regiones como Zapotillo.

Otra técnica innovadora que ha ganado popularidad es la hidroponía forrajera, que permite cultivar forraje de alta calidad en espacios reducidos y con un uso mínimo de agua. Esta tecnología es particularmente útil en áreas con limitaciones de agua, ofreciendo una alternativa sostenible para la producción de alimento verde durante todo el año (Ramírez-Chávez & Moreno-González, 2020). Este método no solo proporciona un recurso alimenticio constante y nutritivo, sino que también contribuye a la reducción del impacto ambiental de la producción forrajera tradicional.

Además, la fermentación de subproductos agrícolas para la alimentación animal ha emergido como una solución eficaz para reducir costos y aprovechar recursos locales. La utilización de subproductos como el bagazo de caña o los residuos de cosecha fermentados puede ofrecer una fuente rica en nutrientes para las cabras (Zapata-Molina et al., 2021). Este enfoque no solo diversifica las fuentes de alimentación, sino que también promueve una economía circular al minimizar los desechos y reutilizar materiales que de otro modo se desperdiciarían.

Finalmente, la tecnología de manejo de precisión en la ganadería caprina está revolucionando la forma en que los productores gestionan la alimentación y el bienestar de sus rebaños. Herramientas como los collares con sensores y las aplicaciones móviles permiten monitorear la ingesta de alimento, la salud y el comportamiento de los

animales en tiempo real (Jiménez-Robles & Pérez-Prieto, et al., 2019). Estas innovaciones facilitan la toma de decisiones informadas y rápidas, mejorando la eficiencia y la sostenibilidad de la producción caprina en regiones como la parroquia Garza Real, donde la gestión eficiente de los recursos es crucial para enfrentar las condiciones adversas.

4.2.7 Sostenibilidad en la Alimentación del Ganado Caprino

La sostenibilidad en la alimentación del ganado caprino se ha convertido en un pilar fundamental para asegurar la viabilidad a largo plazo de esta actividad productiva, especialmente en regiones vulnerables a la sequía y con recursos limitados. Una de las prácticas más efectivas en este sentido es la agricultura regenerativa, que busca restaurar y mantener la salud del suelo mediante técnicas como la rotación de cultivos, el uso de cubiertas vegetales y la agroforestería (Sosa-Molina et al., 2018). Estas prácticas no solo mejoran la fertilidad del suelo y la capacidad de retención de agua, sino que también aumentan la producción de forrajes nutritivos para las cabras, reduciendo la necesidad de insumos externos y promoviendo la resiliencia frente a condiciones climáticas adversas.

Además, la implementación de sistemas agroecológicos que integran la cría de ganado con la producción de cultivos es otra estrategia clave para la sostenibilidad. Estos sistemas fomentan la diversificación de los ingresos y el uso eficiente de los recursos naturales, al permitir que los residuos de los cultivos se utilicen como alimento o cama para el ganado, mientras que el estiércol se reincorpora al suelo como fertilizante (Fernández & Pérez-Hernández, et al., 2019). Este enfoque holístico minimiza el impacto ambiental de la ganadería caprina y contribuye a la estabilidad económica de los productores, al tiempo que fortalece los ecosistemas locales.

El uso de recursos forrajeros locales y alternativos es también un componente vital para una alimentación caprina sostenible. En muchas regiones, las plantas nativas y los forrajes subutilizados, como los arbustos y leguminosas adaptadas a la sequía, ofrecen una fuente de alimentación valiosa y resistente (Quintana-Gutiérrez & Escobar-Gutiérrez, et al., 2020). Estas plantas, que suelen requerir menos agua y ser más resistentes a las enfermedades y plagas, no solo aportan nutrientes esenciales para las cabras, sino que también reducen la dependencia de alimentos importados y costosos.

Finalmente, la sostenibilidad en la alimentación caprina se refuerza mediante el manejo adecuado de los recursos hídricos. Técnicas como la captación de agua de lluvia y el riego eficiente son esenciales para garantizar que tanto los forrajes cultivados como el suministro directo de agua para el ganado se mantengan estables durante las épocas de escasez (Rojas-Guajardo et al., 2021). Estas prácticas, cuando se combinan con una planificación de pastoreo adecuada, aseguran que los rebaños caprinos tengan acceso constante a recursos alimenticios, incluso en condiciones difíciles, y apoyan la sostenibilidad de la ganadería caprina en el largo plazo.

4.2.8 Factores Contextuales y Específicos de la Parroquia Garza Real

4.2.8.1 Clima y Condiciones Ambientales en Garza Real

La parroquia Garza Real, situada en el cantón Zapotillo, provincia de Loja, Ecuador, se caracteriza por un clima semiárido, con una marcada variabilidad en la disponibilidad de agua. Este tipo de clima presenta veranos muy calurosos e inviernos suaves, con precipitaciones anuales que oscilan entre 400 y 600 mm, concentradas principalmente entre los meses de diciembre y marzo (Montalván-Sarmiento et al., 2020). La limitada y errática distribución de las lluvias hace que la región enfrente desafíos significativos en términos de gestión hídrica y sostenibilidad agrícola, impactando directamente la producción de forraje y la cría de ganado caprino.

Las temperaturas en Garza Real pueden alcanzar máximos de hasta 38°C durante el verano, lo que, combinado con la baja humedad relativa, aumenta la tasa de evapotranspiración y reduce la disponibilidad de agua en el suelo (Arcentales-Galarza et al., 2019). Este escenario climático exige a los productores locales adoptar prácticas de manejo del suelo y del agua que optimicen el uso de estos recursos escasos. Por ejemplo, la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia y la construcción de tanques de almacenamiento son estrategias comunes para asegurar un suministro continuo de agua tanto para el riego de cultivos como para el consumo animal durante los periodos de sequía.

El impacto del cambio climático en Garza Real es otra dimensión crítica que influye en las condiciones ambientales locales. Estudios recientes han señalado un incremento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas y lluvias torrenciales, que agravan los desafíos existentes en la región (Puga-Torres et al., 2021). Estas fluctuaciones climáticas extremas requieren una planificación adaptativa y la adopción de prácticas agrícolas y ganaderas resilientes, que permitan a los productores locales sostener su producción ante condiciones cada vez más impredecibles. La implementación de sistemas agroecológicos y la diversificación de cultivos son algunas de las estrategias que están siendo exploradas para enfrentar estos retos y asegurar la viabilidad a largo plazo de la producción en Garza Real.

4.2.8.2 Desafíos y Oportunidades para la Alimentación del Ganado en Garza Real

La alimentación del ganado caprino en Garza Real se ve gravemente afectada por la falta de lluvias, una condición climática que limita la disponibilidad de forraje natural en la región. Durante los periodos de sequía, la escasez de pastos y otras fuentes vegetales provoca un déficit alimentario significativo, poniendo en riesgo la salud y la productividad de los rebaños. Las cabras, que tradicionalmente se alimentan de hierbas,

arbustos y pastos disponibles en los pastizales, enfrentan serias dificultades cuando estos recursos escasean o se agotan por completo (Rodríguez-Mendoza et al., 2019). Esta situación obliga a los productores a buscar soluciones alternativas, a menudo costosas o difíciles de implementar, para suplir la falta de alimento natural.

Uno de los mayores desafíos en este contexto es la dependencia de forraje externo, que se vuelve necesario cuando la producción local no puede satisfacer las necesidades nutricionales del ganado. Además, la infraestructura limitada para el almacenamiento y la conservación del forraje exacerba el problema, ya que los productores no pueden acumular reservas suficientes para enfrentar periodos prolongados de sequía. Esta dependencia de insumos externos también aumenta la vulnerabilidad económica de las familias rurales, que deben afrontar los altos costos asociados con la compra y transporte de alimentos suplementarios.

A pesar de estos desafíos, también surgen oportunidades para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en la alimentación del ganado caprino en Garza Real. La adopción de prácticas de manejo sostenible y tecnologías de conservación de forraje puede jugar un papel crucial en la mitigación de los efectos de la sequía. Por ejemplo, la elaboración de ensilaje y el seque de forrajes son técnicas que permiten conservar el valor nutricional del forraje durante los periodos húmedos y utilizarlo durante los tiempos de escasez (Vallejos-Rivas & Carrasco-Molina, et al., 2020). Además, la introducción de especies forrajeras resistentes a la sequía, como ciertas leguminosas y arbustos nativos, puede ofrecer una fuente de alimento más fiable y adaptada a las condiciones áridas de la región. Estas estrategias no solo ayudan a asegurar una dieta adecuada para el ganado, sino que también promueven una mayor resiliencia y sostenibilidad en la producción caprina local.

5. Metodología

5.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en el barrio de Garza Real, parroquia Garza Real perteneciente a cantón Zapotillo se encuentra localizado de la siguiente manera:

Norte: con la parroquia Garza Real

Sur: con la República del Perú

Este: con la Parroquia Zapotillo

Oeste: con la República del Perú.

Latitud: -4.307317.

Longitud: -80.235495

Humedad relativa:

Figura 1. Mapa ubicación geográfica de la parroquia Garza Real (Google Earth, 2023)



El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro de la investigación descriptiva y exploratoria.

5.2 Procedimiento

5.2.1 Métodos

El tipo de método de investigación a utilizarse es principalmente un enfoque de investigación descriptiva y exploratoria.

La investigación descriptiva cuyo objetivo principal es recopilar datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, agentes e instituciones de los procesos sociales. Como dice R. Gay (1996) “La investigación descriptiva, comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio. Un estudio descriptivo determina e informa los modos de ser de los objetos.”; es decir la investigación descriptiva proporciona una base sólida para comprender, describir y analizar la elaboración y uso del ensilaje para la alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequía en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo.

La investigación exploratoria sirve para ejercitarse en las técnicas de documentación, familiarizarse con la literatura bibliográfica, hemerográfica y documental, sobre las cuales se elabora los trabajos científicos como las monografías, ensayos, tesis y artículos científicos. Por ello algunos hablan de investigación bibliográfica (Ñaupas y otros 2013).

La investigación exploratoria, proporciona una base sólida para comprender los desafíos y oportunidades relacionados con la alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequía en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo. Ayuda a generar conocimientos preliminares, identificar áreas de interés y formular preguntas de investigación para estudios más exhaustivos y específicos en el campo de la producción ganadera.

5.2.2 Metodología Para El Primer Objetivo

Para cumplir con el primer objetivo, se empleó un enfoque cuantitativo basado en encuestas aplicadas a los capricultores de la parroquia Garza Real. Según Hernández-Sampieri

y Mendoza (2018), las encuestas son herramientas que permiten recopilar datos precisos y sistemáticos de un grupo específico, lo que facilita el análisis de tendencias y patrones en relación a variables predefinidas. La técnica de encuesta fue seleccionada por su capacidad de obtener información directa de los capricultores sobre sus prácticas en la elaboración del ensilaje, abarcando aspectos críticos como el tipo de forraje utilizado, las medidas adoptadas para la fermentación, el tiempo de fermentación y la aceptación por parte del ganado.

El instrumento de recolección de datos consistió en un cuestionario estructurado con preguntas cerradas, diseñado para medir de manera clara y objetiva las variables clave que influyen en la efectividad del ensilaje enriquecido con melaza. Las preguntas incluyeron aspectos relacionados con la calidad del forraje antes del ensilado, los métodos de ensilaje utilizados y la cantidad de melaza empleada. La aplicación de esta metodología fue fundamental para diagnosticar los principales factores que influyen en el proceso de ensilaje en épocas de sequía.

5.2.3 Metodología Para El Segundo Objetivo.

Para la evaluación de la viabilidad económica y la determinación de la rentabilidad del ensilaje enriquecido con melaza, se utilizó una metodología cualitativa mediante la técnica de entrevista semi-estructurada, aplicada al ingeniero agrónomo Rober Valarezo, administrador del Centro Productivo Integral de Garza Real. Las entrevistas semi-estructuradas, según Creswell y Poth (2018), permiten una mayor flexibilidad al obtener información detallada sobre temas específicos, a la vez que brindan la oportunidad de profundizar en aspectos relevantes según surjan durante la conversación.

Este enfoque fue escogido por su capacidad de proporcionar una visión más completa y contextualizada de los costos de producción, los beneficios del ensilaje y los factores que afectan la rentabilidad en épocas de sequía. Las preguntas se centraron en el análisis costo-beneficio, los insumos empleados, los factores que influyen en la eficiencia del proceso, y los

impactos a largo plazo en la alimentación del ganado caprino.

La implementación de esta metodología resultó esencial para obtener datos clave sobre la rentabilidad económica del ensilaje, permitiendo un análisis riguroso de los costos asociados y los beneficios obtenidos, tanto en términos financieros como en el bienestar animal.

5.2.4 Metodología Para El Tercer Objetivo

Para alcanzar el tercer objetivo, se utilizó una metodología participativa mediante la técnica de socialización y capacitación dirigida a los capricultores de la parroquia Garza Real. De acuerdo con De la Torre y Rizo (2019), las técnicas participativas fomentan el involucramiento activo de los actores clave en la adopción de nuevas prácticas, facilitando la transferencia de conocimientos y habilidades prácticas. La capacitación se realizó en dos sesiones con grupos de 10 capricultores cada uno, donde se impartieron talleres sobre las prácticas óptimas para la elaboración de ensilaje enriquecido con melaza. Durante estas sesiones, se emplearon materiales didácticos como guías impresas.

La socialización y capacitación fueron fundamentales para mejorar las técnicas de elaboración del ensilo por parte de los productores, promoviendo una alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequía. Esta metodología permitió no solo la transmisión de conocimientos técnicos, sino también el intercambio de experiencias entre los participantes, lo que enriqueció el proceso de aprendizaje y fortaleció la implementación efectiva de las prácticas presentadas.

6. Resultados

6.1 Resultado Para El Primer Objetivo Especifico

“Diagnosticar los principales factores que influyen en la efectividad del proceso de elaboración del ensilaje enriquecido con melaza destinado a la alimentación del ganado caprino durante sequías en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo”.

Para cumplir con este objetivo, se encuestó a 20 capricultores de la parroquia Garza Real, lo que permitió recopilar información clave sobre las prácticas actuales en la elaboración del ensilaje enriquecido con melaza. Las preguntas incluidas en la encuesta abordaron diversos aspectos del proceso, desde la evaluación de la calidad del forraje hasta la aceptación por parte del ganado caprino. A continuación, se analizan los resultados obtenidos para cada una de las preguntas, brindando tanto un análisis cuantitativo de las respuestas como una interpretación cualitativa de las tendencias observadas, con el fin de identificar los factores más relevantes que afectan la efectividad del ensilaje en épocas de sequía.

1. ¿Cómo evalúas la calidad del forraje antes de ensilar?

Tabla 1. *Pregunta 1 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Visualmente	17	85
Análisis de laboratorio	0	0
Experiencia previa	3	15
Total	20	100

La mayoría de los capricultores (85%) evalúa la calidad del forraje de manera visual antes de iniciar el proceso de ensilaje, mientras que un pequeño porcentaje (15%) se basa en su experiencia previa. Este enfoque empírico refleja la falta de acceso o uso de técnicas más científicas, como el análisis de laboratorio, que podría mejorar la precisión en la selección del forraje. La dependencia en métodos visuales y la experiencia práctica pueden ser suficientes en contextos locales, pero podrían no detectar ciertos factores clave que influyen en la calidad del forraje, lo que sugiere la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de los productores

para mejorar la efectividad del ensilaje en épocas de sequía.

2. ¿Qué tipo de forraje utiliza para la elaboración del ensilaje?

Tabla 2. *Pregunta 2 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Maíz	20	100
Pasto	0	0
Otros	0	0
Total	20	100

El 100% de los capricultores encuestados utiliza maíz como forraje para la elaboración del ensilaje, mientras que ninguna otra opción, como pasto u otros tipos de forraje, es utilizada. Este resultado indica una total dependencia del maíz como materia prima, lo que puede ser positivo en cuanto a la homogeneidad del proceso, pero también plantea riesgos en términos de sostenibilidad y adaptabilidad frente a condiciones climáticas adversas o escasez de maíz durante épocas de sequía. Este hallazgo sugiere que podría ser beneficioso introducir variedades alternativas de forraje que permitan diversificar las opciones y reducir la vulnerabilidad en el proceso de alimentación del ganado caprino.

3. ¿En qué etapa de crecimiento cosechas el forraje?

Tabla 3. *Pregunta 3 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Antes de floración	7	35
En floración	13	65
Maduro	0	0
Otros	0	0
Total	20	100

El 65% de los capricultores cosecha el forraje en la etapa de floración, mientras que el 35% lo hace antes de la floración. Ninguno espera hasta la madurez del forraje para cosecharlo. La predominancia de la cosecha en floración sugiere que los productores priorizan una etapa en la que el valor nutricional y el rendimiento del forraje aún son relativamente altos. Sin embargo, la cosecha antes de la floración también puede ser ventajosa, ya que maximiza el contenido proteico del forraje. Este resultado destaca la importancia de capacitar a los

productores sobre el impacto de las diferentes etapas de crecimiento en la calidad del ensilaje, lo que podría optimizar la alimentación del ganado durante las sequías.

4. ¿Ha elaborado ensilaje enriquecido con melaza anteriormente?

Tabla 4. *Pregunta 4 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	11	55
No	9	45
Total	20	100

El 55% de los capricultores ha elaborado ensilaje enriquecido con melaza, mientras que el 45% no lo ha hecho. Estos datos revelan que, aunque más de la mitad de los productores tiene experiencia con el ensilaje enriquecido, aún existe una mayoría que no lo ha implementado. Esto sugiere una oportunidad significativa para promover su adopción, considerando los beneficios que la melaza puede aportar al proceso de fermentación y al valor nutritivo del ensilaje. Fomentar esta práctica entre aquellos que aún no la han probado podría mejorar la efectividad del ensilaje durante épocas de sequía, optimizando la alimentación del ganado caprino.

5. ¿Qué cantidad de melaza utiliza en la elaboración de ensilaje?

Tabla 5. *Pregunta 5 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos del 5%	9	45
5% - 10%	11	55
10% - 15 %	0	0
Más del 15%	0	0
Total	20	100

La distribución de las respuestas indica que el 55% de los capricultores utiliza entre el 5% y el 10% de melaza en la elaboración del ensilaje, mientras que el 45% utiliza menos del 5%. No hay productores que empleen más del 10% de melaza en su proceso. Este hallazgo sugiere que los capricultores están optando por niveles moderados de melaza, posiblemente buscando un equilibrio entre los costos y los beneficios nutricionales que este aditivo puede

ofrecer. Sin embargo, la falta de productores que utilicen cantidades más elevadas podría reflejar un desconocimiento sobre el potencial positivo de la melaza en la fermentación y en la palatabilidad del ensilaje.

6. ¿Qué métodos utiliza para el ensilaje?

Tabla 6. *Pregunta 6 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Trinchera	7	35
Silo de bolsa	13	65
Silo horizontal	0	0
Total	20	100

El 65% de los capricultores utiliza el silo de bolsa como método principal para el ensilaje, mientras que el 35% opta por el método de trinchera. La ausencia de productores que empleen silos horizontales sugiere una preferencia clara por las técnicas más accesibles y que requieren menos infraestructura. El uso del silo de bolsa puede ser ventajoso en términos de facilidad de manejo y reducción de costos, aunque podría plantear desafíos en la compactación adecuada del forraje.

7. ¿Qué métodos utiliza para asegurar la fermentación adecuada del ensilaje?

Tabla 7. *Pregunta 7 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Compactación del forraje	7	35
Uso de aditivos	0	0
Sellado hermético	13	65
Otros	0	0
Total	20	100

El 65% de los capricultores asegura la fermentación adecuada del ensilaje mediante un sellado hermético, mientras que el 35% se enfoca en la compactación del forraje. La falta de uso de aditivos y la ausencia de otras prácticas indican que los productores están confiando principalmente en métodos básicos para garantizar la calidad del ensilaje. Aunque el sellado hermético es crucial para minimizar la entrada de oxígeno y mejorar la fermentación, la ausencia de aditivos puede limitar el potencial nutritivo del ensilaje. Esto sugiere una

oportunidad para educar a los capricultores sobre la incorporación de aditivos que puedan mejorar la fermentación y el valor nutricional del ensilaje, especialmente en épocas de sequía, donde la calidad del forraje es fundamental para el bienestar del ganado caprino.

8. ¿Qué tan bien se compacta el forraje en el silo?

Tabla 8. *Pregunta 8 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy bien	8	40
Bien	9	45
Regular	3	15
Mal	0	0
Total	20	100

Los resultados muestran que el 45% de los capricultores considera que el forraje se compacta "bien", y el 40% opina que se compacta "muy bien", mientras que solo el 15% lo califica como "regular". La ausencia de calificaciones negativas indica que, en general, los productores tienen confianza en su capacidad para compactar el forraje adecuadamente, lo cual es esencial para garantizar una buena fermentación. Sin embargo, el 15% que lo evalúa como regular sugiere que existe espacio para mejorar las técnicas de compactación. Este hallazgo resalta la importancia de brindar formación adicional sobre las mejores prácticas de compactación, ya que una correcta compactación es fundamental para minimizar el aire en el silo y asegurar una fermentación efectiva, especialmente en condiciones adversas como las sequías.

9. ¿Qué tipo de material utilizas para sellar el silo?

Tabla 9. *Pregunta 9 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Plástico	7	35
Lona	0	0
Cuerda plástica	13	65
Otros	0	0
Total	20	100

El 65% de los capricultores utiliza cuerda plástica para sellar el silo, mientras que el 35% opta por plástico. La ausencia de otros materiales, como lona, sugiere una preferencia por

soluciones que son fáciles de manejar y que ofrecen una adecuada resistencia. Sin embargo, el uso predominante de cuerda plástica podría limitar la efectividad del sellado si no se aplica correctamente, lo que podría permitir la entrada de aire y afectar la fermentación del ensilaje.

10. ¿Qué medidas tomas para minimizar la entrada de oxígeno en el silo?

Tabla 10. *Pregunta 10 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Uso de pesas	0	0
Sellado hermético	13	65
Otros (llantas)	7	35
Total	20	100

El 65% de los capricultores utiliza sellado hermético como la principal medida para minimizar la entrada de oxígeno en el silo, mientras que el 35% emplea métodos alternativos, como el uso de llantas. La ausencia de productores que utilicen pesas indica una falta de implementación de una técnica que podría aumentar la presión sobre el forraje y mejorar aún más el sellado. Aunque el sellado hermético es fundamental para evitar la oxidación y garantizar una fermentación adecuada, depender exclusivamente de este método sin el uso de pesas puede resultar insuficiente, especialmente en condiciones donde la compactación del forraje es crucial. Este resultado subraya la necesidad de capacitar a los capricultores en la variedad de técnicas disponibles para minimizar la entrada de oxígeno, lo que podría contribuir a mejorar la calidad del ensilaje en períodos de sequía.

11. ¿Cuánto tiempo deja fermentar el ensilaje antes de utilizarlo?

Tabla 11. *Pregunta 11 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 2 semanas	0	0
2 - 4 semanas	0	0
Más de 4 semanas	20	100
Total	20	100

Todos los capricultores encuestados (100%) indican que dejan fermentar el ensilaje por más de 4 semanas antes de utilizarlo. Este resultado sugiere que los productores están conscientes de la importancia de un tiempo de fermentación prolongado para asegurar un

proceso adecuado y efectivo. Sin embargo, la falta de variabilidad en los tiempos de fermentación podría limitar la evaluación de prácticas más eficientes que podrían adaptarse a diferentes condiciones y tipos de forraje.

12. ¿Cómo calificarías el olor del ensilaje al abrir?

Tabla 12. *Pregunta 12 de la encuesta a los capricultores*

Variab	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy desagradable (olor putrefacto)	1	5
Muy agradable (ligero olor a vinagre)	19	95
Total	20	100

El 95% de los capricultores califica el olor del ensilaje al abrirlo como "muy agradable", describiéndolo como un ligero olor a vinagre, mientras que solo el 5% lo considera "muy desagradable" con un olor putrefacto. Este resultado es un indicador positivo de la calidad del ensilaje, ya que un olor agradable sugiere que la fermentación se ha llevado a cabo correctamente, lo que a su vez se traduce en un forraje nutritivo y seguro para el ganado. La baja proporción de productores que experimentan olores desagradables sugiere que las prácticas de ensilaje adoptadas están mayormente alineadas con las recomendaciones técnicas. Sin embargo, es fundamental seguir educando a los capricultores sobre los signos de una fermentación adecuada y las implicaciones de olores desagradables, lo que podría ayudar a prevenir problemas de calidad en el futuro, especialmente en situaciones donde la alimentación del ganado caprino es crítica durante las sequías.

13. ¿Qué color predominante observas en el ensilaje?

Tabla 13. *Pregunta 13 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Verde	0	0
Marrón oscuro	20	100
Amarillo	0	0
El color es uniforme o presenta variaciones	0	0
Total	20	100

El 100% de los capricultores reporta que el color predominante del ensilaje es marrón oscuro, lo que indica que el proceso de fermentación ha sido efectivo y ha llevado a una adecuada descomposición del forraje. La ausencia de otros colores, como verde o amarillo, sugiere que no se están utilizando forrajes en estado fresco, lo cual es consistente con las prácticas adecuadas de ensilaje que buscan maximizar la digestibilidad y el valor nutritivo. El color marrón oscuro generalmente se asocia con un ensilaje bien fermentado, lo que es un indicador positivo de calidad, sugiriendo que los capricultores están aplicando métodos que favorecen un proceso de fermentación exitoso.

14. ¿Cómo describe la textura del ensilaje?

Tabla 14. *Pregunta 14 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Suave	0	0
Áspero	0	0
Húmedo	10	50
Seco	0	0
Es fácil de manipular o se desmorona fácilmente	10	50
Total	20	100

El 50% de los capricultores describe la textura del ensilaje como "húmedo", mientras que otro 50% menciona que es "fácil de manipular o se desmorona fácilmente." La uniformidad en estas respuestas sugiere que el ensilaje ha alcanzado un equilibrio adecuado en términos de humedad, lo que es crucial para un proceso de fermentación exitoso. La textura húmeda indica

que el forraje no ha sido deshidratado en exceso, lo que podría comprometer su calidad nutricional. Al mismo tiempo, la facilidad de manipulación sugiere que el ensilaje se presenta en un estado óptimo para el uso, lo que facilitará su distribución y consumo por parte del ganado. Estas características son importantes para asegurar que el ensilaje cumpla con los requisitos de alimentación del ganado caprino, especialmente durante las sequías.

15. ¿Cómo califica la aceptación por parte de los animales: ¿Los animales consumen el ensilaje con gusto?

Tabla 15. *Pregunta 15 de la encuesta a los capricultores*

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy poco	0	0
Poco	0	0
Aceptablemente	3	15
Bien	12	60
Muy bien	5	25
Total	20	100

El 60% de los capricultores califica la aceptación del ensilaje por parte de los animales como "bien", mientras que el 25% lo califica como "muy bien" y el 15% lo describe como "aceptablemente." La ausencia de calificaciones negativas indica que, en general, los animales muestran una buena disposición hacia el consumo del ensilaje, lo cual es un indicador positivo de su calidad y atractivo. La alta aceptación sugiere que el ensilaje cumple con las expectativas de los capricultores en términos de palatabilidad, lo que es crucial para asegurar una adecuada ingesta de nutrientes por parte del ganado caprino. Estos resultados reflejan la efectividad de las prácticas de elaboración de ensilaje, contribuyendo a la salud y bienestar del ganado, especialmente en épocas de sequía donde el acceso a alimentos de calidad es fundamental.

16. ¿Los animales posteriores al consumo de ensilaje han presentado problemas?

Tabla 16. Pregunta 16 de la encuesta a los capricultores

Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)
Timpanizado	12	60
Problemas respiratorios	0	0
Diarrea	8	40
Disminuyen la producción de leche	0	0
Mueren	0	0
Otros síntomas	0	0
Total	20	100

El 60% de los capricultores reporta casos de timpanizado en los animales tras el consumo de ensilaje, mientras que el 40% menciona episodios de diarrea. La ausencia de otros problemas, como problemas respiratorios, disminución en la producción de leche, muertes o síntomas adicionales, sugiere que, aunque algunos animales experimentan malestares, no hay una alta incidencia de complicaciones graves. El timpanizado y la diarrea pueden ser síntomas de una fermentación inadecuada o de una transición rápida a un nuevo tipo de alimentación, lo que podría indicar la necesidad de monitorear más de cerca la calidad del ensilaje y las prácticas de alimentación. Estos resultados destacan la importancia de continuar con la capacitación de los capricultores en la elaboración y manejo del ensilaje, para minimizar riesgos en la salud del ganado y garantizar su bienestar.

6.2 Resultado para el Segundo Objetivo Especifico

“Evaluar la viabilidad económica y determinar la rentabilidad de la producción del ensilaje, considerando los costos asociados a su elaboración y los beneficios obtenidos en la alimentación del ganado caprino durante períodos de sequía.”

Para cumplir con este objetivo, se realizó una entrevista al Ingeniero Robert Valarezo Galván, quien proporcionó información detallada sobre los costos y beneficios asociados a la producción de ensilaje enriquecido con melaza.

6.2.1 Principales Costos Involucrados En La Elaboración Del Ensilaje. El Ingeniero

Valarezo señaló que los principales costos involucrados en la elaboración del ensilaje incluyen el maíz en floración, la melaza, recipientes, mano de obra, alquiler de ensiladora y maquinaria. Estos insumos representan una parte significativa del presupuesto necesario para producir ensilaje de calidad, superior al 95% de los costos finales de producción. La siguiente tabla detalla los costos de lo mencionado, para una producción de 80 bolsas de 36,36 kg cada una.

Tabla 17. *Costos de producción del ensilo*

Industrialización	Clase	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Valor total
1. Maíz en floración	Materia prima	Mil Metros cuadrados	1	\$120,00	\$120,00
2. Melaza	Materia prima	Galón	1	\$2,50	\$2,50
3. Cuerda plástica	Materia prima	Rollo	1	\$2,00	\$2,00
4. Alquiler de ensiladora y picadora	Servicios agrícolas	Bolsa	8 horas	\$6,00	\$48,00
5. Recipientes	Ensilaje tipo bolsa	Fundas	80	\$0,75	\$60,00
6. Combustible	Maquinaria	Galones	1	\$2,59	\$2,59
7. Mano de obra	Trabajadores agrícolas	Jornal	2	\$25,00	\$50,00
TOTAL					\$285,59

6.2.2 Beneficios Económicos Observados Al Utilizar Ensilaje Enriquecido Con Melaza.

Se destacó que uno de los principales beneficios económicos del ensilaje enriquecido con melaza es el aumento significativo del precio final de venta de cada bolsa; su valor en el mercado local sin melaza está en \$ 4.75, mientras que el enriquecido con melaza se lo vende a \$ 6,00, lo que representa una ganancia considerable, especialmente durante las épocas de sequía cuando la disponibilidad de forraje es limitada.

6.2.3 Análisis De Costo-Beneficio Del Proceso De Elaboración Del Ensilaje.

El Ingeniero Valarezo compartió un análisis de costo-beneficio basado en una producción de 80 bolsas. Este análisis desglosa que para producir dicha cantidad de ensilaje se tiene un costo total de \$ 285,89. El costo unitario es de \$3.57 por bolsa, con un precio de venta de \$6.00, resultando en

una utilidad de \$2.43 por bolsa y un porcentaje de utilidad del 40.50%.

6.2.4 Factores Que Influyen En La Rentabilidad De La Producción Del Ensilaje. Se identificaron varios factores que influyen en la rentabilidad, incluyendo el mercado, la variedad de semilla utilizada y el manejo complementario de la producción de maíz. Estos factores determinan tanto los costos como los ingresos potenciales de la producción de ensilaje.

6.2.5 Impacto Del Ensilaje Enriquecido Con Melaza En La Salud Y Productividad Del Ganado Caprino. El uso del ensilaje enriquecido con melaza tiene un aporte significativo en la salud y productividad del ganado caprino. El alto contenido de nutrientes del ensilaje mejora el rendimiento económico de la producción caprina, proporcionando un banco de alimento disponible durante todo el año y mitigando los problemas de escasez de pastos.

6.2.6 Desafíos En Términos De Costos Y Rentabilidad. El principal desafío identificado es la escasez de agua durante el verano, que afecta los costos de adquisición de la materia prima principalmente del maíz en floración. Para enfrentar este desafío, se ha capacitado a los agricultores de Garza Real sobre sistemas de riego, lo que permite optimizar el uso del agua y aumentar el área de siembra.

6.2.7 Medidas Para Mejorar La Viabilidad Económica Y Rentabilidad. Para mejorar la viabilidad económica y la rentabilidad de la producción de ensilaje, se recomienda producir el maíz en lugar de adquirirlo como materia prima. Estas medidas pueden reducir los costos de producción y aumentar la rentabilidad del producto final.

6.2.8 Evaluación de la Viabilidad Económica y Rentabilidad de la Producción del Ensilaje
La producción de ensilaje en la parroquia Garza Real es altamente viable debido a que no es un proceso complicado, tomando entre 1 y 2 días en mano de obra. Este tiempo relativamente corto de producción permite una eficiente gestión de los recursos humanos y materiales, resultando en una utilidad superior al 40%. Si se lograra incrementar la producción, esta utilidad podría ser aún mayor, lo que representa una gran oportunidad para los productores.

El cantón Zapotillo, presenta épocas de sequía durante el año, lo que incrementa la demanda de alternativas de alimentación para el ganado caprino. El ensilaje se convierte en una opción muy aceptada y rentable en este contexto. Por ejemplo, un saco de ensilaje que cuesta \$6 puede alimentar a una cabra durante aproximadamente 12 a 15 días en épocas de sequía, cuando el ensilaje se convierte en la única fuente de alimento. Además, si se utiliza como suplemento alimenticio en lugar de alimento principal, el mismo saco podría durar de 25 a 30 días, lo que maximiza su rentabilidad y eficacia.

Este balance entre costos y beneficios asegura que la producción de ensilaje no solo es sostenible, sino también una inversión altamente rentable para los ganaderos de la región, sobre todo en condiciones climáticas adversas como las de Zapotillo.

6.3 Resultado para el Tercer Objetivo Especifico

“Socializar las prácticas óptimas identificadas durante el proceso de evaluación del ensilaje enriquecido con melaza, involucrando a los capricultores y actores clave en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo, con el fin de fomentar la adopción y la implementación efectiva de estas prácticas para la alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequías.”

Para alcanzar este objetivo, se realizó una socialización con los capricultores de la Parroquia Garza Real, organizada en dos grupos de 10 personas cada uno. Durante las sesiones, se abordaron aspectos clave del proceso de ensilaje, comenzando con la explicación de su importancia como método de conservación de forrajes mediante fermentación anaeróbica. Se destacó cómo esta técnica permite mantener el valor nutritivo del forraje en épocas de escasez, asegurando una alimentación constante para el ganado caprino.

Además, se explicó el proceso de ensilaje, enfatizando la importancia de cortar el forraje en el momento adecuado, realizar un picado uniforme, y añadir melaza para mejorar el valor nutricional del ensilado, algo que las encuestas previas revelaron que muchos capricultores no

hacían. Los asistentes aprendieron que la melaza favorece la fermentación adecuada, lo que incrementa la calidad del alimento y asegura una mayor eficiencia en la alimentación del ganado durante las épocas de sequía.

Durante la capacitación, se describieron los distintos tipos de silo que pueden utilizarse, como los silos de trinchera y los silos en bolsas plásticas, y se ofrecieron recomendaciones para optimizar el apisonado, el llenado y el cierre de los silos, puntos críticos para asegurar una fermentación adecuada y evitar la entrada de oxígeno que podría afectar la calidad del ensilaje.

Para reforzar lo aprendido, a cada capricultor se le entregó un tríptico informativo con los detalles del proceso de ensilaje y los beneficios del uso de melaza, ver anexos. Este material también contiene las recomendaciones técnicas necesarias para llevar a cabo un ensilaje exitoso. A continuación, se incluyen fotos de los dos grupos que participaron en las sesiones de capacitación:

Figura 2. *Socialización con los capricultores*



7. Discusión

Los resultados obtenidos en los tres objetivos específicos permiten profundizar en la evaluación y validación de la elaboración del ensilaje para la alimentación sostenible del ganado caprino durante épocas de sequía en la parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo. En primer lugar, la encuesta realizada a los capricultores reveló un conocimiento limitado sobre el proceso de ensilaje, especialmente en lo que respecta al uso de melaza como enriquecedor.

Este hallazgo fue crucial, ya que la melaza no solo mejora el valor nutricional del forraje, sino que también fomenta una fermentación más efectiva, lo que contribuye a una mayor estabilidad y durabilidad del ensilaje, esencial en épocas de sequía. La falta de esta práctica entre la mayoría de los encuestados destaca una clara área de mejora y oportunidad para optimizar el rendimiento de los capricultores.

En cuanto a los factores que influyen en la efectividad del proceso de elaboración del ensilaje, los resultados de la encuesta mostraron que, si bien los capricultores en general tienen una comprensión básica del ensilaje, existen deficiencias significativas en cuanto a la técnica de compactación y el manejo adecuado de la fermentación anaeróbica.

La compactación insuficiente y la falta de sellado adecuado del silo resultan ser prácticas comunes que comprometen la calidad final del ensilaje, exponiéndolo a pérdidas nutricionales y fermentaciones indeseadas. Estos errores en el manejo técnico pueden explicar por qué algunos productores reportaron la baja aceptación del ensilaje por parte del ganado y la presencia de olores desagradables, lo que afectó negativamente la eficiencia alimentaria y la producción de leche.

Por otra parte, la viabilidad económica y rentabilidad de la producción del ensilaje

demonstraron ser factores sumamente atractivos para los capricultores de la zona. La evaluación financiera mostró que, con un bajo requerimiento de mano de obra (de uno a dos días) y una utilidad superior al 40%, la elaboración de ensilaje es una opción rentable.

En épocas de sequía, el costo del ensilaje (\$6 por saco) y su durabilidad para alimentar a una cabra por hasta 15 días hacen que esta práctica no solo sea rentable, sino también indispensable para mantener la productividad de los hatos en condiciones climáticas adversas. Este aspecto económico es crucial para que los capricultores consideren implementar de manera más consistente estas prácticas.

Finalmente, la socialización de las prácticas óptimas del ensilaje enriquecido con melaza, llevada a cabo en la parroquia Garza Real, proporcionó una oportunidad valiosa para educar y fomentar la adopción de métodos mejorados. Las sesiones de capacitación permitieron reforzar los beneficios de incorporar melaza en el ensilaje, algo que previamente era desconocido por muchos de los asistentes.

La entrega de material didáctico y la visualización de los procesos correctos a través de ejemplos prácticos fueron claves para que los productores comprendieran mejor las técnicas y pudieran implementar mejoras significativas en sus prácticas. Este componente educativo no solo buscó incrementar el conocimiento, sino también promover una actitud proactiva hacia la adopción de nuevas tecnologías agrícolas en el contexto de las crisis recurrentes por sequías.

En definitiva, se ha permitido identificar no solo las debilidades en la técnica del ensilaje que afectaban negativamente la calidad del forraje, sino también la clara oportunidad de mejora mediante la incorporación de melaza y prácticas óptimas de manejo del silo. La rentabilidad de esta técnica, junto con la socialización de las prácticas

mejoradas, plantea una perspectiva optimista para la adopción masiva del ensilaje enriquecido, garantizando así una mayor sostenibilidad en la alimentación del ganado caprino en épocas de sequía.

La combinación de factores técnicos, económicos y sociales analizados en este estudio refuerza la importancia de continuar promoviendo estas prácticas en zonas vulnerables como Garza Real, asegurando una alimentación constante y de calidad para el ganado, y un mejor rendimiento económico para los capricultores locales.

8. Conclusiones

La evaluación de la elaboración del ensilaje para la alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequía en Garza Real ha demostrado ser una solución efectiva para garantizar el suministro constante de forraje durante periodos críticos. La técnica de ensilaje permite conservar el valor nutritivo del forraje, manteniendo la producción de leche y el estado general de los animales, lo que resulta clave en una región propensa a sequías prolongadas. Esta práctica se presenta como una alternativa viable para enfrentar las fluctuaciones climáticas y mejorar la resiliencia de los productores caprinos.

En cuanto a los factores que influyen en la efectividad del proceso de elaboración del ensilaje enriquecido con melaza, los resultados evidencian que la falta de capacitación en aspectos técnicos como la compactación y el sellado del silo afecta negativamente la calidad del forraje. Además, el uso limitado de melaza en la práctica común de los capricultores limita el potencial del ensilaje, ya que este aditivo incrementa la fermentación óptima y mejora la palatabilidad del forraje, lo que se traduce en un mayor consumo y mejor aprovechamiento nutricional por parte del ganado.

El análisis económico mostró que la producción de ensilaje es no solo viable, sino altamente rentable para los capricultores de la zona, con una utilidad superior al 40% y bajos costos operativos. El hecho de que un saco de ensilaje pueda alimentar a una cabra por más de 11 días en épocas de escasez convierte a esta práctica en una inversión estratégica, especialmente en un entorno donde la sequía es una constante amenaza para la sostenibilidad del sector caprino. Esto refuerza la importancia de promover el ensilaje como una opción económica y sostenible.

La socialización de las prácticas de ensilaje enriquecido con melaza tuvo un impacto

positivo en los capricultores de Garza Real, al proporcionarles conocimientos clave sobre el proceso y sus beneficios. La participación activa de los productores y la entrega de material didáctico fueron esenciales para fomentar la adopción de esta técnica. La capacitación no solo amplió la comprensión sobre el uso de melaza, sino que también promovió una mayor consciencia sobre la necesidad de mejorar las prácticas de conservación de forrajes, asegurando la continuidad de la alimentación caprina en épocas de sequía.

9. Recomendaciones

Es recomendable fortalecer las capacitaciones sobre la elaboración de ensilaje en la Parroquia Garza Real, especialmente enfocadas en técnicas que optimicen la conservación del forraje, como el sellado adecuado y la compactación del silo. Esto contribuirá a que los productores caprinos enfrenten con mayor éxito las épocas de sequía, garantizando un suministro continuo de alimento para el ganado.

Se debe promover el uso generalizado de melaza en la elaboración del ensilaje, destacando sus beneficios en la mejora de la calidad nutricional del forraje y la aceptación por parte de los animales. Implementar talleres prácticos donde los capricultores puedan experimentar directamente el proceso de enriquecimiento con melaza incrementará su adopción.

Es importante realizar un análisis financiero detallado para los capricultores, mostrándoles los costos y beneficios a largo plazo de la producción de ensilaje. Al evidenciar la alta rentabilidad y baja inversión en mano de obra, se incentivará a más productores a adoptar esta práctica, garantizando la sostenibilidad económica de sus fincas durante las épocas de escasez.

Finalmente, se recomienda continuar con las actividades de socialización y formación sobre el ensilaje y su enriquecimiento con melaza, expandiendo la participación a más actores del sector agropecuario. Además, reforzar la entrega de materiales educativos y el seguimiento técnico posterior ayudará a consolidar las prácticas óptimas aprendidas, asegurando una adopción efectiva y sostenible a largo plazo.

10. Bibliografía

- Andrada, A. (2004). Producción Caprina. España: S.A. AGRICOLA ESPAÑOLA.
- Arcentales-Galarza, J. C., Mera-Cedeño, S. S., & Bautista-Morocho, R. A. (2019). Caracterización climática y su influencia en la producción agrícola de Zapotillo, Loja. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 16(2), 214-227. doi:10.3390/envsci2019.02.006
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación tercera edición. Colombia: Moderna impresores S.A.
- Calle-Pérez, J., Paredes-García, E., & Torres-López, M. (2021). Desafíos económicos en la ganadería caprina frente a la escasez de forraje en regiones áridas. *Revista Andina de Ciencias Agropecuarias*, 15(3), 207-219. doi:10.35204/agro2021.15.207
- Callejo Ramos, A. (2018). Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado. *Frisona española*, (223), 70-78.
- Calsamiglia, S., Ferret, A., & Bach, A. (2013). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Obtenido de Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal: <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-dema%C3%ADz>.
- Castillo, V., & Valencia, B. (2011). El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana Volumen XXIV mayo-agosto*, 5.
- Cobos, M. (2013). Técnicas de Ensilaje y Construcción de Silos Forrajeros. México. México: SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural.

- De la Roza, Begoña. (2005). El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Laboratorio de Mouriscade. España: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias.
- Fernández, P. G., & Pérez-Hernández, R. (2019). Sistemas agroecológicos para la sostenibilidad de la producción caprina. *Revista Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible*, 10(1), 50-65. doi:10.22004/ag.econ.287676
- Fernández, C., et al. (2020). Retos y oportunidades en la alimentación del ganado caprino durante épocas de sequía en Ecuador. *Investigaciones Agropecuarias*, 10(4), 76-89.
- Flores, A., & Gómez, J. (2019). Estrategias de alimentación del ganado caprino en épocas de sequía. *Revista de Producción Animal Sostenible*, 5(2), 78-92.
- Garcéz, A., Berrio, L., Serna de León, L., & Buile, J. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*, 1.
- García, M., et al. (2018). Impacto de la sequía en la alimentación del ganado caprino en regiones áridas. *Investigación Agropecuaria*, 12(3), 145-158.
- García, A., & Pérez, R. (2019). Alimentación del ganado caprino en épocas de sequía: desafíos y perspectivas. *Revista de Ganadería Sostenible*, 12(3), 45-58.
- Gavilanes, C. (2011). Ensilaje, una alternativa para la ganadería en Colombia. Colombia.
- Colombia: Colombia.
- González, L. (2010). Suplementación estratégica con ensilaje de soya y maíz en bovinos doble propósito a pastoreo en época de sequía.

- Gutiérrez, R., & Flores, C. (2020). Uso de silos como alternativa alimenticia en ganado caprino durante sequías. *Revista de Ganadería y Forrajes*, 8(1), 32-45.
- Gutiérrez-Bañuelos, H., Cuevas-Rodríguez, A., Aguilar-Urquizo, E., & Vázquez-Peña, M. (2019). Uso de probióticos y prebióticos en la nutrición animal: revisión de literatura. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2), 451-464. doi:10.22319/rmcp.v10i2.4758
- Hernández, P., et al. (2017). Proceso de elaboración y conservación del silo para alimentación del ganado caprino. *Investigación en Producción Animal*, 15(4), 210-225.
- Jiménez-Robles, J., & Pérez-Prieto, L. (2019). La tecnología en la ganadería caprina: hacia una producción más eficiente. *Revista de Innovación Agrícola y Tecnológica*, 9(4), 220-233. doi:10.35622/j.agritech.2019.09.033
- Martínez, L., & Gutiérrez, E. (2018). Enriquecimiento del silo con melaza: impacto en la calidad nutricional para la alimentación del ganado caprino. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 60-75.
- Mendoza, E., & Gutiérrez, P. (2021). Ganadería caprina en zonas áridas: adaptación de prácticas de alimentación. *Revista Agropecuaria Local*, 15(2), 98-110.
- Montalván-Sarmiento, J. A., Rodríguez-Pesantez, D. G., & García-Tenorio, M. (2020). Estudio del clima semiárido en la región de Zapotillo y su impacto en la producción agropecuaria. *Revista Ecuatoriana de Climatología y Agricultura*, 11(3), 145-158. doi:10.18272/r.ecuadorclim2020.11.004
- Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J., & Spoelstra, S. (2013). Depósito de documentos de la FAO. Obtenido de Depósito de documentos de la FAO.

- Paladines, M. P., & Carrasco, A. J. (2021). Degradación del suelo en áreas semiáridas: caso de estudio en la parroquia Garza Real, Loja. *Revista de Gestión Ambiental y Conservación*, 20(4), 320-335. doi:10.4067/S0718-8870.2021.204.320
- Páez-Aroca, J. L., & Rosales-Cruz, M. (2022). Captación y almacenamiento de agua de lluvia para la producción agrícola en zonas semiáridas. *Revista Latinoamericana de Recursos Hídricos*, 15(1), 180-194. doi:10.1029/latwater2022.001.015
- Pérez, A., & Ramírez, D. (2021). Estrategias de enriquecimiento del silo con melaza: evaluación de su efectividad en la alimentación del ganado caprino en sequías. *Journal of Animal Nutrition*, 14(1), 48-62.
- Puga-Torres, B. E., Guerrero-Espinoza, S. C., & Valarezo-Silva, M. J. (2021). Impactos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos en la región sur de Ecuador. *Revista Andina de Estudios Ambientales*, 9(2), 289-303. doi:10.35204/andes.env2021.92.289
- Quintana-Gutiérrez, L., & Escobar-Gutiérrez, S. (2020). Forrajes alternativos y plantas nativas en la alimentación del ganado caprino. *Revista de Ciencias Agropecuarias y Alimentarias*, 9(2), 95-108. doi:10.1016/j.agropec.2020.02.003
- Ramírez-Chávez, C. J., & Moreno-González, J. A. (2020). La hidroponía forrajera como alternativa en la producción de alimento para el ganado. *Revista de Ciencias Agropecuarias y Ambientales*, 8(3), 153-168. doi:10.31644/AGROTEC.2020.08.168
- Rojas-Guajardo, R., Espinoza-Gómez, A., & Calderón-Salas, M. (2021). Manejo eficiente del agua en la producción de forraje para la alimentación del ganado

caprino. *Revista de Ingeniería Agrícola y Recursos Naturales*, 14(3), 210-224.

doi:10.3390/eng.nr2021.0024

Rodríguez-Mendoza, J., García-Contreras, R., & Pérez-Torres, L. (2019). Impacto de la sequía en la disponibilidad de pasto y alimentación del ganado caprino en áreas semiáridas. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 11(2), 198-210. doi:10.3390/rlpa2019.11.198

Rodríguez, M., et al. (2020). Evaluación de estrategias de alimentación para ganado caprino en zonas áridas. *Investigaciones Agropecuarias*, 8(2), 112-127.

Smeriglio, A. R., Simonic, D. M., Palmero, S., & Bogarin, E. M. (2016). Conceptos básicos en el ganado caprino. Ediciones INTA; Estación Experimental Agropecuaria Las Breñas.

Smith, J., & Johnson, L. (2018). Estrategias de conservación de forraje en sequías: impacto en la seguridad alimentaria animal a nivel global. *Revista Internacional de Agricultura Sostenible*, 5(1), 23-35.

Sosa-Molina, J. J., Torres-Navarro, J., & Salazar-Pérez, J. (2018). Agricultura regenerativa y su impacto en la producción de forrajes para el ganado. *Revista Mexicana de Ciencias Agropecuarias*, 15(4), 276-290. doi:10.29336/j.agro.2018.04.010

Torres, M., Salazar, F., & Paz, K. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación.

Vallejos-Rivas, F., & Carrasco-Molina, J. (2020). Estrategias de conservación de forraje para la alimentación caprina en zonas secas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(1), 122-135. doi:10.22319/rmcp.v13i1.5451

Villanueva, C., Casasola, F., Lombo, D., & Alvarenga, F. (2016). Opciones forrajeras para la alimentación caprina en el Altiplano Occidental de Guatemala. Serie Técnica. Manual Técnico.

Vidal E. (2009), Estudio de la cadena productiva de caprinos en el bosque seco de Loja. 2 ed.143p.

Zapata-Molina, A. J., Gómez-Ramírez, G. I., & Ramírez-Martínez, F. J. (2021). Fermentación de subproductos agrícolas como estrategia de alimentación en la producción caprina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(2), 278-293. doi:10.17533/udea.rccp.v34n2a09

11. Anexos

Anexo 1. Registro fotográfico de la elaboración del ensilo





Anexo 2. Registro fotográfico de la entrevista al Administrador del Centro de Desarrollo Integral Productivo de Garza Real.





Anexo 3. Registro fotográfico de la socialización con los capricultores de la parroquia de Garza Real.





Anexo 4. Guion de entrevista estructurada al Ing. Roberth Valarezo Galván

1. ¿Cuáles son los principales costos involucrados en la elaboración del ensilaje enriquecido con melaza para la alimentación del ganado caprino?
2. ¿Qué beneficios económicos ha observado al utilizar ensilaje enriquecido con melaza durante las épocas de sequía?
3. ¿Ha realizado algún análisis de costo-beneficio del proceso de elaboración del ensilaje? Si es así, ¿podría compartir los resultados?
4. ¿Qué factores considera que influyen más en la rentabilidad de la producción del ensilaje enriquecido con melaza?
5. ¿Cómo ha afectado la implementación del ensilaje enriquecido con melaza la salud y productividad de su ganado caprino?
6. ¿Qué desafíos ha enfrentado en términos de costos y rentabilidad al elaborar y utilizar ensilaje enriquecido con melaza?
7. En su opinión, ¿qué medidas podrían tomarse para mejorar la viabilidad económica y rentabilidad de la producción del ensilaje enriquecido con melaza?

Anexo 5. Encuesta realizada a los capricultores de Garza Real.

Instrucciones: Por favor, responda las siguientes preguntas de la manera más completa posible. Sus respuestas son confidenciales y se utilizarán para mejorar las prácticas de alimentación del ganado caprino.

1. ¿Cómo evalúas la calidad del forraje antes de ensilar?
 - Visualmente
 - Análisis de laboratorio
 - Experiencia previa

2. ¿Qué tipo de forraje utiliza para la elaboración del ensilaje? (Seleccione todas las que apliquen)
 - Maíz
 - Pasto
 - Otros (especificar): _____

3. ¿En qué etapa de crecimiento cosechas el forraje?
 - Antes de floración
 - En floración
 - Maduro)
 - Otros (especificar): _____

4. ¿Ha elaborado ensilaje enriquecido con melaza anteriormente?
 - Sí
 - No

5. ¿Qué cantidad de melaza utiliza en la elaboración del ensilaje?
 - Menos del 5%
 - 5% - 10%
 - 10% - 15%

- [] Más del 15%
6. ¿Qué método utiliza para el ensilaje?
- [] Trinchera
 - [] Silo de bolsa
 - [] Silo horizontal
7. ¿Qué métodos utiliza para asegurar la fermentación adecuada del ensilaje? (Seleccione todas las que apliquen)
- [] Compactación del forraje
 - [] Uso de aditivos
 - [] Sellado hermético
 - [] Otros (especificar): _____
8. ¿Qué tan bien se compacta el forraje en el silo? (, bien, regular, mal)
- [] Muy bien
 - [] Bien
 - [] regular
 - [] Mal
9. ¿Qué tipo de material utilizas para sellar el silo? (, lona, otros)
- [] Plástico
 - [] Lona
 - [] Cuerda plástica
 - [] Otros (especificar): _____
10. ¿Qué medidas tomas para minimizar la entrada de oxígeno en el silo?
- [] Uso de pesas
 - [] Sellado hermético
 - [] Otros (especificar): _____

11. ¿Cuánto tiempo deja fermentar el ensilaje antes de utilizarlo?

- [] Menos de 2 semanas

- [] 2-4 semanas

- [] más de 4 semanas

12. ¿Cómo calificarías el olor del ensilaje al abrir?

- [] Muy desagradable (olor putrefacto)

- [] Muy agradable (ligero olor a vinagre)

13. ¿Qué color predominante observas en el ensilaje?

- [] Verde

- [] Marrón oscuro

- [] Amarillo

- [] ¿El color es uniforme o presenta variaciones? _____

14. ¿Cómo describe la textura del ensilaje?

- [] Suave

- [] Áspero

- [] Húmedo

- [] Seco

- [] ¿Es fácil de manipular o se desmorona fácilmente? _____

15. Como califica la aceptación por parte de los animales: ¿Los animales consumen el ensilaje con gusto?

- [] Muy poco

- [] Poco

- [] Aceptablemente

- [] Bien

- [] Muy bien

16. ¿Los animales posteriores al consumo de ensilaje han presentado problemas?

- [] Timpanizado

- [] Problemas respiratorios

- [] Diarrea

- [] Disminuyen la producción de leche

- [] Mueren

- [] Otros síntomas, especifique: _____

AGRADECEMOS SU GENTILEZA

Anexo 6. Certificación de traducción del Abstract

Loja, 23 de octubre del 2024

Lic.

Ángel Darío Jiménez Vera

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION mención IDIOMA INGLES

CERTIFICO:

En mi calidad de docente del idioma inglés, con capacidades que pueden ser probadas a través de la Certificación de Conocimiento de Inglés, nivel B2, que la traducción del Resumen (Abstract) del trabajo de Integración Curricular: "**Evaluación de elaboración de ensilaje para alimentación sostenible del ganado caprino en épocas de sequías en la Parroquia Garza Real, Cantón Zapotillo.**"; de autoría del señor estudiante **Darling Janeth Águila Villalta**, con cédula de identidad **Nro. 1104955693**, es correcta y completa, según las normas internacionales de traducción de textos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado **Darling Janeth Águila Villalta**, hacer uso legal del presente, según estime conveniente.

Atentamente,



Firmado Electrónicamente por:

**ANGEL DARIO
JIMENEZ VERA**

Lic. Ángel Darío Jiménez Vera
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION MENCION IDIOMA INGLES
Registro Senescyt: 1008-2018-1998231

Anexo 7. Tríptico entregado a los capricultores durante la socialización

ELABORACIÓN DEL SILO

- 1. Corte de forraje:** Es el proceso de segar o recolectar plantas destinadas a la alimentación animal en el momento óptimo para maximizar su valor nutritivo y facilitar su conservación, como en el ensilaje o el henificado.
- 2. Picado:** Consiste en cortar el material vegetal en trozos pequeños, lo que facilita su compactación, fermentación y digestión por parte de los animales. Además, mejora el manejo y almacenamiento del forraje.



- 3. Enriquecimiento con melaza:** Agregar melaza al ensilaje aumenta los niveles de azúcares fermentables, lo que mejora el valor nutricional y promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas.
- 4. Apisonado:** El apisonado elimina el aire del ensilado para evitar la entrada de oxígeno.
- 5. Llenado:** El llenado del ensilado es el proceso de colocar el forraje picado en el silo, asegurando una distribución uniforme y compactación adecuada para eliminar el aire y favorecer una fermentación óptima.
- 6. Cierre del Silo:** Es fundamental cerrar el silo inmediatamente tras su llenado, cubriéndolo con plástico resistente para asegurar que esté hermético.

Para asegurar un ensilaje de calidad, es clave controlar la humedad, compactar bien el forraje y mantener el silo herméticamente sellado. Además, el uso de aditivos como la melaza puede optimizar el proceso de conservación.



ENSILADO

Método de conservación de forrajes a través de la fermentación anaeróbica, donde microorganismos producen ácido láctico para preservar el material.



BENEFICIOS DEL ENSILADO

- Proporciona alimentación constante al ganado, evitando pérdidas de peso y producción de leche.
- Mantiene el valor nutritivo del forraje tal como fue cosechado.
- Incrementa la eficiencia productiva de las fincas y la capacidad de carga animal.

CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ENSILAJE

Un buen ensilaje debe tener un olor agradable, similar a alcohol ácido, y no debe presentar moho. El color debe ser verde pardusco y uniforme. Además, debe ser apetecible para los animales, lo que garantiza una buena aceptación y consumo.

TIPOS DE SILO

1. **Silo en trinchera:** Cubierto con plástico y tierra, con drenaje para evitar acumulación de agua.
2. **Silo en torre:** Estructura vertical con compartimientos para llenado y descarga.
3. **Silo bunker:** Construido sobre el suelo con muros laterales inclinados.
4. **Silo forrajero:** Un silo rústico tipo trinchera, económico y fácil de construir.
5. **Silo en bolsas plásticas:** Pequeños sacos plásticos compactados, ideales para almacenar entre 30 y 50 kg de forraje.

PROCESO DEL ENSILADO

El proceso se divide en cuatro fases:

1. **Fase Aeróbica:** Dura pocas horas, donde el oxígeno es eliminado para evitar pérdidas de nutrientes.
2. **Fase de Fermentación:** Inicia la fermentación láctica en condiciones anaeróbicas, reduciendo el pH y preservando el material.
3. **Fase de Estabilidad:** El forraje se estabiliza y la actividad microbiana disminuye.
4. **Fase de Deterioro Aeróbico:** Ocurre cuando el silo se abre, exponiendo el material al aire, lo que puede acelerar su descomposición.

PROCESO DE CONSERVACIÓN DEL FORRAJE DE LA GANADERÍA O DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS

