

## INTRODUCCIÓN

La ganadería ocupa un lugar social y económico importante en el departamento y en la región, generadora de empleo, directa e indirectamente. Además, es una fuente de alimentos y nutrientes de alta calidad para la población humana. El ganado bovino, manejado adecuadamente, es un componente clave que interactúa, con el suelo, con las plantas y el medio, enriqueciendo los ecosistemas.

Bajo condiciones naturales, la producción ganadera en el municipio está sujeta a grandes fluctuaciones estacionales, afectando la previsión en los cultivos de manera general y particularmente en la producción forrajera, causando baches estacionales no fijos los mismos que oscilan entre los meses de septiembre a diciembre.

Los baches estacionales provocan deficiencias de la oferta forrajera que se reflejan de diferente manera en la producción animal, siendo esta situación más evidenciable en el ganado dedicado a la producción de leche.

Dicha situación que se presenta con periodicidad en el Municipio de Padcaya indujo a buscar un mecanismo que permita almacenar forraje para cubrir estos baches estacionales los cuales van desde la henificación tradicional (Chala) hasta la elaboración de ensilajes de gramíneas de corte, siendo estas últimas las más utilizadas en la región por constituirse en una de las principales opciones utilizadas por el alto volumen, bajo costo de producción y largo tiempo de conservación, aunque estas a la vez requieren de ciertas condiciones y maquinaria especializada para elaborarlo, lo que hace que el tiempo óptimo del ensilado no sea bien aprovechado y las técnicas utilizadas no sean eficientes causando pérdidas en el producto final por causa de contaminación fúngica y bacteriana, estas pérdidas pueden llegar a alcanzar hasta un 30 % del producto final.

Uno de los mecanismos de conservación de forraje más difundido y utilizado dentro de la producción lechera en el Municipio de Padcaya, es el ensilado (en una relación de 9 a 1 en favor del ensilado sobre el henificado) principalmente de maíz y en menor cantidad de sorgo forrajero utilizándose en la mayoría de los casos cultivares de ciclo, para lo cual en un 90% requieren maquinaria de instituciones del Estado, tanto del municipio como de la subgobernación que prestan dichos servicios y el restante de particulares, si bien son equipos de recolección y picado de forraje son de arrastre tanto de 1 y 2 surcos, utilizados de forma

estacionaria (por las condiciones del terreno) para lo cual se corta, acarrea y se aprovisiona a la picadora para su picado, utilizando un número alto de mano de obra y horas de maquinaria, lo que ocasiona que la demanda de dicha maquinaria no cubra en tiempo y forma las necesidades de los productores. A esto se suma que la producción de forraje para el ensilado está estacionada y el requerimiento de los servicios de maquinaria para ensilar esté concentrado en un mismo periodo de tiempo ocasionando retrasos en el ensilaje con repercusiones en la calidad final del producto a consecuencia de la pérdida del momento y condición fenológica adecuada de la planta, sabiendo que una vez iniciado el proceso de ensilaje este debe continuar hasta concluirse con el llenado, compactado y cierre del silo, situación que se complica por los tipos de silo que se utilizan ya que al ser de grandes dimensiones se debe concluir el llenado una vez comenzado el picado lo que lleva a que más de la mitad de los productores sufran retrasos en procesar sus forrajes, ocasionando que la calidad del material a ensilar pierda sus propiedades y de como resultado un ensilaje de baja calidad nutricional y baja condición de conservación. Esta situación se agrava por la falta o el conocimiento adecuado del uso de inóculos en el proceso del silaje que mejore en las condiciones de fermentación, conservación y calidad del ensilado, siendo una práctica común el ensilado sin inoculantes en la totalidad de los casos.

## **1. JUSTIFICACIÓN**

La sostenibilidad de los pequeños productores lecheros es incierta y se viene agudizando de manera permanente. Este fenómeno va acompañado por la desmotivación económica que sufre el producto a consecuencia de los costos altos de producción y precios bajos de comercialización. Como una manera de mejorar esta situación se requiere optimizar los recursos disponibles que permitan mejorar el ingreso económico de los productores. Para lograr esta meta es necesario adaptar o adecuar tecnologías diseñadas para producciones ganaderas de mayor escala a las pequeñas explotaciones lecheras. En este sentido, la utilización de sistemas o metodologías adecuadas a pequeña escala que no requiera de maquinarias complejas y costosas, infraestructura y mucha mano de obra que permitan bajar los costos de producción y optimice la conservación de forrajes, disminuyendo pérdidas por contaminación o mala conservación. En esta línea, el ensilado de menores volúmenes (silo cincho) y el uso de inóculos ha sido visualizado como una manera de acercar dicha tecnología a los pequeños productores. Esta práctica podría tener un impacto positivo desde el punto de

vista nutricional, incrementar la producción individual y, en consecuencia, mejorar el ingreso económico en función a bajar los costos productivos.

Cabe destacar que el 80% de los productores lecheros del Municipio de Padcaya cuentan con pequeñas picadoras estacionarias de forraje lo que permitiría cambiar el sistema de silaje, mediante el cambio del tipo de silo de menor tamaño y mejor condición de protección, lo que pudiera disminuir la dependencia de maquinaria externa y de demanda alta de mano de obra.

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar la calidad nutricional del ensilaje de sorgo cultivar AGRI-002E, para determinar el mejor sistema de almacenaje, mejor calidad de ensilaje y menor pérdida por contaminación o putrefacción.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar la calidad nutricional del ensilaje de sorgo forrajero (*sorghum sp.*) cultivar AGRI-002E, producido en dos tipos de silo (aéreo montón y silo cincho) con y sin aplicación de inoculantes lactoacidófilos (*Lactobacillus buchneri*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*)”, con la finalidad de buscar alternativas para mejorar la disponibilidad de alimento de calidad para el ganado lechero del Municipio de Padcaya, Provincia Arce del Departamento de Tarija.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar las características nutricionales (Ceniza, Fibra Detergente Neutro, Grasa, Hidratos de Carbono, Humedad, Materia Seca, Proteína Bruta y Valor Energético) y organolépticas del ensilaje en relación al tipo de silo (silo aéreo montón y silo cincho), en función al tratamiento con y sin aplicación de inoculantes lactoacidófilos.
- b) Identificar las condiciones de conservación (pH, porcentaje de pérdidas por contaminación fúngica y temperatura) del ensilaje en relación al tipo de silo (silo aéreo montón y silo cincho) y en función al tratamiento con y sin aplicación de inoculantes lactoacidófilos.
- c) Estimar la relación de costo y producción de los dos tipos de ensilaje (silo aéreo montón y silo cincho), con y sin aplicación de inoculantes lactoacidófilos con sorgo forrajero (cultivar AGRI-002E)

### **3. HIPÓTESIS**

No existen diferencias significativas en la calidad nutricional del ensilaje de sorgo producido en dos tipos de silo (silo aéreo montón y silo cincho), tampoco existe variación con la aplicación de inoculantes lactoacidófilos

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. SISTEMA PRODUCTIVO DEL MUNICIPIO DE PADCAYA**

El Plan de Desarrollo Territorial Integral (PTDI) del Municipio de Padcaya 2016-2020, describe al sistema productivo ganadero de la siguiente manera:

El chaco y las serranías tarijeñas tienen una larga tradición ganadera extensiva, que se remonta a la época de la colonia española. En este sentido se mantienen sistemas de crianza extensivos de doble propósito, trashumantes y de ramoneo, con excepciones en algunas zonas del chaco, donde ha empezado a desarrollarse una explotación semi intensiva con producción de forrajes y desperdicios de cosechas de maíz.

La crianza de ganado bovino para carne y doble propósito, utiliza en algunos casos dos pisos ecológicos, la zona del Valle Central de Tarija y el Subandino, denominándose trashumancia ganadera. En la zona del Subandino, utilizan un solo piso ecológico, pero dos zonas de producción: la zona cercana a la vivienda y la zona de monte. Finalmente, en la zona del chaco, la producción se realiza de manera extensiva aprovechando las grandes planicies existentes en la zona. El tipo de explotación es el extensivo tradicional, en algunos casos con introducción de pastura e infraestructura de manejo.

La explotación ganadera de la Región es de cría extensiva, comercial simple y de subsistencia familiar. En la zona de los valles se practica la crianza de tambo lechero y de trashumancia. Aún no existe cría tecnificada o intensiva.

En el Municipio de Padcaya, en el ámbito rural se caracteriza por presentar unidades familiares organizadas en torno al trabajo y articuladas en comunidades campesinas en su inmensa mayoría. Estas unidades productivas presentan estrategias productivas diversificadas adaptadas a la variabilidad del entorno ambiental y económico, donde la agricultura y la ganadería son actividades complementarias.

**Cuadro N. °1 Unidades Productivas, Principales especies que se producen en  
Tarija por Municipio**

| PROVINCIA    | MUNICIPIO   | CANTIDAD PRODUCTORES | CANTIDAD DE BOVINOS | CANTIDAD DE OVINOS | CANTIDAD DE CAPRINOS | CANTIDAD DE PORCINOS | TOTAL CANTIDAD DE ANIMALES |
|--------------|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| CERCADO      | CERCADO     | 3.770                | 39.862              | 32.065             | 21.436               | 20.476               | 113.839                    |
| MENDEZ       | SAN LORENZO | 2.411                | 21.338              | 31.954             | 28.784               | 13.675               | 95.751                     |
|              | EL PUENTE   | 1.581                | 6.915               | 54.208             | 51.305               | 3.635                | 116.063                    |
| AVILES       | URIONDO     | 1.224                | 24.328              | 21.975             | 15.105               | 4.277                | 65.685                     |
|              | YUNCHARA    | 1.109                | 5.315               | 100.368            | 21.202               | 2.107                | 128.992                    |
| ARCE         | PADCAYA     | 2.341                | 48.723              | 42.202             | 31.813               | 19.980               | 142.718                    |
|              | BERMEJO     | 565                  | 3.685               | 4.049              | 657                  | 4.386                | 12.777                     |
| O'CONNOR     | ENTRE RÍOS  | 2.252                | 57.452              | 18.626             | 27.321               | 54.230               | 157.629                    |
| GRAN CHACO   | YACUIBA     | 1.693                | 64.996              | 23.817             | 37.519               | 37.580               | 163.912                    |
|              | CARAPARÍ    | 1.327                | 20.112              | 13.038             | 17.924               | 34.814               | 85.888                     |
|              | VILLAMONTES | 1.630                | 123.100             | 18.635             | 29.570               | 32.212               | 203.517                    |
| <b>TOTAL</b> |             | <b>19.903</b>        | <b>415.826</b>      | <b>360.937</b>     | <b>282.636</b>       | <b>227.371</b>       | <b>1.286.770</b>           |

Fuente: Elaboración propia, datos Instituto Nacional de Estadística “Censo Agropecuario”, registro histórico PRONEFA Integrado, SENASAG

Las comunidades campesinas del Municipio de Padcaya Provincia Arce, desarrollan sistemas productivos mixtos agrícola-ganaderos, bajo sistemas característicos de cada ecosistema, es decir diversificada integral y multiespecie, cada familia cría diferentes tipos de animales de manera simultánea organizados en pequeños hatos. En algunos casos cada productor campesino tiene sus propios campos de pastoreo, en otros comparten campos de pastoreo de uso colectivo a nivel comunal y desarrollan también labores agrícolas con cultivos estacionales y frutales propios de la zona con características agroecológicas. (GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL, 2016-2020, pág. 2)

Este sistema de producción agropecuaria juega un rol importante en la economía de las familias campesinas, ya que es la base económica que le permite sortear las fluctuaciones climáticas que muchas veces causan el colapso de la producción agrícola. Además, la producción campesina de animales aporta al mercado local carne, leche y cueros con un importante porcentaje. De acuerdo a la zona agroecológica, y según el acceso a factores productivos, los sistemas productivos campesinos basan su estrategia productiva en función a la disponibilidad de riego. A mayor disponibilidad de riego la estructura productiva está más ligada a la agricultura y a menor disponibilidad de riego o a secano la estructura productiva se encuentra más apoyada en la ganadería, donde el ganado permite sortear las fluctuaciones climáticas adversas e impredecibles.

Al ser la explotación pecuaria una actividad secundaria, generalmente solo se tiene ganado de raza criolla, sin embargo, en la especie vacuna se genera un cambio sustancial con la introducción de ganado mejorado de la raza holando-uruguayo a través del programa de fomento lechero con cooperación del PMA lo que genera un cambio sustancial en la producción bovina llevando a la especialización de la producción lechera en gran parte de la zona del valle del Municipio de Padcaya, lo que le lleva a constituirse en el segundo municipio con el 33% de producción de leche de la cuenca lechera del valle central de Tarija, siguiéndole al Municipio de San Lorenzo el cual representa el 45% de la producción lechera, ubicándose el Municipio de Cercado en tercer lugar con el 11% de producción lechera, siendo la producción restante, generada por los demás municipios aledaños.

La producción lechera en el Municipio de Padcaya es una de las actividades productivas de mayor relevancia que involucran a 117 familias productoras y 2.169 bovinos de razas lecheras, con una producción diaria de más de 12.000 litros de leche fluida. El sistema productivo es de régimen semi extensivo en base a pastoreo de pasturas y ramoneo nativos combinado con cultivos de forrajeras introducidas como son la alfalfa, maíz y sorgo como cultivos de primavera – verano y para el verdeo de otoño – invierno, avena y vicia villosa, dichos cultivos tienen las limitantes de la disponibilidad de riego que solo representa el 10% de los suelos cultivables, los cultivos a secano son preponderantes donde el maíz es el cultivo con mayor predominancia seguido por el sorgo, los cuales tienen la finalidad de producirlo con la función de conservación para las épocas críticas donde la oferta forrajera sea baja o nula. (pág. 3)

En el departamento de Tarija la producción de ganado de leche se localiza particularmente en la zona del valle central, la cual presenta características agroclimáticas peculiares con fluctuaciones de temperatura y pluviometría de marcada estacionalidad climática, desencadenando en una estacionalidad productiva y por consiguiente altibajos en la variación en la oferta forrajera lo que obliga a producir, conservar y almacenar forraje en época de mayor disponibilidad hídrica para cubrir el



batche estacional que se genera, para lograr de esta manera, mantener la producción y productividad.

Una de las limitaciones dentro de la producción ganadera en la cuenca lechera del departamento de Tarija son las extensiones pequeñas de los terrenos lo que les obliga a los productores a tener un número limitado de animales en el hato por la disponibilidad de la oferta forrajera, razón por la que, no solo la producción de forraje si no también la conservación de los mismos debe ser altamente eficientes y eficaces para lograr una mejor calidad y una mínima pérdida de los mismos.

**Cuadro N. °2 Municipios, Comunidades y población bovina que conforman la Cuenca Lechera del Valle Central de Tarija**

| PROVINCIA     | MUNICIPIO   | COMUNIDAD            | Nº PRODUCTORES | POBLACION BOVINA |
|---------------|-------------|----------------------|----------------|------------------|
| AVILES        | URIONDO     | CHOCLOCA             | 25             | 442              |
|               |             | LA CHOZA             | 4              | 18               |
|               |             | LA COMPANIA          | 2              | 123              |
|               |             | PAMPA LA VILLA       | 8              | 41               |
| SUB TOTAL     |             |                      | 39             | 624              |
| ARCE          | PADCAYA     | ABRA DE LA CRUZ      | 3              | 9                |
|               |             | ABRA DE SAN MIGUEL   | 19             | 650              |
|               |             | CABILDO              | 7              | 87               |
|               |             | CANCHASMAYO          | 1              | 17               |
|               |             | CAÑAS                | 10             | 119              |
|               |             | CHAGUAYA             | 6              | 95               |
|               |             | CHALAMARCA           | 4              | 16               |
|               |             | CRUCE DE ROSILLAS    | 22             | 335              |
|               |             | HUACANQUI            | 4              | 140              |
|               |             | PADCAYA              | 4              | 80               |
|               |             | QUEBRADA DE CAÑAS    | 4              | 19               |
|               |             | ROSILLAS CENTRO      | 22             | 470              |
|               |             | SAN FRANCISCO GRANDE | 7              | 102              |
|               |             | SAN JOSE DE CHAGUAYA | 4              | 30               |
| SUB TOTAL     |             |                      | 117            | 2169             |
| CERCADO       | CERCADO     | SAN LUIS             | 18             | 311              |
|               |             | SELLA CERCADO        | 22             | 385              |
|               |             | SAN BLAS             | 20             | 204              |
|               |             | TEMPORAL             | 14             | 234              |
|               |             | SAN MATEO            | 20             | 147              |
| SUB TOTAL     |             |                      | 94             | 1181             |
| MENDEZ        | SAN LORENZO | BARRIO OSCAR ALFARO  | 18             | 174              |
|               |             | BARRIO SAN PEDRO     | 15             | 254              |
|               |             | BORDO MOLLAR         | 28             | 305              |
|               |             | CADILLAR             | 4              | 17               |
|               |             | CANASMOSRO           | 15             | 220              |
|               |             | CARACHIMAYO          | 18             | 370              |
|               |             | CORANA SUD           | 5              | 23               |
|               |             | ERQUIS               | 12             | 81               |
|               |             | LA VICTORIA          | 2              | 33               |
|               |             | RANCHO SUD           | 15             | 91               |
|               |             | RANCHO NORTE         | 10             | 262              |
|               |             | SELLA MENDEZ         | 18             | 201              |
|               |             | TARIJA CANCHA NORTE  | 12             | 160              |
|               |             | TARIJA CANCHA SUD    | 28             | 290              |
|               |             | TOMATAS GRANDE       | 3              | 47               |
|               |             | TOMATITAS            | 5              | 23               |
|               |             | SUB TOTAL            |                |                  |
| TOTAL GENERAL |             |                      | 458            | 6525             |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Desarrollo Económico-Productivo del Municipio de Padcaya.

Dentro de la producción pecuaria, la alimentación representa entre un 60% a 70% del costo total de la misma, en la producción de bovinos de leche el 95% de la alimentación

corresponde a alimentos voluminosos, los cuales deben estar disponibles permanentemente lo que lleva a producirlos en los períodos estacionales adecuados, conservándose los excedentes ya sea en forma de ensilajes o henolajes para épocas críticas de baja disponibilidad forrajera. (pág. 4)

## **1.2. EL ENSILAJE**

### **1.2.1. ORIGEN DEL ENSILAJE**

Desde que el ser humano empezó a desarrollar la agricultura y a domesticar animales ha buscado mecanismos de poder conservar los alimentos tanto para él, como para sus animales.

Castillo Valencia Alberto (2011), hace referencia a lo siguiente:

A pesar de tener un inicio incierto, tal parece que el origen del ensilaje de forrajes se remonta a una noticia histórica, documentada en los anales de la Universidad de Agricultura de Young en 1786, acerca de un artículo del profesor John Symonds, de la Universidad de Cambridge, que trata de los estudios hechos en Italia acerca del empleo de las hojas en la alimentación del ganado. Entre las diferentes especies forrajeras de invierno, empleadas en Italia para el ganado, las hojas tienen una importancia bastante grande. Para obtener tal resultado se recogen a fines de septiembre y principios de octubre, en las horas más calientes del día, se tienden para secarlas al sol durante tres o cuatro horas y luego se colocan en barriles de madera, donde se comprimen fuertemente y por último se cubren con arena; o bien se entierran en fosas, se cubren con paja y sobre esta se amontona arena y arcilla. Esta práctica pasó de Italia a Francia, Inglaterra, Alemania y América. Así, la práctica de los forrajes ensilados parece originaria de Italia, pues desde el año 1700 los agricultores de aquel país habían entendido, en esencia, los principios en que debe basarse la conservación de los forrajes en silos: la desecación parcial de los forrajes y la eliminación del aire en el ensilado (CASTILLO VALENCIA, 2011, págs. 5,6)

Aportando a lo que afirma Castillo Valencia A., el ICA (2000) manifiesta lo siguiente:

En 1842 se descubrió en Londres el proceso de ensilaje en gramíneas y leguminosas en fosas, tal como se conoce hoy en día. En 1873 se introdujo su práctica en Estados Unidos, en donde se generalizó rápidamente con el ensilaje de maíz, y en la década de 1920, con el ensilaje de gramíneas y leguminosas (INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 2000, pág. 15).

## **1.2.2. SILO, SILAJE Y ENSILADO**

### **1.2.2.1. Silo**

Martínez Fernández A. (2014), describe a los silos de la siguiente manera:

Los silos, son instalaciones, recipientes o construcciones que albergan los ensilados, los protegen contra la acción de los agentes climáticos (luz, agua, aire) y ayudan a conservarlos en buen estado durante largo periodo de tiempo. (MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, 2014, pág. 41)

#### **1.2.2.1.1. Tipos de silo**

Los tipos de silos son diversos y se los clasifica según el tiempo y la forma del mismo.

Reyes Nadir (2009), clasifica y caracteriza a los silos, de la siguiente manera:

**Silos temporales:** Cuando un productor va a hacer un silo por primera vez, cuando los recursos disponibles en la finca son limitados o cuando la cantidad de forraje a ensilar es pequeña, es recomendable usar algún tipo de silo temporal. Por otra parte, aun cuando un productor sepa cómo preparar el ensilaje, no se recomienda invertir mucho dinero en una infraestructura permanente, mientras no se decide que esta será una práctica rutinaria todos los años. Entre los tipos de silos temporales se encuentran:

- 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.
- Los **silos en barriles** pueden conservar hasta 150 kg de forraje. Se recomienda usar barriles plásticos, porque los ácidos producidos en el proceso de ensilaje corroen rápidamente los barriles de metal. La compactación se realiza por

pisoteo, luego se tapa la parte superior con una bolsa plástica que se sella con una cinta. Es importante llenar el barril por completo (“con copete”) para evitar las bolsas de aire al momento del sellado.

- El **silo tipo cincho** se utiliza cuando se requiere ensilar mayor cantidad de forraje. El cincho consiste en un molde desarmable de metal, madera u otro material, de una altura aproximada de 1 a 1.5 m y un diámetro de 2 a 3 m. Para llenar el silo, primero se arma el molde en el lugar escogido, se coloca el plástico asegurando un buen traslape en sus puntos de cierre y hacia la parte interior del molde en su base. Luego, se llena el silo y finalmente se retira el molde, se envuelve el silo con el plástico y se colocan objetos pesados encima para ayudar a la compactación. La gran ventaja de este tipo de silo es que el molde es móvil y puede ser usado muchas veces durante el año, en muchos lugares diferentes. Una desventaja es que, en algunas zonas, la hechura del molde metálico no es fácil ni barata, y generalmente no puede ser fabricado por el productor. Otra desventaja es que la compactación del forraje se debe realizar a mano, por pisoteo o con apisonadores.
- El **silo de 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 (REYES, 2009, pág. 19)

Alimentando a lo descrito por Reyes Nadir, Valencia Castillo (2011) manifiesta lo siguiente:

### **Silos permanentes**

- **El silo bunker:** Son construidos sobre el suelo y están constituidos por dos muros laterales paralelos, ligeramente inclinados y abiertos en los extremos.
- **El silo de trinchera o “zanja”:** 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.

- **Silo en torre:** Son torres de almacenamiento con zonas independientes de llenado y descarga.
- **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 VALENCIA, 2011, pág. 7)

#### 1.2.2.2. Silaje

Fernández Mayer (1999), define al silaje como:

Una técnica de conservación de forraje por vía húmeda a diferencia de la henificación (fardo o rollo) donde la conservación del material se produce a partir de una deshidratación previa. Este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos (M.O.) en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis). El objetivo es conservar el valor nutritivo de la planta verde, a través de distintos procesos químico-biológicos que se producen en el material ensilado. En estos procesos se originan pérdidas (de efluentes -escurrimiento de líquidos-, destrucción de la proteína verdadera, de los carbohidratos solubles (CHOS), entre otros componentes); por ello y en la medida que estas fases -químicas y biológicas- se desarrollen en condiciones óptimas de trabajo (cosecha en el momento oportuno, tamaño del picado adecuado, corta-picado y compactación rápida, sellado hermético del silaje, etc.) (FERNÁNDEZ MAYER, 1999, pág. 1).

#### 1.2.2.3. Ensilaje

Santa Cruz Hoyos (2021), define al ensilaje como:

Un alimento resultante de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo, mediante la formación de ácido láctico, para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año. Se obtiene de la fermentación parcial de plantas apropiadas, que se traduce en un aumento de la acidez de la masa y que conserva un alto grado de humedad (SANTA CRUZ HOYOS, 2021, pág. 2)

Villalobos y Granados (2018), definen al ensilaje en los siguientes términos:

Preservación de forrajes verdes por medio de una fermentación ácida que previene su descomposición. La técnica de ensilaje se utiliza para guardar alimento para el ganado y utilizarlo en el momento que se requiera. Dependiendo del clima, así serán las épocas en las que se requiera alimentar con ensilaje. (VILLALOBOS VILLALOBOS & CAMPOS GRANADOS, 2018, pág. 1)

Wagner y Sánchez (2020), lo definen de la siguiente manera:

El ensilaje es producto de un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. El ensilaje, es un alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo mediante la formación de ácido láctico, para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año (WAGNER & SÁNCHEZ, 2020, pág. 5).

### **1.2.3. USO DEL ENSILADO**

Respecto del uso del ensilado, Cuadrado Capella H. (2003), explica lo siguiente:

Se utiliza en épocas críticas, bien sea durante la época de lluvias o sencillamente cuando no se dispone de alimento en la pradera, pero también debe conservarse con la mejor calidad posible. Se pueden ensilar la mayoría de los materiales forrajeras, pero especialmente aquellos que tienen altos rendimientos de forraje, para obtener a bajo costo el kilogramo de alimento ensilado

El principal uso del ensilado es producir forraje de reserva para los animales (rumiantes primordialmente) cuando hay escasez en las épocas de estiaje o para cubrir el déficit de la oferta forrajera causada por el bache estacional que se presente. El producto final debe obtenerse sin que se produzcan sustancias tóxicas para la salud animal durante el proceso, con un mínimo de pérdidas de materia seca y de nutrientes y manteniendo una buena palatabilidad para el ganado (CUADRADO CAPELLA, 2003, pág. 27).

#### **1.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Dentro de las ventajas y desventajas descritas para el ensilaje, se enuncian las siguientes:

##### **Ventajas del ensilaje**

- Conserva el valor nutritivo del pasto durante largo tiempo.
- Suministra forraje succulento de calidad uniforme y de buen sabor durante todo el año.
- Reduce los costos de producción con la disminución en el uso de concentrados.
- Permite establecer estrategias de alimentación para la época de escasez de forrajes.
- Permite usar forraje de calidad en cualquier época del año y, especialmente, cuando hay escasez del mismo.

##### **Desventajas del ensilaje**

- Si no se tiene cuidado con el manejo de las condiciones que favorecen la acción de las bacterias ácido lácticas, respecto al mantenimiento de anaerobiosis, temperatura menor a los 30° C y la disponibilidad de carbohidratos, las pérdidas del alimento pueden ser cuantiosas o su valor nutricional bajo.
- El ensilaje no tiene un valor de mercado establecido, por el corto período de vida que tiene cuando se abre el silo (WAGNER & SÁNCHEZ, 2020, págs. 8-9).

#### **1.2.5. PASOS PARA EL PROCESO DEL ENSILADO**

Obtener ensilajes de calidad solo puede lograrse si a cada una de las etapas que intervienen en la elaboración, se le dedica cuidadosa atención.

A continuación, se mencionan los pasos que requiere en el proceso del ensilado descritos por Urrutia Morales y Meraz Echavarría (2004):

**1.- Cosecha del forraje:** El maíz y sorgo se cosechan en fresco, cuando el grano se encuentra en estado lechoso-masoso y la planta ha almacenado la mayor cantidad de nutrientes y contiene la humedad adecuada para una rápida fermentación, acidificando

el medio y evitando con esto, que el forraje se pudra. En este estado es el mejor momento para obtener ensilajes de buena calidad.

**2.- Picado:** El forraje debe ser picado en trozos pequeños de 2 a 5 cm, para evitar que se formen espacios grandes entre ellos, los cuales guardan aire y promueven que durante el proceso de fermentación el forraje se pudra.

**3.- Llenado y apisonado:** El forraje picado se va acomodando en el silo por capas de 20 cm de espesor. Una vez que se completa la capa se procede a apisonarlo. Para ello, se utiliza un tractor, con el que se le dan de dos a tres pasadas por encima, procurando pisar todo el forraje, para evitar que queden cámaras de aire en el interior.

**4.- Tapado:** Una vez que se ha concluido el apisonado de todo el silo, se tapa con plástico (polietileno) para evitar que entre aire y agua. Después de colocar el plástico, éste se cubre con una capa uniforme de 10 a 15 cm de tierra, para evitar que el viento levante el plástico. Además, el peso de la tierra hace que el plástico permanezca pegado al forraje, aún durante el proceso de contracción de éste (URRUTIA MORALES & MERAZ ECHAVARRÍA, 2004, págs. 1,2).

### **1.2.6. FASES DEL ENSILADO**

Una vez que el forraje fresco es cosechado y hasta que el silo se utilice para alimentar el ganado, se da un proceso de fermentación lacto alcohólica que modifica la condición del mismo.

Según describe Reyes Nadir, et.al., (2009) se dan cuatro fases que cambian la composición química y microbiana del material ensilado:

#### **Período I. Fase inicial aeróbica**

La fase aeróbica se inicia al momento de cortar el forraje, continúa cuando se está llenando el silo e incluso puede seguir por un tiempo después de cerrar el mismo. Después de cosechado el forraje, siempre y cuando haya presencia de oxígeno, las células continúan respirando, produciendo anhídrido carbónico y agua, a expensas de los carbohidratos. Por otro lado, la respiración también ocasiona descomposición de proteínas del forraje, lo cual es un proceso indeseable, no sólo porque se reduce la



disponibilidad de la proteína presente en el forraje ensilado, sino sobre todo porque se pierde nitrógeno al ser liberado como amonio. Además, este inhibe la producción de ácido láctico, el cual es necesario para conservar el material ensilado. Se debe entender que mientras haya oxígeno en el silo, la respiración no se va a detener.

Complementando lo expresado por Reyes Nadir, Soto blanco R. (2012) manifiesta lo siguiente:

Así mismo se dan procesos enzimáticos de degradación de algunos hidratos de carbono (HC) de cadena larga (sacarosa, fructófanos) en HC de cadena corta (hidrólisis) y degradación de proteínas en péptidos y aminoácidos (proteólisis). Por otra parte, empiezan a actuar bacterias aeróbicas que degradan los HC en ácido acético, ácido fórmico, alcohol y CO<sub>2</sub>. La consecuencia de todo ello es la pérdida de materia seca, de concentración energética y, en definitiva, de calidad de la masa ensilada (SOTO BLANCO, 2012, pág. 4).

## **Período II. Fase de fermentación láctica**

La fase de fermentación efectiva comienza cuando se agota el oxígeno dentro del silo, y por tanto empieza a dominar la microflora anaeróbica: bacterias, levaduras y mohos que se desarrollan bien en ausencia de oxígeno. En esta fase, las bacterias producen ácidos orgánicos, en especial el ácido láctico, a partir de los azúcares y almidones (carbohidratos fermentables) que contiene el forraje ensilado o que se han agregado en aditivos como la melaza o los granos molidos, entre otros. La producción de ácidos orgánicos es fundamental para la conservación del forraje ensilado, pues esta lleva a la acidificación (reducción del pH) del material ensilado, lo cual resulta primero en que las bacterias deseables dominen a los macroorganismos anaeróbicos indeseables, como son las enterobacterias, levaduras, bacilos y clostridios que compiten por los carbohidratos solubles disponibles en el material ensilado y que pueden llevar a formas de fermentación indeseables, incluyendo la pudrición. En general, las bacterias productoras de ácido láctico son más tolerantes a la acidez y por consiguiente pueden resistir un pH más bajo que los macroorganismos anaeróbicos indeseables. Sin embargo, llega un momento en que la acidez es tal que ya no permite el crecimiento de

las bacterias lácticas y se da paso a la fase siguiente que es la estabilización del forraje ensilado.

### **Período III. Fase de estabilización**

La fase de estabilización se inicia cuando, por acción de los “ácidos buenos”, desciende el pH del ensilaje a valores por debajo de 4.2. Bajo esas condiciones de acidez, cesa toda actividad enzimática y se inhibe el crecimiento de todos los macroorganismos, aunque algunos pueden sobrevivir formando esporas (REYES, y otros, 2009, págs. 13-14-16).

Complementando lo expresado por Reyes Nadir, Gamarra Bojórquez (2013) explica lo siguiente:

### **Periodo IV. Fase de deterioro aeróbico**

Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. 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 induce un aumento en 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 microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y enterobacterias (GAMARRA BOJORQUEZ, 2013, pág. 16). El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (REYES, y otros, 2009, págs. 13-16).

### 1.2.7. EFECTO DEL pH DEL SILAJE

Respecto del efecto del pH del ensilaje, Fernández Mayer, expresa lo siguiente:

Cuando el pH de un silaje es superior a 5 pueden actuar bacterias indeseables, como el *Clostridium saccharomyces* que fermenta a los CHOS y ácidos orgánicos produciendo ácido butírico, dióxido de carbono e hidrógeno (silaje color negro y olor a rancio). Incluso, otros M.O. proteolíticos fermentan a los aminoácidos (AA) y generan, especialmente, amonio (olor a amoníaco o a orina) y aminas (olor a pútrido). Estas últimas son potencialmente reductoras del consumo voluntario de los animales.

Algo similar a lo que ocurre con las enzimas, las fermentaciones generadas por estos M.O. producen una disminución tanto de la materia seca (MS) del silaje como de la energía del mismo. Sin embargo, la acción de estos microorganismos se ve inhibido cuando el pH es inferior a 4.5, por ello, en la medida que éste descienda rápidamente se reducen las pérdidas causadas por estos agentes extraños.

El rápido aumento de la acidez del silaje está vinculado directamente con la MS del forraje verde. A medida que aumenta el porcentaje de MS se requiere un pH menor para lograr la estabilización del material. Por ejemplo, si la planta verde tiene un contenido de 35% de MS el silaje se estabiliza con un pH cercano a 5. En estas condiciones se detiene el desarrollo de los microorganismos que generan fermentaciones secundarias indeseables (FERNÁNDEZ MAYER, 1999, pág. 5).

**Cuadro N. °3: Contenido de MS para estabilizar un silaje (Viviani Rossi)**

| MATERIA SECA % | pH      |
|----------------|---------|
| 15-20          | 4.0     |
| 20-25          | 4-4.2   |
| 25-30          | 4.2-4.4 |
| 30-35          | 4.4-4.6 |
| 35-40          | 4.6-4.8 |

Fuente: INTA Bordenave (1999), contenido de MS para estabilizar un silaje.

Complementando el cuadro de contenido de MS para estabilizar un silaje se añade el cuadro de concentración de acidez según el contenido de materia grasa (GUTIÉRREZ, 2009, pág. 2).

**Cuadro N. °4 Concentración de acidez según el contenido de materia seca**

| MS (%)               | pH según contenido de materia seca (%MS) |         |         |         |         |
|----------------------|------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                      | 15 – 20                                  | 21 – 25 | 26 – 30 | 31 – 35 | 35 – 40 |
| <b>Excelente</b>     | < 4,0                                    | < 4,2   | < 4,4   | < 4,6   | < 4,8   |
| <b>Bueno</b>         | < 4,2                                    | < 4,4   | < 4,6   | < 4,8   | < 5,0   |
| <b>Satisfactorio</b> | < 4,4                                    | < 4,6   | < 4,8   | < 5,0   | < 5,4   |
| <b>Mediocre</b>      | < 4,6                                    | < 4,8   | < 5,0   | < 5,2   | < 5,4   |
| <b>Malo</b>          | > 4,6                                    | > 4,8   | > 5,0   | > 5,2   | > 5,4   |

Fuente: Gutiérrez M.L. (2009), Evaluación práctica y a campo del Silaje y Henolaje en el tambo.

### **1.2.8. FACTORES QUE AFECTAN LA CONSERVACIÓN DE LOS FORRAJES ENSILADOS**

Ustarroz et.al., (1997) describen los factores que afectan la conservación de los forrajes ensilados, afirmando que además de la influencia del contenido de carbohidratos fermentables y proteínas, existen otros factores que inciden de forma importante sobre la conservación y calidad de los ensilados.

#### **a) Madurez y contenido de humedad del forraje**

El contenido de humedad del material ensilado es frecuentemente la principal limitante de la preservación satisfactoria del forraje. Niveles muy bajos dificultarán la compactación rápida de la masa ensilada, mientras que excesos de agua serán un obstáculo sobre el proceso de fermentación y acidificación del material, diluyendo los ácidos formados y extendiendo con ello el proceso fermentativo. El lento descenso del pH de una masa ensilada con exceso de humedad favorecerá la intervención de microorganismos poco deseables en la fermentación, como las bacterias formadoras de butírico, Clostrídium y otras. Las recomendaciones varían según los diferentes cultivos a ensilar.

**Cuadro N. °5 Momento de cosecha y humedad recomendadas para distintos cultivos.**

| Cultivo   | Madurez                                  | % humedad por tipo de silo |          |           | Tamaño de picado (mm) |
|-----------|------------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------------------|
|           |                                          | Horizontal                 | Vertical | Hermético |                       |
| Maíz      | línea de leche, 1/2 a 2/3 del grano      | 67-72                      | 63-68    | 50-60     | 9-12                  |
| Alfalfa   | prebotón. 1/10 de floración              | 65-70                      | 60-65    | 50-60     | 6-9                   |
| Cereales  | Preoreo a grano lechoso o pastoso blando | 67-72                      | 63-68    | 50-60     | 6-9                   |
| Gramíneas | Preoreo a primeras espigas               | 67-72                      | 63-68    | 50-60     | 6-9                   |
| Trébol    | 1/4 a 1/2 de floración                   | 67-72                      | 63-68    | 50-60     | 6-9                   |
| Sorgo     | Preoreo a grano pastoso o pastoso duro   | 70-75                      | 65-70    | 50-60     | 9-12                  |

Fuente: The Pioneer Forage Manual (1990).

Una apropiada madurez asegura el suministro de una adecuada cantidad de azúcares fermentables para las bacterias del silo y el máximo valor nutritivo para la óptima alimentación del ganado. La madurez también tiene un gran impacto sobre la humedad en los cultivos que no se preorean, como el maíz.

#### **b) Tamaño de picado del forraje**

El tamaño de las partículas del material cosechado es otro factor que afecta el ensilado, debido a que un picado más fino facilitará la disponibilidad de los carbohidratos fermentables celulares del forraje para el medio fermentativo microbiano. Adicionalmente, la compactación será también más efectiva cuando el forraje sea finamente picado, en comparación con trozados más gruesos o forrajes ensilados sin picar.

Un tamaño de picado muy grande dificultará la compactación, quedando de este modo mayor cantidad de oxígeno atrapado en la masa del forraje, generando finalmente, como resultado, un incremento en la temperatura y en el desperdicio.

Picados demasiado finos pueden producir algunos trastornos en los animales, como menor salivación, dificultades en la rumia y acidosis.

### **C) Llenado, compactado y sellado**

El cultivo debe ser cosechado y almacenado en el silo lo más rápido posible.

Es necesario conseguir una pronta eliminación de aire de la masa ensilada, para limitar el proceso de respiración inicial y evitar fermentaciones aeróbicas putrefactivas del forraje, que derivan en pérdida de material por descomposición.

Un llenado prolongado puede resultar en una excesiva respiración y, por lo tanto, incrementar las pérdidas del silaje. El compactado debe realizarse inmediatamente cuando el material es almacenado en el silo. Las ruedas del tractor son las más utilizadas para el pisado, debido a que ofrecen mayor peso por unidad de superficie en relación a otros rodados.

Para una adecuada preservación del ensilaje durante largos períodos, debe aislarse del ambiente atmosférico. Esto se consigue procurando la impermeabilidad de las paredes y colocando cubiertas sobre el mismo. El silo puede ser tapado con una cubierta que quede en estrecho contacto con el material, para prevenir la penetración de aire y lluvia dentro del silaje (BRUNO, ROMERO, & USTARROZ, 1997, págs. 9,10,11,15).

### **1.2.9. PÉRDIDAS**

Aparte de los factores que afectan a la conservación de los forrajes, ocurre pérdidas que son inevitables las cuales son mencionadas por Enrique Ustarroz, et.al., (1997) en los siguientes términos:

Entre la cosecha del forraje y su utilización como ensilaje para el ganado ocurren inevitablemente pérdidas, que son particularmente variables y dependen de diversos factores. Se pueden clasificar en:

**a) Pérdida de campo:** al cosechar mecánicamente la pastura, pequeñas partículas de forraje pueden quedar en el suelo. Esto, sumado al residuo en pie de las plantas cortadas, podría denominarse "pérdida de campo".

**b) Pérdidas de oxidación:** una vez ingresado el material al silo, la presencia de oxígeno resultará en pérdidas de oxidación, por los siguientes conceptos: respiración a base de oxígeno atrapado en la masa (pueden ser mínimas, si se consigue confeccionar los ensilajes rápidamente y, al mismo tiempo, compactarlos y sellarlos adecuadamente o embolsarlos); descomposición del material por ingreso de aire (fenómeno que ocurre principalmente en las orillas y superficie del silo) y acción del aire sobre el ensilaje ya expuesto, después de abrirlo.

Entre las pérdidas oxidativas, la descomposición del material por entrada de aire en los contornos del silo es cuantitativamente la más importante en la mayoría de los casos.

**c) Pérdidas fermentativas:** el nivel de las pérdidas fermentativas es variable, dependiendo de los nutrientes fermentados y los microorganismos involucrados en ello. Trabajos experimentales han registrado pérdidas de MS total por fermentación que podrían fluctuar entre el 1 y el 10%, siendo en la mayoría de los casos entre el 3 y el 5%.

**d) Pérdidas de lixiviación:** las pérdidas registradas por eliminación de líquido dependerán principalmente del contenido de humedad del forraje ensilado, influyendo además el grado de compactación, el tipo de silo y el pretratamiento del forraje. Cabe destacar que el líquido lixiviado arrastra nutrientes de alta calidad, como los carbohidratos y proteínas solubles, los ácidos orgánicos y los minerales y, por ello, en términos nutricionales, las pérdidas de lixiviación suelen ser muy importantes.

Las pérdidas por fermentación, respiración y lixiviación en forrajes muy húmedos pueden reducirse a través del premarchitamiento (BRUNO, ROMERO, & USTARROZ, 1997, pág. 11).

#### **1.2.10. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE UN ENSILAJE DE BUENA CALIDAD**

Existen varios indicadores para determinar si un ensilaje es de buena calidad. Hay procedimientos sofisticados que requieren del envío de muestras al laboratorio.

Mendieta Bryan, et.al. (2008), manifiestan que los indicadores de un ensilaje de buena calidad, evaluados a nivel de laboratorio, son los siguientes:

- Tener un olor aromático, agradable, libre de hongos y nunca olores a tabaco, olor acético como de vinagre, amoníaco, ácido butírico o pudrición. Ensilajes con olores fuertes no son deseables para los animales en producción y son indicadores de una considerable pérdida de nutrientes.
- El color debe ser verdoso a café claro similar a picadura de cigarrillo rubio, pero nunca de color café oscuro o negro.
- La textura del ensilaje debe ser firme y no esponjosa, las hojas deben permanecer unidas al tallo. Una textura húmeda y brillante es indicador de un mal ensilaje.
- pH de 4.2 o menos.
- Temperatura de 30 a 40 °C.
- Contenido de ácido láctico entre 5 y 9% en base seca.
- Contenido de materia seca igual o superior al 30% (MENDIETA, 2008, pág. 11).

#### 1.2.11. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Sin embargo, existen también procedimientos de campo que pueden ayudar en la evaluación de la calidad de los ensilajes. Las siguientes características organolépticas se asocian con ensilajes de alta calidad:

Dichas características organolépticas las definen Águila Castro Hugo y Franco Iván (1979), de la siguiente manera:

**Verde olivo:** Este color se encuentra en ensilajes que se han obtenido con una respiración reducida de los trozos verdes de las plantas utilizadas y que en consecuencia la temperatura máxima alcanzada no sobrepasó los 30°C, se halla además este color en ensilajes elaborados con plantas tiernas. Su olor es agradable, ligero o definitivamente alcohólico. Comúnmente se trata de ensilajes de buena o excelente calidad.

**Amarillo o café claro:** Una degradación del color verde al amarillo o café claro en todo el perfil del silo es indicativo de que en la masa se produjo una elevación



perjudicial de la temperatura alrededor de los 40°C. El olor suele no ser acentuado, indefinido sin ser agradable ni desagradable. Ensilajes de estas características se obtienen de plantas algo sobre maduras a veces con alto porcentaje de tallos leñosos en los cuales hubo fallas en la compactación. En ocasiones el amarillo suele presentarse en forma de bolsillo o capas, corrientemente humedad, en medio una masa de características diferentes, entonces su olor es desagradable a causa de una elevada porción de ácido butírico. Ensilajes de amarillo a café claro sin ser definitivamente malos, son indicativos de una seria pérdida de su valor nutritivo.

**Café oscuro:** Comprende ensilajes con una elevada temperatura, fruto de una compactación insuficiente como resultado de haber cosechado las plantas en un estado de sobre maduración, con alta proporción de tallos leñosos, groseramente picada. Siempre este color va acompañado con un olor a chancaca o tabaco, a veces dulzón, indicio de que por exceso de temperatura (sobre los 60°C) se produjo una caramelización de los azúcares de la planta. Su valor como forraje es malo, con una gran pérdida en el valor nutritivo, que afecta principalmente en la digestibilidad de las proteínas.

**Negro:** Se encuentran este color en ensilajes elaborados en muy deficientes condiciones técnicas, la mayor parte en forrajes sin picar o sobre maduros en exceso. En etapas avanzadas de descomposición el material presenta un aspecto mucilaginoso, con manchas blancas de hongos. Su olor puede ser indefinido, aunque a veces tienen un olor a quemado o definitivamente hediondo. Como forraje no tienen ningún valor y debe evitarse darlo a los animales (ÁGUILA & FRANCO, 1979, pág. 14)

A las características organolépticas mencionadas por Águila H. y Franco P., anexamos las expresadas por Ojeda citado por Tobías C. y Vargas E. (2000), en los siguientes términos:

Los indicadores organolépticos (utilizando los órganos de los sentidos) son una herramienta para realzar una evaluación subjetiva de la calidad de un ensilaje. Su exactitud dependerá de la experiencia del evaluador. Por no requerirse de mediciones para su ejecución, se ha convertido en la alternativa de evaluación más utilizada,

económica y práctica. (TOBÍA & VARGAS, 2000, págs. 133-135), El cuadro presenta un sistema de evaluación organoléptica de calidad de los ensilajes.

Los parámetros considerados en orden de importancia son los siguientes: olor, color y textura.

**Cuadro N. °6 Calificación de puntajes para las características organolépticas según Ojeda**

| Indicador        | Descripción                                   | Puntaje<br>( % ) | Máximo por indicador<br>( % ) |
|------------------|-----------------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Olor             | Agradable                                     | 54               | 54                            |
|                  | Poco Agradable                                | 36               |                               |
|                  | Desagradable                                  | 18               |                               |
|                  | Verde, verde amarillento y                    | 24               |                               |
|                  | Verde claro                                   |                  |                               |
| Color            | Verde rojizo, verde pardo y verde oscuro      | 16               | 24                            |
|                  | Pardo amarillento, café verdoso y café oscuro | 8                |                               |
|                  |                                               |                  |                               |
| Textura          | Bien definido, se separa fácil                | 22               | 22                            |
|                  | Jabonoso al tacto, mal definido               | 11               |                               |
| <b>Total (%)</b> |                                               |                  | <b>100</b>                    |

*Ojeda y col. 1991*

Fuente: Ojeda et al 1991(citado por Tobías et.al., 2000).

#### **1.2.12. TRATAMIENTO DEL FORRAJE PARA MEJORAR EL ENSILADO**

De acuerdo a lo que expresa Romero L. (2004):

Es factible modificar artificialmente el curso del proceso de ensilado, con la finalidad de conseguir una mejor y más rápida conservación ácida del material. Entre las técnicas empleadas se encuentran el pre marchitamiento y el uso de aditivos.

**a) Premarchitamiento:** Consiste en cortar y mantener el forraje extendido sobre el suelo durante algunas horas, con el objeto de conseguir su deshidratación parcial, para luego recolectarlo y ensilarlo. Una reducción en el contenido de agua, particularmente en forrajes muy húmedos, contribuirá a obtener una fermentación más favorable, menores pérdidas totales de materia seca en el silo, y a mejorar, en la mayoría de los casos, su valor nutritivo. Los beneficios son mayores en la medida en que la humedad inicial del forraje es más alta.

**b) Aditivos:** El uso de algunos productos agregados al forraje al momento de su descarga en el silo constituye una alternativa para mejorar las condiciones de fermentación y conservación, particularmente para aquellos forrajes que presentan condiciones difíciles de ensilar. Forrajes que tienen bajos contenidos de carbohidratos solubles no logran disminuir suficientemente el pH de la masa ensilada como para prevenir la acción de bacterias indeseables. En esto también influye la humedad del material (ROMERO, 2004, pág. 3).

Agregando a lo expresado por Romero L., González Yáñez M. (2015) describe los tipos de aditivos:

Los aditivos para ensilajes pueden clasificarse en cuatro categorías principales:

**Estimulantes:** Son azúcares o productos ricos en carbohidratos como melaza. En general, los estimulantes ayudan al crecimiento de las bacterias ácido lácticas y como consecuencia se obtienen ensilajes lácticos.

**Inhibidores:** Restringen el crecimiento de los microorganismos dependiendo del nivel agregado. Como ejemplo tenemos el ácido fórmico y el formaldehído (GONZÁLES YAÑEZ, 2015, pág. 4).

Finalizando Suaña Vilca G (2017)., describe los aditivos más usados:

**Sal:** El uso de sal se emplea como conservador, en algunos casos está claramente demostrado que el único efecto de la sal consiste en hacer más apetecible al ganado forrajes que sin tal adición se considerarían de mala calidad, la cantidad es según su Materia Verde del forraje al 0.5%.

**Urea:** El uso de nitrógeno no proteico como es la urea que no tiene aminoácido es usado en los ensilados para mejorar el contenido de nitrógeno no proteico a una tasa de 1 a 3% (1 a 3 kilo de urea por 100 kg. de materia seca). Además, acota Farmer (1985), que frecuentemente se agrega urea a forrajes deficientes en proteínas, se aplica a razón de 7 Kg/ton y debe distribuirse uniformemente ya que puede ser tóxico para el ganado. Para ello a menudo se disuelve la urea en agua caliente y se pulveriza a material a ensilar (SUAÑA VILLCA, 2017, págs. 22,23).

### 1.2.13. INOCULANTES

Tal como lo señalan Tobías Carlos y Vargas Emilio (2000), para mejorar el forraje ensilado pueden agregarse inoculantes bacterianos

Los inóculos bacterianos promueven una más rápida y eficiente fermentación de los materiales ensilados, lo cual incrementa la calidad y cantidad (incremento en la recuperación de la materia seca) del producto ensilado. Estos aditivos presentan algunas ventajas sobre los otros tipos de aditivos, incluyendo su bajo costo, seguridad en su manejo, baja tasa de aplicación por tonelada de forraje picado y no contaminan el ambiente.

Las BAL pertenecen a la microflora que crece espontáneamente sobre el material de la planta. La población de BAL se incrementa sustancialmente entre la cosecha y el ensilado del forraje. Las BAL que son regularmente asociadas al ensilaje son miembros de los géneros *Lactobacillus*, *Pedococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. Su temperatura óptima de crecimiento se ubica entre 25 y a 0°C.

Existen cultivos agrícolas que tienen la capacidad de ensilar naturalmente; estos materiales (maíz, sorgo y forrajes de clima templado) antes de ensilarse presentan una baja capacidad buffer, altos contenidos de materia seca (>20%), altas concentraciones de carbohidratos fermentables (5 - 20%) y la presencia de una abundante flora natural de microorganismos productores de ácido láctico.

Además de mejorar la recuperación de nutrimentos y la estabilidad aeróbica de los ensilajes, el uso de inóculos bacterianos, también incrementa la digestibilidad de la materia seca del material ensilado. Estos indicadores están estrechamente relacionados con las mejoras económicas en las fincas registradas, debido al incremento en las producciones de leche y carne indicadas en estudios realizados entre 1990 y 1995.

La principal causa del deterioro del ensilaje es la fermentación del lactato a butirato y la actividad proteolítica de los clostridios (TOBÍA & VARGAS, 2000, pág. 135).

Al respecto Contexto Ganadero (2017) señala que:

Los inoculantes contienen variedades de cepas bacterianas enfocadas a generar una buena fermentación de los forrajes y están divididos en 2 categorías. En primer lugar, los homofermentadores solo producen ácido láctico. A este pertenecen las especies de *Lactobacillus* como *L. plantarum* y *L. salivarius*, así como especies de *Pediococcus* spp y *Enterococcus* spp. La segunda categoría es los heterofermentadores que, además de ácido láctico, produce dióxido de carbono, así como ácido acético o etanol. Estos inoculantes son menos eficientes en el uso de la energía que los primeros, pues en la homofermentación cada molécula de glucosa produce 2 moléculas de ácido láctico. Por medio de este proceso, se logra una mayor recuperación de materia seca y conservación de proteína, así como poca pérdida de energía (CONTEXTO GANADERO, 2017, pág. 1).

Contreras y Mark (2006), explican por qué algunas veces no funcionan los inoculantes:

**Población natural de bacterias.** Se mencionó en la introducción que las poblaciones naturales de BPAL son diferentes entre los cultivos. Generalmente, maíz y sorgo tienen mayores poblaciones nativas de bacterias que alfalfa. Para tener un impacto en la fermentación, la proporción de inoculante que se debe aplicar es al menos un 10% de la población nativa de BPAL.

**Bajo contenido de azúcar en el cultivo.** Los carbohidratos solubles en agua son la principal fuente de alimento de las BPAL. Cultivos con bajo contenido de azúcares, como alfalfa y pastos de clima cálido, son más difíciles para las BPAL de bajar el pH y lograr una buena fermentación. Se ha sugerido que, en cultivos como alfalfa, el contenido de azúcar podría limitar el efecto de los inoculantes.

**Contenido de material seco.** Bacterias productoras de ácido láctico no tienen movimiento; necesitan agua para moverse y consumir los azúcares. Por lo tanto, un alto contenido de materia seca y baja humedad afectará la actividad tanto de las BPAL naturales como de los inoculantes. Por el contrario, plantas con alta humedad promoverá el crecimiento de bacterias nativas, afectando el impacto de los inoculantes en la fermentación.

**Especificidad del cultivo.** Algunas cepas de BPAL son específicas del cultivo. En otras palabras, crecen mejor en el cultivo del que fueron seleccionadas, como maíz, alfalfa, o sorgo. Algunas cepas de inoculante crecen bien en un amplio rango de cultivos (CONTRERAS, MARSALIS, & LAURIAULT, 2006, págs. 3, 4).

El inoculante elegido a utilizar por las características del forraje a ensilar tiene como nombre comercial SILOSOLVE® AS. Presentando las siguientes particularidades según ANASAC (2018):

SiloSolve® AS contiene dos bacterias ácido lácticas *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* de gran crecimiento y una cepa única de *Lactobacillus buchneri*. Esta combinación específica de cepas bacterianas mejora la fermentación e inhibe el crecimiento de levaduras y mohos, resultando en una mejor estabilidad aeróbica durante el suministro (hasta 6 días de estabilidad para ensilaje de maíz y 3 días de estabilidad para ensilajes de gramíneas y/o leguminosas). El inicio rápido de la fermentación y la fuerte reducción de pH provocada por las bacterias ácido lácticas contenidas en SiloSolve® AS mejoran la calidad del ensilaje. En cultivos de alto valor como alfalfa o en mezclas de gramíneas y leguminosas, SiloSolve® AS reduce el contenido de amoníaco hasta un 36% y el de etanol un 50%. En cultivos fácilmente ensilables, SiloSolve® AS reduce el contenido de amoníaco hasta un 18% y el de etanol un 33%. SiloSolve® AS inhibe levaduras y mohos, reduce la descomposición de nutrientes y asegura una mayor recuperación de materia seca en comparación a ensilajes no tratados a través de distintos cultivos. En el caso de gramíneas y leguminosas (cultivos difíciles de ensilar), la recuperación de materia seca mejoró en un 4% (ANASAC, 2018, págs. 1-2)

### **1.3. SORGO**

#### **1.3.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL SORGO**

Carrasco Natalia, et.al., en una publicación realizada para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Buenos Aires (INTA) (2011), explican la importancia del sorgo.

El sorgo es una gramínea tropical que se ha adaptado mediante mejoramiento genético a una gran diversidad de ambientes. Además, el sorgo está provisto de una estrategia de latencia que le permite suspender el crecimiento hasta que se restablezcan nuevamente las condiciones favorables.

Por otro lado, son muy variados sus posibles usos para la alimentación ganadera, pudiendo ser utilizado como verdeo de verano bajo pastoreo directo, diferido, como reservas en forma de silo de grano húmedo y de planta entera o como concentrado.

El sorgo es un cultivo agronómicamente perfecto ya que genera una alta producción con un consumo mucho menor de agua que los otros cereales de verano.

El sorgo tiene la particularidad de aportar elevadas cantidades de rastrojo que contribuyen a mejorar la cobertura de los suelos. Además, presenta un sistema radical muy desarrollado y profundo que le permite muy buena exploración del perfil del suelo por un lado que contribuye a mejorar la estructura del mismo, ayudando a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas.

Debido a sus cualidades, el sorgo se presenta como una alternativa muy propicia para aquellos sistemas en que se desee mantener las buenas condiciones de fertilidad, como así también es un cultivo ideal para sistemas de producción bajo siembra directa (CARRASCO, ZAMORA, & MELIN, 2011, pág. 7).

### **1.3.2. TAXONOMÍA**

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Sub división:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub clase:** Monocotyledoneae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Sub Familia:** Panicoideae

**Tribu:** Andropogoneae

**Nombre científico:** Sorghum sp.

**Nombre común:** Sorgo (HERBARIO UNIVERSITARIO, 2021)

### **1.3.3. ASPECTOS BOTÁNICOS.**

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) de El Salvador (2012) describe los aspectos botánicos del sorgo, en los siguientes términos:

**1. Raíz:** El sistema radical adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más bajos del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1 a 1.3 metros, con 80% de las raíces en los primeros 30 centímetros. El número de pelos absorbentes puede ser el doble que en el maíz.

**2. Tallo:** El sorgo es una planta de un solo tallo, pero puede desarrollar otros (hijos) dependiendo de la variedad y el ambiente; su consistencia es sólida con una corteza o tejido exterior duro y una médula suave. Los tallos tienen de 7 a 24 nudos y son erectos (CENTA, 2012, pág. 7).

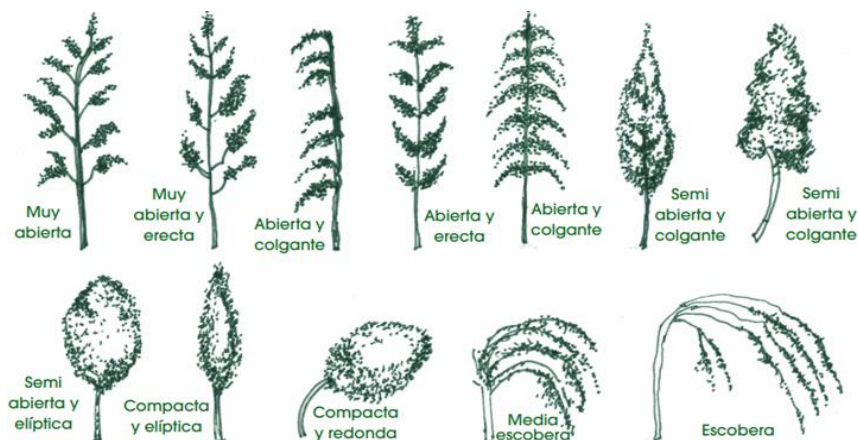
Complementando a lo manifestado por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), Gutiérrez Trinidad J. M. (2003) describe lo siguiente:

**3. Hojas:** Las hojas aparecen alternas sobre el tallo, las vainas florales son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas, todas las variedades varían en el tamaño de sus hojas, pero todas ellas las poseen algo más pequeñas que las de maíz. Las hojas del sorgo se doblan durante periodos de sequía, características que reduce la transpiración, contribuye a tan peculiar resistencia de la especie a la sequía.

El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y el período de crecimiento, son erectas hasta casi horizontales y se encorvan con la edad. Son alternas y lanceoladas o linear-lanceoladas, con una superficie lisa y cerosa. (GUTIÉRREZ TRINIDAD, 2003)



**4. Inflorescencia:** La inflorescencia del sorgo se denomina con el nombre de panícula, ésta es compacta o semi compacta. Las florecillas son de dos clases sésiles y pediceladas, las últimas son por lo general estaminadas. Cada florecilla sésil contiene un ovario, el cual después de la fecundación se desarrolla para formar una semilla. (Fig. 1). Puede contener de 400 a 800 granos, según el tipo de panícula (CENTA , 2007, pág. 16).

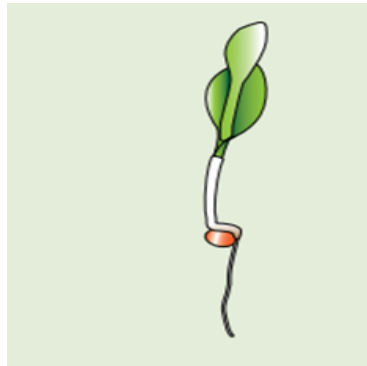


**Fig. 1 Diferentes formas de panículas de sorgo.**

#### **1.3.4. ESTADIOS DE CRECIMIENTO DEL SORGO**

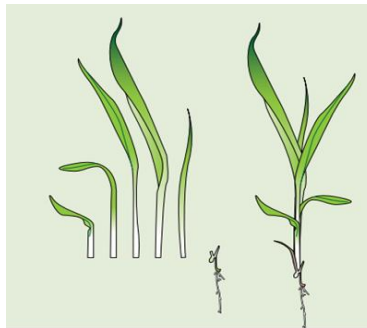
Respecto de los estadios de crecimiento del sorgo, Ciampitti I. A. (2016) describe lo siguiente:

**Estadio 0. Emergencia:** El coleóptilo emerge y es visible en la superficie del suelo; el crecimiento temprano usualmente es lento. El tiempo entre siembra y emergencia depende de la temperatura y humedad del suelo, cobertura y distribución de residuos vegetales, profundidad de siembra y vigor de la semilla. Se recomienda ajustar la fecha de siembra para que la germinación y emergencia ocurran en condiciones favorables.



**Fig. 2 Estadio de emergencia**

**Estadio 1. Tres hojas desarrolladas:** Tres hojas están completamente expandidas con sus lígulas visibles (tejido que une la lámina de la hoja y la vaina). El ápice de crecimiento se encuentra por debajo de la superficie del suelo. Este estadio ocurre entre 10 y 20 días después de la emergencia, dependiendo de la temperatura y humedad del suelo.



**Fig. 3 Estadio tres hojas desarrolladas**

**Estadio 2. Cinco hojas desarrolladas:** Cinco hojas están completamente expandidas con sus lígulas visibles. El ápice de crecimiento se encuentra aún bajo la superficie del suelo. La planta inicia una fase de rápido crecimiento y acumulación de nutrientes. El sistema radical se expande rápidamente. En este momento se debe minimizar la competencia con las malezas para evitar pérdidas de rendimiento. Este estadio ocurre entre 20 y 25 días después de la emergencia.



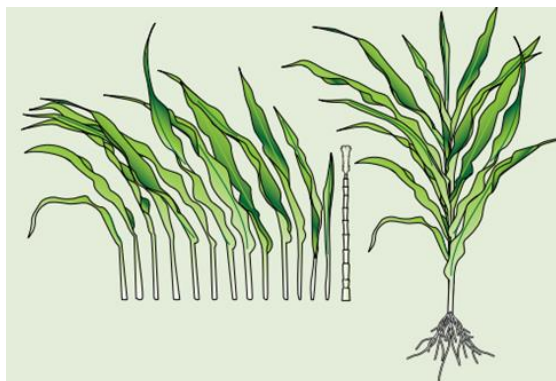
**Fig. 4 Estadio cinco hojas desarrolladas**

**Estadio 3. Diferenciación del ápice de crecimiento:** El número potencial de hojas es definido entre 30 y 40 días después de la emergencia. En este estadio la planta alcanza la máxima tasa de crecimiento y absorción de nutrientes. El ápice de crecimiento está por encima de la superficie y cambia de producir hojas a formar panojas (cambio de función vegetativa a reproductiva).



**Fig. 5 Estadio diferenciación del ápice de crecimiento**

**Estadio 4. Hoja bandera visible:** En esta etapa se produce un rápido elongamiento del tallo e incremento en el área foliar. La hoja final, “hoja bandera”, es visible en la parte superior de la planta (cogollo).



**Fig. 6 Estadio hoja bandera visible**

**Estadio 5. Estado de bota:** Se alcanza el máximo valor de área foliar. El tamaño y el número potencial de granos por panoja queda determinado en este estadio. El “pedúnculo”, porción de tallo entre la hoja bandera y la panoja, empieza a elongarse. El tamaño final del pedúnculo varía de acuerdo al genotipo. Este estadio ocurre entre 50 y 60 días después de emergencia.



**Fig. 7 Estadio de bota**

**Estadio 6. 50% floración:** Todas las panojas emergieron y 50% de las plantas se encuentran en el estadio de floración. Para una planta individual, esto ocurre cuando la floración ha alcanzado el 50% de la panoja.



**Fig. 8 Estadio 50% de floración**

**Estadio 7. Grano pastoso:** La formación de granos se inicia inmediatamente después de floración y éstos se llenan rápidamente (alcanzando el 50% de su materia seca total). Los tallos pierden peso debido al proceso de re movilización hacia los granos, los cuales son la principal prioridad para la planta. Por lo tanto, sin un buen balance entre hojas (fuentes) y granos (destinos), la duración del llenado puede acortarse. Un estrés severo en esta etapa puede producir granos abortados y/o livianos.



**Fig. 9 Estadio grano pastoso**

**Estadio 8 Grano duro:** Los granos alcanzan 75% de su materia seca final y la absorción de nutrientes ha sido casi completada. Las hojas inferiores pierden funcionalidad debido a la re movilización de nutrientes pudiendo observarse su senescencia. Durante este estadio, un estrés severo puede reducir el peso de los granos, pero no en la misma magnitud respecto al estadio grano pastoso.



**Fig. 10 Estadio grano duro**

**Estadio 9 Madurez fisiológica:** Los granos han alcanzado su máximo peso seco. La madurez del grano se identifica buscando un punto oscuro, la “capa negra”, en la parte inferior. La humedad del grano varía entre 25 y 35%. El momento de cosecha depende de las condiciones ambientales. El secado artificial puede ser promovido por medio del uso de desecantes, los cuales no afectarían el rendimiento cuando son aplicados con posterioridad a este estadio (CIAMPITTI, 2016, págs. 1,2).



**Fig. 11 Estadio madurez fisiológica**

### **1.3.5. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL SORGO**

Según CENTA (2007):

El cultivo del sorgo presenta tres etapas fenológicas bien definidas, con una duración de aproximadamente 30 días cada una, dependiendo de la variedad que se utilice, así como de las condiciones agroclimáticas.

**a) Etapa 1:** Vegetativa, comprende desde la siembra hasta el inicio de los primordios florales. Inicia con la imbibición del agua por la semilla, pasando por la formación de

la ridícula, del coleóptilo, crecimiento de hojas y tallo, finalizando al inicio del primordio floral.

**b) Etapa 2:** Reproductiva, se inicia con la emergencia del primordio floral, continua con iniciación de ramas primarias, secundarias; agrandamiento del ápice floral, glumas, espiguillas, formación de florcillas con sus estambres y pistilos, finalizando con la maduración de los órganos reproductivos.

**c) Etapa 3:** Comprende: polinización, fecundación del ovario, desarrollo y maduración del grano (CENTA G. , 2007, pág. 7).

### 1.3.6. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Según CENTA (2007) describe:

**1. Suelo:** El sorgo es bastante susceptible a deficiencia de Hierro, Zinc y Manganese; especialmente en suelos vertisoles con altos niveles de Carbonato de Calcio. Estas deficiencias pueden ser observadas en los cultivos cuando la planta se pone clorótica o con manchas rojizas a lo largo de las hojas. Responde muy bien a una diversidad de suelos aún con características adversas de fertilidad, textura, pendiente, pedregosidad y pH (5.5-7.8).

**2. Elevación:** El sorgo puede cultivarse desde 0 a 1000 msnm, sin embargo, las mejores producciones se obtienen en zonas comprendidas de 0 a 500 msnm.

**3. Humedad del suelo:** Los sorgos fotoinsensitivos necesitan una mayor cantidad de humedad en el suelo para la polinización y llenado del grano; comparados con los fotosensitivos (criollos) que requieren una mínima reserva de humedad en el suelo para completar satisfactoriamente estas etapas de desarrollo. En general el sorgo requiere de 550 mm de agua en todo el ciclo de cultivo y bien distribuidos para una óptima producción (CENTA G. , 2007, pág. 8).

Agregando a lo publicado por el CENTA, Parra Pablo (1990), argumenta lo siguiente:

**4. Temperatura:** La ideal es la comprendida entre los 26 y los 27 grados centígrados; las bajas sensibles de temperatura afectan la producción. A temperaturas menores de 20 grados no es rentable sembrar sorgo y su periodo vegetativo es muy largo.

**5. Cantidad de horas luz:** Este factor es importantísimo, el sorgo necesita de alta luminosidad, 8 horas luz día, si ésta se reduce se disminuye la fotosíntesis y por consiguiente la producción.

**6. Riego:** El sorgo es una planta muy tolerante a la sequía, pero necesita satisfacer sus necesidades de agua principalmente durante los primeros estadios de crecimiento y en la floración (PARRA, 1990, págs. 14,15).

### 1.3.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS SORGOS

Respecto de las características de los sorgos, Miñón et.al., en una publicación realizada para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA (2008-2009) describen lo siguiente:

Los sorgos se clasifican en distintos tipos de acuerdo a características particulares, que deben ser tenidas en cuenta para elegir el más acorde al objetivo planteado en cada situación:

- **Sorgos Graníferos:** Producen una menor cantidad de forraje que otros tipos de sorgo, y una elevada cantidad de granos. Son aptos para elaborar silajes de planta entera, con alto contenido de energía proveniente del almidón de los granos. Son adecuados para alimentar animales de altos requerimientos energéticos como vacas lecheras o novillos en engorde.
- **Sorgos Sudan:** Producen elevadas cantidades de forraje y escasa cantidad de granos. Son aptos para el pastoreo directo, el arrollado o el ensilado, aunque por su menor contenido energético son adecuados para el mantenimiento de animales o la alimentación de vacas de cría, de menores requerimientos. Tienen una gran capacidad de macollar, lo que les confiere muy buen rebrote.
- **Sorgos Nervadura Marrón o BMR**, por su nombre en inglés, Brown Middle Rib: Son sorgos con bajo contenido de lignina, de 30 a 60 % menos, tienen



aceptable producción de grano y buena digestibilidad, son aptos para el pastoreo directo o henificación y tienen muy buena aptitud para ensilaje. La denominación BMR se refiere a su característica coloración marrón claro en la nervadura central de la hoja.

- **Sorgos Fotosensitivos:** Estos sorgos no florecen, o producen una escasa cantidad de grano y por lo general alcanzan gran altura y producen abundante cantidad de forraje por unidad de superficie. Son interesantes frente a situaciones de emergencia, para alimentar con pequeñas superficies sembradas una gran cantidad de animales y para silajes con destino a animales de bajos requerimientos nutricionales como las vacas de cría.
- **Sorgos Sileros:** Son una combinación entre sorgos graníferos y forrajeros, dando como resultado una buena relación hoja-tallo-panoja que permite confeccionar silajes de calidad.
- **Sorgos Azucarados:** Son sorgos forrajeros con un alto contenido de azúcares en el tallo. Tienen muy buena digestibilidad y son aptos para pastoreo directo o ensilaje. Dentro de cada tipo de sorgo existe en el mercado de semillas una importante oferta de híbridos y cultivares con diferentes características morfo fisiológicas como largo del ciclo, contenido de taninos en grano y estructura de panojas. Normalmente los híbridos de ciclo largo se corresponden a plantas altas con buena capacidad de macollaje (MIÑÓN, GALLEGOS, MURRAY, & BARBARROSA, 2009, págs. 2,3).

Enrique Ustarroz, et.al., (1997) explican en los siguientes términos, sobre el ensilado de sorgo:

El sorgo granífero se ha convertido en una alternativa a considerar en aquellas regiones donde el maíz no puede expresar su potencial de producción. Esto se debe a su conocida capacidad de adaptación a condiciones de menor fertilidad y su mayor resistencia a la sequía. No obstante, es escasa la información relacionada con el comportamiento para ensilado de sorgos graníferos con alta producción de grano.

En el (Cuadro 8) se presentan resultados obtenidos en la EEA Rafaela entre 1992 y 1994, donde se comparan parámetros productivos y de calidad de materiales de sorgo obtenidos en tres diferentes momentos de corte. La producción de MS se incrementó en alrededor del 30% cuando el corte se efectuó al estado medio o al estado tardío. El aporte de los distintos componentes del rendimiento presentó una clara tendencia a una disminución del tallo y de la hoja y a un aumento de la panoja con el avance del estado de madurez del cultivo (BRUNO, ROMERO, & USTARROZ, 1997, pág. 15).

**Cuadro N. °7 Producción y composición de sorgo granífero en distintos momentos de corte**

| Estado   | MS (%) | Producción de forraje |            | Composición |      |        |
|----------|--------|-----------------------|------------|-------------|------|--------|
|          |        | kg MV/ha              | kg MS/ha   | Tallo       | Hoja | Panoja |
| Temprano | 25,4   | 51.475                | 12.929 (b) | 41          | 23   | 36     |
| Medio    | 29,9   | 54.933                | 16.078 (a) | 30          | 18   | 52     |
| Tardío   | 37,7   | 51.133                | 18.461 (a) | 21          | 13   | 66     |

Fuente: Bruno, Oscar A., Luis A. Romero y Enrique Ustarroz (1997). Composición de sorgo en distintos momentos de corte.

El sorgo forrajero que se utilizó en el presente trabajo es el cultivar AGRI-002E desarrollado en Santa Cruz-Bolivia por sus características de alto desarrollo foliar, alta concentración de azúcar en tallo y gran desarrollo radicular. Agroempresario (2019) define al cultivar AGRI-002E de la siguiente manera:

El sorgo forrajero cultivar AGRI-002E desarrollado en Santa Cruz Bolivia, es un cultivar que ya tiene presencia en casi toda Sudamérica, además de países de Centroamérica, África y Estados Unidos, todo a través de la otorgación de licencias a transnacionales. El Agri-002E está siendo usado en la producción lechera y ganadería de corte, pero también para reestructurar los suelos. En Brasil hay más de 250.000 hectáreas sembradas con el objetivo de mejorar los suelos que no producían y aquellos que tenían bajos rindes en soya. Están usando este sorgo para ir recuperando estos suelos, con el tema de la cobertura, el reciclaje de nutrientes que tiene por la profundidad y agresividad del sistema radicular. Se tienen calicatas hasta de 6 metros donde el sorgo está sacando los nutrientes y disponibilizándolos asimismo en el suelo para que el próximo cultivo sea el beneficiado de todo este trabajo. En cien días de

siembra del cultivo se puede tener todos estos beneficios. La altura que alcanza la planta dependerá de la época y el lugar donde se siembra. En Brasil hay lugares donde ha llegado a 5,5-6 metros. También el Agri 002E ha establecido el récord histórico de 120 toneladas de forraje verde por hectárea en Brasil. Otros estudios de laboratorio hechos tanto en ese país como en Paraguay que muestran que el 40% del volumen total del sorgo están en el sistema radicular. Es una matriz de perforación perfecta, es un descompactador natural, si queremos verlo así, y nos deja la matriz libre para que el agua pueda penetrar (AGROEMPRESARIO, 2021, págs. 1,2).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1.MATERIALES

##### 2.1.1. LOCALIZACIÓN

El Municipio de Padcaya se encuentra a 50 km de la ciudad capital y está ubicado entre los paralelos: 22°35'51" y 21°46'08" de latitud sur; y entre los meridianos: 65°05'35" y 64°04'39" de longitud oeste, se encuentra localizado en la parte sur del departamento de Tarija.

El territorio del Municipio de Padcaya, comprende una extensión territorial de 4.225,17 Km<sup>2</sup>, y representa aproximadamente el 81% del espacio geográfico provincial, que tiene una extensión de 5.205,00 Km<sup>2</sup>; el 12% del territorio departamental; y un 0,39% del territorio nacional. Según datos proporcionados por el Zonisig Tarija.

**Mapa N. °1 Ubicación en el contexto regional**



Fuente: PDTI Padcaya

## Mapa N. °2 Localización del área de estudio



Fuente: Google maps.

El presente trabajo se realizó en la granja San Cristóbal, ubicada en la Comunidad de La Mamora, Distrito 13 del Municipio de Padcaya, Primera sección de la Provincia Arce del Departamento de Tarija. Limita al norte con el Distrito 6 La Merced, al sur con el Distrito 9 El Badén y la República Argentina, al Este con el Distrito 8 Tariquía y al Oeste con el Distrito 5 El Carmen. Se encuentra a 98 Km de la ciudad capital.

### 2.1.1.1. Características del área

El área de influencia del estudio pertenece a la cuenca del río Bermejo, que tiene una superficie de 12.000 km<sup>2</sup> que comprende el 32% del departamento de Tarija, ésta a su vez forma parte de la Cuenca del río de La Plata.

El clima, se encuentra determinado por la orografía y por la altitud sobre el nivel del mar (1.050 msnm) en general. El verano se caracteriza principalmente por una

temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas y la ausencia de precipitaciones, asociadas a la llegada de frentes fríos provenientes del sur, llamados “surazos”, que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad y de larga duración.

La temperatura media anual en la región de La Mamora es de 17.7 °C, con una máxima y mínima promedio entre 24.1°C y 11.6°C, respectivamente. Los días con helada se registran en los meses de junio a agosto es el mes con mayor incidencia con 10 días en promedio. Las precipitaciones pluviales entre 0.7mm en el mes de agosto a una máxima 182 mm en el mes de enero, identificándose dos periodos: uno seco, que abarca los meses de mayo a septiembre y otro húmedo que se produce en los meses de octubre a abril.

Las características físicas de los suelos profundos, generalmente tienen un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada a mediana perteneciendo a la asociación Leptosol-Phaeozem-Cambisol que oscilan de superficiales a moderadamente profundos, con textura franco arenosa, la reacción es ligeramente ácida a ácida, la fertilidad natural es baja.

La topografía es bastante irregular, con variadas altitudes, en ellas se encuentra con frecuencia:

- Terrenos escarpados: con 75% de pendiente.
- Fuertemente ondulados y quebrados: 20% de pendiente.
- Ligeramente ondulados: de 4% de pendiente.
- Terrenos casi planos (una mínima área): 1% de pendiente.

La vegetación, es característica por estar ubicado entre dos provincias fisiográficas: la cordillera oriental que está cubierta por 5 tipos de vegetación: pastizales, arbustales altoandinos, pajonales-arbustales y matorrales-pastizales, bosques montanos nublados, matorrales xerofíticos de los valles interandinos y matorrales y bosques del chaco

serrano; y el subandino, caracterizado por vegetación comprendida entre bosques, matorrales y pastizales que cubren una secuencia de serranías y colinas subparalelas y alongadas en dirección norte-sur.

## 2) Principales Especies. –

**Cuadro N. °8 Especies no maderables del Municipio de Padcaya**

| ESPECIES NO MADERABLES DEL MUNICIPIO DE PADCAYA |                                             |                    |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|
| FAMILIA                                         | NOMBRE CIENTÍFICO                           | NOMBRE VULGAR      |
| LEGUMINOSAE                                     | <i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn. | Tusca              |
| LEGUMINOSAE                                     | <i>Acacia caven</i> (Molina) Molina         | Churqui negro      |
| MIMOSACEAE                                      | <i>Acacia</i> sp.                           | Satajchi           |
| MIMOSACEAE                                      | <i>Acacia</i> sp.4                          | Garrancho          |
| LEGUMINOSAE                                     | <i>Acacia visco</i> Lorentz ex Griseb       | Jarca              |
| ADIANTACEAE                                     | <i>Adiantum</i> sp.                         | Helecho, cedacillo |
| VERBENACEAE                                     | <i>Aloysia</i> sp.                          | Cedrón             |
| POACEAE                                         | <i>Aristida adscencionis</i> L.             | Cola de zorro      |
| POACEAE                                         | <i>Aristida mandoniana</i> Henr.            | Pasto              |
| POACEAE                                         | <i>Arundo donax</i> L.                      | Caña hueca         |
| SOLANACEAE                                      | <i>Capsicum</i> sp.                         | Ají                |
| LEGUMINOSAE                                     | <i>Cassia carnaval</i> Spegazzini           | Carnaval           |
| RUTACEAE                                        | <i>Citrus</i> sp.                           | Naranja agrio      |

Fuente: Elaboración propia con información del PMOT, certificado por el herbario de la facultad de Agronomía de la UAJMS. (Ver anexo N. °31)

## b) Recursos Forestales. –

Desde hace varias décadas, la explotación forestal en el municipio es generalmente de tipo familiar y/o comunal, utilizándose principalmente la leña como combustible, siendo esta explotación en forma irracional sin un adecuado control y manejo de bosques, problema que se agudiza aún más por los desmontes y chequeos para la actividad agrícola, lo que origina que se acelere el proceso erosivo.



**Cuadro N. °9 Especies maderables del Municipio de Padcaya**

| <b>ESPECIES MADERABLES DEL MUNICIPIO DE PADCAYA</b> |                                           |                                                    |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>FAMILIA</b>                                      | <b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>                  | <b>NOMBRE VULGAR</b>                               |
| LEGUMINOSAE                                         | <i>Anadenanthera colubrina</i> Benth      | Cebil colorado                                     |
| ANACARDIACEAE                                       | <i>Astronium urundeuva</i> Engler         | Urundel                                            |
| MELIACEAE                                           | <i>Cedrela</i> sp.                        | Cedro                                              |
| LEGUMINOSAE                                         | <i>Erythrina falcata</i> Benth.           | Ceiba                                              |
| JUGLANDACEAE                                        | <i>Juglans australis</i> Griseb           | Nogal                                              |
| LEGUMINOSAE                                         | <i>Myroxylon peruiferum</i> L.            | Quina colorada.                                    |
| LAURACEAE                                           | <i>Phoebe</i> sp.                         | Laurel, laurel del monte, peludo, amarillo, morado |
| PODOCARPACEAE                                       | <i>Podocarpus parlatorei</i> Pilger       | Pino del cerro                                     |
| LEGUMINOSAE                                         | <i>Prosopis</i> sp.                       | Algarrobo negro, taquillo                          |
| ANACARDIACEAE                                       | <i>Schinopsis</i> sp.                     | Soto                                               |
| BIGNONIACEAE                                        | <i>Tabebuia heteropoda</i> (A.DC.) Sandw. | Lapacho amarillo                                   |
| BIGNONIACEAE                                        | <i>Tabebuia impetiginosa</i> Standley     | Lapacho rosado                                     |

Fuente: Elaboración propia con información del PMOT, certificado por el herbario de la facultad de Agronomía de la UAJMS. (Ver anexo N. °31)

El SERNAP mediante la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía, ha realizado estudios acerca de las especies forestales existentes en la zona, esto permitió conocer realmente qué especies y en que variedades se puede aprovechar los recursos forestales.

### **2.1.2. MATERIAL VEGETAL**

- Sorgo forrajero (cultivar Agri-002E)

El sorgo forrajero AGRI-002E, es un cultivar desarrollado en Santa Cruz Bolivia, de ciclo largo, con alto tenor de azúcar en tallo, con un gran desarrollo radicular y alta producción de biomasa que puede alcanzar hasta 120 tn/hectárea de materia verde

### **2.1.3. MATERIAL DE CAMPO**

- Inoculantes lactoacidófilos: SiloSolve® AS contiene dos bacterias ácido lácticas *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* de gran crecimiento y una cepa única de *Lactobacillus buchneri*. Esta combinación específica de

cepas bacterianas mejora la fermentación e inhibe el crecimiento de levaduras y mohos. SiloSolve® AS inhibe levaduras y mohos, reduce la descomposición de nutrientes y asegura una mayor recuperación de materia seca en comparación a ensilajes no tratados a través de distintos cultivos.

- Nylon (100 micrones)
- Acoplado
- Picadora
- Anillo de chapa galvanizada
- Piola nylon
- Orquetas
- Machetes
- Hoz

#### **2.1.4. MATERIAL DE REGISTRO**

- Cámara fotográfica
- Libreta
- Planillas

## **2.2. METODOLOGÍA**

La metodología de investigación, se estructura de la siguiente manera:

### **2.2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL, TRATAMIENTOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó el Diseño Experimental de “bloques al azar” con 4 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales. Las variables a tratar son dos: Calidad nutricional (Ceniza, FDN, Grasa, HC, Humedad, MS, PB, VE) y organolépticas (olor, color, textura y palatabilidad).

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_I + B_j + \varepsilon_i$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$B_j$  = es el efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio

## 2.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

- Número de tratamientos.....4
- Número de repeticiones o bloques.....3
- Número de unidades experimentales.....12

## 2.2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los factores de estudio que se pusieron a prueba los siguientes:

### FACTOR A: TIPO DE SILO

SM = SILO AÉREO MONTÓN

SC = SILO CINCHO

### FACTOR B: APLICACIÓN DE INOCULANTE LACTOACIDÓFILO

SI = SIN INOCULANTES

C1 = CON INOCULANTES

**Cuadro N°10 Esquema de los Tratamientos del ensayo**

| <b>FACTOR A<br/>(Tipo de silo)</b> | <b>FACTOR B<br/>(Aplicación de inoculante<br/>lactoacidófilos)</b> | <b>TRATAMIENTOS</b> |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Silo aéreo montón                  | Con inoculantes                                                    | T1=SMCI             |
|                                    | Sin inoculantes                                                    | T2=SMSI             |
| Silo cincho                        | Con inoculantes                                                    | T3=SCCI             |
|                                    | Sin inoculantes                                                    | T4=SCSI             |

Fuente: Elaboración propia en base a Protocolo

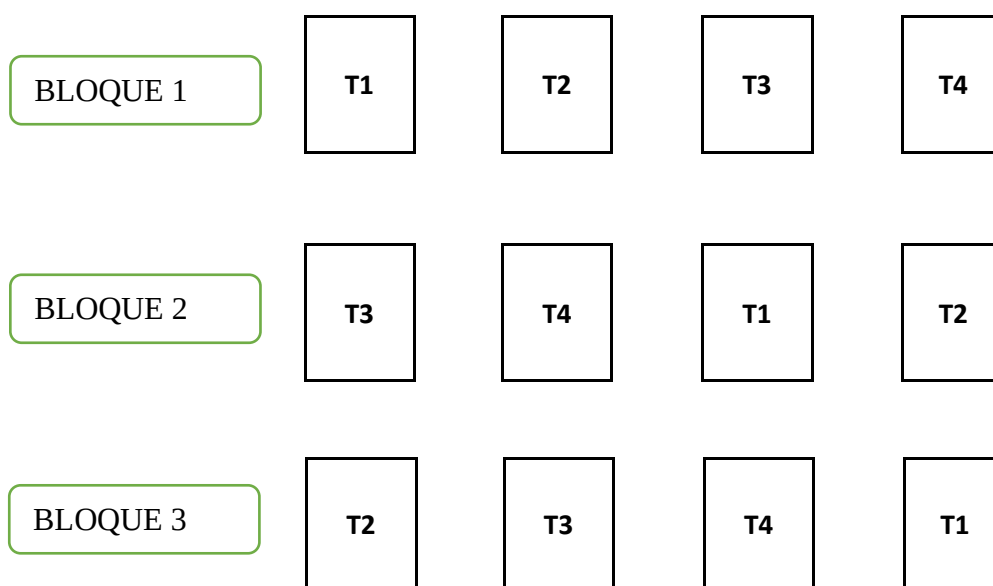
**DONDE:**

**T1** = SMCI (SILO AÉREO MONTÓN CON INOCULANTES)

**T2** = SMSI (SILO AÉREO MONTÓN SIN INOCULANTES)

**T3** = SCCI (SILO CINCHO CON INOCULANTES)

**T4** = SCSi (SILO CINCHO SIN INOCULANTES)

**2.2.4. DISEÑO DE CAMPO****2.2.5. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Asimismo, se evaluó la calidad nutricional del ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum* Sp.) Cultivar Agri-002E, producido en dos tipos de silo (Aéreo Montón y Silo Cincho) con y sin aplicación de inoculantes lactoacidófilos (*Lactobacillus buchneri*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*)”, la metodología a emplearse se describe a continuación:

Para el desarrollo de la presente investigación se las dividió en dos fases, la primera fase consistió en la implantación del cultivo de Sorgo forrajero Cultivar Agri-002E y

la segunda fase el desarrollo y manejo del ensayo experimental de los diferentes tratamientos y silos en base al diseño experimental propuesto.

#### **2.2.5.1. Preparación del terreno:**

Primeramente, se realizó el desmalezado, acordonado y quema del desmalezado, para posteriormente realizar la roturación del suelo (arado y rastreado) en un terreno en barbecho.

#### **2.2.5.2. Siembra**

Una vez realizado el rastreado y arado del terreno, se procedió a realizar la siembra a voleo. Una vez realizada esta, se procedió al tapado de la misma mediante rastreado superficial. La cantidad de semilla recomendada para 1 Ha es de 5 kg. El área afectada al estudio fue de  $\frac{1}{2}$  Ha, para lo cual se utilizaron 3kg de semilla del mencionado cultivar.

#### **2.2.5.3. Preparación del material, insumos y área del ensayo**

El área de estudio tuvo una superficie de 30 m. de largo y 4,5 m. de ancho, a esto se lo dividió en dos sub áreas, la primera donde estableció el silo cincho y la otra el silo montón. Se prepararon los materiales e insumos que se utilizaron en el trabajo, además de acondicionar el equipo de corte y picado.

En el procedimiento del silaje para el silo montón se procedió a marcar y delimitar el área de estudio, las medidas para los silos fueron de 2 m. de ancho x 2,5 m. de largo x 0,75 m. de alto, con una capacidad de volumen de  $3,75 \text{ m}^3$ .

En el procedimiento del silaje para el silo cincho se armó la estructura metálica en este caso estarán formadas por dos planchas corrugadas galvanizadas recubiertas con nylon manga. Las medidas para los silos cincho fueron de 1,20 m. de alto x área de la base:  $\pi r^2$  ( $r=1\text{m}$ ), con una capacidad de volumen de  $3,76 \text{ m}^3$ .

#### 2.2.5.4. Elaboración del ensilaje

**Corte.** – Para obtener el ensilaje de sorgo para cada tratamiento primeramente se realizó el corte con machete a 5 cm del suelo. Se lo depositó en el suelo durante un tiempo corto para que reduzca la humedad del material.

**Picado.** – Una vez realizado el corte del sorgo se procedió al picado del material. El picado del material fue regulado con un picado fino en un 40% (3cm) y medio grueso con un 60% (8cm).

**Compactación.** – Mientras se realizaba el picado del sorgo, se procedió a la compactación manual de los silos.

**Aplicación de Inoculantes.** – Para los tratamientos tanto en silo montón como en silo cincho, se procedió a la aplicación de inoculantes lactoacidófilos cada 25-30 cm. Cabe recalcar que para los tratamientos que no llevaron inoculantes lactoacidófilos en su proceso, después de concluir el picado se procedió a la compactación manual y al tapado.

**Tapado.** – Una vez concluida la compactación, se procedió inmediatamente, al tapado hermético de los silos, tanto montón como cincho mediante una cobertura impermeable nylon, con pesos en su parte superior (piedras y cubiertas de goma), para los tratamientos de silo montón, además, se procedió a cubrir la base con tierra en todo su alrededor.

#### 2.2.5.5. Monitoreo del ensilaje

Se tomaron los datos semanales (temperatura y Ph) por un lapso de 6 semanas, para poder observar la evolución del silo. Los cuales se realizaron mediante termómetro de línea de mercurio y el Ph mediante tiras de papel indicador y fueron registrados en planillas que fueron elaboradas para este fin.

### 2.2.5.6 Toma de muestras

Se tomaron muestras de 400 gr de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones de diferentes partes del silo con la finalidad de que las mismas sean más uniformes y permita obtener resultados cabales de cada una de las unidades experimentales.

### 2.2.5.7. Apertura y evaluación de características organolépticas, físicas del ensilaje.

Seguidamente de la apertura de los silos, se evaluaron las características organolépticas, dando su puntuación con respecto a la metodología propuesta por Ojeda et al., 1991(citado por Tobías et al., 2000).

**Cuadro N. °11 Calificación de puntajes para las características organolépticas según Ojeda**

| Indicador        | Descripción                                    | Puntaje (%) | Máximo por indicador (%) |
|------------------|------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| <b>Olor</b>      | Agradable                                      | 54          | 54                       |
|                  | Poco agradable                                 | 36          |                          |
|                  | Desagradable                                   | 18          |                          |
| <b>Color</b>     | Verde, verde amarillento y verde claro.        | 24          | 24                       |
|                  | Verde rojizo, verde pardo y verde oscuro.      | 16          |                          |
|                  | Pardo amarillento, café verdoso y café oscuro. | 8           |                          |
|                  |                                                |             |                          |
| <b>Textura</b>   | Bien definido, se separa fácil.                | 22          | 22                       |
|                  | Jabonoso al tacto, mal definido.               | 11          |                          |
| <b>Total (%)</b> |                                                |             | 100                      |

Fuente: Ojeda et al 1991(citado por Tobías et al 2000)

A esta metodología propuesta por Ojeda se consideró aumentar un indicador más que sería la palatabilidad, ya que este determina la aceptación de consumo por el animal tornándose un indicador clave para medir la particularidad del silo suministrado a los animales, en este caso bovinos, es por eso que dividimos el indicador olor, entonces quedaría de la siguiente manera.

**Cuadro N. °12 Tabla de Ojeda modificado**

| INDICADOR     | DESCRIPCIÓN                                                                   | PUNTAJE (%) | MÁXIMO POR INDICADOR (%) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| Olor          | Agradable                                                                     | 27          | 27                       |
|               | Poco agradable                                                                | 18          |                          |
|               | Desagradable                                                                  | 9           |                          |
| Color         | Verde, verde amarillento y verde claro                                        | 24          | 24                       |
|               | Verde rojizo, verde pardo y verde oscuro                                      | 16          |                          |
|               | Pardo amarillento, café verdoso y café oscuro                                 | 8           |                          |
| Palatabilidad | Reflejo de Pávlov, consume todo el ensilaje                                   | 27          | 27                       |
|               | Poco apetecible, no manifiesta el reflejo de Pávlov, sobra parte del ensilaje | 18          |                          |
|               | indiferente, busca, bota y sobra gran parte del ensilaje                      | 9           |                          |
| Textura       | Bien definido, se separa fácil                                                | 22          | 22                       |
|               | Jabonoso al tacto, mal definido                                               | 11          |                          |
| T O T A L     |                                                                               |             | 100                      |

Fuente: Elaboración propia en base a lo propuesto por Ojeda (1991)

Después de la evaluación de las características organolépticas se homogenizó las muestras cada tratamiento y sus repeticiones tomando muestras de 400 g para su posterior análisis bromatológico y medición de Ph en el laboratorio de CEANID.

#### **2.2.6. PORCENTAJE DE PÉRDIDA EN EL ENSILAJE**

Se determinó la pérdida del material ensilado a través de la observación y pesaje, esto se tomó en cuenta para determinar las pérdidas durante el período de conservación.

$$\text{Pérdida} = \text{peso del ensilaje dañado} / \text{peso total del ensilaje} \times 100$$



### 2.2.7. ANÁLISIS QUÍMICO

Para la determinación de los parámetros de calidad se utilizó la metodología establecida por Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo “CEANID”, en función a los parámetros nutricionales ordinarios de los alimentos y técnicas y/o método de ensayo de acuerdo al siguiente cuadro:

**Cuadro N. °13 Parámetros nutricionales ordinarios de los alimentos**

| PARAMETRO                                        | TECNICA Y/O METODO DE ENSAYO | UNIDAD    |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Ceniza                                           | NB 39034:10                  | %         |
| Fibra                                            | Gravimetrico                 | %         |
| Grasa                                            | NB 313019:06                 | %         |
| Hidratos de carbono                              | Calculo                      | %         |
| Humedad                                          | NB 38027:06                  | %         |
| Materia seca                                     | NB 313010:05                 | %         |
| pH (20°C)                                        | NB 368006:2009               |           |
| Proteina (Nx6,25)                                | NB/ISO 8968-1:08             | %         |
| Valor energetico                                 | Calculo                      | Kcal/100g |
| NB Norma boliviana                               |                              |           |
| Kcal.: Kilocalorias                              |                              |           |
| ISO: Organización Internacional de Normalizacion |                              |           |
| %: Porcentaje                                    |                              |           |
| g.: Gramos                                       |                              |           |

Fuente: Laboratorio de “CEANID”

### 2.2.8. USO

El uso para su aprovechamiento dependió de la temperatura y Ph del ensilaje a partir de un mes desde su elaboración.

Pasadas las 6 semanas y determinando que el ensilaje se encontraba en condiciones adecuadas (Ph, temperatura y condición de conservación del ensilaje) para ser utilizado se procedió a suministrar a 9 bovinos de aptitud lechera de diferentes grupos etarios, tomando en cuenta el suministro independiente por tratamiento con la finalidad de poder evaluar la palatabilidad y aceptación del ensilaje por los animales.

### **2.2.9. ESTIMACIÓN DE COSTOS**

Se realizaron los cálculos económicos para determinar los costos (tanto el costo general como el costo útil) por cada tratamiento que se obtiene con este ensayo para encontrar el valor proyectado por hectárea. (Ver anexo N. °29)

**Costo general = Costo de implantación del cultivar + Costo de elaboración del ensilaje**

**Costo útil = (Costo de implantación del cultivar + Costo de elaboración del ensilaje) + Porcentaje de perdidas**

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

##### 3.1.1. OLOR

En el análisis de la variable olor en relación a los parámetros descritos en la metodología por Ojeda (1991) y citado por Tobías (2000), los tratamientos con mayor calificación que se acercaron al valor porcentual máximo, fueron aquellos en los que se aplicó inoculantes lactoacidófilos en tipo de silo cincho.

**Cuadro N°14 Comparación para la Variable Olor, en función a los diferentes Tratamientos (%)**

| Tratamientos                      |      | Calificación % | Aproximación al valor máximo % | Ȳ     | Máximo por indicador (%) |
|-----------------------------------|------|----------------|--------------------------------|-------|--------------------------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1R1 | 21             | 77,78                          | 81,48 | 27                       |
|                                   | T1R2 | 22             | 81,48                          |       |                          |
|                                   | T1R3 | 23             | 85,19                          |       |                          |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2R1 | 20             | 74,07                          | 72,84 |                          |
|                                   | T2R2 | 19             | 70,37                          |       |                          |
|                                   | T2R3 | 20             | 74,07                          |       |                          |
| Silo cincho con inoculantes       | T3R1 | 25             | 92,59                          | 95,06 |                          |
|                                   | T3R2 | 26             | 96,30                          |       |                          |
|                                   | T3R3 | 26             | 96,30                          |       |                          |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4R1 | 24             | 88,89                          | 87,65 |                          |
|                                   | T4R2 | 23             | 85,19                          |       |                          |
|                                   | T4R3 | 24             | 88,89                          |       |                          |

R1, R2, R3: Número de repeticiones de cada tratamiento

Fuente: Ojeda et al 1991(citado por Tobías et al 2000). Calificación de puntajes para la característica del olor 27% agradable, 18% poco agradable y 9% desagradable.

Estos resultados demuestran que el tratamiento T3 (Silo cincho con inoculantes) es el tratamiento más cercano al valor máximo con un promedio del 95.06%, seguido del T4 (Silo cincho sin inoculantes) con un promedio del 87. 65%, mientras que el T1 (Silo aéreo montón con inoculantes) presentó un promedio del 81.48% y el T2 (Silo aéreo montón sin inoculantes) demostró un valor inferior los demás tratamientos, alcanzando un promedio del 72.84%. Los resultados indican que el tratamiento T3 presentó un olor agradable, (olor ácido láctico), característico de los ensilajes de excelente calidad.

**Cuadro N. °15 Análisis de Duncan para la Variable Olor (%)**

| OLOR    | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |       |       |
|---------|---|------------------------------|-------|-------|-------|
|         |   | 1                            | 2     | 3     | 4     |
| T2=SMSI | 3 | 72.84                        |       |       |       |
| T1=SMCI | 3 |                              | 81.48 |       |       |
| T4=SCSI | 3 |                              |       | 87.65 |       |
| T3=SCCI | 3 |                              |       |       | 95.06 |
| Sig.    |   | 1,000                        | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable olor en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Olor se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presento el valor más bajo con una media de 72,84%, mientras que el subconjunto 2 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes) mostro una media más elevada de 81,48% y a la vez el subconjunto 3 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes) obtuvo una media de 87,65% y por último el subconjunto 4 (T3=Silo Cincho con Inoculantes) alcanzó el valor más alto con una media de 95,06% en relación al valor ideal.

### 3.1.2. COLOR

En el análisis de la variable color en relación a los parámetros descritos en la metodología por Ojeda (1991) y citado por Tobías (2000), los tratamientos con mayor calificación que se acercaron al valor porcentual máximo, fueron aquellos en los que se aplicó inoculantes lactoacidófilos en tipo de silo cincho.

Los resultados demuestran que el T3 (Silo cincho con inoculantes) con 98,61% alcanzó casi el valor máximo para ensilajes de excelente calidad, mientras que el T4 (Silo cincho sin inoculantes) presentó 90.28% de proximidad y el T1 (Silo aéreo montón con inoculantes) con 83.33%, el T2 (Silo aéreo montón sin inoculantes) obtuvo el 77.78% de proximidad. Los tratamientos T3 y T4 presentaron una calificación de excelente tonalidad (verde, verde amarillento y verde claro), mejores que el de los tratamientos

T1 y T2 en los cuales se pudo observar degradación de algunas partes del material ensilado.

**Cuadro N.º 16 Comparación para la Variable Color, en función a los diferentes Tratamientos (%)**

| Tratamientos                      |      | Calificación % | Aproximación al valor máximo % | Ȳ     | Máximo por indicador (%) |
|-----------------------------------|------|----------------|--------------------------------|-------|--------------------------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1R1 | 19             | 79,17                          | 83,33 | 24                       |
|                                   | T1R2 | 20             | 83,33                          |       |                          |
|                                   | T1R3 | 21             | 87,50                          |       |                          |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2R1 | 18             | 75,00                          | 77,78 |                          |
|                                   | T2R2 | 19             | 79,17                          |       |                          |
|                                   | T2R3 | 19             | 79,17                          |       |                          |
| Silo cincho con inoculantes       | T3R1 | 23             | 95,83                          | 98,61 |                          |
|                                   | T3R2 | 24             | 100,00                         |       |                          |
|                                   | T3R3 | 24             | 100,00                         |       |                          |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4R1 | 22             | 91,67                          | 90,28 |                          |
|                                   | T4R2 | 21             | 87,50                          |       |                          |
|                                   | T4R3 | 22             | 91,67                          |       |                          |

R1, R2, R3: Número de repeticiones de cada tratamiento

Fuente: Ojeda et al 1991(citado por Tobías et al 2000). Calificación de puntajes para la característica del color 24% verde, verde amarillento, verde claro, 16% verde rojizo, verde parod y verde oscuro, 8% pardo amarillento, café verdoso y café oscuro.

**Cuadro N. º17 Análisis de Duncan para la Variable Color (%)**

| COLOR   | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |       |       |
|---------|---|------------------------------|-------|-------|-------|
|         |   | 1                            | 2     | 3     | 4     |
| T2=SMSI | 3 | 77,78                        |       |       |       |
| T1=SMCI | 3 |                              | 83,33 |       |       |
| T4=SCSI | 3 |                              |       | 90,28 |       |
| T3=SCCI | 3 |                              |       |       | 98,61 |
| Sig.    |   | 1,000                        | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable color en base a datos proporcionados por CEANID

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Color se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó el valor más bajo con una media de 77,78%, mientras que el subconjunto 2 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes) mostro una media más elevada de 83,33% y a la vez el subconjunto 3 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes) obtuvo una media de 90,28% y por último el subconjunto 4 (T3=Silo

Cincho con Inoculantes) alcanzo el valor más alto con una media de 98,61% en relación al valor ideal.

### 3.1.3. TEXTURA

En el análisis de la variable textura en relación a los parámetros descritos en la metodología por Ojeda (1991) y citado por Tobías (2000), los tratamientos con mayor calificación que se acercaron al valor porcentual máximo fueron aquellos que se aplicó inoculantes lactoacidófilos en tipo de silo cincho.

**Cuadro N.º 18 Comparación para la Variable Textura, en función a los diferentes Tratamientos (%)**

| Tratamientos                      |      | Calificación % | Aproximación al valor máximo % | Ȳ     | Máximo por indicador (%) |
|-----------------------------------|------|----------------|--------------------------------|-------|--------------------------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1R1 | 19             | 86,36                          | 87,88 | 22                       |
|                                   | T1R2 | 20             | 90,91                          |       |                          |
|                                   | T1R3 | 19             | 86,36                          |       |                          |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2R1 | 18             | 81,82                          | 84,85 |                          |
|                                   | T2R2 | 19             | 86,36                          |       |                          |
|                                   | T2R3 | 19             | 86,36                          |       |                          |
| Silo cincho con inoculantes       | T3R1 | 21             | 95,45                          | 96,97 |                          |
|                                   | T3R2 | 22             | 100,00                         |       |                          |
|                                   | T3R3 | 21             | 95,45                          |       |                          |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4R1 | 21             | 95,45                          | 93,94 |                          |
|                                   | T4R2 | 21             | 95,45                          |       |                          |
|                                   | T4R3 | 20             | 90,91                          |       |                          |

R1, R2, R3: Número de repeticiones de cada tratamiento

Fuente: Ojeda et al 1991(citado por Tobías et al 2000). Calificación de puntajes para la característica del textura: 22% bien definido se separa facil, 11% jabonoso al tacto mal definido.

El resultado del T3 (Silo cincho con inoculantes) presentó un porcentaje promedio del 96,97% con respecto al máximo valor, mientras que el T4 (Silo cincho sin inoculantes) alcanzó el porcentaje promedio del 93,94%, el T1 (Silo aéreo montón con inoculante) presentó un porcentaje promedio del 87,88% y el T2 (Silo aéreo montón sin inoculante) el 84,85% del promedio porcentual, considerándose que los tratamientos T3 y T4 presentan un comportamiento óptimo clasificando la textura como excelente a la conservación y de contornos continuos del ensilaje, mostrando un buen nivel de conservación. En los tratamientos T1 y T2 se observó degradación de parte del material ensilado.

**Cuadro N. °19 Análisis de Duncan para la Variable Textura (%)**

| TEXTURA | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |
|---------|---|------------------------------|-------|
|         |   | 1                            | 2     |
| T2=SMSI | 3 | 84.85                        |       |
| T1=SMCI | 3 | 87.88                        |       |
| T4=SCSI | 3 |                              | 93.94 |
| T3=SCCI | 3 |                              | 96.97 |
| Sig.    |   | ,195                         | ,195  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable textura en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Textura se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes y T1 Silo Aéreo Montón con Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) presentaron medias de 84,85% y 87,88% respectivamente, pero si presentan diferencias con respecto al subconjunto 2 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes y T3=Silo Cincho con Inoculantes, que no presentan diferencias significativas entre ellos) los cuales mostraron medias más altas con 93,94% y 96,97% correspondientemente en relación al máximo.

#### **3.1.4. PALATABILIDAD**

En el análisis de las características organolépticas se consideró aumentar un indicador más que sería la palatabilidad, ya que este determina la aceptación de consumo por el animal tornándose un indicador clave para medir la particularidad del silo suministrado al ganado bovino. Los tratamientos con mayor calificación que se acercaron al valor porcentual máximo fueron aquellos en los que se aplicó inoculantes lactoacidófilos en tipo de silo cincho.



**Cuadro N.º 20 Comparación para la Variable Palatabilidad, en función a los diferentes Tratamientos (%)**

| Tratamientos                      |      | Calificación % | Aproximación al valor máximo % | Ȳ     | Máximo por indicador (%) |
|-----------------------------------|------|----------------|--------------------------------|-------|--------------------------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1R1 | 18             | 66,67                          | 75,31 | 27                       |
|                                   | T1R2 | 20             | 74,07                          |       |                          |
|                                   | T1R3 | 23             | 85,19                          |       |                          |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2R1 | 18             | 66,67                          | 64,20 |                          |
|                                   | T2R2 | 18             | 66,67                          |       |                          |
|                                   | T2R3 | 16             | 59,26                          |       |                          |
| Silo cincho con inoculantes       | T3R1 | 26             | 96,30                          | 96,30 |                          |
|                                   | T3R2 | 26             | 96,30                          |       |                          |
|                                   | T3R3 | 26             | 96,30                          |       |                          |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4R1 | 23             | 85,19                          | 85,19 |                          |
|                                   | T4R2 | 24             | 88,89                          |       |                          |
|                                   | T4R3 | 23             | 81,48                          |       |                          |

R1, R2, R3: Número de repeticiones de cada tratamiento

Fuente: Ojeda et al 1991(citado por Tobías et al 2000). Calificación de puntajes para la característica de la palatabilidad: 27% provoca el reflejo de pávlov consume todo el ensilaje, 18% poco apetecible, no manifiesta el reflejo de pávlov, sobra parte del ensilaje, 9% indiferente, busca, bota y sobra gran parte del ensilaje.

El resultado del T3 (Silo cincho con inoculantes) presentó un porcentaje promedio del 96,30% con respecto al valor máximo, mientras que el T4 (Silo cincho sin inoculantes) alcanzó el porcentaje promedio del 85,19%, el T1 (Silo aéreo montón con inoculante) presentó un porcentaje promedio del 75,31% y el T2 (Silo aéreo montón sin inoculante) el 64,20% del promedio porcentual, considerándose que los tratamientos T3 y T4 presentan un alto grado de aceptación e indujo el reflejo de Pávlov en el animal. En los tratamientos T1 y T2 se observó menos receptividad por parte del animal y no indujo el reflejo de Pávlov.

**Cuadro N. º21 Análisis de Duncan para la Variable Palatabilidad (%)**

| PALATABILIDAD | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |       |
|---------------|---|------------------------------|-------|-------|
|               |   | 1                            | 2     | 3     |
| T2=SMSI       | 3 | 64.20                        |       |       |
| T1=SMCI       | 3 |                              | 75.31 |       |
| T4=SCSI       | 3 |                              | 85.19 |       |
| T3=SCCI       | 3 |                              |       | 96.30 |
| Sig.          |   | 1,000                        | ,057  | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable palatabilidad en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBMS SPSS) para la variable Palatabilidad se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó el valor más bajo con una media de 64,20%, mientras que el subconjunto 2 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes y T4=Silo Cincho sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostrando medias de 75,31% y 85,19% respectivamente y por último el subconjunto 3 (T3=Silo Cincho con Inoculantes) obtuvo el valor más alto con una media de 96,30% en relación al valor máximo.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

#### 3.2.1. TEMPERATURA

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable temperatura se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver cuadro N.º 23). Obteniendo medias para los tratamientos T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) con 30,06°C. El tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) alcanzó una media de 27,33°C, mientras que el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) tuvo una media de 27,17°C, y por último el T3 (Silo Cincho con Inoculantes) con una media de 23,22°C.

**Cuadro N.º 22 Comparación para la Variable Temperatura, en función a los diferentes Tratamientos (°C)**

| Tratamientos                      |      | Tiempo   |          |          |          |          |          | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ | $\bar{Y}$<br>Tratamientos |
|-----------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------------------------|
|                                   |      | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 |          |           |                           |
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1R1 | 25       | 31       | 27       | 27       | 27       | 27       | 164      | 27,33     | 27,17                     |
|                                   | T1R2 | 38       | 32       | 31       | 29       | 25       | 25       | 180      | 30,00     |                           |
|                                   | T1R3 | 29       | 25       | 20       | 25       | 22       | 24       | 145      | 24,17     |                           |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2R1 | 36       | 36       | 26       | 30       | 26       | 29       | 183      | 30,50     | 30,06                     |
|                                   | T2R2 | 35       | 33       | 28       | 28       | 27       | 27       | 178      | 29,67     |                           |
|                                   | T2R3 | 37       | 35       | 27       | 28       | 27       | 26       | 180      | 30,00     |                           |
| Silo cincho con inoculantes       | T3R1 | 29       | 26       | 22       | 22       | 22       | 21       | 142      | 23,67     | 23,22                     |
|                                   | T3R2 | 27       | 20       | 19       | 21       | 22       | 21       | 130      | 21,67     |                           |
|                                   | T3R3 | 28       | 26       | 24       | 24       | 22       | 22       | 146      | 24,33     |                           |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4R1 | 32       | 30       | 27       | 25       | 24       | 24       | 162      | 27,00     | 27,33                     |
|                                   | T4R2 | 31       | 28       | 25       | 25       | 25       | 25       | 159      | 26,50     |                           |
|                                   | T4R3 | 34       | 32       | 27       | 26       | 26       | 26       | 171      | 28,50     |                           |

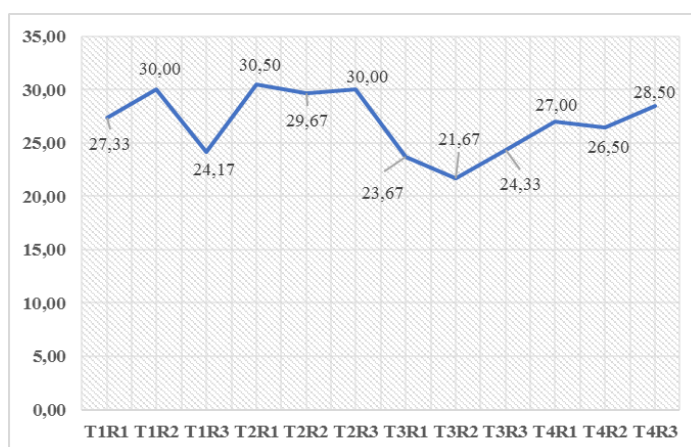
R1, R2, R3: Número de repeticiones de cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia en base a las temperaturas tomadas en los tratamientos y sus repeticiones.

**Cuadro N. ° 23 ANVA para la Variable Temperatura.**

|                     | GL | SC    | CM    | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|-------|-------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 71,20 | 23,73 | 6,15   | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 0,28  | 0,14  | 0,04   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 23,14 | 3,86  |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 94,63 |       |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N°1 Temperatura Media (6 semanas) durante el proceso de Fermentación del Ensilaje (°C)**

Fuente: Elaboración propia en base a las temperaturas determinadas en el cuadro N. °22.

**Cuadro N. °24 Análisis de Duncan para la Variable Temperatura (°C)**

| TEMPERATURA | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |
|-------------|---|------------------------------|-------|
|             |   | 1                            | 2     |
| T3=SCCI     | 3 | 23.22                        |       |
| T1=SMCI     | 3 |                              | 27.17 |
| T4=SCSI     | 3 |                              | 27.33 |
| T2=SMSI     | 3 |                              | 30.06 |
| Sig.        |   | 1,000                        | ,082  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable temperatura en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Temperatura se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1

(T3=Silo Cincho con Inoculantes) presentó el valor más bajo con una media de 23,22 °C, mientras que el subconjunto 2 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes, T4=Silo Cincho sin Inoculantes y T2=Silo Cincho sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron las medias más altas con 27,17 °C, 27,33 °C y 30,06 °C respectivamente.

Temperaturas superiores a los 40°C durante la estabilización del ensilaje indican que la compactación no ha sido suficiente. Por otra parte, una temperatura igual o ligeramente superior a la ambiental indica una adecuada estabilización del proceso fermentativo (GUTIÉRREZ TRINIDAD, 2003).

Argamentería et al., (1997) (ARGAMENTERÍA, DE LA ROZA, MARTÍNEZ, & SÁNCHEZ, 1997) citado por Mier (2009) afirman que, aunque no se conocen las causas exactas que determinan la velocidad del deterioro e incremento de temperaturas en materiales ensilados, al tratarse de un proceso biológico, éste estaría relacionado con la temperatura ambiente y el calor generado en dicho proceso, de ahí su mayor importancia en verano que en invierno. Jobim et al., (2007) citado por Mier (2009), expresa que la temperatura afecta de forma significativa el crecimiento y actividad de los microorganismos que actúan en los ensilajes (JOBIM, NUSSIO, REIS, & SCHMIDT, 2007); (MIER QUIRÓZ, 2009, pág. 27)

### **3.2.2. pH**

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable pH se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver cuadro N.º 26). Obteniendo medias en los tratamientos T1 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) con 5,81. El T2 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) 5,55, el T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) con una media de 4,33 y el T3 (Silo Cincho con Inoculantes) con 4,21.

**Cuadro N.º 25 Comparación para la Variable pH, de los diferentes  
Tratamientos, en función al Grado de Acidez**

| Tratamientos                         |      | Tiempo   |          |          |          |          |          | LAB. | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ | $\bar{Y}$<br>Tratamientos |
|--------------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|----------|-----------|---------------------------|
|                                      |      | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 |      |          |           |                           |
|                                      |      | pH       | pH       | pH       | pH       | pH       | pH       |      |          |           |                           |
| Silo aéreo montón<br>con inoculantes | T1R1 | 4        | 4        | 5        | 5        | 6        | 6        | 6,32 | 36,32    | 5,19      | 5,55                      |
|                                      | T1R2 | 6        | 7        | 6        | 7        | 7        | 7        | 7,08 | 47,08    | 6,73      |                           |
|                                      | T1R3 | 4        | 4        | 5        | 5        | 5        | 5        | 5,10 | 33,10    | 4,73      |                           |
| Silo aéreo montón<br>sin inoculantes | T2R1 | 5        | 5        | 5        | 6        | 6        | 6        | 6,88 | 39,88    | 5,70      | 5,81                      |
|                                      | T2R2 | 5        | 5        | 6        | 6        | 6        | 6        | 6,13 | 40,13    | 5,73      |                           |
|                                      | T2R3 | 5        | 5        | 6        | 6        | 6        | 7        | 6,92 | 41,92    | 5,99      |                           |
| Silo cincho con<br>inoculantes       | T3R1 | 4        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4,68 | 28,68    | 4,10      | 4,21                      |
|                                      | T3R2 | 4        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4,11 | 28,11    | 4,02      |                           |
|                                      | T3R3 | 4        | 4        | 4        | 4        | 5        | 5        | 5,53 | 31,53    | 4,50      |                           |
| Silo cincho sin<br>inoculantes       | T4R1 | 5        | 5        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4,23 | 30,23    | 4,32      | 4,33                      |
|                                      | T4R2 | 5        | 5        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4,51 | 30,51    | 4,36      |                           |
|                                      | T4R3 | 5        | 5        | 4        | 4        | 4        | 4        | 4,12 | 30,12    | 4,30      |                           |

LAB: Laboratorio.

R1, R2, R3: Numero de repeticiones de cada tratamiento.

Fuente: Elaboración propia en base a la medición del pH de los tratamientos y sus repeticiones.

**Cuadro N.º 26 ANVA para la Variable pH.**

|                     | GL | SC    | CM   | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|-------|------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 11,24 | 3,75 | 6,48   | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 0,02  | 0,01 | 0,02   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 3,47  | 0,58 |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 14,74 |      |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N.º 2 pH Medio (6 semanas) durante el proceso de Fermentación del  
Ensilaje**



Fuente: Elaboración propia en base a las temperaturas determinadas en el cuadro N.º 25.

**Cuadro N. °27 Análisis de Duncan para la Variable pH.**

| pH      | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |      |
|---------|---|------------------------------|------|
|         |   | 1                            | 2    |
| T3=SCCI | 3 | 4.21                         |      |
| T4=SCSI | 3 | 4.33                         |      |
| T1=SMCI | 3 |                              | 5.55 |
| T2=SMSI | 3 |                              | 5.81 |
| Sig.    |   | ,794                         | ,580 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable pH en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable pH se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T3=Silo Cincho con Inoculantes y T4=Silo Cincho sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) presentaron medias de 4,21 y 4,33 respectivamente, pero si existe diferencias significativas respecto al subconjunto 2 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes y T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron medias de 5,55 y 5,81 correspondientemente.

Este indicador ha sido objeto de mucha atención, no sólo porque es una de las transformaciones más radicales que se producen en el forraje, sino por su estrecha vinculación con los procesos degradativos que se generan en la conservación (Watson y Nash, 1960 citados por Tobías et al., 2003) y Beck (1978) citado por Tobías et al., (2003) considera que el éxito de las bacterias lácticas en su lucha por establecerse en los ensilajes obedece a la capacidad de resistir valores de pH más bajos que las demás (TOBIA, URIBE, VILLALOBOS, SOTO, & FERRIS, 2003, pág. 2).

### **3.2.3. PORCENTAJE DE PÉRDIDAS DEL ENSILAJE**

No todos los ensilajes son iguales o se comportan igual frente a un mismo manejo. Para reducir las pérdidas, es importante controlar y optimizar el proceso en cada fase de la preparación de un ensilaje. A pesar de ello el método o técnica desarrollada en función

al material y equipamiento utilizado van a determinar el porcentaje de pérdidas o de silaje apto para el consumo animal.

**Cuadro N.º 28 Comparación para la Variable Porcentaje de pérdidas en función a los diferentes Tratamientos (%).**

| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 9,28     | 8,25     | 10,87    | 28,4     | 9,47      |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 10,52    | 10,18    | 9,82     | 30,52    | 10,17     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 2,45     | 1,96     | 3,40     | 7,81     | 2,60      |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 6,10     | 6,16     | 6,05     | 18,31    | 6,10      |

Fuente: Elaboración propia en base a las mediciones de porcentaje de pérdidas en el ensilaje.

**Cuadro N.º 29 ANVA para la Variable Porcentaje de Perdidas**

|              | GL | SC     | CM    | F CAL. | F TAB. 0,05 |
|--------------|----|--------|-------|--------|-------------|
| Tratamientos | 3  | 109,04 | 36,35 | 43,94  | 4,76        |
| Bloques      | 2  | 1,32   | 0,66  | 0,80   | 5,14        |
| Error        | 6  | 4,96   | 0,83  |        |             |
| Total        | 11 | 115,33 |       |        |             |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

Efectuada la estimación de pérdidas, en los diferentes tratamientos (T1, T2, T3, T4) sometidos al análisis estadístico de bloques al azar se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver cuadro N.º 29). El tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó un porcentaje mayor de pérdida con 10,17%, seguido por el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) con una pérdida de 9,47%, mientras que el T3 (Silo Cincho con Inoculantes) y T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) reportó una pérdida del 2,60% y 6,10% respectivamente, siendo estos los que menos pérdidas tuvieron.

**Cuadro N. °30 Análisis de Duncan para la Variable Porcentaje de Pérdidas (%)**

| PP      | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |
|---------|---|------------------------------|-------|
|         |   | 1                            | 2     |
| T3=SCCI | 3 | 2.60                         |       |
| T4=SCSI | 3 |                              | 6,10  |
| T1=SMCI | 3 |                              | 9.47  |
| T2=SMSI | 3 |                              | 10.17 |
| Sig.    |   | 1,000                        | ,100  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable porcentaje de pérdidas en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Porcentaje de Pérdidas se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T3=Silo Cincho con Inoculantes) presentó el valor más bajo con una media de 2,60 %, mientras que el subconjunto 2 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes, T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes y T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron medias de 6,10%, 9,47% y 10,17% respectivamente.

### 3.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA

#### 3.3.1. CENIZAS

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de Ceniza se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver cuadro N.º 32). El tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó mayor contenido de ceniza con 2,54%, mientras que los tratamientos T3 (Silo Cincho con Inoculantes) y T4 (Silo cincho sin Inoculantes) presentaron un contenido de ceniza menor, del orden de 2,36% y 2,24%, y el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) presentó el valor más bajo con 2,15%.



**Cuadro N.º 31 Valores porcentuales para la Variable Ceniza (%).**

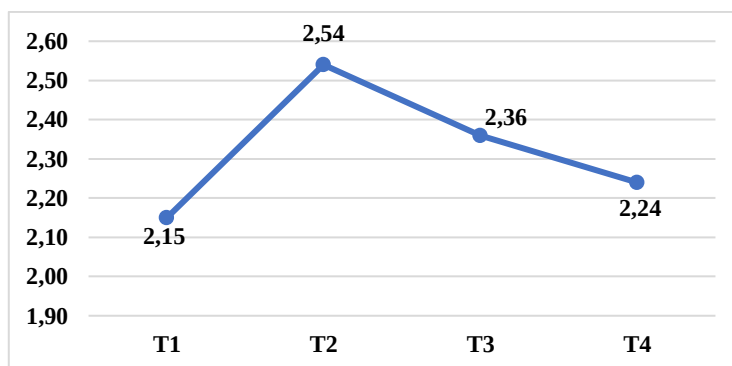
| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 2,11     | 2,28     | 2,07     | 6,46     | 2,15      |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 2,56     | 2,52     | 2,55     | 7,63     | 2,54      |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 2,16     | 2,63     | 2,3      | 7,09     | 2,36      |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 2,24     | 2,26     | 2,22     | 6,72     | 2,24      |
| $\Sigma$                          |    | 9,07     | 9,69     | 9,14     | 27,9     |           |

Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N.º 32 ANVA para la Variable Ceniza**

|              | GL | SC   | CM   | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|--------------|----|------|------|--------|----------------|
| Tratamientos | 3  | 0,26 | 0,09 | 6,03   | 4,76           |
| Bloques      | 2  | 0,06 | 0,03 | 2,03   | 5,14           |
| Error        | 6  | 0,09 | 0,01 |        |                |
| Total        | 11 | 0,40 |      |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N. º3 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Ceniza (%)**

Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable ceniza determinadas en el cuadro N. º 31.

**Cuadro N. °33 Análisis de Duncan para la Variable Ceniza (%).**

| CENIZA  | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |      |
|---------|---|------------------------------|------|
|         |   | 1                            | 2    |
| T1=SMCI | 3 | 2.15                         |      |
| T4=SCSI | 3 | 2.24                         |      |
| T3=SCCI | 3 | 2.36                         | 2.36 |
| T2=SMSI | 3 |                              | 2.54 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable ceniza en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Ceniza, se concluye que existen diferencias significativas entre las medias, donde se observa que la prueba ha agrupado los tratamientos T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes), T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) y T3 (Silo Cincho con Inoculantes) con medias de 2,15%, 2,24% y 2,36% respectivamente , en el subconjunto 1 (no presentan diferencias significativas entre ellos), de igual manera los tratamientos T3 (Silo Cincho con Inoculantes) y T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) con medias de 2,36% y 2,54% fueron agrupados en la columna o subconjunto 2 (no presentan diferencias significativas entre ellos).

### **3.3.2. FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN)**

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de FDN se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver cuadro N.º 35). En el tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculante) presentó mayor contenido de FDN con 14,19 %, mientras que los tratamientos T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) y T3 (Silo cincho con Inoculantes) presentaron un contenido de FDN de 13,32 % y 13,13 % respectivamente, mientras que el tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presentó el valor más bajo con 11,03%.

**Cuadro N. ° 34 Valores porcentuales para la Variable FDN (%)**

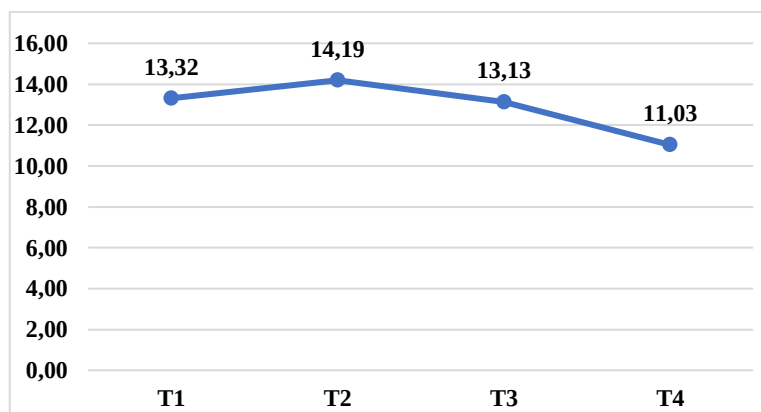
| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 13,02    | 13,61    | 13,34    | 39,97    | 13,32     |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 14,19    | 14,21    | 14,17    | 42,57    | 14,19     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 13,64    | 13,44    | 12,32    | 39,4     | 13,13     |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 11,01    | 11,05    | 11,03    | 33,09    | 11,03     |
| $\Sigma$                          |    | 51,86    | 52,31    | 50,86    | 155,03   |           |

Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N.° 35 ANVA para la Variable FDN**

|                     | GL | SC    | CM   | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|-------|------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 16,18 | 5,39 | 35,45  | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 0,28  | 0,14 | 0,91   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 0,91  | 0,15 |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 17,37 |      |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N. °4 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable FDN (%)**

Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable fibra detergente neutro determinadas en el cuadro N. ° 34.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBMS SPSS) para la variable Fibra Detergente Neutro se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes) presentó el valor más bajo con una media de 11,03%, mientras que el subconjunto 2 (T3=Silo Cincho con Inoculantes y T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron medias de 13,13% y 13,32% respectivamente y por último el subconjunto 3 (T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) obtuvo el valor más alto con una media de 14,19%. (Ver cuadro N. ° 36)

**Cuadro N. °36 Análisis de Duncan para la Variable Fibra Detergente Neutro (%)**

| FIBRA   | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |       |
|---------|---|------------------------------|-------|-------|
|         |   | 1                            | 2     | 3     |
| T4=SCSI | 3 | 11.03                        |       |       |
| T3=SCCI | 3 |                              | 13.13 |       |
| T1=SMCI | 3 |                              | 13.32 |       |
| T2=SMSI | 3 |                              |       | 14.19 |
| Sig.    |   | 1,000                        | ,563  | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable fibra detergente neutro en base a datos proporcionados por CEANID.

La fibra es el constituyente mayoritario de los forrajes. Su importancia para los animales radica en la digestibilidad de los alimentos, su influencia sobre la velocidad de tránsito y el hecho de que constituye un sustrato importante para el crecimiento de los microorganismos del rumen, factores directamente relacionados con la salud y rendimientos productivos de los animales Pineda et al., (2012).

El análisis de FND abarca todos los componentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) Pineda et al., (2012).

### 3.3.3. GRASA

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de Grasa no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ni en los bloques ( $F_c < F_{t,0.05}$ ) (Ver el

cuadro N. °38). En el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculante) presento mayor contenido de grasa con 0,89 %, mientras que los tratamientos T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) y T3 (Silo cincho con Inoculantes) presentaron un contenido igual de grasa de 0,85 % y 0,85 % respectivamente, mientras que el tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presento el valor más bajo con 0,53%.

**Cuadro N. ° 37 Valores porcentuales para la Variable Grasa (%)**

| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | Σ    | Ȳ    |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|------|------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 0,7      | 0,97     | 1,01     | 2,68 | 0,89 |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 0,83     | 0,85     | 0,87     | 2,55 | 0,85 |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 0,88     | 1,04     | 0,62     | 2,54 | 0,85 |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 0,58     | 0,5      | 0,52     | 1,6  | 0,53 |
| Σ                                 |    | 2,99     | 3,36     | 3,02     | 9,37 |      |

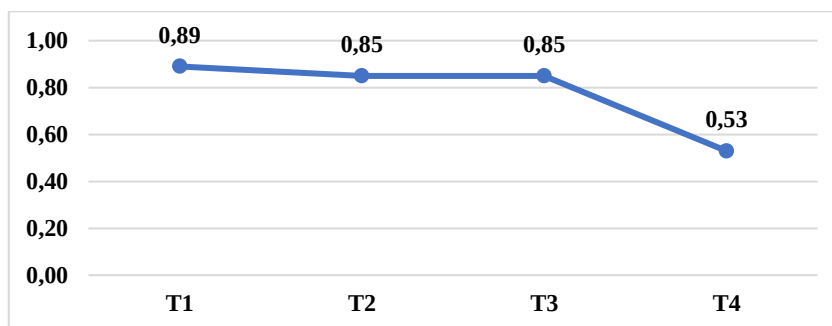
Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N. ° 38 ANVA para la Variable Grasa.**

|                     | GL | SC   | CM   | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|------|------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 0,25 | 0,08 | 3,84   | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 0,02 | 0,01 | 0,49   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 0,13 | 0,02 |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 0,40 |      |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N. °5 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Grasa en (%)**



Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable grasa determinadas en el cuadro N° 37.

**Cuadro N.º 39 Análisis de Duncan para la Variable Grasa (%)**

| GRASA   | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |      |
|---------|---|------------------------------|------|
|         |   | 1                            | 2    |
| T4=SCSI | 3 | 0.53                         |      |
| T3=SCCI | 3 |                              | 0.85 |
| T2=SMSI | 3 |                              | 0.85 |
| T1=SMCI | 3 |                              | 0.89 |
| Sig.    |   | 1,000                        | ,700 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable grasa en base a datos proporcionados por CEANID

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Grasa se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes) presentó el valor más bajo con una media de 0,53 %, mientras que el subconjunto 2 (T3=Silo Cincho con Inoculantes, T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes y T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron medias de 0,85%, 0,85% y 0,89% respectivamente.

### 3.3.4. HIDRATOS DE CARBONO

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de Hidratos de carbono se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t,0.05}$ ) (Ver el cuadro N.º 41). En el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes) presentó mayor contenido de HC con un 19,81%, mientras que los tratamientos T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) y T4 (Silo cincho sin Inoculantes) presentaron un contenido de HC de 17,44 % y 16,16% respectivamente, mientras que el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) presento el valor más bajo con 15,63%.

**Cuadro N.º 40 Valores porcentuales para la Variable Hidratos de Carbono (%)**

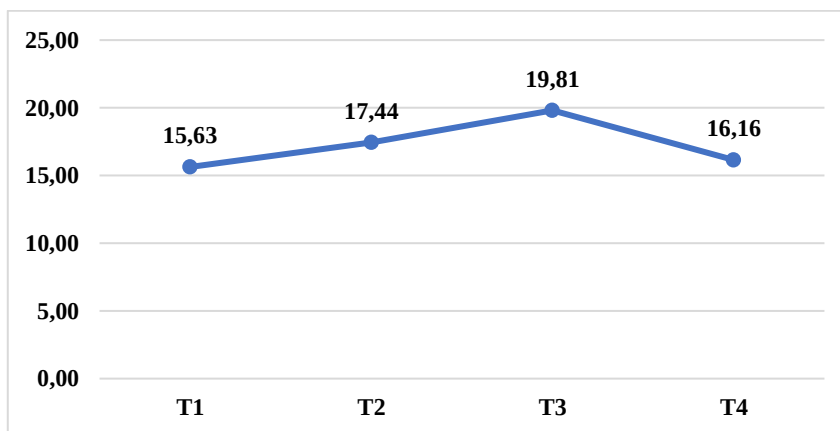
| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 13,6     | 17,08    | 16,22    | 46,9     | 15,63     |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 17,58    | 17,41    | 17,32    | 52,31    | 17,44     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 20,92    | 20,01    | 18,51    | 59,44    | 19,81     |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 16,02    | 16,15    | 16,32    | 48,49    | 16,16     |
| $\Sigma$                          |    | 68,12    | 70,65    | 68,37    | 207,14   |           |

Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N.º 41 ANVA para la Variable Hidratos de Carbono**

|              | GL | SC    | CM    | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|--------------|----|-------|-------|--------|----------------|
| Tratamientos | 3  | 31,20 | 10,40 | 7,22   | 4,76           |
| Bloques      | 2  | 0,97  | 0,49  | 0,34   | 5,14           |
| Error        | 6  | 8,64  | 1,44  |        |                |
| Total        | 11 | 40,81 |       |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N.º 6 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Hidratos de Carbono (%)**

Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable Hidratos de carbono determinadas en el cuadro N.º 40.

**Cuadro N. °42 Análisis de Duncan para la Variable Hidratos de Carbono (%).**

| HC      | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |
|---------|---|------------------------------|-------|
|         |   | 1                            | 2     |
| T1=SMCI | 3 | 15.63                        |       |
| T4=SCSI | 3 | 16.16                        |       |
| T2=SMSI | 3 | 17.44                        |       |
| T3=SCCI | 3 |                              | 19.81 |
| Sig.    |   | ,089                         | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable hidratos de carbono en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Hidratos de Carbono se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes, T4=Silo Cincho sin Inoculantes y T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron medias de 15,63%, 16,16% y 17,44% respectivamente, pero si existe diferencias con respecto al subconjunto 2 (T3=Silo Cincho con Inoculantes) que presentó el valor más alto con una media de 19,81 %.

### 3.3.5. HUMEDAD

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de Humedad se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver el cuadro N. °44). En el tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presento mayor contenido de Humedad con un 68,23%, mientras que el T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) presentó un contenido de 66,16% y los tratamientos T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) y T3 (Silo Cincho con Inoculantes) presentaron contenidos de Humedad de 62,56% y 61,83% respectivamente siendo estos los más bajos.



**Cuadro N.º 43 Valores porcentuales para la Variable Humedad (%)**

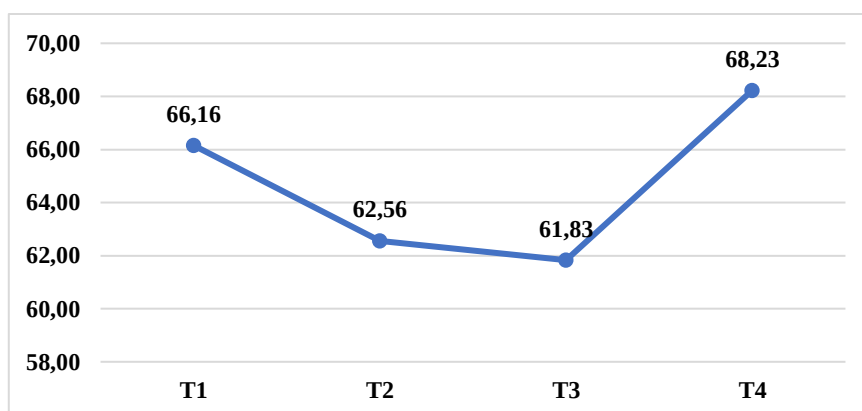
| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 69,34    | 64,22    | 64,92    | 198,48   | 66,16     |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 62,69    | 62,59    | 62,39    | 187,67   | 62,56     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 60,35    | 60,93    | 64,2     | 185,48   | 61,83     |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 68,01    | 68,28    | 68,41    | 204,7    | 68,23     |
| $\Sigma$                          |    | 260,39   | 256,02   | 259,92   | 776,33   |           |

Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N.º 44 ANVA para la Variable Humedad**

|                     | GL | SC     | CM    | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|--------|-------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 82,40  | 27,47 | 7,74   | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 2,88   | 1,44  | 0,41   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 21,28  | 3,55  |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 106,56 |       |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N.º 7 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Humedad (%)**

Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable Humedad determinadas en el cuadro N.º 43.

**Cuadro N. °45 Análisis de Duncan para la Variable Humedad (%)**

| HUMEDAD | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |
|---------|---|------------------------------|-------|
|         |   | 1                            | 2     |
| T3=SCCI | 3 | 61.83                        |       |
| T2=SMSI | 3 | 62.56                        |       |
| T1=SMCI | 3 |                              | 66.16 |
| T4=SCSI | 3 |                              | 68.23 |
| Sig.    |   | ,621                         | ,182  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable humedad en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Humedad se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T3=Silo Cincho con Inoculantes y T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) presentaron medias de 61,83% y 62,56% respectivamente, pero si existe diferencias con respecto al subconjunto 2 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes y T4=Silo Cincho sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) mostraron medias de 66,16% y 68,23% correspondientemente.

### 3.3.6. MATERIA SECA

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de materia seca se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t0,05}$ ) (Ver el cuadro N. ° 47). En el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes) presentó mayor contenido de materia seca con un 38,17%, mientras que el T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó un contenido de 37,44% y los tratamientos T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) y T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presentaron contenidos de materia seca de 33,84% y 31,77% respectivamente siendo estos los más bajos.

**Cuadro N.º 46 Valores porcentuales para la Variable Materia Seca (%)**

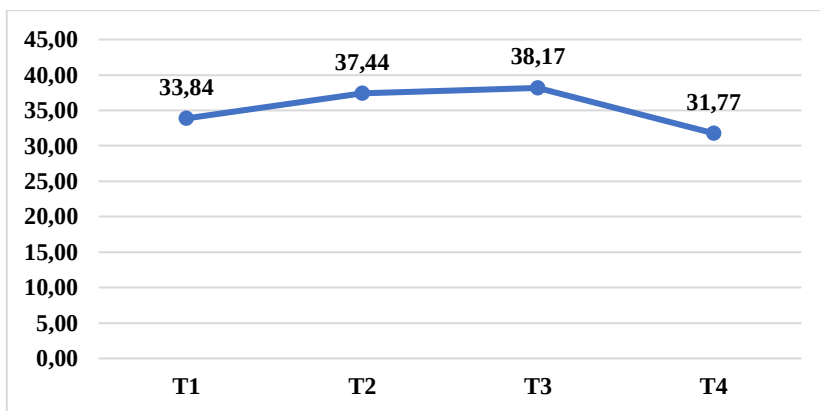
| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 30,66    | 35,78    | 35,08    | 101,52   | 33,84     |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 37,31    | 37,41    | 37,61    | 112,33   | 37,44     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 39,65    | 39,07    | 35,8     | 114,52   | 38,17     |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 31,99    | 31,72    | 31,59    | 95,3     | 31,77     |
| $\Sigma$                          |    | 139,61   | 143,98   | 140,08   | 423,67   |           |

Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N.º 47 ANVA para la Variable Materia Seca**

|              | GL | SC     | CM    | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|--------------|----|--------|-------|--------|----------------|
| Tratamientos | 3  | 82,40  | 27,47 | 7,74   | 4,76           |
| Bloques      | 2  | 2,88   | 1,44  | 0,41   | 5,14           |
| Error        | 6  | 21,28  | 3,55  |        |                |
| Total        | 11 | 106,56 |       |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N.º 8 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Materia Seca (%)**

Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable Materia seca determinadas en el cuadro N.º 46.

**Cuadro N. °48 Análisis de Duncan para la Variable Materia Seca (%)**

| MS      | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |
|---------|---|------------------------------|-------|
|         |   | 1                            | 2     |
| T4=SCSI | 3 | 31.77                        |       |
| T1=SMCI | 3 | 33.84                        |       |
| T2=SMSI | 3 |                              | 37.44 |
| T3=SCCI | 3 |                              | 38.17 |
| Sig.    |   | ,182                         | ,621  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable materia seca en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Materia seca se concluye que existen diferencias significativas entre las medias. El subconjunto 1 (T4=Silo Cincho sin Inoculantes y T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) presentaron medias de 31,77% y 33,84% respectivamente, pero si existen diferencias con respecto al subconjunto 2 (T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes y T3=Silo Cincho con Inoculantes, siendo estos tratamientos homogéneos) mostraron medias de 37,44% y 38,17% correspondientemente.

La materia seca del producto ensilado es uno de los factores de mayor importancia, este factor determina la cantidad de agua existente en el ensilaje, la cual influye en la calidad general del mismo.

Según Piñeiro et al., (2004), para una correcta conservación bajo la forma de ensilado, la materia seca del cultivo a ensilar debería ser mayor al 25-30%, atendiendo a tener en cuenta que el cultivo debe estar en la mejor condición al corte, para evitar la pérdida de azúcares que no favorecen la acción de los lactobacilos.

**Cuadro N. ° 49 Relación entre pH y el contenido de Materia Seca (%), en función a los diferentes Tratamientos.**

| Tratamientos                      |    | pH   | Materia seca (MS) |
|-----------------------------------|----|------|-------------------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 5,55 | 33,84             |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 5,81 | 37,44             |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 4,21 | 38,17             |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 4,33 | 31,77             |

Fuente: Elaboración propia en base a lo propuesto por Gutiérrez (2009) sobre concentración de acidez según el contenido de materia seca.

Para evaluar la estabilidad del ensilaje, se compara los promedios de los valores de pH de cada tratamiento, respecto a las medias de la MS de cada tratamiento, resultando el T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) con MS de 33,84% y pH de 5,55 y el T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) con MS de 37,44% y pH de 5,81 fueron clasificados como malos, para T3 (Silo Cincho con Inoculantes) con 38,17% de MS y pH de 4.21 al igual que para T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) con 31,77% y pH de 4.33, la clasificación alcanzada fue de excelentes.

Las clasificaciones anteriores están basadas en los rangos propuestos por Gutiérrez (2009), atendiendo a lo expresado sobre la relación entre el pH y MS, al aludir que el pH está estrechamente relacionado con el contenido de materia seca, porque disminuye las pérdidas por respiración, permite un predominio de las bacterias ácido-lácticas y un pH adecuado.

### **3.3.7. PROTEÍNA BRUTA**

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de proteína no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los bloques ( $F_c < F_{t0,05}$ ) (Ver el cuadro N. °51). En el tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presentó el mayor contenido de proteína con 15,27 %, mientras que los tratamientos T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) y T3 (Silo cincho con Inoculantes) presentaron

un contenido de proteína de 14,48 % y 12,60% respectivamente, mientras que el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) presentó el valor más bajo con 11,48%.

**Cuadro N.º 50 Valores porcentuales para la Variable Proteína Bruta (%)**

| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ | Factor F |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 7,69     | 11,5     | 15,25    | 34,44    | 11,48     | 6,25     |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 13,44    | 14,06    | 15,94    | 43,44    | 14,48     | 6,25     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 12,81    | 12,19    | 12,81    | 37,81    | 12,6      | 6,25     |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 13,38    | 16,06    | 16,38    | 45,81    | 15,27     | 6,25     |
| $\Sigma$                          |    | 47,31    | 53,81    | 60,38    | 161,5    |           |          |

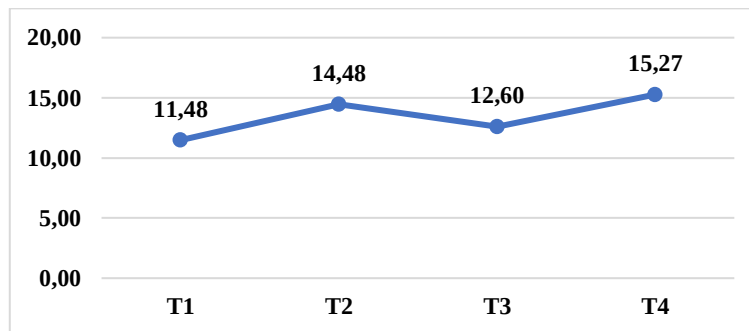
Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N. º51 ANVA para la Variable Proteína**

|                     | GL | SC    | CM    | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|-------|-------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 26,92 | 8,97  | 3,29   | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 21,33 | 10,66 | 3,91   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 16,35 | 2,73  |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 64,60 |       |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N. º9 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Proteína Bruta (%)**



Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable Proteína determinadas en el cuadro N. º 50.

**Cuadro N. °52 Análisis de Duncan para la Variable Proteína Bruta (%)**

| PB      | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
|---------|---|------------------------------|
|         |   | 1                            |
| T1=SMCI | 3 | 11.48                        |
| T3=SCCI | 3 | 12.60                        |
| T2=SMSI | 3 | 14.48                        |
| T4=SCSI | 3 | 15.27                        |
| Sig.    |   | ,079                         |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable proteína bruta en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Proteína Bruta se concluye que no existen diferencias significativas entre las medias. Todas las medias de los tratamientos se encuentran en el subconjunto 1 (T1=Silo Aéreo Montón con Inoculantes, T3=Silo Cincho con Inoculantes, T2=Silo Aéreo Montón sin Inoculantes y T4=Silo Cincho sin Inoculantes, no presentan diferencias significativas entre ellos) con medias de 11,48%, 12,60%, 14,48% y 15,27% respectivamente.

### **3.3.8. VALOR ENERGÉTICO**

En el análisis estadístico de bloques al azar para la variable de valor energético se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y no así entre los bloques ( $F_c > F_{t,0.05}$ ) (Ver el cuadro N. °54). En el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes) presentó mayor contenido de valor energético con un 94,94 Kcal/100 gr., mientras que el T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó un contenido de 89,33 Kcal/100 gr., y los tratamientos T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) y T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presentaron contenidos de 77,92 Kcal/100 gr. y 76,52Kcal/100 gr., respectivamente siendo estos los más bajos.

**Cuadro N.º 53 Valores en Kcal/100 gr para la Variable Valor Energético**

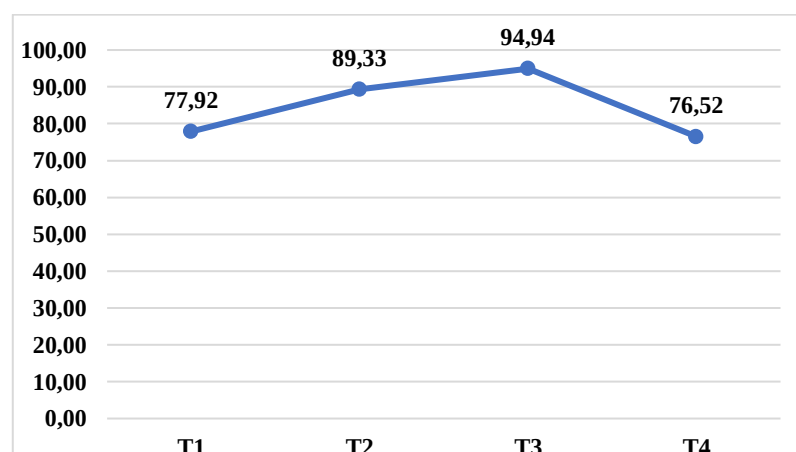
| Tratamientos                      |    | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | $\Sigma$ | $\bar{Y}$ |
|-----------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 65,62    | 84,41    | 83,73    | 233,76   | 77,92     |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 86,39    | 91,8     | 89,81    | 268      | 89,33     |
| Silo cincho con inoculantes       | T3 | 99,8     | 97,2     | 87,82    | 284,82   | 94,94     |
| Silo cincho sin inoculantes       | T4 | 77,86    | 75,96    | 75,74    | 229,56   | 76,52     |
| $\Sigma$                          |    | 329,67   | 349,37   | 337,1    | 1016,14  |           |

Fuente: Elaboración propia en base a valores proporcionados por CEANID.

**Cuadro N.º 54 ANVA para la Variable Valor Energético**

|                     | GL | SC      | CM     | F CAL. | F TAB.<br>0,05 |
|---------------------|----|---------|--------|--------|----------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3  | 717,61  | 239,20 | 5,22   | 4,76           |
| <b>Bloques</b>      | 2  | 49,49   | 24,74  | 0,54   | 5,14           |
| <b>Error</b>        | 6  | 274,79  | 45,80  |        |                |
| <b>Total</b>        | 11 | 1041,89 |        |        |                |

Fuente: Elaboración propia según metodología Bosque M. J.

**Gráfica N.º 10 Relación del Valor promedio de los diferentes Tratamientos para la Variable Valor Energético (Kcal/100 gr.)**

Fuente: Elaboración propia en base a los valores de la variable Valor energético determinadas en el cuadro N.º 53.



**Cuadro N. ° 55 Análisis de Duncan para la Variable Valor Energético (Kcal/100 gr.)**

| VE      | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |       |       |
|---------|---|------------------------------|-------|-------|
|         |   | 1                            | 2     | 3     |
| T4=SCSI | 3 | 76.52                        |       |       |
| T1=SMCI | 3 | 77.92                        | 77.92 |       |
| T2=SMSI | 3 |                              | 89.33 | 89.33 |
| T3=SCCI | 3 |                              |       | 94.94 |
| Sig.    |   | ,795                         | ,059  | ,312  |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Prueba de Duncan para la variable valor energético en base a datos proporcionados por CEANID.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable Valor Energético se concluye que existen diferencias significativas entre las medias, donde se observa que la prueba ha agrupado los tratamientos T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) y T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) con medias de 76,52 Kcal/100gr. y 77,92 Kcal/100gr en el subconjunto 1 (no presentan diferencias significativas entre ellos), de igual manera a los tratamientos T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) y T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) con medias de 77,92 Kcal/100gr y 89,33 Kcal/100gr (no presentan diferencias significativas entre ellos) en la columna o subconjunto 2 y la columna o subconjunto 3, está formada por los tratamientos T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) y T3 (Silo Cincho con Inoculantes) con medias de 89,33 Kcal/100gr y 94,94 Kcal/100gr (no presentan diferencias significativas entre ellos). Donde se observa inmediatamente que el tratamiento T3 (Silo cincho con inoculante) difiere de todos los demás, siendo el que presenta la media más alta en Valor Energético.

### 3.4. ESTIMACIÓN DE COSTOS

En relación a los cálculos económicos realizados para determinar los costos (tanto el costo general como el costo útil) por cada tratamiento arrojaron los siguientes resultados:

**Cuadro N. °56 Estimación de Costos, de acuerdo a los diferentes  
Tratamientos (Silo montón y cincho, con o sin inoculantes)**

| Tratamientos                         |    | Costo general                           |                                        |                           |                                  | Costo útil                |                                |                               |
|--------------------------------------|----|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|                                      |    | Costo<br>implantación<br>cultivar (Bs.) | Costo<br>elaboración<br>ensilaje (Bs.) | Total<br>general<br>(Bs.) | Total<br>general por<br>kg (Bs.) | Perdida<br>porcentual (%) | Costo real o<br>ajustado (Bs.) | Total general<br>por kg (Bs.) |
| Silo aéreo montón con<br>inoculantes | T1 | 54,25                                   | 108,50                                 | 162,75                    | 0,09                             | 9,47                      | 178,16                         | 0,102                         |
| Silo aéreo montón sin<br>inoculantes | T2 | 54,25                                   | 94,50                                  | 148,75                    | 0,09                             | 10,17                     | 163,88                         | 0,094                         |
| Silo cincho con inoculantes          | T3 | 54,87                                   | 91,69                                  | 146,56                    | 0,08                             | 2,60                      | 150,37                         | 0,085                         |
| Silo cincho sin inoculantes          | T4 | 54,87                                   | 77,53                                  | 132,40                    | 0,07                             | 6,10                      | 140,47                         | 0,079                         |

Fuente: Elaboración propia en base a los costos de los materiales e insumos que se utilizaron para realizar el ensilaje.

Para el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculante) se obtuvo costo general de 162,75 Bs./Tratamiento, el cual al ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de 178,16 Bs./Tratamiento lo que significa que el costo de un kilogramo de ensilaje del mismo es de 0,102 Bs. Para el tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculante) se obtuvo costo general de 148,75 Bs./Tratamiento, el cual al ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de 163,88 Bs./Tratamiento lo que significa que el costo de un kilogramo de ensilaje del mismo es de 0,094 Bs.

Para el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculante) se obtuvo costo general de 146,56 Bs./Tratamiento, el cual al ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de 150,37 Bs./Tratamiento lo que significa que el costo de un kilogramo de ensilaje del mismo es de 0,085 Bs. Para el tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculante) se obtuvo costo general de 132,40 Bs./Tratamiento, el cual al ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de 140,48 Bs./Tratamiento lo que significa que el costo de un kilogramo de ensilaje del mismo es de 0,079 Bs.

El costo útil menor fue para el tratamiento T4 seguido por el tratamiento T3 siendo los dos de silo cincho, la diferencia del costo entre estos se debe al uso de inoculante en un tratamiento y la ausencia en el otro.

**Cuadro N. °57 Estimación de Costos Proyectado a una Hectárea, de acuerdo a los diferentes Tratamientos (Silo Montón y Cincho, con y sin Inoculantes)**

| Tratamientos                      |    | Costo general/ha                  |                                  |                            |                            | Costo útil/ha          |                                    |                            |
|-----------------------------------|----|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|                                   |    | Costo implantación cultivar (Bs.) | Costo elaboración ensilaje (Bs.) | Total general 100 Tn (Bs.) | Total general por kg (Bs.) | Perdida porcentual (%) | Costo real o ajustado 100 Tn (Bs.) | Total general por kg (Bs.) |
| Silo aéreo montón con inoculantes | T1 | 3100,00                           | 6200,00                          | 9300,00                    | 0,093                      | 9,47                   | 10180,71                           | 0,102                      |
| Silo aéreo montón sin inoculantes | T2 | 3100,00                           | 5660,00                          | 8760,00                    | 0,088                      | 10,17                  | 9650,89                            | 0,097                      |
| Silo cincho con inoculante        | T3 | 3100,00                           | 5180,00                          | 8280,00                    | 0,083                      | 2,60                   | 8495,28                            | 0,085                      |
| Silo cincho sin inoculante        | T4 | 3100,00                           | 4380,00                          | 7480,00                    | 0,075                      | 6,10                   | 7936,28                            | 0,079                      |

Fuente: Elaboración propia en base a los costos de los materiales e insumos proyectados a una hectárea.

En el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculante), para producir 1 Ha (100 Tn. de forraje) de sorgo cultivar Agri-002E se requiere un costo general 9300 Bs./Ha., el cual a ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de a 10180 Bs./Ha. En el tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculante), para producir 1 Ha (100 Tn. de forraje) de sorgo cultivar Agri-002E se requiere un costo general 8760 Bs./Ha., el cual a ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de a 9650,89 Bs./Ha.

En el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculante), para producir 1 Ha (100 Tn. de forraje) de sorgo cultivar Agri-002E se requiere un costo general 8280 Bs./Ha., el cual a ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de a 8495,28 Bs./Ha. En el tratamiento T4 (Silo Cincho sin Inoculante), para producir 1 Ha (100 Tn. de forraje) de sorgo cultivar Agri-002E se requiere un costo general 7480 Bs./Ha., el cual a ser ajustado debitando las pérdidas porcentuales se obtuvo un costo real o ajustado de a 7936,28 Bs./Ha.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

Efectuado el trabajo de investigación que ha permitido evaluar la calidad nutricional del ensilaje de sorgo forrajero, se concluye en lo siguiente:

- El ensilaje de sorgo forrajero, presenta una buena calidad principalmente en silo cincho que, se evidencia a través de los siguientes indicadores:
  - ✓ Alto porcentaje de materia seca, superior al 30% en todos los tratamientos.
  - ✓ Los tratamientos T3 (Silo Cincho con Inoculantes) y T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) tuvieron un nivel de pH de 4.2 y 4.3. Siendo este nivel el óptimo para la conservación del ensilaje
  - ✓ Temperaturas de conservación, menores a 30 grados, establecidos a través de seis semanas de verificación continuos en casi todos los tratamientos excepto el T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) con una media de 30,06 °C.
- Realizadas las pruebas de laboratorio (CEANID) correspondientes, se infiere en las siguientes características nutricionales:
  - ✓ El tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes), presenta el valor más alto en relación a la variable grasa con 0,89%, pero no así en los demás componentes.
  - ✓ El tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes), presenta los valores más altos en relación a las variables ceniza con 2,54% y fibra con 14,19%
  - ✓ El tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes), presenta los valores más altos en relación a las variables hidratos de carbono 19,81%, materia seca con 38,17% y valor energético 94,94 Kcal/100gr., así como un valor bajo de humedad con respecto a los demás tratamientos con 61,83%, características sobresalientes que demuestran que este tipo de silo con inoculante, posee las mejores características nutricionales.

- ✓ El tratamiento T4 (silo cincho sin inoculante), presenta únicamente el porcentaje más alto, en Proteína Bruta con 15,27%, pero no así en los demás componentes, aunque debe considerarse que éste se constituye en un componente fundamental de la calidad nutricional del sorgo ensilado.
  - Se han determinado las características organolépticas del ensilaje del sorgo, bajo estos 4 tipos de tratamiento, concluyéndose que:
    - ✓ El tratamiento T3 (Silo cincho con Inoculantes), presenta los porcentajes más altos en todos los indicadores: 95,06% en olor (agradable ligeramente alcohólico), color 98,61% (verde a verde amarillento), textura 96,97% (Bien definido se separa fácil), palatabilidad 96,30% (Provoca el reflejo de Pávlov, consume todo el ensilaje)
    - ✓ El tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculante), presenta los valores más bajos en todos los indicadores: 72,84% en olor (poco agradable con olores a vinagre y tabaco en algunas partes en otras, un olor a alcohol), 77,78% en color (verde pardo y verde rojizo en algunas partes), 84,85% en textura (jabonoso y mal definido en algunas partes especialmente en los costados, bien definido mayormente en el centro del silo), 64,20% en palatabilidad (poco apetecible, no manifiesta el reflejo de Pávlov, sobra parte del ensilaje )
  - Realizadas las pruebas de determinación del grado de acidez durante 6 semanas, se observa que el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes) se constituye en el mejor indicador con 4,22, si se entiende que mientras el ensilaje se acidifica, tiene mayores posibilidades de lograr una mejor conservación, una mayor resistencia y baja tendencia a sufrir contaminación fúngica, significa que hubo una buena elaboración en el proceso del ensilaje (picado fino, buena compactación y un tapado eficiente) además el uso de inoculantes, acelera el descenso del pH en la masa ensilada, provocando una rápida y eficiente fermentación.
- Por otra parte, el tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes), presenta un indicador de 5,81 lo que significa que hubo una insuficiente compactación quedando aire dentro del silo afectando al descenso del pH ya que las bacterias ácido lácticas compiten con las bacterias indeseables como el clostridium por los

azúcares y almidones de la planta (CHOS), y da como resultado un ensilaje con un pH alto y con presencia de agentes fúngicos.

- Realizada la toma de muestras de temperatura, durante las 6 semanas, se establece que el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes), presentó el menor nivel de temperatura 23,22°C, que da cuenta que tuvo una respiración reducida en el silo y una buena compactación en el sistema de ensilaje.

Por otro lado, el tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó una temperatura de 30,06 °C que significa, que tuvo una respiración más prolongada por la insuficiente compactación que dio lugar a que los trozos picados de la plantan sigan respirando y liberando energía en forma de calor.

- Determinado el porcentaje de pérdidas, queda claro que el tratamiento que presenta el menor nivel porcentual de desperdicio, es el tratamiento T3 (Silo Cincho con Inoculantes) con un porcentaje de 2.60%, mientras que el tratamiento T2 (Silo Aéreo Montón sin Inoculantes) presentó un porcentaje de pérdidas de 10,17%., con una mayor presencia de hongos y bacterias.
- Efectuado el cálculo del costo de producción del ensilaje del sorgo, en los 4 tratamientos se establece que el T4 (Silo Cincho sin Inoculantes) presentó el costo útil neto más bajo con 0,079 Bs./Kg de ensilaje producido y el T3 (Silo Cincho con Inoculantes) presentó también un costo neto útil bajo de 0,085 Bs/Kg de ensilaje producido.

Por otra parte, el tratamiento T1 (Silo Aéreo Montón con Inoculantes) presentó el costo útil neto más alto con 0,102 Bs/Kg de ensilaje producido Lo que significaría que el tipo de silo cincho, se constituye en el sistema más económico y eficiente, para producir ensilaje, en cuanto al uso de mano de obra, menor porcentaje de pérdidas y maquinaria especializada.

- De igual manera se concluye que existen diferencias significativas al nivel de la significancia aceptada en el tipo de silo y en la aplicación de inoculantes en relación a las características nutricionales, organolépticas y en la conservación del ensilaje por lo cual se rechaza la hipótesis nula.

## 4.2. RECOMENDACIONES

En relación a los resultados y conclusiones establecidas se recomienda:

- Utilizar el silo cincho ya que al no necesitar un número elevado de mano de obra ni maquinaria especializada se puede realizar gradualmente a comparación del silo montón el cual es necesario el requerimiento de dicha maquinaria y un número elevado de obra por las dimensiones del silo, con lo cual el pequeño productor no cuenta y requiere de los servicios de la maquinaria del Municipio que no abastece a todos los productores.
- La eficiencia de la técnica en silo cincho permite la optimización del recurso forrajero y la disponibilidad del mismo en mejores condiciones nutricionales y organoléptica respecto al silo montón.
- En el marco al estudio realizado, se considera que se debe difundir la técnica del ensilado de silo cincho ya que se adecua a la región y al sistema imperante en ella.