

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.**

**Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición**

**Estudio de factibilidad para la producción de ensilaje de maíz (*Zea mays*),  
como suplemento para ganado lechero en Vinchoa,**

**Provincia de Bolívar - Ecuador.**

**David Andrés Solano Martínez**

**Proyecto de grado presentado como requisito  
para la obtención del título de Ingeniero en Agro-Empresas**

**Cumbaya, 2010**

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.**

**Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición**

**Estudio de factibilidad para la producción de ensilaje de maíz (*Zea mays*),  
como suplemento para ganado lechero en Vinchoa,**

**Provincia de Bolívar - Guaranda.**

**David Andrés Solano Martínez**

**Raúl de la Torre, Ph.D.**

**Director de proyecto**

**Mario Caviedes, Dr. M.S.**

**Miembro del comité de proyecto.**

-----

**Eduardo Uzcátegui, Ph.D.**

**Coordinador del área de Agroempresas.**

-----

**Michael Koziol, Ph.D.**

**Decano del Colegio de Agricultura,**

**Alimentos y Nutrición.**

-----

**Quito, 2010**

**© Derechos de autor**

**David Andrés Solano Martínez**

**2010**

## **“Tú eres el resultado de ti mismo”**

“Recuerda que cualquier momento es bueno para comenzar, y que ninguno es tan terrible para claudicar. Empieza ahora mismo. Eres la causa de ti mismo. La causa de tu presente es tu pasado, como la causa de tu futuro será tu presente, porque tú mismo eres tu destino, y nadie puede sustituirte en construirlo. Levántate, mira la mañana llena de luz del amanecer. Tú eres parte de la fuerza de la vida. Despiértate, camina, muévete, lucha. Decídete y triunfarás en la vida”.

Pablo Neruda.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano, por apoyarme en todas  
las decisiones que eh tomado  
y el de iluminar mi camino  
con sus consejos y cariño.

A Max Gallmeier, director de la fundación ABC,  
a Gabriela Gallmeier Jaramillo,  
por el apoyo vertido en los conocimientos  
acerca del proyecto de grado sobre los  
ensilajes de maíz y el de haberme dado la  
oportunidad para mi realización profesional.

A mis profesores,  
Ph.D. Raúl de la Torre,  
Dr. Mario Caviedes,  
Ph.D. Eduardo Uzcátegui,  
que me guiaron y compartieron  
sus conocimientos conmigo.

## **Resumen**

Los ensilajes de maíz resultan ser una alternativa eficaz para la alimentación del ganado lechero en el Ecuador durante las épocas de escasez de forraje, por tratarse de productos de bajo costo y de fácil producción. El objetivo primordial de este proyecto fue el de evaluar la factibilidad técnica y financiera de la producción de ensilaje elaborado a partir de cañas de maíz, un producto que se obtiene luego de haber cosechado la mazorca en estado de choclo.

En el presente estudio se utilizó un modelo de silo de pastel o torta, el cual es un modelo económico y funcional para el llenado y extracción del material cuando éste se encuentra listo. La capacidad estimada de cada uno de estos silos es de 751 sacos de 45 kg.

Los ingresos obtenidos para el análisis financiero provienen de la venta del ensilaje en sacos de 45 kilos a un precio de \$ 10 cada uno, fijado en base a la estimación de la demanda. El estudio financiero demuestra que este proyecto es viable en su totalidad, tal como lo evidencian los siguientes indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN) de \$ 75,358.88, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 159.79%, y una relación beneficio/costo de \$ 16.14.

Se determinó que los ensilajes de maíz son una alternativa de alimentación para ganaderías en épocas de escasez de alimento, además que es una alternativa económica, ya que los costos de producción son bajos, a diferencia de los de los alimentos concentrados.

## Summary

It has been shown that corn silages have turned out to be an effective alternative for the diet of dairy cattle in Ecuador when there is a shortage of pasture, since corn silages utilize low-cost products and are easy to produce. While the fundamental aim of this project was to assess the technical and financial feasibility of the silage production, which is elaborated from corn stalks, a product is eventually obtained after harvesting the corncob in a doughy texture.

In the present study we used a model of corn silages in the shape of a cake, which is an economic and functional model for the filling and extraction of the material. When the latter is ready, each corn silage has an estimated capacity of 751 sacks of 45 kg.

The income obtained within the financial analysis came from the sale of the corn silages in bags of 45 kilos sold at \$10 each, set on the basis of the estimation of the demand. The results of the financial study were as follows: this project is viable in its totality, as shown by the following financial indicators: Net Current Value (NCV) of \$ 75,358.88, with an Internal Return Rate (IRR) of 159.79 %, and a ratio profit/cost of \$ 16.14.

We determined that the corn silages are an alternative to the cattle's diet in periods of food shortage, and it is also an economic alternative, since the production costs are low, unlike those of the production of concentrated feed.

## ÍNDICE GENERAL:

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 La necesidad.....	1
1.1.2 Situación actual.....	2
1.1.3 Disponibilidad de componentes tecnológicos.....	2
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
3.1 Objetivo general del proyecto.....	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
3.2.1 Técnico.....	4
3.2.2 Mercado.....	4
3.2.3 Financiero.....	4
<b>4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJES DE MAÍZ.....</b>	<b>5</b>
4.1 Elección del híbrido o variedad.....	5
<b>5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>7</b>
5.1 Principales factores que afectan la calidad nutritiva del ensilaje de maíz.....	10
5.1.1 A la siembra.....	10
5.1.2 A la cosecha.....	10
5.1.3 En el proceso de ensilado.....	10



5.1.4	En la extracción y el suministro.....	10
5.2	Consideraciones generales sobre maíces para ensilaje y su cultivo.....	11
5.3	Proceso de ensilado.....	12
5.3.1	Etapa aeróbica o en presencia de aire.....	13
5.3.2	Etapa anaeróbica o en ausencia de aire.....	14
5.4	Importancia de la fermentación láctica .....	15
5.5	Consideraciones generales sobre el cultivo para ensilar.....	15
5.6	Calidad del producto final.....	17
5.7	Características organolépticas de los diferentes tipos de ensilajes.....	18
5.7.1	Ensilaje bien fermentado (láctico).....	18
5.7.2	Ensilaje butírico.....	19
5.7.3	Ensilaje sobrecalentado.....	20
5.7.4	Ensilaje mohoso.....	21
5.7.5	Ensilaje pútrido.....	22
<b>6.</b>	<b>INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</b>	<b>24</b>
6.1	Localización geográfica.....	24
6.2	Aspectos generales.....	25
6.2.1	Clima.....	25
6.2.2	Suelos.....	25

<b>7. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
7.1 El proceso del ensilaje.....	26
7.2 Extracción del ensilaje después de su fermentación.....	30
<b>8. ESTUDIO FINANCIERO.....</b>	<b>33</b>
8.1. Inversión.....	33
8.1.1 Capital de trabajo inicial.....	33
8.1.2 Depreciación.....	34
8.1.3 Financiamiento.....	35
8.2 Ingresos y proyección en ventas.....	36
8.2.1 Precios.....	36
8.2.2 Producción.....	36
8.3 Costos de producción.....	37
8.3.1 Costos fijos.....	37
8.3.2 Costos variables.....	38
8.3.3 Flujo de caja proyectada a 5 años.....	39
8.3.4 Estado de pérdidas y ganancias.....	41
8.3.5 Punto de equilibrio.....	42
8.4 Análisis de la rentabilidad.....	43
8.4.1 Tasa interna de retorno y valor actual neto.....	43
8.4.2 Relación beneficio – costo.....	44
8.5 Tiempo de recuperación.....	44

<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>47</b>
<b>12. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>13. HOJA DE VIDA.....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla N° 1. Concentración de proteínas en cultivos forrajeros.....	16
Tabla N° 2. Valores de laboratorio indicativos de un buen proceso de conservación en diferentes cultivos.....	18
Tabla N° 3. Inversión inicial.....	33
Tabla N° 4. Capital de trabajo inicial.....	34
Tabla N° 5. Depreciación anual.....	34
Tabla N° 6. Fuente de financiamiento.....	35
Tabla N° 7. Amortización gradual.....	35
Tabla N° 8. Parámetros de producción anual.....	36
Tabla N° 9. Costos fijos.....	37
Tabla N° 10. Gastos administrativos.....	37
Tabla N° 11. Costos variables.....	38
Tabla N° 12. Gastos de ventas.....	39
Tabla N° 13. Flujo de caja.....	40
Tabla N° 14. Estado de pérdidas y ganancias.....	41
Tabla N° 15. Punto de equilibrio.....	42
Tabla N° 16. Tasa interna de retorno y valor actual neto.....	43
Tabla N° 17. Relación beneficio – costo.....	44

## **ÍNDICE DE ANEXOS:**

Anexo 01: Recepcion de la materia prima (caña de maíz).....	47
Anexo 02: Empavarmiento y almacenaje de la caña de maíz.....	47
Anexo 03: Acoplamiento de la picadora al tractor.....	48
Anexo 04: Tendida del plástico negro, antes de la picada del maíz.....	48
Anexo 05: Entrada de la caña de maíz a la picadora .....	49
Anexo 06: Picado de la caña de maíz.....	49
Anexo 07: Primera compactada de la masa a ensilar.....	50
Anexo 08: Compactación de la caña de maíz picada, con tractor.....	50
Anexo 09: Compactación final de la masa ensilada.....	51
Anexo 10: Sellado de la masa ensilada con sal.....	51
Anexo 11: Empate y recubrimiento o sellado del silo con el plástico.....	52
Anexo 12: Sellado completo del silo con el plástico.....	52
Anexo 13: Recubrimiento del silo con tierra.....	53
Anexo 14: Silo cubierto de tierra.....	53

## **1. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 Antecedentes.**

#### **1.1.1 La necesidad.-**

En la actualidad, la demanda de la leche ha ido en aumento, pero los costos de producción de este producto son relativamente altos, lo cual limita su producción y consumo. Uno de los puntos más importantes para la producción de leche, es el costo de producción, siendo el costo de la alimentación el más importante de todos los rubros.

Por esta razón cualquier reducción en los costos en alimentación para un hato ganadero resultará en una rentabilidad más alta para el productor.

Otro punto de importancia dentro del manejo de un hato ganadero, es el espacio físico que éste requiere; las grandes ganaderías requieren de grandes extensiones lo cual se traduce en ineficiencia. La solución sería la optimización del espacio físico para trabajar.

La producción de ensilajes utiliza pequeñas extensiones de terreno para almacenar este alimento destinado a la alimentación de un número determinado de animales en espacios reducidos.

El ensilaje de maíz es una tecnología de conservación de biomasa vegetal a partir de la siembra de dicha planta y los respectivos procesos que conlleva.

El ensilaje de maíz puede ser un producto de alta digestibilidad y calidad nutricional para la alimentación animal y en su preparación se consideran o se cumplen todos los procesos recomendados. El equilibrio entre la concentración energética del grano y la digestibilidad de la materia seca de la planta en ciertos momentos de su desarrollo vegetativo, lo hacen muy adecuado para la alimentación de rumiantes en las fases de máxima necesidad nutritiva.

### **1.1.2 Situación actual.-**

En la actualidad no existe información registrada en el Ecuador sobre la producción de ensilajes. La mayor parte de los conocimientos obtenidos dentro de la producción de

ensilajes de maíz en el Ecuador es propia, por trabajos de auto capacitación en la tecnología de los ensilajes. Es fruto de la experiencia propia aplicando la tecnología desarrollada en otros países y adaptándola a las necesidades locales. Esta experiencia ha sido mayormente adquirida en la Fundación Ayuda en Bolívar para el Campo (ABC).

La mayor parte de la información disponible sobre la tecnología para la elaboración de ensilajes de recursos vegetales y, en particular de maíz, proviene de países como Estados Unidos, Alemania, Uruguay, Argentina, Brasil y últimamente Colombia.

### **1.1.3 Disponibilidad de componentes tecnológicos.-**

La producción de ensilajes depende mucho de la disponibilidad de la materia prima, en este caso de la caña de maíz y su posterior manejo. Dependiendo de las disponibilidades económicas de cada agricultor los silos se pueden fabricar o realizar de varias maneras para procesar y almacenar el producto. Se pueden realizar silos de trinchera, de pastel o en cajones. La capacidad de cada silo dependerá directamente de las necesidades del ganadero.

El maíz para ser ensilado debe ser tratado de la misma manera como cualquier otro tipo de cultivo, refiriéndose a que se deben realizar las debidas labores culturales como son: preparación del terreno, fertilización, riego, aporque, deshieras y la cosecha.

Para realizar el ensilaje de maíz es necesario contar con maquinaria necesaria como un tractor y una picadora móvil o estacionaria.

En cuanto a la variedad de maíz para la elaboración de ensilaje, en el Ecuador no existe información y normalmente se trabaja con las variedades que se siembran para grano dentro de una zona determinada, dependiendo de las exigencias del mercado local. También se suelen utilizar con el cultivo de maíz, mezclas forrajeras, o adicionar semillas de pastos como avena, alfalfa y rye grass.

## **2. JUSTIFICACIÓN:**

La creciente demanda de nuevas tecnologías para el área ganadera del país, se traduce en la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación para las ganaderías de leche

y carne en el Ecuador. Es por esta razón que en el presente documento se presenta una nueva opción de alimentación para dichas ganaderías, basada en la utilización de la planta de maíz, sembrada para la producción de choclos, después de efectuada la cosecha.

Los ensilajes de maíz constituyen una excelente alternativa de alimentación para las ganaderías lecheras ya que con este tipo de alimento se pueden reducir los costos de producción de la leche e incluso obtener un eventual aumento en la producción, en épocas de escasez de forraje.

Sin embargo, como se ha planteado en otras partes del texto, en nuestro país no existe información sistematizada sobre ensilajes de maíz y ni siquiera se conocen variedades que hayan sido desarrolladas con fines exclusivos de producción de forraje, ni tampoco de variedades para la producción de grano que puedan cumplir aceptablemente este propósito.

Por otra parte, considerando que en varias zonas de la región interandina se acostumbra sembrar maíz para la producción de choclos, es importante desarrollar técnicas para utilizar de la manera más eficientemente posible la biomasa que queda como residuo. Se debe reconocer que el estado de madurez de estas plantas de maíz es más favorable desde el punto de vista nutricional que cuando la planta es ensilada en su totalidad, puesto que ésta debe cosecharse cuando los granos de la mazorca se encuentran en estado pastoso, es decir en una etapa de madurez más avanzada.

Por esta razón el estudio de técnicas de conservación de forraje de maíz sin mazorca mediante el ensilaje se constituye en una alternativa válida que puede permitir obtener mayores beneficios y abaratar los costos de producción en la alimentación de un hato ganadero, generando así una rentabilidad más alta.

### **3. OBJETIVOS:**

#### **3.1 Objetivo general del proyecto.**



- Producir una fuente de alimento alternativo para ganaderías de leche en épocas de verano, a fin de mantener y/o aumentar la producción.

### **3.2 Objetivos específicos.**

#### **3.2.1 Técnico.-**

- Desarrollar una nueva tecnología para ensilar maíz y mejorar la alimentación en las ganaderías de leche.

#### **3.2.2 Mercado.-**

- Realizar un estudio de mercado, para contribuir a satisfacer la demanda de ensilaje de maíz y determinar la necesidad de expandir la venta del producto a otras fincas ganaderas.

#### **3.2.3 Financiero.-**

- Analizar la viabilidad económica – financiera de la producción de ensilajes de maíz como suplemento para ganaderías bovinas lecheras en producción, en épocas de verano o de escasez de alimento.

## **4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJES DE MAÍZ:**

### **4.1 Elección del híbrido o variedad.**

Vaz Martins et al (2006) indican la forma de elegir un híbrido o variedad óptima, tomando en cuenta algunos aspectos previos:

Lo óptimo y unánimemente aconsejable es cosechar el maíz con un nivel de materia seca (MS) del 30 a 35%. Por ello, se debe considerar la participación de cada uno de los componentes de la planta sobre el peso total, dato que surgirá del híbrido o variedad y del ciclo vegetativo en que se adapte. Así, la participación del tallo como componente del peso total es mayor, quedando en segundo lugar las hojas.

Asimismo, el grano es la parte que tiene mayor valor nutritivo (su contenido es, fundamentalmente, almidón, y se digiere en más de un 90%). Por lo tanto, si el 40 al 50% de la materia seca proviene del grano, mayor será la energía y el valor nutritivo del ensilaje. Sin embargo, no basta con lograr una buena cantidad de grano, pues es esencial tener en cuenta la digestibilidad del resto de la planta. (Vaz Martins, et al, 2006).

Esto se da, porque existe una íntima relación entre fibra indigestible y la digestibilidad de la materia orgánica. Considerando que el tallo es el segundo componente y que su digestibilidad es menor que la de la planta en su conjunto (dado el contenido de pared celular y la cantidad de lignina presente), la calidad de toda la planta, demuestra su importancia (representa un 60% de la materia seca).

Concluyendo, es menester lograr una buena calidad total de la planta, considerando que el éxito del ensilaje depende del 100% de la materia ensilada y que estará representada por una presencia de grano en 40% y de planta en 60% (Vaz Martins, et al, 2006).

Las distintas variedades que existen en el país son propias de cada región; las más aptas para la zona centro del país y en especial para la provincia de Bolívar, son las variedades de maíces harinosos blancos y amarillos duros. Las variedades más utilizadas son: Guajal Mejorado (INIAP-111), Blanco Blandito Mejorado (INIAP-102) e INIAP-180, de las cuales la variedad INIAP-180 que es forrajera y tiene una capacidad de rendimiento de 50 – 60 tm de forraje fresco por hectárea (INIAP, 2009).

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través de su Programa de Mejoramiento y Obtención de Semillas de Maíz han obtenido las siguientes variedades:

- Para la zona sierra del Ecuador, se han obtenido variedades de maíz como:

INIAP-101 (Altitud 2.400 – 2.800 m).

INIAP-130 (Altitud 2.500 – 2.800 m).

INIAP-176 (Altitud 2.200 – 2.800 m).

INIAP-180 (Altitud 2.200 – 2.800 m).

**Fuente: INIAP, 2009.**

Las condiciones climáticas y edafológicas que necesitan estas variedades de maíz para su crecimiento y rendimiento en la zona Sierra son las siguientes: precipitaciones de 700 a 1300 mm de agua anuales, temperaturas de 12 a 18° C, horas luz de 1500 a 2000 horas, suelos francos (arcillosos y arenosos) con buen drenaje, pH de 6.5 a 7.5 y un ciclo de cultivo de 210 a 260 días de cultivo. La época de siembra se encuentra en los meses de Septiembre a Noviembre, la cantidad de semilla utilizada es de 25 a 30 kg por hectárea.

Para este estudio fue necesario conocer las variedades de maíz forrajero que existen en el Ecuador y que sean adecuadas para la elaboración de ensilajes. En entrevistas previas en el INIAP con los Ingenieros Yáñez y Velásquez del área de investigación y mejoramiento de maíz en Santa Catalina, se pudo recoger importante información que se resume a continuación:

Velásquez J (2009), “en el Ecuador, la única variedad considerada como forrajera es la variedad INIAP – 180, la cual es una planta de polinización libre, es un maíz amarillo, que se adapta muy bien a la Sierra en altitudes de 2200 a 2800 msnm, y de la cual se obtiene uno y medio kilogramos de materia verde por planta, y un rendimiento por hectárea de 70 tm de materia verde para ensilar, por lo cual se presenta como una variedad apta para la elaboración de ensilajes para esta región”.

En otra entrevista realizada también en la Estación Experimental Santa Catalina, Yáñez C (2009), sostuvo que: “las variedades de maíz liberadas por el INIAP, no están consideradas como variedades forrajeras de maíz, razón por la cual no se las considera como tales, ya que no se ha realizado un estudio sobre el tema, lo cual lleva a considerar que todas las variedades de maíz, pueden ser utilizadas como especies forrajeras por el agricultor. La única considerada como especie forrajera es la variedad INIAP – 180, aun cuando no existe la información suficiente y el estudio adecuado”.

## **5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS:**

El maíz (*Zea mays*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas y posee interés desde el punto de vista agrícola y económico. Las variedades existentes de maíz tienen diferentes usos, tanto para el consumo humano destinados al consumo en fresco, en lata o congelado y otras variedades para alimentación animal (maíces duros y forrajeros).

Fernández (1999), en su investigación sobre el ensilaje y los procesos fermentativos, señala que el ensilaje es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales cuando éstos contienen suficiente cantidad de hidratos de carbono fermentables y se encuentran en un medio de anaerobiosis adecuada. La conservación se realiza en un medio húmedo, y debido a la formación de ácidos que actúan como agentes conservadores, es posible obtener un alimento succulento y con valor nutritivo muy similar al forraje original.

Gregorini, (2008), define que el ensilaje de planta entera de maíz es un alimento fibroso, principalmente usado como fuente de energía y deficiente en proteína, al menos para la mayor parte de las categorías de vacunos de carne y leche. La composición o calidad de este recurso forrajero es altamente variable, pero se puede considerar que un ensilaje cosechado con cerca de un 35 % de materia seca, contiene aproximadamente:

- 30-35 % de grano (21-25 % de almidón).

- 65 % de digestibilidad (2,2 Mcal/kg MS).
- 45 % de fibra detergente neutra (FDN).
- 3 % de proteína bruta (PB).

En los últimos años, la intensificación de la producción de carne y leche llevó a un uso masivo de la suplementación, siendo el ensilaje de maíz uno de los recursos más ampliamente adoptados. Las razones de esta gran adopción como alimento, se deben a que el ensilaje de maíz presenta una serie de ventajas respecto de otros forrajes conservados (Parra y Elizalde, 2006):

- Permite obtener una gran cantidad de alimento (kgMS/ha) que muchas veces es de mejor calidad que la de otros forrajes conservados.
- El costo de un kilo de materia seca es inferior, o similar, al de otros suplementos y forrajes conservados, si bien esto depende del rendimiento que tenga el cultivo.
- El maíz es un cultivo que ofrece buenas características para ser ensilado: tiene más de 25 % de materia seca, tiene buen contenido de carbohidratos solubles (8 - 10 %) y tiene baja capacidad buffer. Esto permite obtener una buena fermentación y una rápida disminución del pH hasta su estabilización.
- Se puede almacenar en el mismo momento que se cosecha, lo cual lo vuelve menos dependiente de factores climáticos.
- En algunas ganaderías, el ensilaje se raciona en el mismo lugar que se confecciona, evitándose de esta forma los costos de suministro y transporte.
- Como desventaja se cuenta la variación en la calidad, dependiendo de los factores físicos que la afectan.

Cofré y Jahn (2008), señalan que el valor nutritivo de un alimento puede determinarse a través de tres componentes principales: la digestibilidad, el consumo y la eficiencia energética de utilización. En todos los forrajes, la digestibilidad desciende a medida que avanza la madurez de la planta, debido al aumento del contenido de pared

celular y del contenido de lignina. En el caso del ensilaje, dicho descenso se ve compensado por un mayor contenido de grano en la planta, y por lo tanto, un aumento del contenido de almidón (que presenta mayor digestibilidad que cualquier otra parte de la planta). Esto significa que; se pueden obtener dos ensilajes con igual digestibilidad, pero uno con escaso contenido de almidón y gran cantidad de fibra de alta digestibilidad, y otro con alta proporción de grano pero con fibra muy lignificada (poco digestible).

La obtención de uno u otro ensilaje no es indistinta y la elección tiene que responder a un objetivo de producción, sin perder de vista aspectos nutricionales: el consumo de materia seca y la productividad animal esperada son aspectos determinantes del tipo de ensilaje a producir (momento de cosecha). Aún cuando la digestibilidad sea similar, un alimento con altos porcentajes de pared celular tendrá un consumo menor que otro, con mayor proporción de grano. A su vez, la eficiencia con la cual se utiliza la energía será diferente porque los productos finales de la digestión de la fibra (pared celular) y del grano (almidón) también son diferentes.

Por lo tanto, estos efectos sobre el consumo y la eficiencia de utilización afectarán, de forma variable, la respuesta productiva de los animales que consumen uno u otro tipo de ensilaje. Es importante enfatizar en el hecho de que no hay ningún proceso, que tenga lugar durante la fermentación y la conservación que incremente el valor nutritivo del material inicial que es ensilado. Haciendo las cosas bien, a lo sumo, se logrará un ensilaje de calidad similar a la del cultivo que le dio origen.

## **5.1 Principales factores que afectan la calidad nutritiva del ensilaje de maíz (Schroeder y Elizalde, 2006).**

### 5.1.1 A la siembra.-

- Elección del híbrido o variedad.
- Densidad de plantas por hectárea (población).
- Fertilización y riego.

### 5.1.2 A la cosecha.-

- Madurez del híbrido o variedad a cosechar.
- Altura de corte.
- Tamaño de picado.

### 5.1.3 En el proceso de ensilado.-

- Tipo de silo.
- Llenado, compactado y tapado.
- Uso de aditivos.

### 5.1.4 En la extracción y el suministro.-

- Superficie expuesta.
- Espesor de remoción diaria.
- Tiempo de exposición hasta el consumo de los animales.

Mangado (2006), también describe los diferentes aspectos que pueden afectar la fermentación y calidad del ensilaje. Entre ellos cabe destacar:

- **Contenido de humedad y/o estado de madurez del maíz al ensilar:** Es ideal es cosechar cuando las plantas tengan, al menos, un 30% de materia seca. Porcentajes menores pueden acarrear pérdidas por escurrimiento de líquido, que contiene alrededor de 5 a 8% de materia seca de alto valor nutritivo. El ideal es cosechar cuando el grano alcanza una consistencia pastosa, que se reconoce cuando la parte superior del grano pierde su redondez transformándose en dentado, y cuando al apretarlo, dificultosamente vacía su contenido.

- **Picado del maíz:** Tiene que ser picado fino, de preferencia menor a un centímetro, esto favorece la eliminación del aire y la compactación, e incrementa la densidad del material pudiendo disminuir el tamaño de los silos.
- **Rapidez de llenado del ensilado:** La velocidad de llenado del ensilado favorece la eliminación del aire y el inicio de la fermentación anaeróbica, beneficiando la calidad del ensilaje.
- **Compactación:** El proceso de llenado debe ser efectuado conjuntamente con la compactación, labor que tiene como principal objetivo eliminar el aire. Los sectores mal compactados de los ensilados alcanzan temperaturas más altas que los sectores bien compactados, con el consiguiente daño para el ensilaje.

## **5.2 Consideraciones generales sobre maíces para ensilaje y su cultivo.**

El uso de maíz para forraje, ya sea como planta en pie o ensilado es una práctica común en todos los países de agricultura avanzada, ya que contribuye a resolver el problema que plantea la estacionalidad de la producción forrajera frente a requerimientos animales de relativa constancia. El cultivo de maíz se adapta para la alimentación del ganado debido a tres causas principales:

- a.- Alto volumen de producción.
- b.- Alto contenido de hidratos de carbono.
- c.- Amplitud del período de aprovechamiento.

La discusión sobre la utilización de ensilaje tiene dos aspectos: por un lado la nutrición y, por otro lado, los factores que rodean al ensilaje. Nutricionalmente hay muchas formas de mejorar el ensilaje, pero pueden verse totalmente anuladas si no se consideran en los costos los aspectos relacionados con el suministro.

## **5.3 Proceso de ensilado.**



Gregorini (2008), en su ensayo, sobre los silajes de planta entera de maíz, presenta otras ventajas del ensilaje de planta entera.

1.- El producto final, cuando se ha realizado un proceso de conservación adecuado, presenta mínimas diferencias con el forraje verde.

2.- Este proceso tiene bastante independencia de los factores climáticos, lo que significa para el productor mayores posibilidades de hacer reservas forrajeras en zonas problemáticas.

3.- Permite equilibrar la desuniformidad que se registra entre la oferta de forraje a lo largo del año y los requerimientos casi constantes de los animales.

4.- Permite balancear la composición de la ración frente a pastoreos deficientes.

5.- Permite, esperar la recuperación de los potreros para un buen verdeo y realizar una buena recuperación del suelo.

6.- Permite conservar forrajes que serían difíciles de henificar, tales como el maíz o el sorgo (soya o soja).

7.- Es el método de conservación que mejor se adapta en cultivos enmalezados.

8.- No tiene riesgos de incendio.

9.- Luego de las pasturas es el forraje que presenta menor costo, muy por debajo de granos.

El forraje que se desea conservar por vía húmeda es cosechado por máquinas especialmente diseñadas para este propósito o se realiza de manera manual según sean las condiciones. En este proceso se corta y pica el forraje, que luego se transporta y acumula sobre el terreno o en construcciones especiales.

En esta masa verde acumulada comienza muy pronto a producirse una serie de transformaciones bioquímicas que al cabo de 4 o 5 semanas concluyen dando como resultado un producto que se conoce con el nombre de ensilaje.

El proceso de ensilado se divide en dos etapas:

### **5.3.1 Etapa aeróbica o en presencia de aire.-**

Bertoia (2004), en su investigación concluye que en el momento de realizar el ensilado es imposible eliminar totalmente el aire (oxígeno); el remanente es consumido por la acción de la respiración de los tejidos vegetales aún vivos y por la acción de las bacterias aerobias. Esta primera etapa da origen a transformaciones importantes dentro de la masa ensilada. Es muy importante que esta etapa dure lo menos posible, ya que la respiración consume azúcares solubles y genera agua, anhídrido carbónico y energía en forma de calor. Esta es la razón por la cual el silo eleva su temperatura en la primera etapa o hasta que se acabe el oxígeno. Es fundamental la eliminación del aire en la masa ensilada. Puede hacerse mediante una compactación adecuada o mediante el uso de bombas de vacío, en el caso que el depósito lo permita. La detención de la respiración y la muerte de las células de la planta pueden lograrse muy rápidamente mediante ácidos, no siendo fácil el manipuleo de los mismos.

La acción de las enzimas comienza en esta etapa y se caracteriza por originar hidrólisis y degradaciones de ciertas sustancias contenidas en las plantas, tales como los azúcares, el almidón y las proteínas. Los mohos, las levaduras y las bacterias aeróbicas también están presentes en esta etapa, su actividad se limita al período inicial y hasta tanto no se haya eliminado el oxígeno de la masa ensilada. Si por alguna razón esta eliminación se demora o no se produce una adecuada compactación, los daños que se generan pueden ser considerables. Cuando el silo está bien construido, es decir si no existe la posibilidad de entrada de aire, este primer ciclo se cumple en un tiempo relativamente breve, quedando prácticamente anulada la actividad de los microorganismos mencionados. Como

consecuencia de la eliminación del oxígeno las células vegetales también mueren, se rompe su estructura, se libera jugo celular y la temperatura del silo comienza a disminuir.

### **5.3.2 Etapa anaeróbica o en ausencia de aire.-**

Bertoia (2004), también confirma que en esta segunda fase de fermentación un nuevo grupo de microorganismos comienza a desarrollarse activamente. Están favorecidos por la difusión de los jugos celulares, cuyo contenido en azúcares fácilmente fermentables, les sirve como fuente principal de energía. El papel más importante de estos microbios es el de actuar sobre los hidratos de carbono solubles contenidos en la masa ensilada y transformarlos en otras sustancias más simples. Los principales productos de esta actividad bacteriana están constituidos por ácidos orgánicos, tales como láctico y acético, que van acidificando el medio húmedo hasta un nivel que hace posible la conservación del forraje. En esta etapa del proceso debe predominar la fermentación láctica intensa, la que hará posible preservar eficientemente el forraje verde ensilado. Las bacterias responsables de los diferentes procesos en la masa ensilada se encuentran sobre la superficie del vegetal que está siendo picado y se introducen al silo junto con la planta picada.

Es evidente que cuanto más rápido se desarrolle esta actividad mejor será el proceso de conservación del forraje y el tiempo que se tarde en alcanzar valores óptimos de acidez dependerá, entre otras variables, de la cantidad de aire presente en el forraje picado, la concentración de azúcares del cultivo cosechado y del grado de hermeticidad que posea el silo.

### **5.4 Importancia de la fermentación láctica.**

- Asegura la concentración de ácido láctico, elemento que sirve como conservante natural, que es digerido por el animal sin formar productos secundarios contaminantes o poco palatables para el ganado.
- Las temperaturas que se generan durante la fermentación láctica aseguran la conservación de un máximo de elementos nutritivos.
- Las pérdidas por respiración son mínimas.
- En condiciones normales las bacterias lácticas se encuentran presentes y en cantidad adecuada en el forraje cortado.
- Se obtiene un ensilaje adecuado y palatable para el animal.
- No causa efectos secundarios o nocivos sobre la salud del animal ni modifica el sabor o la apariencia de la leche y sus derivados.
- Genera condiciones no propicias para el desarrollo de microorganismos indeseables.

### **5.5 Consideraciones generales sobre el cultivos para ensilar.**

Cuando se desee ensilar un cultivo debe tenerse en cuenta ciertas cualidades tales como:

- Alto rendimiento de materia seca por unidad de superficie.
- Alto valor nutritivo.
- Componentes del vegetal que faciliten el proceso, dentro de los cuales el contenido de azúcares solubles es fundamental. Su concentración está condicionada por la especie vegetal que se considere. Por supuesto que deberá ser alto y con una

marcada supremacía sobre el contenido de proteínas. La relación azúcares - proteínas deberá ser elevada para evitar que el exceso de nitrógeno producido por los procesos degradativos forme productos tóxicos y/o que neutralicen el ácido láctico formado. Las leguminosas, por ejemplo la alfalfa, presentan una relación azúcares/proteínas muy baja, razón por la cual su conservación mediante esta técnica es complicada y requiere procesos previos y construcciones especiales que disminuyan el riesgo de putrefacción del material (Bertoia, 2004).

**Tabla N° 1. Concentración de proteínas en cultivos forrajeros.**

<b>Cultivo</b>	<b>Contenido de proteínas</b>	<b>Aptitud para ensilaje</b>
Maíz o sorgos	10	Alta
Pasturas de gramíneas	13	Media
Pasturas mixtas	15	Regular
Alfalfa	> 17	Problemática

**Fuente: Bertoia, 2004.**

Los valores que se presentan en la tabla 1; son válidos cuando los cultivos son cosechados en el momento más adecuado.

Otro factor condicionante del contenido de azúcares solubles es el estado de madurez del cultivo al momento de picado. A medida que las especies se desarrollan, sus componentes generan cambios en la composición morfológica y química de la planta completa. La materia seca aumenta, junto con el contenido de fibra. Simultáneamente se reduce el contenido de proteínas. En los cultivos más utilizados, tales como maíz y sorgo granífero, el momento de corte se establece cercano al estado de madurez fisiológica.

En la alfalfa se muestra una relación azúcares - proteínas de 0.5 (10 % de azúcares y 20 % de proteínas). Si bien esta propiedad hace más difícil su conservación, se pueden fijar algunas pautas de manejo que son específicas para este cultivo y para poder ser ensilado.

El momento de cosecha también tiene una estrecha relación con el contenido de humedad del forraje al momento del picado. Se considera como rango óptimo al que fluctúa entre 60 y 70 % de humedad. Valores inferiores generan un aumento de la temperatura en la masa ensilada durante la primera etapa debido a la dificultad que ofrece el forraje a la compactación y consecuentemente a la expulsión del aire. En el caso de cosechar con baja humedad la masa es elástica y tiende a retornar al volumen inicial. En consecuencia es necesario reducir el tamaño de la partícula picada con el objeto de atenuar el efecto “resorte” del forraje y así disminuir el volumen que ocupa el aire dentro del silo. Se aconseja, en estos casos trabajar con partículas de 1.2 a 0.9 cm (Bertoia, 2004).

Cuando el contenido de materia seca del forraje a ensilar es inferior al 70 % la compactación se ve muy facilitada, pero se producen fuertes pérdidas de nutrientes por escurrimiento de los jugos de la planta. Además en el medio se generan condiciones favorables para el desarrollo de bacterias del género *Clostridium*, capaces de alterar la calidad del forraje conservado (Bertoia, 2004).

## **5.6 Calidad del producto final.**

Bertoia (2004), también explica cómo se puede evaluar la calidad del material obtenido luego de 3 a 8 semanas de fermentación, empleando métodos químicos, tales como la determinación del contenido de ácido láctico, ácido butírico y nitrógeno amoniacal. La acidez alcanzada por la masa de forraje luego del proceso de conservación es un excelente indicador de la calidad del producto final. Valores cercanos a 3.5 son deseables cuando se ha conservado maíz o sorgo, tanto forrajero como granífero. En la tabla adjunta se presentan valores promedio de los compuestos más representativos de la calidad del ensilaje.

### **Tabla N° 2. Valores de laboratorio indicativos de un buen proceso de conservación en diferentes cultivos.**

Cultivo	pH	% de ácidos grasos volátiles de la M.V.			N amoniacal en % de N total	Calidad
		Láctico	acético	butírico		
Maíz	3.6	1.7	0.6	0.1	5.9	Muy bueno
Sorgo	4.0	1.8	0.6	0.2	7.1	Muy bueno
Alfalfa	5.7	0.0	1.1	1.9	39.6	Malo
Alfalfa con urea	4.6	1.4	0.7	0.5	9.7	Muy bueno

Fuente: Bertoia, 2004.

## 5.7 Características organolépticas de los diferentes tipos de ensilajes.

Para representar los caracteres organolépticos de los ensilajes de maíz se han identificado 5 diferentes grados organolépticos, en los cuales se pueden identificar los diferentes grados de aceptación no solo por el productor sino también por los animales (Bertoia, 2004).

### 5.7.1 Ensilaje bien fermentado (láctico).-

- **Color:**

Amarillo-verdoso, al marrón verdoso.

- Verde oscuro para la alfalfa.
- Marrón claro para maíz y sorgo.

- **Olor:**

Agradable, avinagrado y picante.

- **Textura:**

Muy firme.

- Es difícil desagregarlo.

- **Acidez:**

pH: 3.3 – 4.0.

- **Aceptabilidad:**  
Buena.
- **Valor nutritivo:**  
Similar al forraje verde.

### 5.7.2 Ensilaje butírico.-

- **Color:**  
Pardo o verde oliva.
- **Olor:**  
Desagradable.
  - Rancio.
  - No picante.
- **Textura:**  
Blanda.
  - De consistencia viscosa.
- **Acidez:**  
pH:
  - Mayor a 4.5 en maíz y sorgo.
  - Superior a 5.5 en alfalfa.
- **Aceptabilidad:**  
Muy baja.
  - Algunos animales pueden tolerarlo.
- **Valor nutritivo:**  
Regular.
  - Debido a la descomposición de las proteínas.



### 5.7.3 Ensilaje sobrecalentado.-

- **Color:**  
Marrón.
- **Olor:**  
Acaramelado.
  - Con un leve aroma atabacado.
- **Textura:**  
Bastante floja.
  - Es fácil desagregarlo.
- **Acidez:**  
Muy variable.
- **Aceptabilidad:**  
Muy buena
  - Por caramelización de los azúcares.
- **Valor nutritivo:**  
Regular a bajo.

### 5.7.4 Ensilaje mohoso.-

- **Color:**  
Manchas algodonosas

- Blancas sobre una base grisácea-marronada.

- **Olor:**

Rancio.

- No picante.

- **Textura:**

Floja.

- A veces gelatinosa.

- **Acidez:**

pH mayor a 5.

- **Aceptabilidad:**

Muy mala.

- El ganado no lo acepta.

- **Valor nutritivo:**

Muy bajo.

- Muchas veces tóxico.

### 5.7.5 Ensilaje pútrido.-

- **Color:**

Verde oscuro.

- Grisáceo o negro.

- **Olor:**  
Repulsivo.
  - Por la presencia de amoníaco.
  - Y aminas típicas de los tejidos en descomposición.
- **Textura:**  
Gelatinosa.
  - Blanda.
- **Acidez:**  
pH mayor a 5.
- **Aceptabilidad:**  
Muy mala.
- **Valor nutritivo:**  
Muy malo.
  - Muchas veces tóxico para el ganado.

A los ensilajes de maíz se les puede adicionar ciertos elementos que ayuden al aumento nutricional del mismo como son:

- La adición de urea, al momento de confeccionar el ensilaje, de 5 kg por tonelada de maíz ensilado con alrededor de un 30% de materia seca, eleva el contenido de proteína cruda hasta un rango de 10 a 11%, comparado con el 6 a 8% del ensilaje solo. Esta acción mejora el valor nutritivo y aumenta la estabilidad del material fermentado después de abierto el silo.
- Melaza, la cual aumenta la palatabilidad del ensilaje, para el consumo animal, la además a aumentar la fermentación láctica, dentro del silo y así obtener una mejor

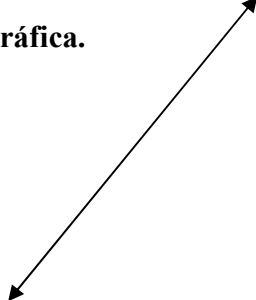
fermentación, y elimina la acumulación de aire dentro de la masa ensilada y favorece la fermentación anaeróbica.

- Anhidro de Amonio: éste eleva el pH y disminuye los factores de calentamiento.
- Acido propiónico o acético: la incorporación de estos ácidos durante la apertura del ensilaje reduce la temperatura y las pérdidas por fermentaciones secundarias.
- Existen tres especies comerciales de microorganismos que ayudan a la fermentación de los ensilajes para obtener la mayoría de características deseables para el proceso de ensilaje: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus durans*, (Sánchez, 2009).

## **6 INGENIERIA DEL PROYECTO:**

### **6.1 Localización geográfica.**

**Finca San Sebastián**





El proyecto se realizará en la Finca San Sebastián, Granja de estudios Agropecuarios de la Fundación ABC, en la parroquia de Vinchoa Chaquishca; Bolívar - Guaranda, ubicada a una altura de 2.650 msnm.

Geográficamente la finca se encuentra localizada en las siguientes coordenadas: longitud  $78^{\circ} 59' 38.67''$  Oeste y latitud  $1^{\circ} 36' 01.59''$  Sur.

**Fuente: Google Earth 2010.**

La finca San Sebastián, consta de 5 ha de terreno, distribuidas de la siguiente manera para su utilización: 1 ha destinada a los establos, área del ordeño mecánico, caminos de acceso dentro de la finca, área de invernadero, huerta hortícola, corrales para chanchos, estacionamiento de la maquinaria agrícola, y el área de elaboración de los ensilajes de maíz y almacenamiento de la materia prima.

El resto del área de la finca está destinado a la producción de pastos y forrajes; la carga animal con la que se trabaja en la finca es de 6.5 unidades bovinas adultas (UBA's) por hectárea, con lo cual se obtiene una carga total del rejo de 32 animales. Estos animales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 16 vacas en producción, 12 vientres y 4 terneras, las cuales son mantenidas dentro de un sistema de semi - estabulación.

Se producirá ensilaje de maíz para una temporal sustitución de ciertos productos alimenticios en el ganado lechero, como los balanceados. La dosis recomendable para el consumo del ensilaje, no se encuentra establecida. Así que el consumo de este producto puede ser a voluntad o respetando los estándares en cuestión de la alimentación del ganado.

## **6.2 Aspectos generales.**

### **6.2.1 Clima.-**

Según datos proporcionados por el INAMHI, la parroquia de Vinchoa Chaquishca tiene las siguientes características: la temperatura en la zona fluctúa de 6 a 24°C siendo la temperatura media anual de 14.7°C, con precipitaciones de 500 mm al año (INAMHI, 2009).

La estación de trabajo cuenta con una red de riego propio en la zona, el principal río es el Tagma. También se dispone de un reservorio de agua para riego de 450 m<sup>3</sup>, lo que facilita el riego dentro de la finca durante todo el año.

### **6.2.2 Suelos.-**

Los suelos que se encuentran en la subcuenca del río Chimbo corresponden a un marco geológico regional muy complejo, de composición litológica diversa que ha dado origen a una variedad de tipos de suelos, cuya composición física-química y textura está caracterizada por los factores climáticos y por el relieve que presenta la provincia de Bolívar. A continuación se muestra el tipo de suelo que se relaciona con la zona de Vinchoa según los datos obtenidos por el INIAP, dentro de la subcuenca del río Chimbo (Cárdenas y Barrera, 2007):

- **Identificación:** H4.
- **Clasificación taxonómica:** Hapludolls.
- **Localización:** Sur de Guaranda.
- **Altura (m):** 2400 – 2800 msnm.
- **Características:** Negros, profundos, francos, arenosos, >3% de materia orgánica, pH neutro (7), secos.

## **7 METODOLOGÍA:**

### **7.1 El proceso del ensilaje.**

La elaboración de los ensilajes, se realizará en la zona de Vinchoa Chaquishca, en la Provincia de Bolívar, donde el material será recolectado, apilado en forma de parvas y almacenado a la intemperie durante un tiempo determinado de 15 a 20 días o hasta tener la cantidad deseada de materia prima para realizar el proceso de ensilaje. El maíz será dispuesto de forma vertical manteniendo su postura original, esto es, con las espigas hacia arriba y la base (cuello de la planta) sobre la superficie del terreno. Esto se lo hace para que exista un mejor secamiento de la caña y su humedad descienda hasta los 20 a 30 % de humedad que es lo óptimo para su procesamiento.

La obtención del material se la realizará de manera directa, comprando sementeras de caña de maíz, previamente cosechado el choclo, las cuales son previamente examinadas, para verificar que se encuentren en buen estado, sin contaminantes químicos que pueda alterar la composición físico, o química del ensilaje; la forma de hacerlo es llevando un seguimiento periódico de las sementeras, que van a ser adquiridas.

Luego de realizada la compra la caña de maíz, ésta se transporta en camiones. Se ha estimado la necesidad total de 90 camiones cargados para realizar los diferentes silos. Los camiones tienen una capacidad de 3 tm carga. El material viene directamente de las sementeras de maíz de zonas aledañas a la finca base de Vinchoa, como San Lorenzo, Santiago y San Simón.

El tipo de silo que se producirá dentro de la finca, es un silo en forma de pastel o torta, el cual es más económico en su fabricación y se lo puede fabricar en cualquier lugar dentro de una finca ganadera. Este tipo de ensilaje permite una mejor distribución del material ensilado, así como una mejor extracción cuando el material está listo para el consumo animal.

Luego de la obtención de la materia prima y de una oportuna deshidratación de la caña, se procede a realizar el picado de la misma en los sitios ya establecidos para la construcción de los pasteles y la subsecuente fermentación. El procedimiento a seguirse es el siguiente:

- En primer lugar se limpia el área, de cualquier tipo de material que sea extraño al ensilaje.
- Luego se coloca plástico de polietileno negro de 150 a 200 micrones, de alta durabilidad, el cual sirve como base al silo y para que éste evite que el ensilaje se contamine con sustancias que puedan ser nocivas; al mismo tiempo este plástico sirve para tapar el ensilaje luego de haber completado el proceso de ensilado y evitar la entrada de aire para facilitar la fermentación láctica (ver anexo 4).
- Por último antes de comenzar a picar el maíz se coloca la máquina picadora de manera estratégica, con el fin de facilitar el ingreso de la materia prima a la boca de la picadora. En este punto hay que tomar en cuenta normas de seguridad a seguir al momento de la utilización de la picadora (ver anexo 3).
  - En primer lugar los operadores deben estar informados sobre la utilización de la maquinaria.
  - Los operadores deben utilizar ropa ceñida al cuerpo, para evitar que ésta se enrede en la caña o sea succionada por la máquina; además, tienen que utilizar guantes de cuero y gafas de protección.
  - Los operadores no deben jugar o realizar maniobras bruscas cerca de la picadora.
- Ya instalada la picadora en el lugar preciso de manera que no interrumpa el ingreso de la materia prima, se procede al picado de la misma; la picadora tiene que ser acoplada a un tractor, mediante los acoples del cardan y que ésta quede bien asentada en el suelo de manera que no se mueva. La picadora trabaja en un rango de 540 a 600 rpm, a esta velocidad la caña es picada en trozos o pedazos de 1 a 3 cm, los cuales son distribuidos en el sitio por un cuello y boca móvil, dejando de forma uniforme la picadura de la caña de maíz sobre el plástico (ver anexo 5 y 6).



- Luego de un tiempo de picar, aproximadamente de una hora a hora y media, el material, se distribuye a lo largo del plástico y se compacta con la ayuda del tractor. Antes de la compactación se obtiene un espesor de 30 a 40 cm del maíz picado, el cual se reduce a un espesor de 12 a 15 cm aproximadamente, luego de la compactación. La primera compactación del ensilado es de vital importancia porque brinda el soporte a todo el material que va a ser ensilado (ver anexo 7).
- Para la compactación del ensilaje, es aconsejable usar, en lo posible, tractores de doble tracción que puedan maniobrar sobre el silo sin necesidad de bajar de éste, y evitar trasladar tierra al ensilaje, ya que su presencia produce fermentaciones por *Clostridium* (ver anexo 8 y 9). En caso de no contar con tractores de doble tracción, corresponde prever el aislamiento de la tierra en los extremos del silo; por esta razón se aconseja dejar un espacio libre de plástico para que el tractor pueda maniobrar sobre el ensilaje y de esta manera no se produzcan contaminaciones excesivas con tierra. El espacio que se aconseja dejar para evitar dicha contaminación es de un metro por cada lado del ensilaje de pastel. La tarea debe centrarse en procurar excluir la mayor cantidad de oxígeno pues de ese modo, se favorece la multiplicación de bacterias acéticas que, al hacer descender el pH, logran la acidificación que permite el desarrollo de las bacterias que producen el ácido láctico.
- Antes de tapar el silo con el plástico negro, este se debe sellar con sal o cal abundante en los bordes del ensilado, así como en toda la superficie del mismo para evitar contaminaciones, con agentes externos como heces u orines de animales, así como material vegetal diferente al ensilado y que pueda alterar su composición final. La técnica de sellar el ensilaje con sal o cal se la adquirió de fuentes alemanas, y resulta económica y de fácil acceso para los pequeños y medianos agricultores ya que su venta es libre a

diferencia de los sellantes químicos los cuales son más caros y de difícil adquisición dentro del Ecuador (ver anexo 10).

- Luego de sellar el silo con la sal, se procede a tapar o sellar la superficie del material ensilado con el plástico negro, sin dejar entradas de aire. Se debe empatar bien los bordes del silo con el plástico, y que este quede bien aprisionado para evitar nuevas entradas de aire, si el plástico tiene heridas en su superficie y bordes, se procede a curar las heridas con sal o cal, se puede curar con el mismo plástico y cinta plástica (ver anexo 11 y 12).
- Por último para terminar el sellado del ensilado se lo cubre con tierra a fin de evacuar los restos de aire que pudieran haber quedado y dejarlo herméticamente sellado, evitando que se produzca la fermentación aerobia. El sellado de la materia ensilada sirve para impedir la entrada de agua. La cantidad de tierra a ser utilizada depende del volumen del ensilaje (ver anexo 13).
- En el procesamiento del ensilaje se debe tomar en cuenta si la masa ensilada desecha jugos de la propia caña. Si al momento de ensilar todavía contiene una buena cantidad de sus jugos naturales se recomienda lo siguiente: se debe realizar un corte en uno de los extremos del material ensilado, de aproximadamente 10 cm, por el cual se introduce un tubo de PVC de una pulgada y media a dos pulgadas de diámetro; se vuelve a sellar esta herida, por los extremos con sal o cal, se tapa con tierra. Este procedimiento ayuda a que los jugos naturales se recojan en un recipiente o fosa de residuos, ya que este jugo de la caña fermentado, puede resultar tóxico o dañino para animales y plantas.

El sellado del ensilaje, tiene por objetivo evitar entradas de aire y agua a la masa ya ensilada. Si esto ocurre se inician los procesos oxidativos indeseables y con ellos las pérdidas de cantidad y calidad de la masa ensilada.

En los ensilados hay que prestar especial atención al sellado superior frontal y de los bordes. El plástico debe ser nuevo, de primero y único uso, de buenas características mecánicas (resistencia a la perforación y al estiramiento) y tratado frente a la exposición a los rayos ultravioleta del sol.

Si el ensilado va a estar expuesto directamente al sol es conveniente utilizar plástico bicolor, con la parte blanca hacia el exterior para reflejar los rayos del sol y evitar el calentamiento y la condensación de la masa de silo próxima a la cubierta, y la negra al interior para impedir el paso de la luz y el desarrollo de algas u hongos dentro del ensilaje (Mangado, 2006).

## **7.2 Extracción del ensilaje después de su fermentación.**

La extracción del silo de maíz se lo puede realizar a partir de la 4ta - 6ta semana de realizado el proceso de ensilaje, en este tiempo el silo se encuentra en optimas condiciones de consumo para los animales, ay que considerar que este tipo de alimento puede ser conservado hasta 3 años, manteniendo las condiciones optimas de almacenamiento y fermentación.

Se debe considerar también algunas características organolépticas, las cuales ayudan a identificar la calidad del silo, que va a ser consumido por el ganado, estas características se dividen en: color, olor, acidez, textura, aceptabilidad y valor nutritivo; los cuales se encuentran descritos en el capítulo 5, pág. 18.

Tanto la preparación como el manejo mismo del ensilaje son etapas en las cuales la capacitación del personal es decisiva. En efecto, su adecuada manipulación impedirá que se pierda materia seca por oxidación y, permitirá que la tasa de aprovechamiento se acerque a los niveles deseados.

Asimismo, corresponde tener en cuenta que las micotoxinas (sustancias tóxicas producidas por hongos) pueden desarrollarse no sólo durante el ensilado sino también durante su extracción, por una inadecuada exposición. Estas sustancias pueden afectar los

índices reproductivos, la producción de leche, la ganancia de peso y la efectividad misma de las vacunas (Garrido, 2006).

Para determinar el tamaño del silo, debe pensarse en el momento de su utilización, esto es, de la extracción y el suministro.

Consecuentemente, corresponde determinar lo siguiente:

- a) Cantidad de animales que recibirán ensilaje.
- b) Cantidad de materia seca por día por cabeza que consumirán y cantidad de ensilaje para proveer esta cantidad de materia seca.
- c) Número de días que se suministrará ensilaje.
- d) Porcentaje de materia seca del ensilaje y su densidad (kg de MS x m<sup>3</sup>), así como el porcentaje de aprovechamiento.

De ese modo, se sabrá cuánto ensilaje debe extraerse diariamente. El espesor de la capa de silo a extraer resultará de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ De cabezas} \times \text{Consumo MS/vaca/día}}{\text{Densidad de silo MS} \times \text{Ancho} \times \text{Alto}}$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ De cabezas (32)} \times \text{Consumo MS/vaca/día (10kg)}}{\text{Densidad de silo MS (240 kg)} \times \text{Ancho (8 m)} \times \text{Alto (1.50 m)}}$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ De cabezas (32)} \times \text{Consumo MS/vaca/día (10kg)}}{\text{Densidad de silo MS (240 kg)} \times \text{Ancho (8 m)} \times \text{Alto (1.50 m)}}$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ De cabezas (32)} \times \text{Consumo MS/vaca/día (10kg)}}{\text{Densidad de silo MS (240 kg)} \times \text{Ancho (8 m)} \times \text{Alto (1.50 m)}}$$

$$\text{Espesor a extraer} = 11\text{cm}$$

El espesor total que se debe extraer por día para un hato de 32 animales, es de 11 cm por los 8 m de largo, que tiene el silo, esta es la cantidad optima que debe consumir el ganado diario de silo por día en una cantidad de 10 kg de MS/vaca/día.

Cattani (2010), propone que la densidad promedio de materia seca por m<sup>3</sup>, que se debe de utilizar para la alimentación y extracción de silo es de 240 kg/MS/día, lo que corresponde a un promedio de 1 m<sup>3</sup>/MS/día.

En el siguiente ejemplo se puede representar el consumo del silo por día, en m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

32 vacas ↔ 10 kg MS/vaca/día = 320 kg de silo día, se requieren para su alimentación.

1 m<sup>3</sup> ensilaje corresponde a 240 kg.

**Entonces:**

$$1 \text{ m}^3 \text{ de ensilaje} \leftrightarrow 240 \text{ kg}$$

$$X \leftrightarrow 320 \text{ kg}$$

$$X = 1.33 \text{ m}^3/\text{día}$$

Este valor de 1.33 m<sup>3</sup> de ensilaje día corresponden al corte de 11 cm de ancho por los 8 m de largo del silo para alimentar al ganado en un día.

Asimismo, otro punto de importancia es remover el frente cada 2 días como máximo y evitar las aperturas laterales que exponen al oxígeno una mayor superficie. Ello provoca no sólo la oxidación del material sino su secado, que lo descompacta y favorece el ingreso del aire (Garrido, 2006).

## **8 ESTUDIO FINANCIERO:**

Para realizar los estados financieros y su respectivo análisis para este proyecto se ha considerado una inflación anual del 4.31% basado en los datos inflacionarios anuales obtenidos del Banco Central del Ecuador (BCE) hasta febrero del 2010.

A continuación se presenta el desglose de todas las cuentas y rubros a considerar para el completo entendimiento del proyecto.

### **Inversión.**

La inversión total llega a ser de \$ 23,255.92, donde se cuenta el capital de trabajo inicial, detallado a continuación y sumado a la inversión inicial.

**Tabla N° 3. Inversión inicial.**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
Casa cuidador	m <sup>2</sup>	25	\$66	\$1,650
Vehículo	1	1	\$5,000	\$5,000
Equípo (computador)	1	1	\$350	\$350
Herramientas	Unidades	5	\$12	\$60
Total inversión inicial				\$7,060

#### **8.1.1 Capital de trabajo inicial.-**

El capital de trabajo es un flujo de capacidad circulante que tiene el proyecto para su normal funcionamiento y producción en el corto plazo. El capital de trabajo inicial se lo obtiene de la suma de los costos variables, más los costos fijos, gastos administrativos y gastos de ventas; el 50% de este valor total representa el capital de trabajo inicial, para el primer año.

**Tabla N° 4. Capital de trabajo inicial.**

Costos variables	\$ 14,404.50
Costos fijos	\$ 4,826.28
Gastos administrativos	\$ 12,755.76
Gastos de ventas	\$ 405.30
Suma	\$ 32,391.84
<b>50% del total</b>	<b>\$ 16,195.92</b>

### 8.1.2 Depreciación.-

La depreciación se limita a lo invertido y detallado en el cuadro de inversión inicial.

**Tabla N° 5. Depreciación anual.**

Item	Depreciación anual	Vida útil (años)	1	2	3	4	5
Casa cuidador	5,00%	20	\$ 82.50	\$ 82.50	\$ 82.50	\$ 82.50	\$ 82.50
Vehículo	20,00%	5	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000
Equipo y herramientas	20,00%	5	\$ 82.00	\$ 82.00	\$ 82.00	\$ 82.00	\$ 82.00
<b>Total</b>			<b>\$ 1,164.50</b>	<b>\$ 1,164.50</b>	<b>\$ 1,164.50</b>	<b>\$ 1,164.50</b>	<b>\$ 1,164.50</b>

Cada ítem tiene su tasa de dep

ERROR: syntaxerror  
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

74  
2358  
3