



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“EVALUACIÓN DE ENSILAJE DE MAÍZ (*ZEA MAYZ*) CON TRES TÉCNICAS FORRAJERAS PARVA, TRINCHERA Y SILO BOLSA, PARA LA CRIANZA DE TERNEROS EN LA ZONA DE SELVA ALEGRE – IMBABURA.”

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista

Profesor Guía  
Ing. Freddy Izquierdo Cadena

Autor  
Francisco José Simbaña Portilla

Año  
2015

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante Francisco José Simbaña Portilla, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema y tomando en cuenta la Guía de Trabajos de titulación correspondiente”

---

Freddy Izquierdo Cadena

Ingeniero Zootecnista

CI: 170758767-9

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

---

Francisco José Simbaña Portilla

CI: 100351698-4

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haber sido mi compañía y guía a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de dificultad, y por haberme bendecido de muchas maneras día a día junto a mi ángel que me cuida desde el cielo.

Agradezco a la Universidad de las Américas y a todos mis profesores por haberme abierto las puertas; por su enseñanza, paciencia y dedicación que han sido un aporte fundamental en mi vida.

Como no agradecer a mi familia que han sido el motor fundamental en mi carrera, su apoyo incondicional, sus consejos, los valores inculcados en mí, y sobre todo el esfuerzo de ellos de día a día para que culmine mi carrera profesional.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto con mucho cariño a mis padres que siempre estuvieron pendientes de mí, Padre soy testigo fiel de tu esfuerzo diario para darme una carrera profesional, por darme un futuro, nunca dejaste que me rindiera. Madre el amor, preocupación por cada detalle, tus consejos y tu ejemplo de servicio fueron pilar a lo largo de mi carrera.

## RESUMEN

Este trabajo de titulación evalúa tres técnicas de ensilaje para la crianza de terneros bos indicus, el objeto es conocer cual método presenta mayores beneficios en la crianza de este tipo de ganado desde el punto de vista de ganancia de peso, altura y condición corporal.

Para evaluar el efecto sobre el crecimiento de las 12 unidades en investigación, se los dividió en cuatro tratamientos, los cuales variaron en los tipos de ensilaje: Bolsa (T1) trinchera (T2), parva (T3) y por último como tratamiento testigo (T0) se tomó la alimentación a pastoreo. Como variables de medición en los individuos se consideró: la ganancia de peso diario en kilogramos, la altura de la cruz en centímetros y la condición corporal, todo esto durante un periodo de 90 días, con frecuencias en la toma de muestra de 15 días.

Se eligió como localización la zona de Selva Alegre, en la provincia de Imbabura, puesto que es un enclave de características ecológicas muy especiales, su topografía accidentada y su ubicación como zona de transición entre los páramos y el subtrópico genera una serie de microclimas que proporcionan una rica biodiversidad y variada producción agropecuaria, como unidades óptimas para esta investigación se eligieron terneros de 6 meses de edad de raza Brahman puesto que se insertan dentro del grupo de las razas tropicales de carne, las cuales tienen mayor resistencia al calor, al ataque de insectos y a algunas enfermedades, por lo que se adaptan preferentemente a las zonas cálidas; para el análisis estadístico, se utilizaron las pruebas en base al programa STATGRAPHICS Centurión XVII Anova y Turkey HSD, las que demostraron importantes diferencias sobre los resultados obtenidos en relación a las variables estudiadas, por último, se realizó un análisis financiero para comparar los resultados desde el punto de vista económico.

La investigación concluyó, que dentro de la técnica de ensilaje de maíz tipo bolsa es la que presenta mayores beneficios en la alimentación de los terneros

estabulados frente a los animales criados en pastura, puesto que les da una mayor ganancia de peso diaria y total además, proporciona al animal una mejor condición corporal, ya que dentro de los análisis respectivos a calidad y palatabilidad demostraron en el ensilaje tipo bolsa un mejor contenido nutricional con un bajo porcentaje de desperdicio frente a los demás tratamientos.

## ABSTRACT

This qualifications work evaluates three ensilage skills for the calves upbringing *bos indicus*, the object is to know which method it presents major benefits in the upbringing of this type of cattle from the point of view of profit of weight, height and corporal condition.

To evaluate the effect on the growth of 12 units in investigation, one divided them in four treatments, which changed in the types of ensilage: Stock Exchange (T1) trench (T2), pile (T3) and finally like treatment witness (T0) took the feeding to pasture. As measurement variables in the individuals one considered: the profit of daily weight in kilograms, the height of the cross in centimeters and the corporal condition, all this during a period of 90 days, with frequencies in the capture of sample of 15 days.

The area of Happy Forest was chosen like location, in the Imbabura province, since it is an enclave of very special ecological characteristics, its eventful topography and its place like area of transition between the moorlands and the subtropics generates a series of microclimates that provide a rich biodiversity and varied agricultural production, as ideal units for this investigation chose calves of 6 months of puerblood age put Brahmin who is inserted inside the group of the tropical races of meat, which have mayor resistance to the heat, to the attack of insects and to some illnesses, for what they adapt themselves preferably to the warm areas; for the statistical analysis, the tests used based on the program STATGRAPHICS Centurion XVII Anova and Turkey HSD, which demonstrated important differences on the results obtained as regards the studied variables, finally, a financial analysis was realized to compare the results from the economic point of view.

The investigation concluded, that inside the corn ensilage skill it is that of type bag is the one that presents major benefits in the feeding of the calves stabled opposite to the animals raised in pasture, position that gives them a major daily

and entire profit of weight also, it provides to the animal a better corporal condition, since inside the respective analyses to quality and palatability they demonstrated in the ensilage type bag a better nutritional content with a low percentage of waste opposite to other treatments.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
2.3 Hipótesis.....	4
3. MARCO TEÓRICO .....	5
3.1 El maíz ( <i>Zea mays</i> ) .....	5
3.1.1 Origen, evolución y distribución del maíz .....	5
3.1.2 Evolución del maíz.....	6
3.1.3 Difusión o distribución del maíz .....	7
3.1.4 Características taxonómicas del maíz .....	7
3.1.5 Variedades de maíz.....	8
3.1.6 Características morfológicas del maíz.....	8
3.1.7 Raíz.....	8
3.1.8 Tallo.....	9
3.1.9 Hojas .....	9
3.1.10 Inflorescencias.....	9
3.1.11 Fruto o grano.....	10
3.1.12 Desarrollo de la planta de maíz .....	10
3.1.13 Etapa vegetativa.....	10
3.1.14 Requerimientos edofoclimáticos.....	15
3.1.15 Fases del maíz y sus requerimientos hídricos .....	17
3.1.16 Fecundación del maíz .....	18
3.1.17 Fertilización del maíz.....	18
3.1.18 Enfermedades del maíz.....	23
3.1.19 Producción de maíz en el Ecuador.....	r24
3.2 Ensilaje.....	26
3.2.1 Concepto de ensilaje .....	26

3.2.2	Proceso de Ensilaje.....	27
3.2.3	Producción z en Ecuador.....	30
3.3	Construcción del silo.....	30
3.3.1	Tipos de silos.....	32
3.3.2	Silos horizontales.....	32
3.3.3	Volumen a ensilar.....	37
3.3.4	Métodos para determinar el momento del secado del forraje.....	38
3.3.5	El manejo de forrajes para la elaboración de ensilaje.....	39
3.3.6	Compactado y cobertura.....	39
3.3.7	Capacidad de tampón.....	40
3.3.8	Indicadores para evaluar la calidad de los ensilajes.....	40
3.3.9	Ventajas y desventajas del ensilaje.....	42
3.3.10	Recomendaciones para el ensilaje del maíz.....	43
3.3.11	Principios de la conservación de forrajes.....	43
3.4	Ganado Vacuno.....	43
3.4.1	Distribución del ganado criollo en Ecuador.....	44
3.4.2	Razas exóticas del ganado bovino.....	44
3.4.3	Clasificación zoológica del ganado bovino.....	45
3.4.4	La raza Brahmán.....	47
3.4.5	El ensilaje en la producción de carne.....	48
3.4.6	Alimentación de novillos de engorde en base a ensilado de maíz.....	49
3.4.7	Respuesta productiva del ensilaje en bovinos.....	50
4	MATERIALES Y METODOS.....	52
4.1	Localización y duración de la investigación.....	52
4.2	Duración de la Investigación.....	52
4.3	Unidades de investigación.....	53
4.4	Materiales equipos e instalaciones.....	54
4.5	Tratamiento y diseño experimental.....	54
4.5.1	Construcción de corrales.....	55
4.5.2	Cálculo de volumen a ensilar.....	56

4.5.3 Forraje a Ensilar .....	59
4.5.4 Esquema del Experimento.....	61
4.6 Variables experimentales.....	62
4.6.1 Productivos.....	62
4.6.2 Bromatológicos.....	62
4.6.3 Microbiológicos.....	63
4.6.4 Físico – químicos.....	63
4.7 Análisis estadístico y pruebas de significancia .....	63
4.8 Procedimiento experimental.....	63
4.8.1 De campo .....	63
4.8.2 De Laboratorio.....	65
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>67</b>
5.1 Pesos iniciales y finales de los terneros.....	68
5.1.1 Ganancia de peso de los terneros.....	69
5.1.2 Análisis de varianza para la variable ganancia de peso .....	73
5.2 Altura inicial y final a la cruz de los terneros .....	77
5.2.1 Análisis de la varianza para la variable altura de la cruz .....	78
5.3 Valoración de condición corporal .....	82
5.3.1 Análisis de la varianza de la variable condición corporal.....	83
5.4 Consumo de alimento .....	85
5.5 Determinación bromatológica de los tres tipos de ensilaje ...	86
5.5.1 Análisis de proteína .....	86
5.5.2 Análisis de fibra. ....	88
5.5.3 Análisis de materia seca.....	90
5.5.4 Composición microbiológica de los tres tipos de ensilajes. ....	92
5.6 Análisis financiero .....	93
5.6.1 Análisis de las inversiones.....	94
5.6.2 Costos .....	94
5.6.3 Gastos .....	95
5.7 Estado de resultado por tipo de ensilaje .....	96

5.8 Cálculo de costo de capital.....	97
5.9 Flujo de caja para cada grupo estudiado .....	97
5.9.1 Cálculo del VAN.....	98
5.9.2 Relación beneficio costo .....	98
6. CONCLUSIONES.....	100
7. RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS .....	105
ANEXOS .....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del Maíz .....	7
Tabla 2: Variedades de maíz cultivadas a nivel mundial .....	8
Tabla 3: Principales enfermedades del maíz en el Ecuador.....	24
Tabla 4: Producción de maíz en el Ecuador y provincia de Imbabura.....	25
Tabla 5: Métodos de determinación de secado .....	38
Tabla 6: Características para determinar la calidad de los ensilajes.....	41
Tabla 7: Ventajas del ensilaje.....	42
Tabla 8: Desventaja del ensilado .....	42
Tabla 9 : Requerimientos nutricionales bovinos entre 200 y 400 kg de peso...	50
Tabla 10: Respuesta productiva de terneros alimentados con ensilaje de maíz y ensilaje de sorgo.....	51
Tabla 11: Cuadro de pesos iniciales, altura a la cruz y condición corporal. ....	53
Tabla 12: Definición de tratamientos .....	55
Tabla 13: Características de los corrales .....	56
Tabla 14: Cálculo de volumen necesario para el proyecto en su totalidad.....	57
Tabla 15: Valores aproximados de densidad de forraje .....	58
Tabla 16: Esquema del experimento .....	62
Tabla 17: Resumen estadístico del experimento para la variable peso: .....	68
Tabla 18: Análisis de varianza para la variable ganancia de peso .....	73
Tabla 19: Medias con intervalos de confianza del 95,0%.....	75
Tabla 20: Diferencias medias significativas.....	76
Tabla 21: Ccomparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes de otras .....	76
Tabla 22: Resumen estadístico de altura de la cruz.....	78
Tabla 23: ANOVA altura de la cruz .....	79
Tabla 24: Pruebas de Múltiple Rangos .....	80
Tabla 25: Medias con intervalos de confianza del 95,0%.....	81
Tabla 26: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes .....	81
Tabla 27: Resumen estadístico .....	83

Tabla 28: ANOVA de condición corporal.....	84
Tabla 29: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes .....	84
Tabla 30: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes. ....	85
Tabla 31: Consumo y desperdicio de total de materia seca por tratamiento, %de desperdicio esperado y porcentaje de desperdicio real. ....	85
Tabla 32: Composición bromatológica de los tres tipos de ensilaje y del tratamiento testigo. ....	86
Tabla 33: ANOVA Bromatológico proteína.....	87
Tabla 34: Prueba de múltiple rangos.....	87
Tabla 35: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes .....	87
Tabla 36: ANOVA Bromatológico fibra .....	89
Tabla 37: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes .....	89
Tabla 38: Prueba de múltiple rangos.....	89
Tabla 39: ANOVA Bromatológico materia seca.....	91
Tabla 40: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes .....	91
Tabla 41: Prueba de múltiple rangos.....	91
Tabla 42: Composición microbiológica de los tres ensilajes .....	92
Tabla 43: Detalle de inversiones .....	94
Tabla 44: Detalle de costos, valores expresados en USD .....	94
Tabla 45: Detalle de gastos ensilaje tipo bolsa .....	95
Tabla 46. Detalle de gastos ensilaje tipo trinchera .....	95
Tabla 47: Detalle de gastos ensilaje tipo Parva.....	95
Tabla 48: Detalle de gastos pastoreo .....	95
Tabla 49. Estado de resultado por tipo de ensilaje.....	96
Tabla 50: Inflación del país de los últimos 6 años .....	97
Tabla 51: Costo de capital.....	97

Tabla 52: Flujo de caja por grupo estudiado .....	97
Tabla 53: Valor actual neto .....	98
Tabla 54: Relación Beneficio/Costo .....	98

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de maíz en el Ecuador y provincia de Imbabura .....	25
Figura 2. Diseño de silos .....	31
Figura 3. Clasificación zoológica de los bovinos .....	46
Figura 4. Localización de la línea de leche en el maíz .....	60
Figura 5. Línea de leche en el maíz destinado al forraje en el estudio.....	60
Figura 6. Dispersión de los observados por tratamiento .....	68
Figura 7. Ganancia de peso iniciales y finales del experimento .....	69
Figura 8. Peso promedio a los 30 días de aplicación .....	70
Figura 9. Peso promedio a los 60 días de tratamiento .....	71
Figura 10. Ganancia diaria de peso desde la situación inicial a los 60 días de tratamiento .....	71
Figura 11. Ganancia total de peso kilogramos en toda la investigación .....	72
Figura 12. Ganancias diarias de peso desde la situación inicial hasta el término de los tratamientos .....	73
Figura 13. Gráfico de medias .....	75
Figura 14. Valores promedio iniciales y finales de altura de cruz.....	77
Figura 15. Gráfico de dispersión para la variable altura de la cruz.....	78
Figura 16. Gráfico de medias .....	80
Figura 17. Resultados tabulación de la condición corporal para cada grupo estudiado.....	82
Figura 18. Gráfico de medias .....	83
Figura 19. Gráfico de medias para análisis de proteína. ....	88
Figura 20. Gráfico de medias .....	90
Figura 21. Gráfico de medias para materia seca.....	92

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Incremento de ganancia de peso en kilogramos .....	110
Anexo 2: Desarrollo de altura a la cruz en centímetros .....	111
Anexo 3: Incremento de desarrollo de condición corporal.....	112
Anexo 4: Análisis Bromatológico de ensilaje de maíz .....	113
Anexo 5: Análisis de suelo para la determinación de las necesidades para una óptima siembra de maíz.....	114
Anexo 6: Fotografía de la siembra de Maíz ( <i>sea mayz</i> ) en la Parroquia de Selva Alegre, finca La Dolorosa .....	115
Anexo 7: Fotografía del control de plagas y malezas para el óptimo desarrollo del maíz.....	115
Anexo 8: Fotografía de la valoración de la calidad de la planta para la cosecha.....	116
Anexo 9: Fotografía en el momento de valoración de la calidad de la planta para la cosecha .....	116
Anexo 10: Evaluación de la línea de leche que demuestra un 30 a 35 de materia seca del grano óptimo para la cosecha del ensilaje .....	117
Anexo 11: Cosecha, picado y transporte.....	117
Anexo 12: Fotografías del proceso de cosecha, picado y recolección directa a remolque.....	118
Anexo 13: Recolección directa del maíz picado al remolque .....	118
Anexo 14: Fotografía del material listo para ensilar .....	119
Anexo 15: Fotografía de la construcción del silo tipo trinchera .....	119
Anexo 16: Fotografía del tendido del plástico para silo tipo trinchera .....	120
Anexo 17: Fotografía del llenado del silo y aplicación de melaza por capa ...	120
Anexo 18: Fotografías del apisonamiento y compactación del silo tipo trinchera .....	121
Anexo 19: Fotografía de la elaboración de silo tipo bolsa .....	121
Anexo 20: Elaboración del ensilaje tipo bolsa .....	122
Anexo 21: Ensilaje tipo parva .....	122

Anexo 22: Fotografía de la evaluación visual del ensilaje después de 27 días.....	123
Anexo 23: Fotografías de construcciones de corrales para animales de prueba .....	123
Anexo 24: Fotografía de la adaptación de los animales al lugar .....	124
Anexo 25: Adaptación de los bovinos al ensilaje.....	124
Anexo 26: Fotografía de la adaptación al ensilaje de maíz .....	125
Anexo 27: Desperdicio de ensilaje .....	125
Anexo 28: Fotografías de la medición de la altura a la cruz.....	126
Anexo 29: Toma de medida de peso con cinta bovino métrica .....	126
Anexo 30: Fotografías de la condición corporal .....	127
Anexo 31: Valores críticos prueba de tukey .....	128

## 1 INTRODUCCIÓN

“La demanda de la leche y carne ha ido en aumento en los últimos años en el Ecuador, sin embargo, los costos de producción se mantienen relativamente altos, lo cual impacta de forma negativa en su producción y precio final para el consumidor. Uno de los puntos más importantes para la producción de leche o carne, es el costo de alimentación, el más importante de todos los rubros” (Solano, 2012, pág. 54)

Por esta razón cualquier reducción de estos costos para un hato ganadero resultará en un aumento de rentabilidad para el productor. La importancia del manejo del hato ganadero en relación a su espacio físico es importante; las grandes ganaderías requieren de grandes espacios lo cual se traduce en ineficiencia. La producción del ensilaje constituye una respuesta a los problemas de ineficiencia en el manejo del espacio, la calidad del alimento y en la mejora de la estructura de costos de la actividad ganadera, ya que requiere de poco espacio para manufacturarlo y almacenarlo, para un número determinado de animales por espacio.

“El ensilaje de maíz es una tecnología de transformación de la biomasa vegetal a partir de la siembra propiamente dicha y los procesos que conllevan a un semi cultivo” (Cañeque & Sancha, 1998, pág. 76).

“La producción del ensilaje depende directamente de la disponibilidad de la materia prima y de las disponibilidades económicas de cada agricultor, los silos pueden fabricarse de diferentes formas y maneras para procesar y almacenar el producto, dando unos pequeños ejemplos como la elaboración de silos de trinchera, de pastel, de bolsa, cajón y torre” (Vieria Da, 2009, pág. 54)

Este trabajo se ha pensado como un mecanismo de ayuda para los ganadores de la parroquia de Selva Alegre, ubicada en la zona de Intag, provincia de Imbabura, actualmente la labor de estos es inadecuada, no existe el estímulo para optimar la comercialización de leche y carne, no hay interés por mejorar la calidad de los animales de forma de incrementar la producción, esto trae como

consecuencia un incremento en los tiempos de salida de los animales en crecimiento a engorde, edades elevadas de primera preñez en vaconas de reemplazo, tiempos más prolongados de parto, lo que ocasiona aumento de costos y por lo tanto menor rentabilidad del negocio causando el desinterés del productor, por otra parte, en la actualidad, Intag es prioridad para el gobierno, se intenta fomentar la producción ganadera de carne y leche en toda su extensión; Selva Alegre por otra parte, (inserta dentro de la zona de Intag), es un enclave de características ecológicas muy especiales, su topografía accidentada y su ubicación como zona de transición entre los páramos y el subtrópico genera una serie de microclimas que proporcionan una rica biodiversidad y variada producción agropecuaria y artesanal, considerando lo anterior, y teniendo presente que el sector presenta una variabilidad geográfica, de climas y suelo que antiguamente no poseía otro potencial más que forestal, hoy, con la atención gubernamental que ha logrado mejorar las vías de acceso incrementado con esto la inversión privada en distintas áreas, dentro de estas, la ganadera, es posible aumentar la valoración agrícola y pecuaria de la zona, de la misma forma mejorar los niveles de productividad y consecuentemente de rentabilidad; bajo estas referencias, se concluye que el sector de Selva Alegre tiene un potencial marcado para la producción de ensilado de maíz como un aporte nutricional suficiente para las necesidades del ternero; es necesario aclarar que este método, al igual que todos, presenta ventajas y desventajas, dentro de las primeras, es importante tener presente que proporciona la ventaja de almacenar forrajes durante épocas de alto desarrollo forrajero, este forraje puede ser separado y almacenado cuando se encuentra en su punto justo de alto valor nutricional; este mismo constituye un mecanismo de almacenamiento de forraje con una palatabilidad y valor nutricional marcado durante un largo periodo de tiempo, factor crucial a considerar y que repercute en un buen adecuado manejo de costos, es que resulta cómodo de manejar y puede suministrar con un pequeño margen de desperdicio; con respecto a las desventajas, se pueden considerar las siguientes:

- Se define como un proceso más costoso que la henificación.
- Es un proceso lento y solo se pueden cosechar de 2 a 3 hectáreas por día.
- La cantidad de ensilaje es insegura porque no se puede ejercer un control exacto de los diferentes factores que intervienen en el proceso de fermentación.
- Requiere del uso de aditivos para su elaboración, como la melaza.
- Si se realizan mal las labores de ensilado o el forraje de partida es poco apto para ensilar, entonces aparecen las fermentaciones indeseables, lo que lleva a la obtención de un silo que puede ser tóxico y causante de muchos problemas de salud en el ganado (infertilidad, indigestiones, abortos, etc.) (Cuesta, 2011).

Pese a lo anterior, el ensilado presenta mayores ventajas que desventajas y su uso permite al productor disminuir costos mejorando la rentabilidad de su negocio, la alternativa al ensilado dice relación con la ganadería extensiva que permita al ganado pastorear y que involucra el uso de grandes extensiones de terreno lo cual se traduce en ineficiencia. La producción del ensilaje por lo tanto, constituye una respuesta a los problemas de ineficiencia en el manejo del espacio, la calidad del alimento y en la mejora de la estructura de costos.

Por último, como se manifestó anteriormente, el sector de Selva alegre se ha posicionado como una zona de interés socio político para la producción ganadera, por tal motivo, el ensilaje de maíz sería una alternativa importante en la nutrición bovina de la zona, ya que como se aclaró en párrafos anteriores su ambiente tropical y subtropical representa características propias para el desarrollo del cultivo y la crianza de animales en la zona norte del país.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Evaluar el ensilaje de maíz, con tres técnicas de elaboración, para la crianza de terneros en la zona de Selva Alegre –Intag, provincia de Imbabura

### 2.2 Objetivos específicos

- Analizar la ganancia de peso, talla y condición corporal de 12 terneros destetados raza Brahman de 6 meses, alimentados con tres técnicas de ensilado de maíz (bolsa, trinchera, parva) y un testigo durante un periodo de tiempo de tres meses.
- Determinar el porcentaje de desperdicio de materia vegetal de los tres procesos y el consumo en los animales en experimentación.
- Comparar los parámetros bromatológicos, nutricionales de las tres técnicas de ensilado.
- Evaluar financieramente los tres métodos de ensilaje.

### 2.3 Hipótesis

Se formularon las siguientes hipótesis para comparar la ganancia de peso, talla y condición corporal en las unidades de observación aplicando las tres técnicas de ensilaje de maíz en estudio: parva, trinchera y silo bolsa.

$H_0$ : No se obtiene mayor ganancia de peso, talla y condición corporal en terneros raza Brahman de 6 meses alimentados con maíz ensilado respecto de la alimentación mediante pastoreo

$H_1$ : En al menos 1 grupo de los terneros raza Brahman alimentados con maíz ensilado se obtiene una mayor ganancia de peso, talla y condición corporal respecto de la alimentación mediante pastoreo, con un 95% de confianza.

### 3 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 El maíz (*Zea mays*)

##### 3.1.1 Origen, evolución y distribución del maíz

Está establecido que el maíz tiene un origen americano, ya que esta planta jugaba un rol fundamental en las culturas precolombinas. Sin embargo, en la actualidad no se conoce con certeza el origen geográfico exacto de esta gramínea.

Existen varias teorías sobre el origen exacto, se estima que una de las variedades del maíz fue uno de los primeros cereales cultivados por el hombre, aproximadamente entre el 5000 y 8000 AC. En México se han hallado polen de esta gramínea con una antigüedad de entre 6.700 a 7.400 años antes de Cristo, y granos que tienen más de 5.000 años.

En resumen, las hipótesis sobre el origen del maíz son las siguientes:

Origen asiático.

“Se cree que el maíz se habría originado en Asia en la región del Himalaya producto de un cruzamiento entre *Coix spp.* y algunas *Andropogóneas*, probablemente especies de *Sorghum*, ambos parentales con cinco pares de cromosomas, esta teoría no tiene mucho apoyo debido a que la mayoría de los estudios consideran que el maíz es originario del nuevo mundo” (Paliwal, 2011).

Origen andino.

“Esta hipótesis plantea que el maíz se habría originado en los Andes de Bolivia, Perú y Ecuador, esto debido a la presencia de maíz reventón en América del sur y a la amplia diversidad genética presente en los maíces latinos especialmente en las partes altas del Perú, la principal contradicción a esta hipótesis es que no existe ningún pariente salvaje cercano al maíz” (Paliwal, 2011).

Origen mexicano.

“La mayoría investigadores creen que el maíz es originario de México esto debido a que el maíz y el teocinte (*Zea mays sp mexicana*.) han coexistido desde la antigüedad y las dos especies presentan una diversidad muy amplia en esta región, esta teoría está justificada debido al hallazgo de polen en mazorcas de maíz en cuevas de zonas arqueológicas” (Paliwal, 2011).

Uno de los más grandes genetistas del siglo XX, quien tomando en cuenta aspectos como, lugares geográficos donde aún se sigue cultivando el maíz asociado con los focos primarios del origen de este cultivo, acota que “...el maíz tiene su origen en el centro sur de México hasta la mitad del territorio de centro América, de igual forma también considera al teocinte como ancestro común (Leon, 2010, pág. 45).

Esto indica que la mayoría de las investigaciones se inclinan a que el maíz es originario de México, además es la teoría más popular y aceptada, pero el debate sobre el origen del maíz aún continúa.

En los últimos años no ha tenido muchos avances debido a que las investigación sobre maíz van encaminadas a mejorar la producción del mismo (Serratos & Espinoza, El maiz transgénico en Mexico, 2013, pág. 66).

### **3.1.2 Evolución del maíz**

El maíz en un principio era una pequeña mazorca de 3 o 4 centímetros con unos pocos granos muy distinto al maíz que conocemos actualmente, el mismo que hace 7.000 años los indígenas mexicanos ya utilizaban para su alimentación, 1.000 años después éste maíz primitivo ya estaba domesticado, la evolución natural y las habilidades agrícolas de los ancestros mexicanos indujeron a que esas mazorcas primitivas se transformen en unas mazorcas más parecidas a las que hoy conocemos, teniendo un cultivo de gran variedad y permitiendo a sus variedades vivir en ambientes geográficos diferentes (Serratos, 2011, pág. 76).

### 3.1.3 Difusión o distribución del maíz

La difusión de plantas entre distintas regiones del continente en el periodo precolombino se dio por medio del contacto entre sus habitantes, en principio el maíz se difundió entre lo que hoy es México, el sur de los Estados Unidos y Guatemala, a continuación de esto, las tribus americanas llevaron este cultivo hacia América Latina y el Caribe, por último el cultivo fue llevado a norte América, se calcula que 1.000 años antes de nuestra era (AC.), el maíz ya estaba difundido en todo el continente americano (Lanza, 2010, pág. 66).

Cuando Cristóbal Colón llegó a América en el año 1492 los agricultores americanos, ya estaban cultivando variedades seleccionadas de maíz.

Cuando regresó a España en 1493, probablemente llevó consigo semillas de varios cultivares locales de maíces duros, ya que para el tercer viaje de Cristóbal Colón en Castilla España ya se cultivaba el maíz y comenzaba a difundirse por todo Europa, siete años más tarde también se difundió en Asia.

Se cree que los navegantes portugueses fueron quienes introdujeron el maíz a África, “de esta manera se difundió a nivel mundial, hay datos que en menos de 300 años el maíz se propagó a través de todo el mundo” (Huertas, 2002, pág. 34).

### 3.1.4 Características taxonómicas del maíz

La tabla 1 muestra las características taxonómicas del maíz:

Tabla 1: Taxonomía del Maíz

TAXONOMIA DEL MAIZ	
Reino	Plantas
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceas
Subfamilia	Panicoideae
Genero	Zea
Especie	Mays

Tomado de: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2008.

### 3.1.5 Variedades de maíz

La tabla 2 las variedades de maíz a nivel mundial:

Tabla 2: Variedades de maíz cultivadas a nivel mundial

Tipos de Maíz	Área sembrada (millones de ha)
Amarillo duro	20
Blanco duro	12,5
Blanco dentado	19
Amarillo dentado	9,5
Harinoso y Morocho	0,6
Reventón, Dulce y Ceroso	No hay datos

Tomado de: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2008.

### 3.1.6 Características morfológicas del maíz

“La planta de maíz duro es alta, con abundantes hojas y un sistema radicular fibroso, normalmente con un solo tallo que tiene hasta 30 hojas. Se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas de la mitad superior de la planta, las mismas que se convierten en inflorescencia femenina la cual desarrolla una mazorca, esta es la parte de la planta que almacena reservas” (Paliwal, 2011).

La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja, esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas las que producen abundantes granos de polen. Las principales partes de la planta son raíz, tallo, hojas, inflorescencias y grano o fruto” (Ospina, 2010, pág. 84).

### 3.1.7 Raíz

Está compuesta por tres clases de raíces las cuales son: las raíces seminales, raíces secundarias o adventicias y raíces aéreas.

“Las raíces seminales. Se desarrollan a partir de la radícula de la semilla, el crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge por encima de la superficie del suelo y virtualmente detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. El sistema de raíces seminales mencionado antes puede continuar activo durante toda la vida de la planta, pero sus funciones son insignificantes” (Ospina, 2010).

Raíces secundaria o adventicia. Inician su formación en la corona colocándose en la parte superior de raíces primarias hasta alcanzar los siete o diez nudos, todo esto ocurre por debajo de la superficie del suelo. Estas se van desarrollando en una especie de red espesa de raíces fibrosas, que están compuesta por un sistema principal de fijación de la planta al suelo además de que adsorbe los nutrientes y agua.

### **3.1.8 Tallo**

“Es robusto y erecto, puede llegar a medir hasta cuatro metros de altura y está formado por nudos y entrenudos, los entrenudos de la base son cortos y se alargan a medida que se encuentran en posiciones superiores, son fistulosos es decir no huecos” (Van Itersum & Geijn, 2014, pág. 76).

### **3.1.9 Hojas**

Se desarrollan a partir de las yemas foliares “la planta presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 4 a 10 centímetros de ancho por 35 a 50 centímetros de longitud y están constituidas por: vaina, lígula y limbo” (Taba, 2013, pág. 23).

### **3.1.10 Inflorescencias**

“El maíz es monoico, con inflorescencia terminal estaminada (panoja) o flor masculina e inflorescencias femeninas pistiladas, ubicadas en yemas laterales (mazorcas o espigas)” (Torres, 2009, pág. 54).

“Inicialmente ambas inflorescencias tienen primordios de flores bisexuales, durante el proceso de desarrollo los primordios de los estambres en la inflorescencia axilar abortan y quedan así solo las inflorescencias femeninas. Del mismo modo, los primordios gineceos en la inflorescencia apical abortan y quedan entonces solo inflorescencias masculinas” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 2012).

Inflorescencia estaminada. Se encuentra dispuesta por parejas en espiguillas estas últimas se distribuyen en ramas de la inflorescencia conocida como panoja, su coloración es amarilla y posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos (Torres, 2009, pág. 77).

Inflorescencia pistilada. Esta inflorescencia se encuentra en un soporte central denominado marlo o tusa, cubierto por una envoltura denominada brácteas foliares, sus estigmas sobresalen de la envoltura y forman una cabellera característica del maíz de 12 a 20 centímetros de longitud (Torres, 2009, pág. 77).

### **3.1.11 Fruto o grano**

El grano o fruto del maíz es una cariósida, la pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La parte más externa del endospermo (Hipp, 2014, pág. 80).

### **3.1.12 Desarrollo de la planta de maíz**

El desarrollo de la planta se divide en: Etapa vegetativa (V) y Etapa reproductiva (R).

### **3.1.13 Etapa vegetativa**

La vegetativa se subdivide en estadios designados numéricamente V1, V2, V3, Vn, en donde "n" representa el número total de hojas.

El primer estadio vegetativo se designa como VE (emergencia) y el último estadio vegetativo es designado como VT (presencia de la panoja) (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f.).

### **3.1.13.1 Germinación, emergencia VE a V2**

En condiciones adecuadas de campo, las semillas sembradas absorben agua y comienzan a crecer. La radícula es el primer órgano en elongar a partir del grano hinchado. Luego le sigue el coleoptile con la pluma incluida y posteriormente surgen tres o cuatro raíces seminales (Toledo, 2014, pág. 35)

El sistema de raíces nodales se inicia alrededor del estadio VE, el primer par de raíces nodales comienza a alargar desde el primer nudo durante el estadio V1 hasta R3.

### **3.1.13.2 Estadio V3 a V5**

El ápice de crecimiento de la planta está aún por debajo de la superficie del suelo y la elongación del tallo es mínimo, los pelos radiculares crecen desde las raíces nodales y el crecimiento de las raíces seminales virtualmente ha terminado en este estadio (Ritchie, Hanway, & Benson, 2002).

Todas las hojas y las espigas que la planta pueda presentar ya han iniciado su desarrollo, en el estadio V5 la iniciación de todos los primordios de hojas y espigas se ha completado y una microscópica panoja ha iniciado su desarrollo en la punta del ápice de crecimiento (Ritchie, Hanway, & Benson, 2002).

### **3.1.13.3 Estadio V6 a V8**

El ápice de crecimiento y la panoja está sobre la superficie del suelo y la caña comienza su periodo de mayor elongación, por debajo del nivel del suelo, las raíces nodales son ahora el sistema radicular de mayor funcionamiento, en este punto existen grupos de raíces creciendo desde el tercer o cuarto nudo basal del tallo. En el estadio V8 puede ocurrir la degeneración y pérdida de las hojas inferiores (Ritchie, Hanway, & Benson, 2002)

#### **3.1.13.4 Estadio V9 a V11**

Varios primordios de la espiga son fácilmente visibles disectando la planta, en este estadio la panoja comienza a desarrollarse rápidamente y el tallo continúa su rápida elongación, esta va desde los primeros entrenudos hasta los de arriba (Toledo, 2014).

#### **3.1.13.5 Estadio V12 a V14**

El número de óvulos (granos) en cada espiga y el tamaño de la espiga se determina en este momento, en este punto la espiga superior es más pequeña que la espiga inferior (Toledo, 2014).

#### **3.1.13.6 Estadio V15 a V17**

En el estadio V15 las plantas están aproximadamente entre 10 a 12 días de alcanzar el estadio R1, el desarrollo de las espigas en la parte superior del tallo supera a las espigas que se desarrollan en la parte inferior, en este estadio una hoja aparece cada 1 o 2 días y los estambres comienzan a crecer en las espigas superiores, en el estadio V17 el primordio de la espiga superior puede haber crecido lo suficiente para que sus puntas sean visibles de manera directa (Toledo, 2014).

#### **3.1.13.7 Estadio V18 en adelante**

Las raíces aéreas o nodales crecen ahora desde el primer o segundo nudo sobre la superficie del suelo, las mismas que ayudan a mantener la planta erecta

### **3.1.13.8 Estadio VT (Aparecimiento de la panoja)**

“Se inicia cuando la última rama de la panoja está completamente visible y los estigmas aún no han emergido, este estadio comienza uno o dos días antes de la emergencia de los estigmas, en este punto la planta de maíz ha alcanzado su máxima altura e inicia la liberación del polen” (Toledo, 2014).

### **3.1.13.9 Estadios reproductivos de la planta del maíz**

Con respecto a la etapa reproductiva, está distribuida en seis subdivisiones designadas numéricamente y con los nombres comunes que más adelante se mencionan. Los seis estadios reproductivos se refieren al desarrollo del grano y de sus componentes, la descripción corresponde al inicio de cada estadio, también cabe señalar que los granos utilizados para describir el estadio son los de la mitad de la mazorca (Acevedo, 2005).

#### **3.1.13.10 Estadio R1 – Aparición de los estigmas**

“Comienza cuando algunos de los estigmas están visibles fuera de las envolturas, en este punto los óvulos o granos están completamente absorbidos en el marlo o tusa y su cara externa es de color blanco, el material interno del grano es claro y tiene poco fluido, el embrión o germen no es aun visible y en este estadio se produce la polinización” (Toledo, 2014).

#### **3.1.13.11 Estadio R2 – Ampolla o grano acuoso**

“En este estadio los granos son blancos por fuera y tienen forma de ampolla, el endospermo es ahora un abundante fluido color claro y se puede visualizar un diminuto embrión. En este punto el marlo o tusa ha alcanzado su tamaño máximo, los estigmas han terminado su función y toman un color oscuro” (Toledo, 2014).

### **3.1.13.12 Estadio R3 – Grano lechoso**

“El grano en el estadio R3 tiene un color externo amarillo y el fluido interno es ahora lechoso debido a la acumulación de almidón, además el embrión está en crecimiento rápido y se puede observar fácilmente disectando los granos. La mayoría de los granos han sobresalido las estructuras que lo sujetan al marlo y los estigmas son de color marrón oscuro y comienzan a secarse” (Toledo, 2014).

### **3.1.13.13 Estadio R4 – Grano pastoso**

La continua acumulación de almidón en el endospermo hace que el fluido interior del grano que era lechoso se espese y alcance una consistencia pastosa debido a la acumulación de sólidos, en este estadio el embrión ya ha formado 4 hojas embrionarias. El color del marlo varía de rojo a rosa dependiendo de la variedad del caso (Ritchie, Hanway, & Benson, 2002)

Asimismo a finales de este estadio los granos completan el crecimiento o llenado y comienzan a indentarse y a perder humedad (Ritchie, Hanway, & Benson, 2002)

### **3.1.13.14 Estadio R5 – Indentación de los granos**

Todos o casi todos los granos están dentados o indentándose y el marlo es de color rojo oscuro, los granos comienzan a secarse comenzando por la parte superior donde una pequeña y dura capa blanda de almidón está formándose. Esta capa de almidón aparece inmediatamente después de la indentación como una línea a través del grano cuando se lo mira desde el lado opuesto al embrión, con la madurez esta capa avanzara hacia la base del grano

### **3.1.13.15 Estadio R6–Madurez fisiológica**

Este estadio se alcanza cuando todos los granos de la espiga han alcanzado su máximo peso seco, lo que es igual a la máxima acumulación de materia seca. La capa dura de almidón ha avanzado completamente hacia el marlo y se

ha formado una capa negra o marrón oscura en la base del grano (Ritchie, Hanway, & Benson, 2002).

### **3.1.14 Requerimientos edofoclimáticos**

#### **3.1.14.1 Precipitaciones**

Las estimaciones de las necesidades hídricas del maíz oscilan entre 500 y 600 mm, dependiendo de la fecha de siembra, las mismas que deben estar distribuidas a lo largo del ciclo productivo, la falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f.).

“Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido el cultivo, puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento, sin embargo, el cultivo puede recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento” (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004).

“Cerca de la floración el maíz es muy sensible al estrés hídrico y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período” (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004).

#### **3.1.14.1 Temperaturas**

La temperatura optima durante el ciclo vegetativo del maíz es de 25 a 30 °C, contando con un adecuado suministro de agua la máxima velocidad de crecimiento se alcanza con temperaturas diurnas de 28 a 30 °C, temperaturas inferiores a 10°C deterioran e inhiben la germinación (Filigrana, 2009).

Los días soleados seguidos de noches frescas son los más beneficiosos para el crecimiento rápido del maíz. Si ocurren altas temperaturas nocturnas, las plantas consumen demasiada energía en la respiración celular y la cantidad total que se acumula en los granos es menor que en las noches frescas cuando la respiración es menos intensa.

Temperaturas de 30 a 35 °C pueden reducir el rendimiento y disminuir el contenido de proteínas en el grano especialmente cuando falta el agua (Fassio, Carriquiry, Tojo, & Romero, 2013).

#### **3.1.14.2 Humedad**

El cultivo de maíz exige niveles óptimos de humedad, dependiendo si se cultivan variedades precoces o tardías. Bajo condiciones de cultivo en verano y con variedades adaptadas es posible obtener buenos rendimientos con 500 mm de lluvia bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. En regiones con precipitaciones menores 400 mm, se cultivan variedades tradicionales con rendimientos inferiores (CEDAF, 1998).

#### **3.1.14.3 Luminosidad**

El maíz es una de las plantas que más responde a los efectos de la luz, depende de la luz solar intensa y prolongada para su mejor y más rápido desarrollo:

Si ocurren días muy nublados durante la polinización se produce una importante reducción del rendimiento en grano. Una disminución del 30 al 40% en la intensidad de la luz produce un retraso en la madurez fisiológica, las variedades tardías son más sensibles a la escases de luz (CEDAF, 1998).

Continuando con (CEDAF, 1998), “Se ha observado que las variedades adaptadas a climas de días cortos “al ser expuestas a días de 10 a 15 horas de luz retrasan su floración, por el contrario los días cortos inducen a su floración”

#### **3.1.14.4 Suelos**

Los tipos de suelos más convenientes para el maíz son los de textura media, que cuenten con buen drenaje y buena capacidad de retención de líquido.

El pH de los suelos debe ser entre 5,5 y 7,8 (ligeramente ácido o alcalino). Por encima o por debajo a estos niveles resulta afectada la planta. En caso de acidez, pueden generarse problemas por toxicidad de manganeso y aluminio y carencia de magnesio y fósforo. Con pH mayores a 8, se puede presentar carencia de hierro,

manganeso y zinc. Estos síntomas producto del pH no adecuado, generalmente se asemejan a los problemas de deficiencia de micronutrientes (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f.).

### **3.1.14.5 Riego**

El requerimiento hídrico diario del cultivo de maíz es de aproximadamente 5 mm al día.

La etapa de la floración constituye el momento más delicado de necesidad de hidratación, del que depende la cantidad y calidad de la producción a obtener (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f.).

### **Requerimientos hídricos**

Alonso (2005), en su artículo “Necesidades de agua en el cultivo de maíz” muestra una determinación sobre las necesidades hídricas del maíz.

El maíz es una planta con unas necesidades hídricas importantes durante todo su periodo vegetativo, unos 250 mm por cada Kg de materia seca de planta producida o 500 a 600 mm por ciclo del cultivo, pero hay determinados momentos en los que la falta de humedad condiciona enormemente la producción.

### **3.1.15 Fases del maíz y sus requerimientos hídricos**

#### **3.1.15.1 Desde la germinación al estado de 5 o 6 hojas**

Los siguientes numerales (3.1.14.1 al 3.1.14.3) son un resumen de la exposición de (Alonso, 2005) sobre el tema:

La planta de maíz empieza a adherirse al suelo, gracias a la aparición y desarrollo de las raíces. El requerimiento hídrico aún es bajo.

#### **3.1.15.2 Desde el estado de 5 o 6 hojas al estado de 8 o 10 hojas**

La planta aumenta su firmeza y grosor en la parte aérea, alargándose los nudos. Empieza aumentar el requerimiento hídrico.

### **3.1.15.3 Del estado de 8 o 10 hojas hasta la floración**

En esta etapa se producen importantes cambios en el ápice vegetativo, posteriormente se forma la panoja. Es una etapa en donde crecimiento aumenta de forma exponencial sobre todo el radicular y aéreo. En la inflorescencia masculina se produce el polen y en la femenina los óvulos, los cuales al fecundarse producen el cariósido. Este es uno de los períodos cruciales en el crecimiento de la planta. Si la hidratación no es la adecuada al momento de la aparición de la panoja el rendimiento puede resultar dañado

### **3.1.16 Fecundación del maíz**

Para que no se resienta la producción se hace necesario que los suelos cuenten con adecuada humedad y temperatura. El período más crítico para la falta de agua es durante la floración y los diez días subsiguientes (Alonso, 2005).

En este período se pueden identificar dos sub-fases. Durante la primera de ellas el grano de maíz se hidrata y absorbe sustancias de reserva. En la segunda fase conlleva la desecación. Si en la primera fase no se cuenta con la hidratación adecuada se afecta considerablemente la producción (Jara & Valenzuela, 1998).

### **3.1.17 Fertilización del maíz**

El proceso de fertilización de maíz requiere planificación para lo cual es necesario en primer lugar realizar muestreo y análisis del suelo, de esta manera se puede hacer un diagnóstico de las características físicas y nutricionales del suelo, “los mismos que en conjunto con la demanda de nutrientes por parte de la planta nos proporcionan un estimado de las necesidades nutricionales que necesita aplicarse para el cultivo” (Melgar & Torres, 2009).

“El maíz como toda gramínea, es altamente demandante de nitrógeno, por lo que es este nutriente uno de los principales a tener en cuenta en cualquier plan de fertilización dentro de una nutrición balanceada, para conseguir que la planta de maíz trabaje óptimamente, es necesario un aporte balanceado de nutrientes, los principales nutrientes considerados como esenciales para el maíz son: Nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre, zinc, hierro y manganeso” (Melgar & Torres, 2009).

### **3.1.17.1 Nitrógeno**

“El cultivo de maíz requiere un estimado de nitrógeno de 20 a 25 Kg por cada tonelada de grano producido (200 a 250 Kg/ha), la oferta del lote (nitrógeno del suelo más nitrógeno aplicado) debe satisfacer las necesidades para mantener el sistema de equilibrio nutricional, algunos ensayos indican que para maximizar la producción el aporte de nitrógeno del suelo debe ser de 140 a 150 Kg/ha, la demanda de nitrógeno se refiere al nitrógeno asimilable (nitratos más amonio), los cuales pueden estar presentes en el suelo y también pueden ser incorporados por medio de fertilizantes” (Alvarado, 2002, pág. 87).

Las pérdidas de nitrógeno del suelo se contempla también como eficiencia de uso por parte de las plantas normalmente oscila entre un 50 a 70 % dependiendo del momento de la aplicación, el maíz comienza su rápida absorción a partir del estadio V6.

“El humus es la fuente principal de nitrógeno para la planta. Por su descomposición se genera amonio (el cual es incorporado a las amidas y aminos por su toxicidad) y nitrato (que es reducido en la fotosíntesis). Para cumplir las demandas necesarias, el nitrógeno aplicado mediante fertilizantes se presenta en su mayoría en forma de amonio y nitratos” (Korsakov, Rubio, & Lavado, 2008).

### **3.1.17.2 Fósforo**

El funcionamiento del fósforo es diferente al del nitrógeno, lo que debe ser tomado en cuenta a la hora de abordar la fertilización. Para la nutrición de la planta se debe tomar en cuenta la poca movilidad del fósforo en el suelo, ya que este se realiza por difusión. El fósforo proviene de la retención de los fosfatos en los componentes arcillosos del suelo.

Otro elemento a tomar en cuenta es el pH del suelo, el cual está directamente relacionado con la disponibilidad de este elemento. Los valores óptimos para una adecuada concentración de fósforo se ubican entre 5.5 y 6.5 (Gomez, 2002).

Dado que la movilidad del fósforo es mínima y no se afecta por las lluvias y el efecto de escorrentía, el fósforo aplicado por fertilización que no es utilizado por la planta queda disponible para los próximos ciclos de cultivos (Korsakov, Rubio, & Lavado, 2008).

### **3.1.17.3 Potasio**

El potasio es un elemento necesario para la planta en su movimiento hídrico. Su papel más importante está en el proceso de traslado de azúcares producto de la fotosíntesis. Estos azúcares se acumulan en las hojas y son trasladados a los granos, gracias a la presencia del potasio en el proceso (Gomez, 2002).

### **3.1.17.4 Calcio**

Este nutriente es necesario en todo el ciclo de crecimiento de la planta de maíz, en especial en el crecimiento radicular y en el crecimiento del fruto. El calcio es necesario para el correcto equilibrio hormonal de la planta y su déficit eleva la degradación de los tejidos, lo que acorta en forma negativa el ciclo de cultivo (Gaspar & Tejerina, 2008).

Este es un nutriente fundamental y al que lamentablemente se le presta muy poca atención a la hora de la siembra, dado que comúnmente se considera que los suelos se encuentran suficientemente abastecidos de este nutriente.

#### **3.1.17.5 Magnesio**

El Magnesio es un nutriente que cumple una triple función. Por una parte el nutriente es uno de los integrantes de la clorofila, apoyando el proceso de síntesis de azúcares. En segundo lugar, coadyuva al proceso de traslado de azúcares, junto al potasio. En tercer lugar, el magnesio acelera la utilización del fósforo, al facilitar la síntesis del ATP que es una fuente de fósforo (Gaspar & Tejerina, 2008).

#### **3.1.17.6 Azufre**

Este nutriente es clave en la síntesis de proteínas, ya que es necesario en el aprovechamiento del nitrógeno acumulado en las hojas de la planta. En el proceso se aplica una enzima (nitrato reductasa) que está compuesta fundamentalmente por azufre. Este elemento también interviene en la respiración celular (en la producción de la coenzima A) y en la síntesis de aminoácidos sulfatados las vitaminas tiamina y biotina (Garcia, 2008).

#### **3.1.17.7 Hierro**

Junto con el magnesio, el hierro contribuye a la síntesis de la clorofila necesaria para la fotosíntesis. Asimismo, este elemento es necesario para aprovechar el nitrógeno de la planta (al igual que el azufre) y para el aprovechamiento del fósforo (Sanchez, 2004).

### **3.1.17.8 Manganese**

El manganeso es un nutriente requerido por todas las gramíneas, ya que es necesario para la fotosíntesis, particularmente en el proceso de desdoblamiento de la molécula del agua. El manganeso es requerido en la liberación de los electrones necesarios para partir la molécula H<sub>2</sub>O.

Adicionalmente al apoyo a este proceso vital para la planta, el manganeso tiene cualidades fúngicas, por lo que su presencia contribuye a la tolerancia a enfermedades fúngicas (Sanchez, 2004).

### **3.1.17.9 Zinc**

El zinc para las gramíneas es un nutriente esencial, ya que es un coadyuvante para el crecimiento de la planta, al igual que el nitrógeno. Este elemento ayuda a la síntesis de las hormonas necesarias para el crecimiento. Niveles pobres de zinc puede afectar el desarrollo radicular, afectando las raíces que son generadoras de la floración. También tiene un papel importante en la síntesis de las proteínas.

Adicionalmente el zic cuenta con propiedades antifúngísticas que ayuda a prevenir enfermedades en la planta y ayuda en el cuaje del grano (Sanchez, 2004).

### **3.1.17.10 Cobre**

La dureza de los tejidos es clave en la transportación del agua en la planta. En este proceso el cobre cuenta con un papel fundamental, ya que este elemento ayuda a mejorar la síntesis de la lignina. Al contar los tejidos con niveles adecuados de lignina se disminuye la pérdida de agua al exterior a través de las capas celulares.

La fortaleza que otorga el cobre a los tejidos hace que estos sean menos propensos a enfermedades.

Al igual que el zinc y el manganeso, el cobre posee propiedades fungistáticas. Esto es posible gracias a la producción de fitoalexinas, hormonas que coadyuvan a eliminar la presencia de hongos en la planta

#### **3.1.17.11 Boro**

“Este elemento participa en la producción de las paredes celulares, al igual que el calcio. Esto ayuda en la dureza de los tejidos y por ende en la fortaleza de la planta” (Martinez, Vasquez, & Santana, 2010).

El boro a nivel celular es uno de los transportadores o “carriers” de azúcares a través de la membrana celular. Esto hace que es un nutriente necesario para la conformación de la célula y su ausencia hace inviable la vida de la planta.

“Este nutriente hace posible el cuaje del grano de maíz. Hace posible el surgimiento del tubo polínico de los granos, especialmente los ubicados en la punta de la espiga” (Martinez, Vasquez, & Santana, 2010).

#### **3.1.18 Enfermedades del maíz**

En la tabla 3 se describen las principales enfermedades que afectan a las plantaciones de maíz en el Ecuador

Tabla 3: Principales enfermedades del maíz en el Ecuador.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Sintomatología</b>	<b>Condiciones para su presencia</b>
<b>Curvularia</b>	Curvularia lunata	Esta enfermedad es causada por hongos que producen pequeñas manchas cloróticas o necróticas con halo de color amarillo.	Áreas maiceras cálidas húmedas.
<b>Roya</b>	Puccinia polysora	Enfermedad caracterizada por presentar pústulas pequeñas de color claro y circular, que se pueden encontrar en ambas caras de la hoja. A veces las pústulas se tornan a color caféoscuro a medida que la planta se acerca a la madurez.	Regiones cálidas húmedas o secas.
<b>Tizón</b>	Bipolaris maydis	Quemadura en las hojas de forma romboidal, a medida que maduran se alargan, pero el crecimiento se ve	Alta temperaturas y ambientes secos y/o húmedos.

Tomado de: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2014

### 3.1.19 Producción de maíz en el Ecuador

Existen en el país distintos tipos de maíz, los cuales se adaptan a las particularidades de cada microrregión, en cuanto a la altura, tipo de suelo y ecosistema. La clasificación oficial del maíz indica que hay veinticinco variedades de esta gramínea en nuestro país.

El Ecuador posee el tercer lugar entre los países con mayores variedades de maíz, según el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Según las normas del (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, s.f.) en el Ecuador se producen anualmente un promedio de 717.940 toneladas de maíz duro seco y 43.284 toneladas de maíz suave choclo, indicando que el maíz duro seco tiene una producción altamente polarizada en la Costa y en el caso del maíz suave es altamente polarizado en la sierra.

Analizando la cadena alimentaria del maíz duro seco y del maíz suave choclo se puede mostrar que el maíz representa uno de los más importantes alimentos en el Ecuador para salvaguardar la seguridad alimentaria de aquellos que lo consumen.

Según Espinel (2012) en el año 2009 subió a 3 toneladas y en el año 2012, el promedio se colocó entre 4,5 y 7,5 toneladas, gracias a los procedimientos y a la aplicación de nuevas tecnologías implementadas por el gobierno nacional. En cuanto al año 2013, fue de 1.500.000 Tm, lo que equivale al 80% del total de la demanda de maíz en el Ecuador (Revista El Agro, 2014).

De esta manera se puede establecer que el Ecuador está aprovechando al máximo los recursos agrícolas propios de cada región y así la producción de maíz ha crecido considerablemente en los últimos 5 años (INEC, 2012), la tabla 4 ilustra esta situación:

Tabla 4: Producción de maíz en el Ecuador y provincia de Imbabura

	2010		2011		2012		2013	
	Sembrado Hc.	Rendimiento						
Total Nacional	56.393	1,00	74.858	0,96	116.308	0,94	74.663	1,05
Imbabura	1.765	2,61	3.512	2,77	5.840	2,82	1.619	2,37

Adaptado de: MAGAP, s.f

La figura 1. Grafica la situación:

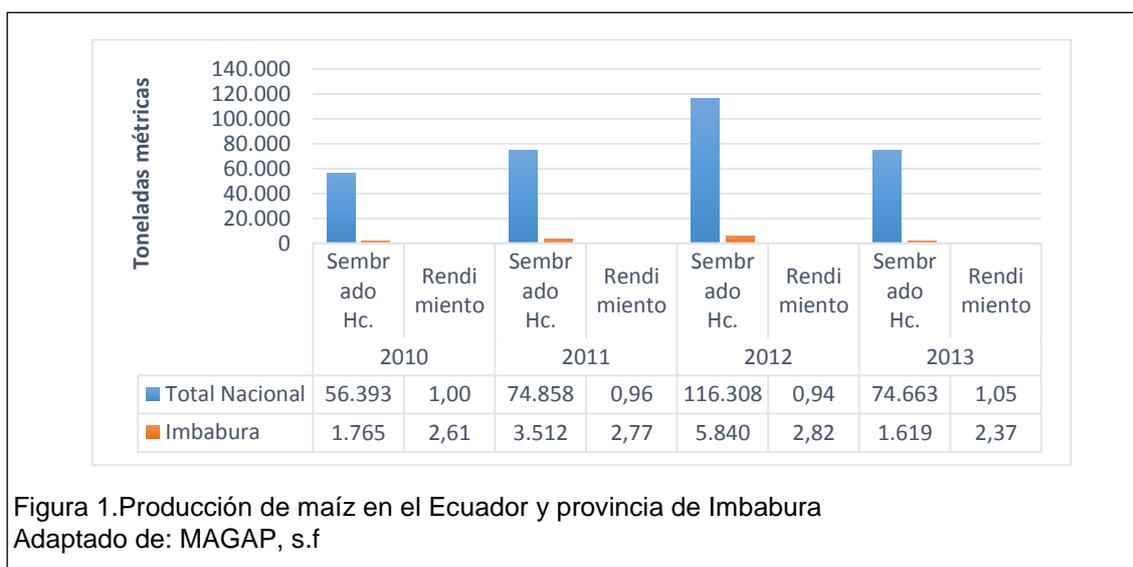


Figura 1. Producción de maíz en el Ecuador y provincia de Imbabura

Adaptado de: MAGAP, s.f

Como puede apreciarse en la figura 1, el rendimiento en la provincia de Imbabura más que duplica el promedio nacional.

### **3.2 Ensilaje**

“Se conoce una amplia variedad de cultivos para ensilar, incluso las llamadas malezas de cultivo o pastoreo” (Peñagaricano, Arias, & LLaneza, 2009).

Esto es posible en virtud de los métodos modernos que existen para ensilar, el valor nutritivo del forraje es vital para lograr un ensilaje de calidad, existen gramíneas de alto rendimiento para este propósito, como el maíz.

“El maíz es uno de los mejores cultivos para ensilar, ya que reúne las mejores condiciones de valor nutritivo, alto contenido de azúcares y alto rendimiento por hectárea. El ensilaje de maíz producido, sencillo de hacer exitosamente, es de mucha palatabilidad y el ganado lo come sin ninguna dificultad. Si bien el uso de las cosechadoras de forraje ha popularizado las referencias de éste cultivo para ensilaje, ha sido uno de los cultivos que más se ha utilizado en el pasado y, en consecuencia, es de los que posee una mayor experiencia” (Peñagaricano, Arias, & LLaneza, 2009).

#### **3.2.1 Concepto de ensilaje**

El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. El proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados. Su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros. El ensilaje se almacena en silos que permiten mantener la condición anaerobia, existen varios tipos y la escogencia del apropiado depende del tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles y topografía del terreno entre otros (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004, pág. 66).

## **3.2.2 Proceso de Ensilaje**

### **3.2.2.1 Fases del proceso de ensilaje**

Se puede subdividir este proceso en una fase aeróbica y en otra anaeróbica.

#### **3.2.2.2 Fase aeróbica**

Resumiendo a (Lobo & Diaz, 2010), Durante la primera fase de preparación del ensilaje, hay presencia de oxígeno en el forraje, por lo que debe procurarse que transcurra en menor tiempo. La temperatura durante esta fase debe ser inferior a los 30°C. Se deben tomar en cuenta los elementos siguientes:

#### **3.2.2.3 Humedad**

El material a ensilar debe contener un contenido de humedad de 60 a 70%. Una manera práctica de determinar el nivel de humedad óptimo es el siguiente: cuando el forraje ya está picado se toma entre las manos y se presiona por 30 segundos. Si el material mantiene la forma después de presionarlo y deja las manos húmedas es porque tiene el nivel de humedad adecuado (Lobo & Diaz, 2010, pág. 54).

#### **3.2.2.4 Carbohidratos solubles (CS)**

La materia seca a ensilar debe tener un porcentaje de carbohidratos solubles entre 8 y 12% (Lobo & Diaz, 2010, pág. 55).

#### **3.2.2.5 Capacidad amortiguadora**

El material a ensilar debe tener una baja resistencia a acidificarse. Para el caso del maíz, esta planta tiene una resistencia alta, por lo que hace falta añadir al ensilaje un elemento como melaza, para humedecer el maíz picado. Se agrega por aspersion entre 10 a 30 Lts. Por tonelada. La madurez del maíz afecta la cantidad de melaza

a agregar, si es a mayor madurez, mayor cantidad de melaza, hasta los 30 litros. Se coloca una capa de forraje de unos 50 cm y una capa de melaza, hasta completar la cantidad de ensilaje (Lobo & Diaz, 2010, pág. 60).

### **3.2.2.6 Tamaño de partícula**

El tamaño de la partícula del material a forrar afecta la compactación y por ende, la presencia de bolsas de aire en el ensilaje que comprometen la calidad del mismo. Las partículas deben cortarse a un tamaño de entre 1 a 2 centímetros (Lobo & Diaz, 2010, pág. 62).

### **3.2.2.7 Salida del aire**

La salida del aire es el tramo del proceso más importante en la preparación del ensilaje. Para lograr este objetivo se deben tomar precauciones como disminuir al mínimo de tiempo el procedimiento de compactación, llenado e impermeabilización. Una vez colocado el forraje y la melaza, se debe sellar mediante la utilización de plástico y capas de tierra (de 20 a 25 cm) (Lobo & Diaz, 2010, pág. 65).

En el caso de silo trinchera, se deben formar capas de 50 a 100 cm, pisar con el tractor y agregar una nueva capa de forraje, repitiendo el proceso hasta llenar el silo. El proceso debe completarse en máximo 72 horas, y entre una jornada y otra procurar evitar que entre aire sellando el forraje con plástico.

### **3.2.2.8 Fase anaeróbica**

Una vez que se consume el oxígeno aparecen y se desarrollan las bacterias lácticas, las cuales se encargan de la acidificación. Si las condiciones del silo son las adecuadas (capacidad del silo, concentración de carbohidratos solubles) este puede alcanzar un pH de 4,2 luego de transcurridos 7 días. La temperatura del ensilaje, si no hay presencia de oxígeno, se sitúa entre 15 a 25°C. Si la temperatura es superior, revela que hay oxígeno en el ensilaje (Gil, 2011, pág. 46).

### **3.2.2.9 Tipos de fermentaciones**

Se distinguen tres tipos de fermentaciones sobre el forraje, las cuales se presentan de acuerdo al tipo de descomposición que presente el forraje, y estos tipos de fermentación las describimos a continuación (Gil, 2011).

#### **3.2.2.10 Fermentación láctica**

Esta es justamente el tipo de fermentación que se busca en el ensilado. En ella se fomenta el crecimiento de bacterias lácticas, las que se reproducen en las condiciones anaeróbicas de forma ideal y con suficientes azúcares (hidratos de carbono). La producción de ácido láctico, a partir de los azúcares que alimentan a las bacterias lácticas, es lo que produce la acidificación del ensilaje (Gil, 2011).

#### **3.2.2.11 Fermentación alcohólica**

Esta fermentación no es deseable. Es producida por las levaduras y si los niveles de alcohol del material es alto, puede conllevar a la intoxicación de los animales que consuman este material. Es por ello que para evitar esta fermentación, se debe promover la anaerobiosis, es decir, suprimir o evitar la presencia de aire en el ensilado (Gil, 2011).

#### **3.2.2.12 Fermentación butírica**

Esta es la fermentación es producto de los gérmenes que se encuentran en el estiércol y en la tierra de forma natural, pero que si llegan a contaminar el silo pueden producir la putrefacción del ensilado, lo que conlleva a la pérdida del material (Gil, 2011).

### 3.2.3 Producción de ensilaje de maíz en Ecuador

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 ensilaje 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.

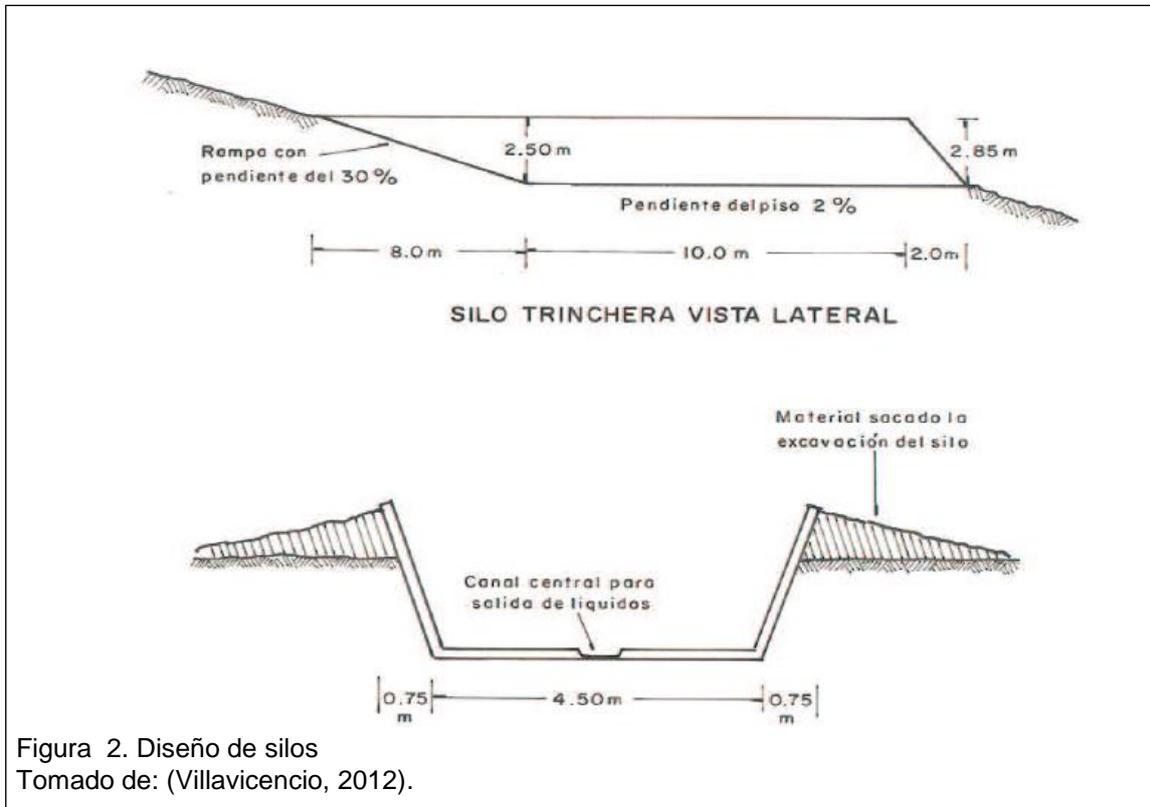
La mayor parte de la información disponible sobre la tecnología para la elaboración de ensilajes de recursos vegetales y, en partículas de maíz, proviene de países como Estados Unidos, Alemania, Uruguay, Argentina, Brasil y últimamente Colombia” (Solano, 2012, pág. 16).

### 3.3 Construcción del silo

Al inicio de la construcción del silo, se requiere determinar la cantidad de material a ensilar. Cada  $M^3$ . De materia verde contiene aproximadamente 600 kg de material ensilado. En el caso del cultivo de una hectárea de maíz, produce aproximadamente 35 T de forraje (grano y forraje) (Villavicencio, 2012, pág. 86).

Para ensilar 2 hectáreas se requerirá un silo de 116,67 metros cúbicos, esa cantidad de  $m^3$  de ensilaje requiere de un silo de veinticinco metros de altura, con una base de diez metros de largo por cinco de ancho (el cual pudiera contener hasta  $125 m^3$ ). En la siguiente figura se muestra el diseño del silo tipo trinchera con estas características. Se debe tomar en cuenta que el terreno debe contar con un declive de al menos 2%, lo cual conlleva a que el silo esté parcialmente enterrado, contribuyendo como soporte a la presión a las paredes del silo (Villavicencio, 2012, pág. 76).

La figura 2 ilustra el diseño típico de silos



El mismo autor aclara que el suelo debe tener la dureza para soportar el material compactado. Si hay duda con la dureza del suelo, es preferible colocar ladrillo o concreto de manera que se pueda revestir las paredes y el piso del silo. Este revestimiento debe contar con al menos diez centímetros de grueso.

Para llenar el silo, se inicia a un costado de la trinchera, con capas a lo largo de la base de silo. Se deben colocar maderos a los lados y al centro de la trinchera, para dar soporte al forraje que se va colocando. Los maderos pueden tener unas medidas aproximadas de 40 cm de anchura y 5 cm de espesor. Una vez transcurridos 30 días, se retira la madera. Para que escurra el líquido del ensilaje, se debe contemplar la construcción de un canal de desagüe al centro del silo y a favor de la pendiente. Este canal se puede recubrir con ladrillos o piedras para facilitar la salida del líquido (Filigrana, 2009, pág. 87).

### 3.3.1 Tipos de silos

#### 3.3.2 Silos horizontales

“Integran esta denominación todos aquellos silos que se extienden en el plano horizontal, más que en el vertical, sean aéreos o subterráneos. Generalmente son compactados con medios mecánicos y lo más frecuente es que se los haga con tractor que se desplazan lentamente por su superficie, moviéndose hacia delante y hacia atrás” (Peñagaricano, Arias, & LLaneza, 2009).

“Estos acotan que los tráileres o los camiones que traen el forraje picado desde el cultivo suben a descargar, pasando por encima de lo ya ensilado y, en cierto modo, colaboran con la compactación no se hace por tractores, sino que la efectúa la presión atmosférica al ser extraído, mediante una bomba de vacío, todo el aire que existe entre el material ensilado, que previamente se ha envuelto en una capa plástica” (Peñagaricano, Arias, & LLaneza, 2009).

Como característica general, ocupan mayor espacio que los silos verticales. Aun cuando esto podría considerarse una desventaja, en cierto no lo es, ya que cuando se requiere racionar por auto alimentación, el silo horizontal se presta más, ya que da espacio para mayor número de animales comiendo a la vez.

Pueden estar dotados de paredes o carecer de ellas; estar cubiertos o permanecer descubiertos y, al igual que los silos verticales, muchas veces dificulta clasificarlos, ya que no existen límites definidos y los distintos ejemplos resultan confusos entre uno y otro tipo.

Los silos de tipo horizontal se prestan mejor para el almacenamiento de grandes cantidades de forraje, como es necesario para los establecimientos ganaderos de mayor importancia pudiendo llegar a almacenarse hasta ochocientas toneladas en un mismo silo. En cambio, en los silos verticales, al aumentar la capacidad, se eleva los gastos de manipulación en forma exagerada, lo que no ocurre en los otros donde, evidentemente el costo de llenado o vaciado es el mismo, independientemente de la longitud que el silo tenga.

Todo productor que se dedica a hacer reserva forrajera por medio de ensilaje, tiene tres decisiones fundamentales que tomar en cuenta: la primera elegir el cultivo que deberá ensilar, saber en base a que material formará la reserva. Luego que esto esté decidido, deberá seleccionar el lugar donde construirá el silo en base a un gran número de factores, entre los que no estarán ausentes al tipo de ganado que está destinado la reserva (cuando sea ganado lechero deberá estar cerca del tambo, por ejemplo) y la forma en que la misma deberá ser suministrada. Por último deberá tomar decisiones acerca del tipo de silo que utilizará, de acuerdo a los materiales existentes más económicos; al tipo de maquinaria que tendrá disponible para la cosecha de forraje, el volumen de la cosecha que se quiera almacenar a la cantidad de mano de obra disponible y al tiempo que la reserva forrajera deberá ser conservada.

### **3.3.2.1 Silo Pozo o Zanja. (silo-trinchera)**

El silo-pozo o silo-trinchera, que fue el primer depósito usado para obtener ensilaje, es actualmente el más popular. Como la mayor parte del material conservado se sedimentará en la fosa por debajo del nivel del suelo, la oportunidad de que penetre el aire por los lados se reduce al mínimo. La principal dificultad estriba en mantener una compresión adecuada, puesto que la profundidad a que llega el forraje no guarda relación con la superficie cubierta, en contraste notable con el silo torre (Stephen & Smith, 1984).

Se puede concluir que la diferencia entre el silo-pozo y el silo-trinchera consiste únicamente en el tamaño, siendo usual que el segundo sea más largo que ancho.

Para simplificar su caracterización ambos tipos serán descritos como silo-fosa. El silo-fosa puede ser del tamaño que se desee; así por ejemplo una dimensión recomendada y utilizada con bastante éxito es: 4.30 m. \* 1.80 m. \* 0.90 m. Las paredes tendrán cierta pendiente y no recubiertas siendo únicamente aisladas con la pala en la parte media se coloca un dren de losetas que descarga en una zanja cercana (Filigrana, 2009, pág. 56).

En resumen el silo-pozo grande deberá tener una anchura tal que permita el libre paso del tractor, rastra o cualquier carreta.

“Los accesos al silo suelen hacerse dando una pendiente gradual y tratándose de uno de grandes dimensiones esto es esencial, cuando menos en uno de los lados, para estar en posibilidad de realizar eficientemente la descarga del material cada vez que se necesite” (Filigrana, 2009, pág. 76).

En un silo pequeño no son necesarias estas precauciones, pero debe recordarse en estos casos que el material extraído debe realizarse con pala o elevarse por algún medio hasta el nivel del suelo. Muchas veces se deja a un costado sin declive (vertical); las primeras cargas se arrojan dentro sin mayores precauciones, procurando que las cargas subsecuentes se deslicen sobre la loma o declive que se ha formado con el material verde. Conviene que los lados del pozo tengan una pendiente muy suave que se reduzca en el fondo. Lo común es ir disminuyendo el diámetro interior a razón de 5 o 7.5 cm. de profundidad (Filigrana, 2009, pág. 79).

Se asume que este angostamiento es necesario para conseguir la correcta presión del producto que se va a ensilar, a medida que la cosecha se sedimenta habrá una disminución correspondiente en la superficie, de tal modo que aumenta la presión lateral, lo cual es del todo conveniente para impedir la entrada de aire; además la masa resbalará más fácilmente hacia abajo si existe una pendiente moderada. El silo-pozo suele excavarse sobre alguna loma, quedando la parte más profunda en uno de los extremos, y el acceso en el otro, siendo en éste donde se extrae el forraje.

### **3.3.2.2 Ensilados Tipo bolsa**

La poca disposición de forraje de calidad durante la estación seca es uno de los elementos que más perjudica a los pequeños productores. Los forrajes forman la vía de menor costo para la nutrición del ganado. La posibilidad de acceder al forraje depende de la estación lluviosa y durante la estación seca puede conllevar al sobrepastoreo, la baja en la obtención de leche, disminución en el peso del animal y se afecta su crecimiento. También conlleva a aumento

del costo de producción, afectándose toda la estructura de costo/beneficio del pequeño ganadero.

Para evitar estas dificultades, es necesario contar con formas de conservar el forraje, que permita aumentar la disponibilidad de forraje nutritivo y de calidad todo el año, de forma que no se afecte la estructura de costos de los pequeños ganaderos. La manera más conocida de conservar forrajes es como heno y ensilado.

“Sin embargo, los procesos de conservación generalmente son costosos por que implican el uso de maquinaria especializada, la cual no siempre está disponible para los pequeños productores. Una alternativa es el ensilaje en bolsas plásticas, una práctica de menor costo y que está al alcance de pequeños y medianos ganaderos con bajos recursos económicos” (Giraldo, Argel, & Burgos, 2014).

El ensilaje en bolsas plásticas se presenta como una estrategia de conservación de forrajes a bajo costo y por su facilidad de uso, no requiere una infraestructura especial. La técnica del ensilado bolsa conserva los forrajes con calidad similar a la de antes de la recolección y su fermentación no afecta la composición química del ensilaje (Giraldo, Argel, & Burgos, 2014, pág. 78).

Pasos en el proceso de ensilaje en bolsas plásticas: Cosecha y picado

El mejor momento es cuando el maíz está en estado blando del grano para consumo. En el caso de maíz, para ensilar, la mejor opción es picar la planta junto con la mazorca, ya que en este caso los carbohidratos presentes en los granos ayudan en el proceso de fermentación y el ensilado es de mejor calidad (Giraldo, Argel, & Burgos, 2014, pág. 56).

Embolsado:

“Este es el paso más importante en todo el proceso y por eso es absolutamente necesario que la bolsa quede herméticamente sellada y con la mínima cantidad de aire dentro de ella, ya que se desencadenarían procesos butílicos de fermentación, acidificación, desarrollo de hongos y bacterias que dañan el ensilado” (Giraldo, Argel, & Burgos, 2014).

Para garantizar un sello hermético, se recomiendan bolsas plásticas de calibre grueso, garantice que no se va a romper con trozos de ramas, ni va a permitir la entrada de humedad del aire en forma de vapor, una vez llena la bolsa y bien compactada, lo cual se hace con las manos, se cierra y se amarra fuertemente la parte superior de ella, en seguida se dobla el moño hacia abajo para hacer un nuevo amarre (Giraldo, Argel, & Burgos, 2014, pág. 44).

Todo esto asegura que 30 días posteriores al ensilado este material esté listo para el consumo de los animales, o que se pueda guardar por un largo periodo de tiempo sin que se afecte su calidad nutricional.

### **3.3.2.3 Ensilaje tipo Parva**

Este tipo de silo no requiere de una infraestructura permanente. Por su estructura de construcción presenta más riesgos de daño en la cobertura de protección al ensilaje, la cual es requerida para la fase anaeróbica.

El silo parva requiere que el plástico de cobertura sea óptima para lograr el sello anaeróbico. Si esta cobertura falla, se compromete la zona exterior del silo, descomponiéndose el forraje en esta zona. Esta merma o pérdida puede alcanzar un 25% del total de material ensilado (Ojeda, 2014, pág. 66).

También existen fincas en donde se trabaja el silo al vacío, este procedimiento requiere utilizar dos plásticos de cubierta. Se deposita el forraje en un plástico en el suelo, y luego se cubre con un segundo plástico, verificando que la altura de la parva permita que se unan los plásticos por el borde. Estos bordes se sellan, y se aplica un sistema de extracción del aire que crea un vacío. Al tercer día se repite este procedimiento, para garantizar que se extraigan los gases producto de la primera fermentación y humedad proveniente de la respiración.

Otra variación es el silo tipo embutido, en el cual se utiliza un tubo de polietileno, el cual se cierra en una punta y se coloca un anillo metálico en la otra punta. Mediante la utilización de una prensa, se va introduciendo el forraje por un extremo, y se va comprimiendo el material, de forma similar a un embutido, con un diámetro de dos

metros y la longitud acorde con el volumen de material a ensilar (Ojeda, 2014, pág. 70).

Este principio también se aplica en el silo de pacas de alta densidad. En este se emplea maquinaria para producir pacas compactas de forma cilíndrica o cúbica. Cada paca debe cubrirse con plástico y por su forma, pueden ser apiladas para su almacenaje. Se debe tomar en cuenta que la cubierta plástica puede romperse por acción del transporte o de los animales, lo que compromete el contenido ensilado al someterse al contacto con el aire, humedad o agentes externos.

El material a ensilar debe contar con al menos un 25% de materia seca para garantizar un adecuado valor nutricional y disminuir el volumen del material a ensilar.

### **3.3.3 Volumen a ensilar**

Se debe cuidar que el requerimiento nutricional de los animales productivos sea el óptimo en cada caso. Los niveles de carbohidratos, proteínas y minerales debe estar balanceado, por lo que animales en producción deben complementar su alimentación adicionalmente al consumo de ensilado, no superando el 50% de sus requerimientos de alimento, se recomienda que las vacas en producción consuman de siete a diez kg de ensilado por día, los terneros de engorde entre cinco a ocho kg, becerros entre dos a cinco kg y cabras entre 200 a 400 gramos de ensilaje (Ojeda, 2014, pág. 76).

En ensilaje permite contar con material alimenticio succulento aún en épocas de sequía en donde no se cuenta con suficiente forraje, por lo que se independiza la calidad de la alimentación de la disponibilidad de la temporada. Mientras no se exponga al aire el ensilaje se conserva el valor nutritivo del mismo.

De acuerdo a Ojeda, García (2014), "El volumen a ensilar en función de las necesidades de los animales, se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$V = \frac{Q \times T \times N}{m}$$

(Ecuación 1)

En donde:

V= volumen a almacenar en m<sup>3</sup>

N= n° de cabezas de ganado

Q= ración diaria por cabeza en kg

T= duración del período de alimentación en días

m= densidad del forraje ensilado en kg/m<sup>3</sup> (\*)

Si el volumen se determina a partir del rendimiento por hectárea, la expresión será:

$$V = \frac{1.000 \times P \times A}{m}$$

(Ecuación 2)

En donde:

V= volumen a almacenar en m<sup>3</sup>

A= superficie cultivada en ha.

P= producción en toneladas de materia verde/ha

m= densidad del forraje ensilado en kg/m<sup>3</sup> (\*)Nota: a) La densidad varía entre 600 y 1000 kg/m<sup>3</sup> en función del tipo de forraje o cultivo forrajero a ensilar.

### 3.3.4 Métodos para determinar el momento del secado del forraje

Para el secado del forraje se utiliza uno de los métodos más sencillos que puede determinar el grado del forraje que debe ser cortado finamente (este se asimila al que se realiza con la maquina cortadora de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{8}{4}$  de pulgada), esto se hace apretando el forraje dándole forma de manojos con las manos durante 20 a 30 segundos, se suelta el manojos rápidamente, quedando soldado inmediatamente, indicando la humedad que se encuentra en él. Y permite observar el siguiente comportamiento: (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004, pág. 44).

La tabla 5 describe los métodos de determinación de secado:

Tabla 5: Métodos de determinación de secado

Un 75% seco cuando el manojos mantiene su forma y existe considerable cantidad de humedad.
Entre el 70% y 75% seco cuando el manojos mantiene su forma, pero hay poco jugo libre.
Entre el 60% y 70% seco cuando el manojos se desmorona lentamente y no hay jugo suelto.
Menos del 60% seco cuando el manojos se desmorona rápidamente.

Tomado de: (Garcés, Berrio, &amp; Ruiz, 2004).

### 3.3.5 El manejo de forrajes para la elaboración de ensilaje

Los forrajes deben secarse de forma parcial antes de la preparación del ensilaje, de acuerdo a los niveles de humedad recomendados anteriormente. Los pastos húmedos o material a ensilar pueden ser cortados a mano o a través de la utilización de una cosechadora agroindustrial, cuando llega la madurez óptima en donde se cosecha el forraje y exponerlo al ensilaje, es cuando es el momento de que inicia la floración, (estado de “panza”).

Al hablar de fermentación, se debe mencionar la acumulación de ácido láctico que en el forraje se produce con mayor velocidad dada la ausencia de oxígeno, se recomienda de un 70% a 85% de humedad de dicho forraje, presentando un contenido de azúcares (carbohidratos disponibles) que se usan como alimento por las bacterias este puede ser de un 13% y una compactación de materia en el ensilado, de 500 Kg/m. 101 (Giraldo, Argel, & Burgos, 2014, pág. 88).

La clave para la alimentación del ganado es contar con un forraje de calidad. Se dice que el 50% a 60% de la ración en el ensilaje aporta un valor proteico y de energía importante además es una inversión que vale la pena proteger.

La producción de ensilaje tiene como objetivo maximizar los nutrientes mediante el proceso de forraje por la vía de la fermentación y la preservación de la cosecha. Este plan se ejecuta con el fin que sea más efectivo a la hora cumplir con los requerimientos de humedad, condiciones anaeróbicas, definición del número de bacterias adecuadas, la presencia suficiente de azúcares en la planta.

### 3.3.6 Compactado y cobertura.

Para la adecuada preservación el ensilaje a lo largo de un tiempo determinado deberá aislarse de una ambiente sin anaeróbico. La protección que el plástico dará dependerá exclusivamente de la forma y la técnica del sellado y de las propiedades del plástico. Habitualmente, las mayores pérdidas se dan en la parte superior, en las puntas y en los costados de la pared (Depetris, 2013).

“En los silos bolsas, si bien las pérdidas de material por fermentación son reducidas al mínimo, existe un mayor costo dado por la bolsa y el embolsado. La conservación del material en silos del tipo bunker o puente implica una menor erogación inicial de dinero, pero el nivel de pérdidas que se da durante el almacenamiento del forraje es el que determinará si es más conveniente incurrir en un mayor gasto al momento de la confección del silo o perder un monto mayor cuando el silo no fue bien confeccionado y tapado” (De Leon & Giménez, 2014).

“El no tapado o mal tapado del silo no sólo implica las pérdidas de calidad observables en las capas superiores, sino que también existe disminución de calidad del material ensilado hasta los 75 cm de profundidad. Valores de digestibilidad del 35 y 65% en los primeros 25 y 50 cm en silos mal tapados, en comparación con el 60 y 70% en los correctamente tapados, hacen que el costo del tapado sea beneficioso” (Depetris, 2013).

### **3.3.7 Capacidad de tampón**

La capacidad tampón (CT) en plantas forrajeras es definida como la resistencia que presenta la planta a las variaciones de pH. La capacidad tampón depende básicamente de la composición de la planta en cuanto a proteína bruta, iones inorgánicos (Ca, K, Na) y la combinación de ácidos orgánicos (Jobim et al., 2007). Al aumentar la edad de la planta se incrementa la proporción tallo/hoja, con lo cual los procesos metabólicos disminuyen. Como consecuencia, se reduce el contenido de ácidos orgánicos, lo que conlleva un descenso de la capacidad tampón con la maduración (Mier, 2009, pág. 11).

Cuanto mayor sea el poder tampón más ácido láctico será necesario que se forme en el ensilado para poder alcanzar el pH óptimo de 4, y mayor cantidad de azúcares fermentables será necesaria para poder proporcionar dicho ácido láctico (Cañeque & Sancha, 1998).

### **3.3.8 Indicadores para evaluar la calidad de los ensilajes.**

Para facilitar la evaluación de los ensilajes, los indicadores se dividen en dos grupos organolépticos y fermentativos lo cual no implica que tengan que clasificarse solamente de esta forma. “Esta característica se basa en la apreciación subjetiva de la calidad de un ensilaje a través de los sentidos, la

exactitud de este método depende de la experiencia del evaluador y sus posibilidades para clasificar rangos intermedios dentro de las categorías establecidas, entre excelente y podrido, es muy utilizado y práctico. Los parámetros a considerar son: olor, color, textura y humedad” (Ojeda, 2014).

La tabla 6 muestra las características para evaluar la calidad de los ensilajes:

Tabla 6: Características para determinar la calidad de los ensilajes

Características	Excelente calidad	Buena calidad	Regular calidad	Mala calidad
<b>Color</b>	Verde aceituna.	Verde amarillento, los tallos con tonalidad más clara que las hojas	Verde oscuro, tallos y hojas con igual tonalidad.	Carmelita, casi negro o negro.
<b>Olor</b>	Agradable, de fruta madura, no deja olores desagradables al ser tocado.	Agradable con ligero olor a vinagre, no deja residuos en las manos al ser tocado.	Ácido, con fuerte olor a vinagre, deja un permanente olor a manteca rancia en las manos, característico del ácido butírico.	Desagradable, con olor putrefacto o a humedad, es decir sin olor ninguno, deja un permanente olor a manteca rancia en las manos que permanece por horas.
<b>Textura</b>	El forraje conserva todos sus contornos bien definidos: se aprecian vellosidades si los tenía el forraje original: las hojas permanecen unidas a los tallos.	Igual que en la evaluación de buena calidad.	Las hojas se separan fácilmente de los tallos; los bordes del forraje aparecen mal definidos: las hojas tienden a ser transparentes: muy amarillos los vasos leñosos.	No se aprecia diferencia entre hojas y tallos, los cuales forman una masa amorfa, que llega incluso a ser jabonosa al tacto.
<b>Humedad</b>	No humedece las manos al ser comprimido dentro del puño, con una presión normal se mantiene suelto el ensilaje al cesar la compresión.	Igual que en la evaluación de buena calidad.	Al ser comprimidos en el puño gotean efluentes, con tendencia a ser compactado y formar una masa.	Destila líquido efluente al ser tomado del silo, se compacta con facilidad y llega incluso a tomar la forma deseada.

Tomado de: (Ojeda 1991).

### 3.3.9 Ventajas y desventajas del ensilaje

#### 3.3.9.1 Ventajas

Las ventajas del ensilado son descritas en la tabla 7

Tabla 7: Ventajas del ensilaje

<b>Ventajas</b>	Proporciona la oportunidad de almacenar forrajes durante periodos de abundancia, para usarse en época crítica
	El forraje puede ser cortado y almacenado cuando llega al punto óptimo de su valor nutritivo.
	Constituye un método de mantenimiento de forraje de buen sabor y valor nutritivo, durante un largo periodo.
	Resulta fácil de manipular y puede proporcionarse con un mínimo de desperdicio.
	Permite ensilar leguminosas como: alfalfa, trébol, centrosomas, cargétea y maní forrajero, sin peligro de causar problemas de meteorismo para el ganado.
	Se puede elegir al momento de la siega, al margen de las condiciones meteorológicas, respecto a la henificación, más dependiente de que se de las condiciones climáticas más adecuadas.
	El valor alimenticio medio de los silos es mayor que el de los henos.

Tomado de: (Ojeda 1991).

#### 3.3.9.2 Desventajas

Las desventajas del ensilado se muestran en la tabla 8

Tabla 8: Desventaja del ensilado

<b>Desventajas</b>	Constituyen un proceso más caro que la henificación
	Es un proceso lento y solo se puede cosechar de 2 a 3 hectáreas por día.
	La cantidad de ensilajes es insegura por que no se puede ejercer un control exacto de los diferentes factores que intervienen en el proceso de fermentación.
	Requiere del uso de aditivos para su elaboración, como la melaza.
	Si se realiza mal las labores de ensilado o el forraje de partida es poco apto para ensilar, entonces aparecen las fermentaciones indeseables, lo que lleva a la obtención de un silo que puede ser toxico y causante de muchos problemas de salud en el ganado (infertilidad, indigestiones, abortos, etc.)

Tomado de: (Ojeda 1991).

### **3.3.10 Recomendaciones para el ensilaje del maíz**

“Por tratarse de una planta de tallos gruesos, difíciles de picar y compactar, es importante el uso de una cosechadora de forraje de doble picado. El corte debe hacerse lo más bajo posible, sin levantar la tierra” (Peñagaricano, Arias, & LLaneza, 2009).

La buena compactación que, como regla general es la mejor práctica para obtener un producto de alta calidad, es muy importante en el ensilaje de maíz. Es aún más importante si en el corte se utiliza una cosechadora de picado simple, por cuanto el mayor tamaño de los trozos dificultará la expulsión de aire. El maíz es una de las mejores plantas para ensilaje, recomendando su uso con preferencia a cualquier otra actividad donde las condiciones de clima son favorables para su óptimo crecimiento.

Su valor alimenticio, unido a un ensilaje fácil y sencillo que conserva una alta palatabilidad, son los argumentos que utilizamos para realizar tal afirmación.

### **3.3.11 Principios de la conservación de forrajes**

En la transformación de un material fresco en conservado intervienen factores enzimáticos y microbiológicos los cuales se conjugan para determinar el éxito o el fracaso en la preservación, por lo que solo conociendo profundamente los principios que rigen estos factores podrán disminuir los riesgos de una pérdida parcial o total del alimento.

## **3.4 Ganado Vacuno**

“En el territorio ecuatoriano se encuentra una diversidad de tipos y de razas tanto en el ganado vacuno como en las otras especies. Predomina el tipo criollo en forma más acentuada en unas regiones que en otras, en especial en la Costa, donde los factores climáticos y la desorientación en los cruzamientos han impedido que se consiga una adecuada adaptación de las razas originarias de otros países” (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009).

### 3.4.1 Distribución del ganado criollo en Ecuador

El ganado criollo es de procedencia Ibérica, a través de los cruces sucesivos en razas extranjeras, el área de cría del bovino criollo ha ido reduciéndose progresivamente, tanto que hoy ninguna provincia del país cría exclusivamente bovinos criollos. El criollo se encuentra en condiciones de mayor pureza en áreas con condiciones climáticas extremas: Esmeraldas, norte do Manabí, algunas zonas de Loja y en determinados páramos andinos” (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009).

En relación con los diferentes medios ambientales en que ha vivido a través de los siglos, en el ganado criollo se originaron diferentes tipos, proceso al cual han contribuido también otras razas de bovinos, estos se pueden diferenciar de la siguiente manera:

- Un bovino criollo del páramo (sobre los 3.400 msnm)
- Un bovino criollo de las hoyas interandinas
- Un bovino criollo de la región cálida del Ecuador (Costa); de pelaje amarillo con diferentes variaciones, con cuernos en forma de lira en la hembra, de media luna en el macho, o sin cuernos (éste último llamado mocho o topo manabita o "motongo"), y
- Un bovino criollo de pelaje nevado casi blanco, con cuernos más pesados, en forma de lira, generalmente más abiertos en la hembra y rara vez sin cuernos; caso frecuente en algunas zonas de la provincia del El Oro (Banco Interamericano de Desarrollo, 2009).

### 3.4.2 Razas exóticas del ganado bovino

Por mucho tiempo el territorio ecuatoriano estuvo poblado exclusivamente de bovinos criollos; progresivamente y a partir del primer decenio del siglo pasado, se inició la introducción de bovinos extranjeros, sobre todo reproductores machos de pura sangre, pero el cruzamiento con el ganado local. Esta acción se ha acentuado y adquirido verdadera importancia a partir de 1950.

La raza exótica más difundida, tanto al estado puro como en el cruce, especialmente en la región de la Sierra, ha sido la Holstein Friesian, proveniente de los Estados Unidos. Esta raza, de predominante aptitud lechera, ha mejorado notablemente la calidad del ganado lechero de la zona interandina del Ecuador.

El promedio general de 200 haciendas de la cuenca lechera que abastece el mercado de consumo de la capital (valles de Machachi, Tambillo, Los Chillos, Lasso, Latacunga), registra un rendimiento aproximado de 2400 litros por vaca al año, con un periodo de lactancia de 300 días y un tenor de materia grasa de 3,45 por ciento (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 2008).

Además, han sido introducidas muchas otras razas, como Brown Swiss, Jersey, Ayrshire y Guernsey para la producción lechera; en pequeña escala, Shortorn, Hereford, Angus y Charolaise para carne y la Shorthorn lechera, Normanda, Red Poll y Galloway para ser utilizados con doble finalidad (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f., pág. 89).

Recientemente, en la región de la Costa, se ha iniciado el cruce con el tipo ginecso (cebú), siendo el más difundido el tipo Brahman, además de algunos ejemplares de Red-Sindhi y más profusamente el Santa Gertrudis.

### **3.4.3 Clasificación zoológica del ganado bovino**

Dentro del sector intertropical, se evidencian diferentes especies animales referentes a la familia de los bóvidos, con caracteres y costos muy diferentes, de los cuales se destacan los bovinos.

De acuerdo con la clasificación zoológica, los bovinos pertenecen a la clase mamíferos, subclase Ungulados (previstos de pezuñas), orden Artiodáctilos (con dos dedos pares o animales de pezuña hundida), suborden Rumiantes (poligástricos), familia Bovinos (cuernos óseos huecos en su base y sin dientes incisivos superiores), al género *Bos* con dos subgéneros el *taurus* (ganado europeo) y el *indikus* (ganado tropical) (Velarde, 2008, pág. 23).

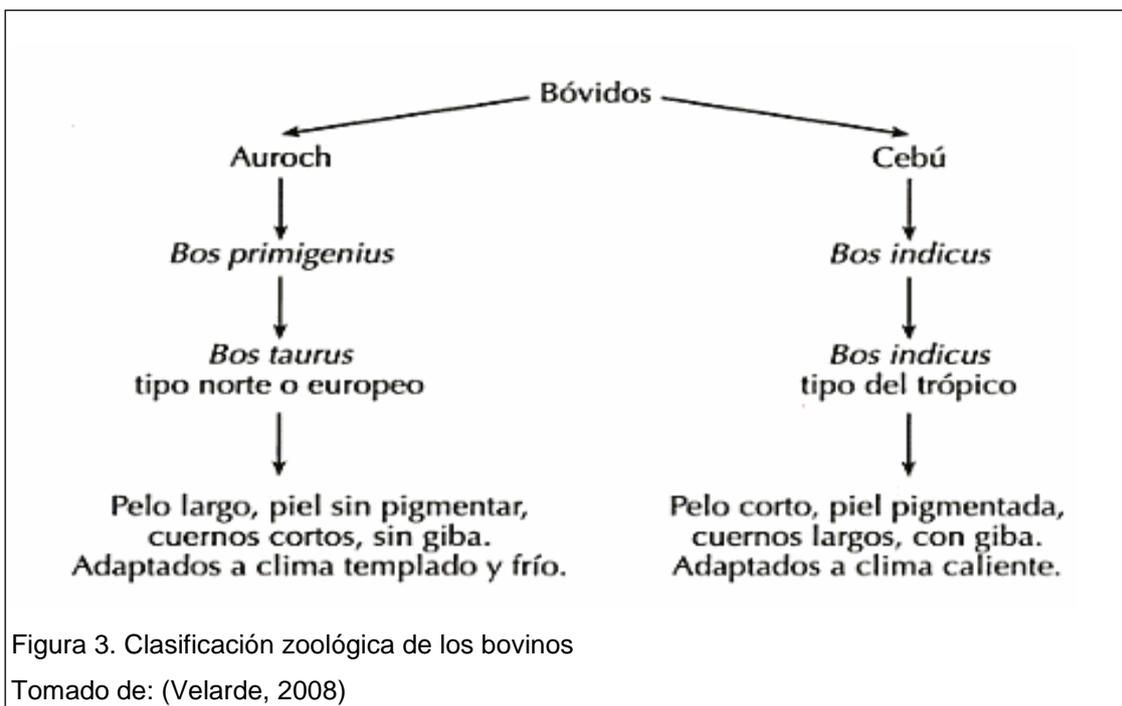
Las características más importantes entre estos dos subgéneros se aprecian en la próxima figura 3.

Diferencias tan marcadas entre los animales de los subgéneros *Bos taurus* y *Bos indicus* provienen de la adaptación a ambientes diametralmente opuestos de las latitudes de origen, con influencia polar y tropical, respectivamente.

El *Bos taurus* constituye el grupo de razas europeas entre las que destacan, las razas de carne Charoláis, Angus, Hereford, las cuales se adaptan a las regiones templadas por excelencia.

El *Bos indicus* constituye el grupo de las razas tropicales de carne tales como, Nelore, Guzerá, Gir, Brahmán e Indobrasil, las cuales tienen mayor resistencia al calor, al ataque de insectos y a algunas enfermedades, por lo que se adaptan preferentemente a las zonas cálidas.

La figura 3 muestra la actual clasificación zoológica de los bovinos



#### 3.4.4 La raza Brahmán

“Origen: Estados Unidos de Norte América a partir del ganado con giba de la India (*Bos indicus*). Las razas que tomaron parte en su formación fueron las Guzerá, Nelore, Gir, Sindhi, Krishna Valley y Sahiwai” (Velarde, 2008).

“Patrón racial: El Brahmán es un animal de mayor desarrollo que muchas de las razas europeas y en particular respecto de las británicas. La cabeza es mediana, siendo por ella de cara corta, de frente regularmente plana y ligeramente convexa. Las orejas son de tamaño mediano y de ollares dilatados. Los cuernos son gruesos y bien separados en su base; el cuello es corto y relativamente lleno en el macho, sin notarse de un modo marcado su unión con las espaldas. Debajo de la garganta, firme, y en sus costados, sostiene una piel suelta, a veces abundante” (Velarde, 2008).

“El pecho es profundo, aunque no ancho ni saliente, cubierto de piel suelta y abundante tanto en el macho como en la hembra, formando pliegues. La giba en los machos debe ser de un buen desarrollo y bien colocada sobre la cruz. En la con el dorso. La piel es suave y elástica, de mediano espesor, de pigmentación negra u oscura y cubierta de pelos, untuosos al tacto” (Velarde, 2008).

“En el pelaje existen varios colores: blanco o plateado, gris o rojo y algunas combinaciones de blanco y rojo o con manchas blancas o blanco en la frente, papada y vientre. Algunos animales Mancos presentan en cambio manchas rojas en la cabeza y muchas veces manchas pequeñas rojas o negras a los cuales se les define como moro o sardo” (Velarde, 2008).

Peso promedio: El peso promedio en las hembras es de 700 kg y en los machos de 900 kg.

Temperamento: Nervioso, pero dócil.

“Utilización: Se emplea para la producción de carne en climas calientes; así como, para los cruzamientos de ganados regionales y de los mestizos de las razas europeas, tanto en programas industriales como para tener tipos intermedios de altos valores de heterosis (cruzamiento con otras razas) y con diferentes porcentajes de sangre, conforme a la exigencia del medio” (Castro, 2012).

### **3.4.5 El ensilaje en la producción de carne**

“A medida que un sistema se intensifica los costos de alimentación se hacen más importantes como porcentaje del costo total. La alimentación es una parte sustancial del costo de los sistemas intensificados. Por ejemplo, en un sistema de alimentación a corral y en un sistema de producción de carne pastoril con suplementación, el 80% y el 40%, respectivamente, del costo total es alimentación” (Allipe & Satorre, 1998).

“Además del recurso pastura como base de la producción de los sistemas pastoriles, es necesario pensar en la introducción de otros alimentos, para aumentar la producción individual y la productividad por hectárea. Esta tecnología deberá ser analizada no sólo en los aspectos que hacen a su implementación, sino a su inserción en el sistema de producción. Lógicamente, para hacer un uso correcto de estas tecnologías relacionadas con la nutrición, es necesario tener en cuenta cómo funciona la misma bajo el punto de vista fisiológico nutricional en las categorías de animales a alimentar y en la respuesta económica lograda” (Depetris, 2013).

La ingestión de ensilado es menor que la de forraje fresco, aumentando, en general, con la calidad de la fermentación, con el contenido en materia seca y con la digestibilidad. Se han realizado múltiples intentos de relacionar la baja ingestión del ensilado, con algunas características fermentativas, sin resultados claros. Recientemente se ha pensado que la mayor rapidez con que se inicia la fermentación en el rumen de las dietas de ensilado, puede contribuir a explicar el porqué de esta baja ingestión (Buxade, 2009, pág. 55).

En cualquier caso, con un ensilado bien conservado, la digestibilidad es el factor más importante de la ingestión y del valor nutritivo, como se puso de manifiesto en una serie de experimentos (Zea, 2005) en los que, como media, resultó que, cuando la digestibilidad de la materia orgánica del ensilado pasa del 60 por 100 al 70 por 100. La ingestión de materia seca aumenta en un 12.5 por 100 y las ganancias diarias de peso de los terneros lo hacen en un 46 por 100. El efecto de la digestibilidad del ensilado se hace más patente con el aumento de peso de los animales (Buxade, 2009, pág. 58).

### **3.4.6 Alimentación de novillos de engorde en base a ensilado de maíz.**

Como se ha mencionado anteriormente la calidad del ensilado determina la eficiencia del mismo en los animales sobre todo en el nivel energético, si los parámetros de un buen ensilado se complementan en la fabricación del mismo hace que constituya uno de los alimentos más apropiados para el levante de terneros cuando se decide hacer intensificarlo como base de pienso.

La capacidad de consumo del ensilado de maíz por los terneros es buena, oscilando entre 1.5 y 2.2 kg MS/50 kg para animales entre 200 y 600 kg. Este consumo depende esencialmente del tipo de animal, de su edad, peso vivo, así como las características del ensilado (Cañeque & Sancha, 1998).

Se considera que al momento de ensilar debe ser suministrado la cantidad que será consumida por los animales, porque de lo contrario se corre el riesgo de que se descomponga velozmente por su exposición al aire libre.

El ensilaje se puede ayudar en la palatabilidad como en el valor nutritivo añadiendo melaza, sal, urea, etc. Para un buen dimensionamiento de los silos es necesario en primer lugar definir las necesidades de los animales a los que se quiere alimentar, determinando a partir de las mismas la calidad de forraje a ensilar. También se puede fijar el volumen de ensilado conociendo el forraje producido en la explotación, sistema este, que en general es menos utilizado (Cañeque & Sancha, 1998).

En la tabla 9 se puede apreciar los requerimientos nutricionales mínimos para bovinos entre 200 y 400 kg de peso, en cuanto a proteína, energía, calcio y fósforo.

Tabla 9 : Requerimientos nutricionales bovinos entre 200 y 400 kg de peso

Nutrimiento	Requerimiento
<b>Proteína</b>	800 gr por día
<b>Energía neta de mantenimiento</b>	6.1 Mcal por día
<b>Energía neta para ganancia de peso</b>	1.72 Mcal por día
<b>Calcio</b>	21 .00 gr por día
<b>Fósforo</b>	12.00 gr por día

Tomado de: NRC, 2001

### 3.4.7 Respuesta productiva del ensilaje en bovinos

Para que un sistema productivo pueda ser sustentable ecológica y socialmente, debe serlo también económicamente. En general, los sistemas productivos buscan maximizar su rentabilidad incrementando los ingresos a través de un aumento de producción, optimizando los egresos por unidad de producto. Otra alternativa para mantener la competitividad del sistema productivo es la de incrementar sus ingresos a través del agregado de valor al producto que se obtiene (Pavan, 2014).

La carne proveniente de sistemas pastoriles, por las características que le confieren las pasturas, tiene propiedades propias que la hacen un producto diferente, por el cual hay consumidores dispuestos a pagar un precio adicional. Sin embargo, esto requiere dejar de producir un commodity (novillos, novillitos gordos, carne) para empezar a producir un producto diferenciado con valor agregado en origen. Para que este producto sea competitivo en el mercado las tecnologías, no sólo las de pasturas, deben estar orientadas a poder garantizar la calidad del producto al menor costo de producción posible durante todo el año (Buxade, 2009, pág. 102).

Se debe recordar que un Commodity es un vocablo que generalmente se reseña a bienes físicos que ajustan componentes básicos de productos más complejos

En la actualidad, gracias al desarrollo de sistemas de trazabilidad es posible diferenciar commodities, como la carne vacuna, y generar especialidades según su origen, sistema de producción, y/o calidad. Además, los sistemas de trazabilidad permitirían retribuir al productor en base a la calidad del producto que genera o a cuánto pagan los consumidores por sus productos. Dado que existe una población de consumidores dispuestos a pagar un precio mayor si obtiene la calidad que buscan, la diferenciación de las commodities en productos de distintas calidades permitirá obtener un mayor valor por cada producto (Pavan, 2014).

La cadena de carne vacuna no escapa a esta realidad, distintos sistemas de producción generan carne con calidades diferentes, por las cuales hay consumidores dispuestos a pagar un sobreprecio si se les garantiza la calidad que buscan (Pavan, 2014).

En un estudio realizado por (Depetris, 2013) sobre la utilización del ensilaje en terneros, la calidad nutricional de los ensilajes está determinada por dos componentes: la cantidad y la calidad del grano al momento de la manufactura del ensilaje, es su estudio compara el ensilaje de maíz y el ensilaje de sorgo dando como resultado un mayor rendimiento al ensilaje de maíz.

En la tabla 10 se puede observar la respuesta productiva de terneros alimentados con ensilaje de planta entera de maíz y ensilaje de sorgo.

Tabla 10: Respuesta productiva de terneros alimentados con ensilaje de maíz y ensilaje de sorgo.

<b>Variables</b>	<b>Ensilaje de maíz</b>	<b>Ensilaje de sorgo</b>
<b>Ganancia de peso(kg/an./día)</b>	0,785	0,687
<b>Tasa de engrasamiento (mm/mes)</b>	0,81	0,26
<b>Consumo MS (kg/an./día)</b>	8,49	8,37
<b>Conversión (kg alimento/kg ganancia)</b>	10,7	12,2

Tomado de: Depetris, 2013.

## 4 MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Localización y duración de la investigación

“Selva Alegre es un enclave de características ecológicas muy especiales, su topografía accidentada y su ubicación como zona de transición entre los páramos y el subtrópico genera una serie de microclimas que proporcionan una rica biodiversidad y variada producción agropecuaria y artesanal” (Cazares, 2010).

“Geográficamente, se encuentra ubicada entre 0° 30´ y 0° 20´ de latitud norte; y, 79° 0´ y 78° 20´ de longitud Oeste” (Cazares, 2010).

“El Área de Selva Alegre, es una zona subtropical de aproximadamente 1.462 Km<sup>2</sup>; ubicada en el piedemonte occidental de la cordillera de los Andes, en las jurisdicciones de los cantones Cotacachi y Otavalo, Provincia de Imbabura, al Norte del Ecuador” (Cazares, 2010).

Este proyecto se desarrolló en la Finca Agua Blanca a 10 minutos de la parroquia de Selva Alegre, en este lugar, se desarrollan diversas actividades tanto agrícolas como ganaderas, dentro del sector agrícola esta la producción de maíz tipo morochillo, frejol, naranjilla, yuca, verde, sandia, naranjas y caña de azúcar, en el sector pecuario a la crianza de cerdos de engorda y en el último periodo levante de terneros de carne, la mayoría de estos productos son destinados al mercado y otra parte para sustento familiar.

### 4.2 Duración de la Investigación

El trabajo de campo se dividió en tres etapas, tuvo una duración de 6 meses (de febrero a julio del 2015), la primera etapa que comprendió la siembra de maíz, la segunda de un periodo de 1 mes para la cosecha y elaboración de los

tres tipos de ensilaje y la tercera etapa la prueba biológica (ceba de bovinos) alimentación de los animales durante un periodo de 90 días.

### 4.3 Unidades de investigación

En la investigación, se utilizaron 12 terneros machos destetados de raza Brahman, con un peso promedio de 232,25 Kg. Se seleccionó esta raza debido a características genéticas, la raza elegida pertenece al grupo de las razas tropicales de carne tales como, Nelore, Guzerá, Gir, Brahmán e Indobrasil, las cuales tienen mayor resistencia al calor, al ataque de insectos y a algunas enfermedades, por lo que se adaptan preferentemente a las zonas cálidas, a diferencia del grupo de razas europeas entre las que destacan, las razas de carne Charoláis, Angus, Hereford, las cuales se adaptan a las regiones templadas por excelencia.

La tabla 11 presenta los Cuadro de pesos iniciales, altura a la cruz y condición corporal.

Tabla 11: Cuadro de pesos iniciales, altura a la cruz y condición corporal.

Sujeto	Peso (Kg)	Altura a la cruz (cm)	Condición corporal
1	205,4	108,0	2,5
2	220,3	118,0	3,0
3	206,3	110,0	2,5
4	192,8	112,0	2,5
5	236,9	117,0	3,0
6	212,2	115,0	2,5
7	237,8	115,0	2,5
8	227,0	114,0	2,5
9	205,9	112,0	2,8
10	190,0	107,0	2,0
11	200,0	110,0	2,5
12	210,0	114,0	2,5
<b>Promedio</b>	<b>212,0</b>	<b>112,7</b>	<b>2,6</b>

#### **4.4 Materiales equipos e instalaciones**

Los materiales de campo y equipos de laboratorio que se utilizaron en la presente investigación son los siguientes:

- Finca Agua Blanca (Selva Alegre)
- Tractor marca John Deere
- Saga maíz de una línea
- Empacadora al vacío Silo Pack
- Motoguadaña
- Tanques de PVC de 1000kg
- Corrales de guadua
- Comederos
- Alambre
- Bascula
- Bombas de agua
- Mangueras
- Computadora portátil
- Semillas de maíz clase TRUENO de Agripac
- Bolsas plásticas.
- Cinta pesadora bovino métrica
- Nivel
- 12 bovinos de raza Brahma de 6 meses de edad.

#### **4.5 Tratamiento y diseño experimental**

Para evaluar el efecto sobre el crecimiento de 12 novillos, se los dividió en cuatro tratamientos, los cuales variaron en los tipos de ensilaje: Bolsa (T1) Trinchera (T2), Parva (T3) y por último como tratamiento testigo (T0) se tomó la alimentación a pastoreo. Como variables de medición en los individuos del presente estudio se consideró: la ganancia de peso diario en kilogramos, la altura de la cruz en centímetros y la condición corporal, todo esto durante un periodo de 90 días, con frecuencias en la toma de muestra cada 15 días.

La tabla 12 ilustra el esquema de tratamientos:

Tabla 12: Definición de tratamientos

<b>Tratamiento (T0)</b>	<b>Tratamiento (T1)</b>	<b>Tratamiento (T2)</b>	<b>Tratamiento (T3)</b>
3 Terneros suelos alimentados con pastura de la zona	3 Terneros Estabulados únicamente con Ensilado de maíz tipo Bolsa	3 Terneros Estabulados únicamente con Ensilado de maíz tipo Trinchera	3 Terneros Estabulados únicamente con Ensilado de maíz tipo Parva

Los tratamientos se identifican de la siguiente forma

T1: Ensilaje 1 (Bolsa)

T2: Ensilaje 2 (Trinchera)

T3: Ensilaje 3 (Parva)

T0: Pastoreo

#### **4.5.1 Construcción de corrales**

Uno de los aspectos importantes dentro del medio de producción en la ganadería es la accesibilidad a infraestructura adecuadas para los animales.

Se determinó el área de terreno que no complique la adquisición de materiales pero que proporcione seguridad y durabilidad. Entre los materiales usados están los de la zona como caña guadua, postes de madera, además planchas de zinc, alambre, arena, etc.

Los corrales tienen dimensiones de cuatro metros de largo por cuatro metros de ancho (un total de 16 m<sup>2</sup>), a los corrales se les incorporaron sus correspondientes bebederos comederos y espacios cubiertos para proporcionar sombra logrando de esta manera el total confort y bienestar de los animales en prueba.

Los animales testigo fueron soltados en potrero debidamente cercado con alambre de púas y la alimentación fue controlada mediante dos cercas eléctricas.

La tabla 13 sirvió de guía para la construcción de los corrales del experimento.

Tabla 13: Características de los corrales

<b>Dimensiones de corrales para becerros estabulados</b>	
<b>Edad</b>	<b>Becerro</b>
<b>Corrales</b>	
<b>Cabezas</b>	12
<b>área tierra (m<sup>2</sup>)</b>	5--6
<b>Sombra/cabeza (m<sup>2</sup>)</b>	1,2
<b>Altura de postes de cerca(m)</b>	1
<b>Bebederos</b>	
<b>Agua/cabeza (l/día)</b>	8
<b>Espacio línea/vaca(m) (10%bebiendo)</b>	.50
<b>Ancho(m) (1 bebedero entre corrales)</b>	.45
<b>Alto/profundidad</b>	.50
<b>Comederos</b>	
<b>Espacio lineal/cabeza (m)</b>	.40-.45
<b>Alto muro de pescueceras (m)</b>	.30-.35
<b>Altura muro ext. (tipo canoa)</b>	.50
<b>Puertas</b>	
<b>Ancho (m)</b>	1.5-2

#### 4.5.2 Cálculo de volumen a ensilar

El requerimiento de materia verde se estimó bajo el cálculo en peso de los animales y la fórmula n°1 (Pág. 40). Las medidas determinadas del consumo de alimento que reporta la tabla siguiente (14) presentan un volumen total de materia seca para todo los tratamientos fue de 4.725 kg de materia verde de ensilaje de maíz distribuido de forma exacta a las necesidades del peso de

cada uno de los animales en tratamiento, para ensilaje tipo bolsa se necesitó la cantidad de 1.536 kg. Para los animales en tipo trinchera fue de 1.560 kg. Y para los animales de silo tipo parva fue de 1.630 kg De ensilaje de maíz y para los animales testigo se calculó una cantidad de 1.347 kg de pastura.

La tabla 14 muestra el cálculo de volumen necesario para el proyecto en su totalidad:

Tabla 14: Cálculo de volumen necesario para el proyecto en su totalidad

Tratamientos	#	lb	kg	CMS kg/ día	kg MS de maíz necesaria a ensilar		
					Diaria	30 días	90 días
Pastura	1	400	180,2	4,9	15	449	1347
	2	411	185,1	5,0			
	3	420	189,2	5,1			
Bolsa	4	456	205,4	5,5	17	512	1536
	5	489	220,3	5,9			
	6	458	206,3	5,6			
Trinchera	7	428	192,8	5,2	17	520	1560
	8	526	236,9	6,4			
	9	471	212,2	5,7			
Parva	10	528	237,8	6,4	18	543	1630
	11	504	227,0	6,1			
	12	457	205,9	5,6			
<b>Consumo diario total</b>				<b>52,5</b>	<b>Total de MS maíz</b>		<b>4725</b>
<b>Consumo mensual</b>				<b>1575,1</b>	<b>Total de MS pastura</b>		<b>1347</b>

Nota: a) MS equivale a “materia seca”, CMS “consumo de materia seca”

El proceso de producción del ensilaje se dividió en cuatro etapas: Cosecha, transporte, compactación y cubrición el silo.

La primera decisión a tomar en la investigación para elaborar el silo fue calcular la cantidad de forraje requerida, considerando los siguientes factores:

- “Cantidad y tipo de ganado que recibirá el ensilaje.
- Duración del período de alimentación.

- Proporción de la ración completa que añadirá el ensilaje.
- Recursos disponibles (superficie a cosechar y distancias, equipos y construcciones, mano de obra, capital, asistencia técnica, e insumos” (Cañeque & Sancha, 1998)

El volumen a ensilar se determina mediante la siguiente fórmula:

$$V(m^3) = \frac{Q(\text{kg}) \times T(\text{días}) \times N}{m(\text{kg}/m^3)}$$

En donde

**(Ecuación 3)**

“**N**= número de cabezas.

**Q**= ración diaria por cabeza en kg

**T**= duración del proceso en días.

**m**= densidad del forraje ensilado en kg/ m<sup>3</sup>

**V**= volumen a almacenar en m<sup>3</sup> “ (Cañeque & Sancha, 1998)

La tabla 15 presenta la densidad varía con el tiempo de forraje a ensilar, siendo los valores aproximados en kg/ m<sup>3</sup> los siguientes:

Tabla 15: Valores aproximados de densidad de forraje

Hierba no picada	800-900
Hierba picada	900-1.000
Ensilado de hierba pre henificada	700
Ensilado de trébol o alfalfa	800-1.000
Nabos	900
Cuellos de remolacha	900
Maíz estado pastoso	800

Tomado de: (Cañeque & Sancha, 1998).

Una vez calculada la cantidad de forraje, se procedió aplicar los siguientes principios:

- “El forraje a ensilar debe tener un alto valor nutritivo. En los tres casos se evalúa el mismo forraje, la planta de maíz (*zea mayz*) debido a sus reconocidas cualidades nutricionales, bajo costo y disponibilidad para los pequeños ganaderos de la zona de Intag.

- No debe estar contacto con el suelo para evitar la contaminación.
- Deberá ser triturado en trozos no mayores a 4 cm para facilitar la compactación y reducir la cantidad de aire retenido en la formación del silo.
- Antes de cubrir el silo, para impedir la penetración de aire y de agua se debe expulsar el aire del interior del silo.
- El sellado del silo debe realizarse en el menor tiempo posible.
- El área por donde se tomará el ensilaje durante el proceso para alimentar a los animales debe ser lo más reducida posible, para que la superficie expuesta sea pequeña. Además esta operación debe ser lo más rápido posible” (Cañeque & Sancha, 1998).

### **4.5.3 Forraje a Ensilar**

#### **4.5.3.1 Estado de la planta en el momento de cosecha**

Se estima que para la cosecha los indicativos que se observan que la mazorca y espigas presenta presente contenido de materia seca en su entorno en un porcentaje de 50%, aportando un 55% a la producción de materia seca, el resto de la planta contiene materia seca en un 25% y aporta el 45% de la producción final. Todo este proceso se da como objetivo de alcanzar una a ensilar en su contenido de 32-35% (Ospina, 2010, pág. 88).

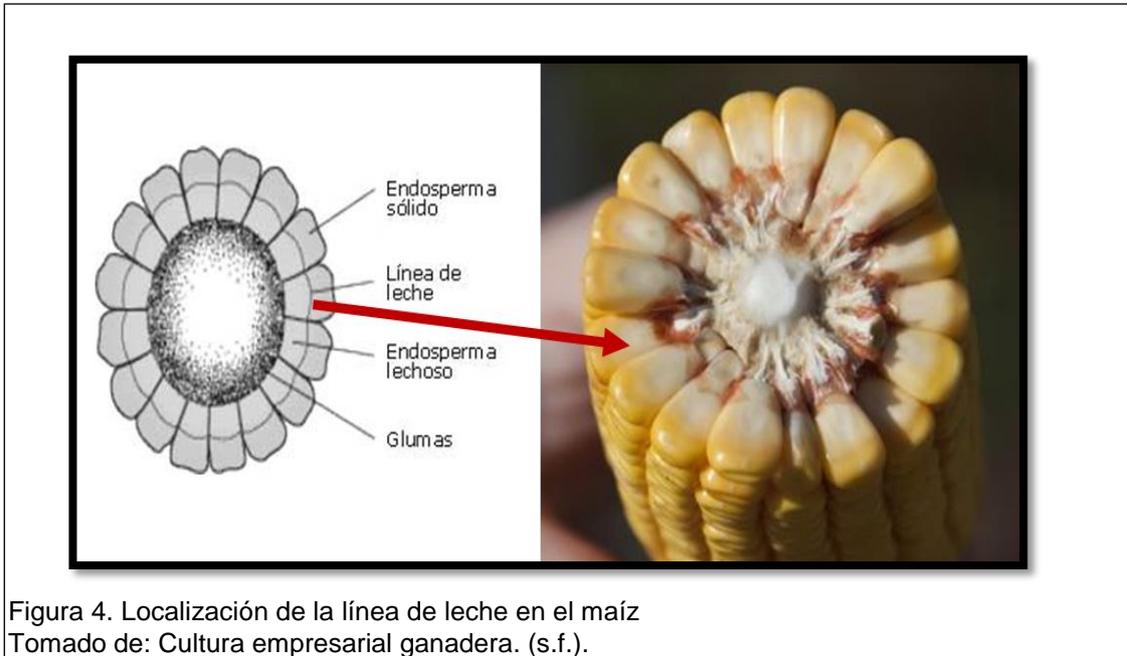
Recolectar con materias secas superiores al 35 % supone un mayor cuidado en el “picado” del maíz para facilitar el “pisado”, menor calidad (digestibilidad, contenido en fibra) de la fracción de planta sin mazorca, mayor velocidad de avance del frente de ataque del silo al desensilar y lograr romper todos los granos de maíz para facilitar su absorción en el tracto digestivo de los animales (Ospina, 2010, pág. 89).

La localización de la línea de leche del grano es el mejor estimador del óptimo grado de madurez del maíz.

“La línea de leche es la línea de demarcación entre las fases sólida y líquida del grano. Suele aparecer cuando este empieza a aplastarse en la pared apical o corona, aunque no ocurre del mismo modo para todos los híbridos. Generalmente, esta línea se puede apreciar sin necesidad de cortar el grano, aunque a veces resulta necesario

aplicar un corte longitudinal para localizarla” (Peñagaricano, Arias, & LLaneza, 2009).

Las figuras 4 y 5 muestran la localización de la línea de leche en el maíz:



El contenido óptimo de energía y el de mayor rendimiento se produce cuando la línea de separación de fases (línea de leche) se sitúa en la mitad  $1/2$  y  $2/3$  de la longitud del grano, partiendo de la corona. En este momento también se logra la humedad ideal (65- 70%) para conseguir una buena compactación del silo (Ruiz de Huidobro, Lopez, & Cañeque, 2000).

Respecto a la cantidad de materia seca (MS) por hectárea (ha), aumenta de forma importante según el grano se va formando. Después del estado pastoso-duro el aumento de rendimiento es insignificante deteniéndose para un 35% de materia seca (Ruiz de Huidobro, Lopez, & Cañeque, 2000).

#### **4.5.3.2 Sellado del silo**

El sellado del silo tuvo por objeto evitar nuevas entradas de aire y agua a la masa ya ensilada. Si esto ocurre se reinician los procesos oxidativos indeseables y con ellos las pérdidas de cantidad y calidad de la masa ensilada. El material de sellado usado fue plástico negro, (polietileno) nuevo, de primero y único uso. La lámina de plástico debe estar en contacto continuo con la masa de forraje. Los neumáticos cubriendo toda la masa de ensilado, en silos montón, solamente cumplen su función en los puntos de contacto, si este contacto es continuo y total se minimizan las pérdidas en las capas exteriores de la masa ensilada.

#### **4.5.3.3 Técnicas de ensilado**

Los tres tipos de técnicas de ensilaje que se aplicaron en el presente estudio tanto en infraestructura y acondicionamiento en la investigación son:

- Horizontal de montón (parva).
- Horizontal (trinchera modificado).
- De vacío (de bolsa).

El material a ensilar es común a los tres tipos de silos, zea maíz.

#### **4.5.4 Esquema del Experimento**

La tabla 16 representa el esquema del experimento realizado

Tabla 16: Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	UNIDADES EXPERIMENTALES	TOTAL OBSERVACIONES
Testigo (Pastoreo)	T0	7	3	21
Ensilaje 1 (Bolsa)	T1	7	3	21
Ensilaje 2 (Trinchera)	T2	7	3	21
Ensilaje 3 (Parva)	T3	7	3	21
TOTAL				84

## 4.6 Variables experimentales

Las variables experimentales que se midieron fueron:

### 4.6.1 Productivos

- Peso inicial de los toros
- Peso final de los toros
- Altura a la cruz
- Condición corporal
- Consumo de alimento, mensual y total de materia seca
- Conversión alimenticia
- Beneficio /Costo (rentabilidad)
- Costo unitario de producto (USD /Kg.)

### 4.6.2 Bromatológicos

- Proteína
- Fibra
- Energía Neta de ganancia, calculada a partir de la digestibilidad in vitro, en el fluido ruminal

#### 4.6.3 Microbiológicos

- Hongos mesófilos totales
- Bacterias anaerobias mesófilas totales

#### 4.6.4 Físico – químicos

- pH
- Ácido láctico
- Ácido acético
- Ácido butírico
- Amoniaco

#### 4.7 Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los datos de los análisis en los animales, fueron procesados de acuerdo a los siguientes análisis estadísticos descriptivos y analíticos:

- ANOVA con un nivel de confiabilidad del 95% ( $\alpha=0,05$ )
- Prueba de Tukey para la separación de medias nivel de significancia  $\alpha=0.05$

#### 4.8 Procedimiento experimental

##### 4.8.1 De campo

##### 4.8.1.1 Preparación de los silos

Se realizaron tres silos de acuerdo a las especiaciones que a continuación se detallan:

**“Horizontal de montón (parva).** Es el proceso donde el forraje se acumula formando un círculo haciendo un silo directamente sobre la tierra además no debe tener paredes. Se colocó sobre el plástico el material a ensilar, a medida que el forraje se iba acumulando, fue compactado mediante la presión del peso del tractor, en repetidos pasos hasta que se compactó. Una vez finalizado el

proceso se cubrió con plástico y se colocaron bloques pesados encima del plástico con el fin de ayudar a la compactación” (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004).

“**Horizontal (trinchera)**. Este silo se posee una estructura de piso firme, facilitando el desnivel y así evitar el encharcamiento. Las paredes se edificaron con tablas para disminuir costos. La estructura fue recubierta con plástico grueso negro, se introdujo la masa forrajera y posteriormente se tapó con el mismo plástico, con esto, logró evitar el contacto del alimento con el suelo, agua y aire. Posteriormente se construyeron zanjas de drenaje alrededor del silo para evitar que el agua procedente de la lluvia penetrara en el silo y dañara el producto” (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004).

“**Bolsa al vacío**. Para este ensilaje se coloca el material que se va a ensilar dentro de bolsas de plástico con capacidad de 30 a 40 Kg, inmediatamente se extrajo de cada bolsa la mayor cantidad posible de aire mediante el uso de una aspiradora de tipo doméstico con el fin de garantizar la mayor compactación posible permitiendo que el forraje se comprima y así evitar las fermentaciones indeseables. La idea de este sistema en bolsa es facilitar el manejo del material, especialmente en lo relacionado con el llenado, apisonamiento y sellado; no se requirió la utilización de maquinaria complicada ni costosa, este sistema es uno de los más recomendables para el ganadero pequeño” (Garcés, Berrio, & Ruiz, 2004).

#### **4.8.1.2 Prueba biológica (ceba de bovinos)**

Una vez listos los ensilajes se procedieron a realizar la adaptación de los animales al ensilaje durante una semana. Los 90 días posteriores se procedió a alimentar a los animales a las 8h 00 a.m., y a las 16:00 pm controlando los pesos de los animales y sus necesidades cada semana.

Establecidos los tratamientos he identificados los animales, se sucedió a la obtención de datos zootécnicos como valores iniciales de las variables, como peso inicial, altura a la cruz y condición corporal que se utilizará como base inicial para los siguientes datos.

El peso inicial se lo realizo en una báscula electrónica al momento de la compra de los animales, el resto de las mediciones se lo realizo mediante una cinta bovinométrica propia para la medición de bovinos de carne.

El cálculo de la altura de la cruz de realizó mediante una cinta bovinométrica propia para esta actividad y se utilizó un nivel para tener más exactitud con las mediciones.

Para hace la estimación de la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, se habla en ganado bovino con respecto al caso de pérdida de masa muscular en los animales con poca grasa, lo que permite indicar el grado nutricional, y define la condición corporal como un método subjetivo y realizar evaluaciones energéticas en bovinos.

#### **4.8.2 De Laboratorio**

##### **4.8.2.1 Análisis bromatológico**

El análisis proximal o análisis bromatológico se realizó en el laboratorio CRS servicios (ver anexo 4), para lo cual se trajo las muestras respectivas, el análisis químico.

##### **Determinación de proteína bruta**

“Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio. Este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico, luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl al 0.1N (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f.)” (Rodriguez, 2010).

**“Determinación de fibra bruta** Está basado en la continua separación de la ceniza, grasa, proteína y sustancias extraídas libre de nitrógeno, este proceso se logra mediante un tratamiento que presente una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, acetona y agua caliente El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra bruta” (Rodríguez, 2010).

#### **4.8.2.2 Análisis Microbiológicos**

##### **Recuento de bacterias aerobias mesófilas**

“Para realizar el recuento de aerobios mesófilos, se procedió a depositar alicuotas de 1 ml. de cada una de las diluciones, en las placas de Petri estériles, se añadió 15 ml. de agar (tripticosa soya) diluido y enfriado para recuento en placa. Luego se mezcló con cuidado el inóculo y el medio, girando las placas tres veces en el sentido de las agujas del reloj y otras tantas en sentido contrario. Una vez solidificado el medio, se incubó durante 3 días colocando las placas en el incubador en posición invertida. Posteriormente se contó el número de colonias, para calcular el número de UFC, por gramo o mililitro, multiplicando el número medio de colonias por el factor de dilución correspondiente a las placas elegidas para el recuento” (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.f.).

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se responderá a la pregunta: ¿Existe diferencia estadísticamente significativa en la ganancia de peso, talla y condición corporal, producto de los 4 tipos de alimentación aplicada a los grupos de terneros analizados?

Por ser más de 2 grupos de alimentación, se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA) de bloques al azar; y para el análisis de diferencia de medias (prueba de múltiples rangos) se utilizó la prueba de Tukey HSD, mediante el paquete estadístico STATGRAPHYCS XV.II Esto permitió minimizar el error tipo I, también conocido como error tipo  $\alpha$ , es decir aquel error que se comete cuando no se acepta la hipótesis nula, en este caso:

$H_0$ : No se obtiene mayor ganancia de peso, talla y condición corporal en terneros raza Brahman de 6 meses alimentados con maíz ensilado respecto de la alimentación mediante pastoreo

La hipótesis alternativa fue:

$H_1$ : En al menos 1 grupo de los terneros raza Brahman alimentados con maíz ensilado se obtiene una mayor ganancia de peso, talla y condición corporal respecto de la alimentación mediante pastoreo, con un 95% de confianza.

Cabe hacer presente que este tipo de análisis estadístico solo es posible cuando se trabaja con variables cuantitativas, que es el caso de este estudio.

Se utilizó un nivel de confianza 95%, nivel de significancia de 5%.

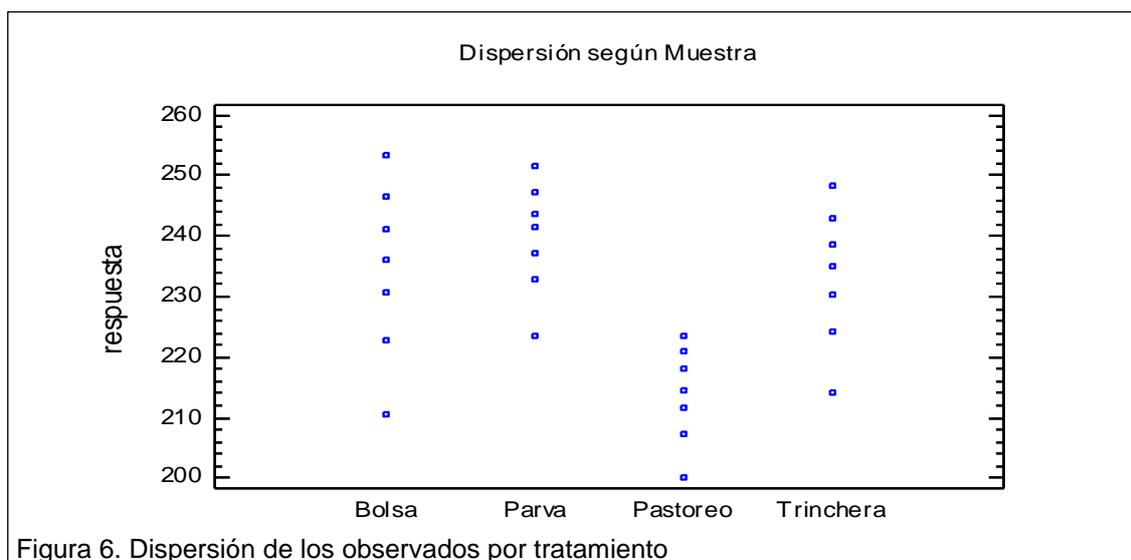
## 5.1 Pesos iniciales y finales de los terneros

Los terneros al inicio de la prueba registraron un peso promedio de 212,00 kg con una variabilidad entre pesos de  $\pm 47$  kg, el promedio de peso según cada tratamiento fue de 200 kg para el de pastoreo, 210,7 kg para el tipo bolsa y 214 kg para el tipo trinchera y 223.6 kg para el tipo parva, la tabla 17 muestra el resumen estadístico del experimento para la variable peso:

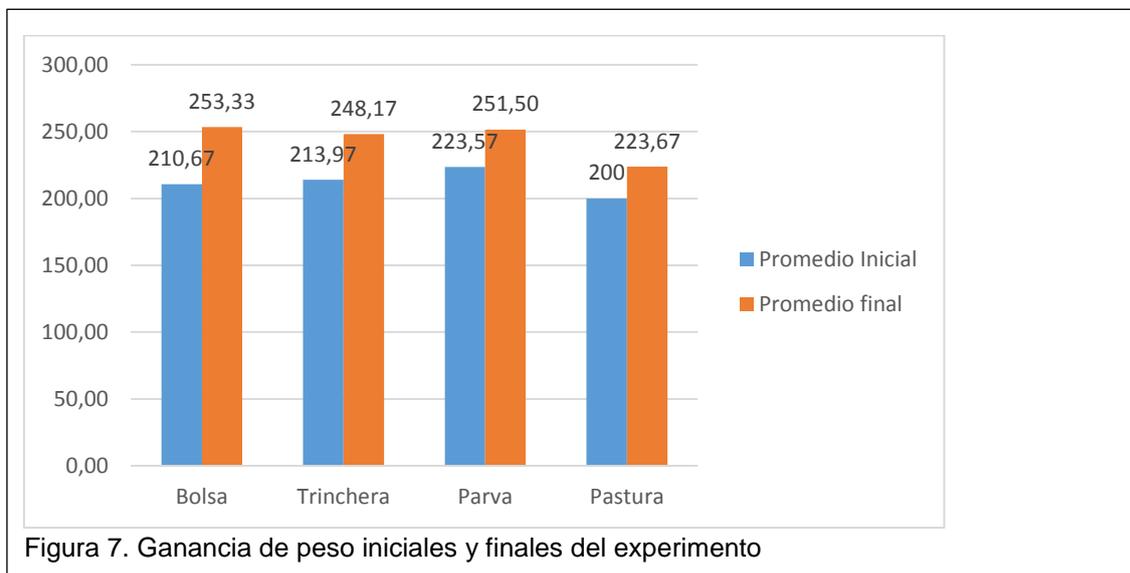
Tabla 17: Resumen estadístico del experimento para la variable peso:

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Bolsa	7	234,514	14,5242	6,1933%	210,7	253,3	42,6
Parva	7	239,686	9,39138	3,91821%	223,6	251,5	27,9
Pastoreo	7	213,771	8,19933	3,83556%	200,0	223,7	23,7
Trinchera	7	233,414	11,6095	4,97379%	214,0	248,2	34,2
Total	28	230,346	14,5654	6,32328%	200,0	253,3	53,3

En la figura 6 se realiza un gráfico de dispersión en el cual se muestra la situación promedio de peso inicial y final de los terneros por grupos de tratamientos, se aprecia que en el tratamiento tipo bolsa presenta un aumento de peso más notorio entre cada medición, el testigo (pastoreo) sin embargo no indica un crecimiento de peso tan marcado.



La figura 7 presenta un resumen de ganancia de pesos por cada tratamiento comenzando desde la situación inicial hasta el término de experimentar.



### 5.1.1 Ganancia de peso de los terneros

#### 5.1.1.1 Acumulación de peso a los 30 días

Dentro de los 30 días de aplicar los tratamientos en la alimentación de terneros se encontró los siguientes resultados en cuanto a ganancia de peso se refiere:

Ensilaje tipo bolsa:

- Promedio de peso vivo inicial: 210,70
- Promedio peso a los 30 días de aplicación: 230,86
- Variación porcentual: 9,5%

Ensilaje tipo trinchera

- Promedio de peso vivo inicial: 214,00
- Promedio peso a los 30 días de aplicación: 230,50
- Variación porcentual: 7,10%

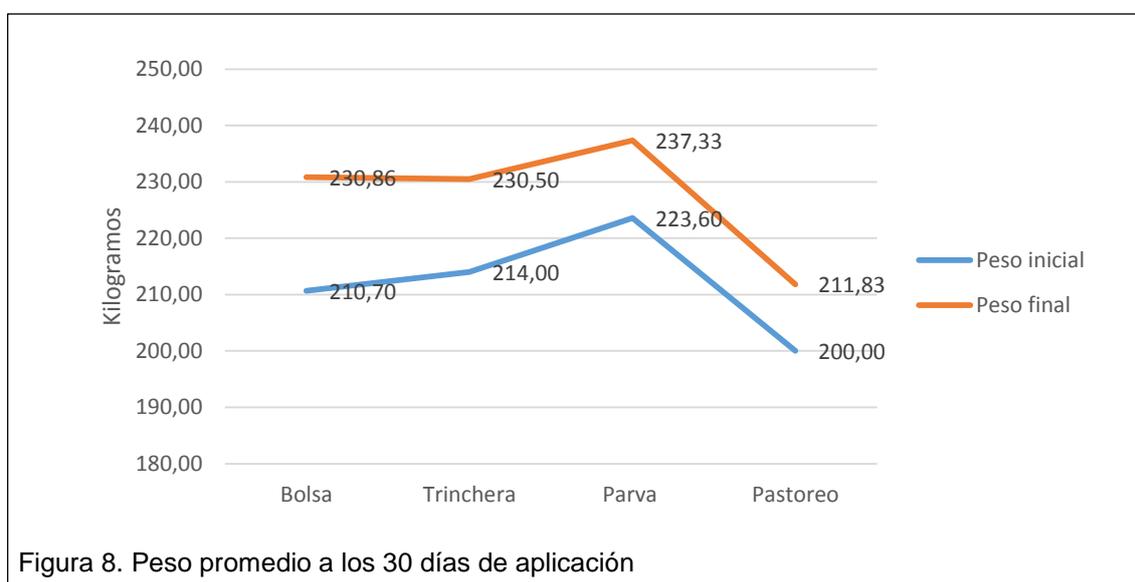
### Ensilaje tipo Parva

- Promedio de peso vivo inicial: 223,60
- Promedio peso a los 30 días de aplicación: 237,33
- Variación porcentual: 5,70%

### Pastoreo

- Promedio de peso vivo inicial: 200,00
- Promedio peso a los 30 días de aplicación: 211,83
- Variación porcentual: 5,50%

La figura 8 ilustra la situación antes descrita:



#### 5.1.1.2 Acumulación de peso a los 60 días

A los 60 días de aplicación de los tratamientos, se observa en los animales de pastura un peso promedio de 218,00 kg con una ganancia promedio de 0,300 kg/día, para el ensila de tipo bolsa se define un valor promedio de 241,16 kg con una ganancia de 0,508 kg/día estableciéndolo como el mejor de los tratamientos en ensilaje, en el caso de tipo trinchera, mostro un valor promedio de 238,83 kg con una ganancia diaria de 0,414 kg/día y por último el ensilaje tipo parva, mostro valores a los 60 días de 243,66 con una ganancia de peso diaria de 0,335 kg/día.

La figura 9 muestra los promedios a los 60 días de tratamiento.

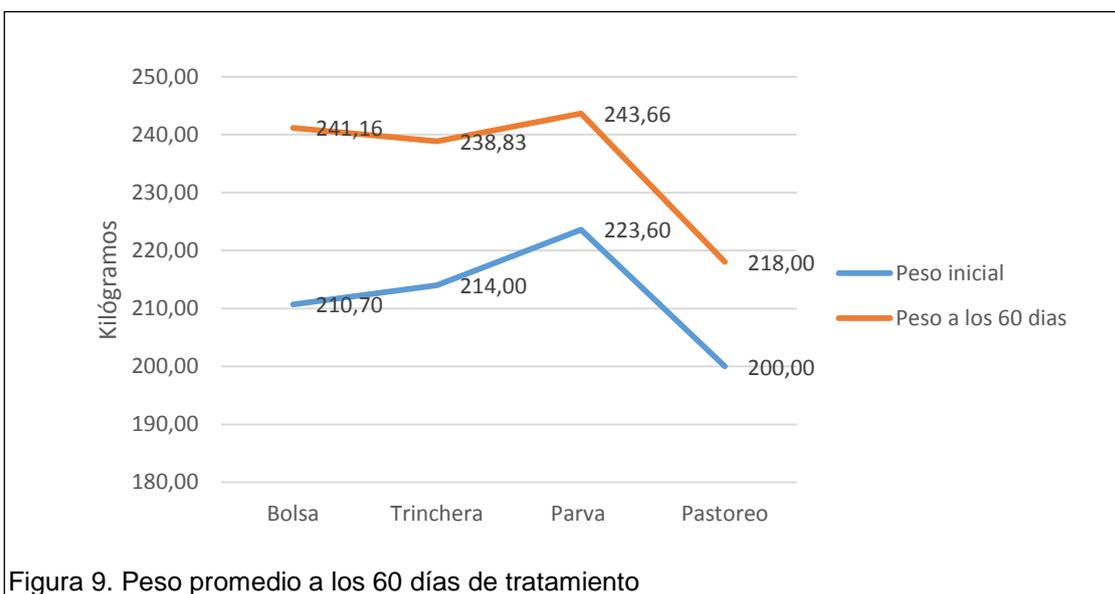


Figura 9. Peso promedio a los 60 días de tratamiento

La figura 10 muestra la ganancia diaria de peso desde la situación inicial hasta los 60 días de tratamiento, en esta, se verifica una clara ventaja del ensilaje tipo bolsa con respecto de los otros.

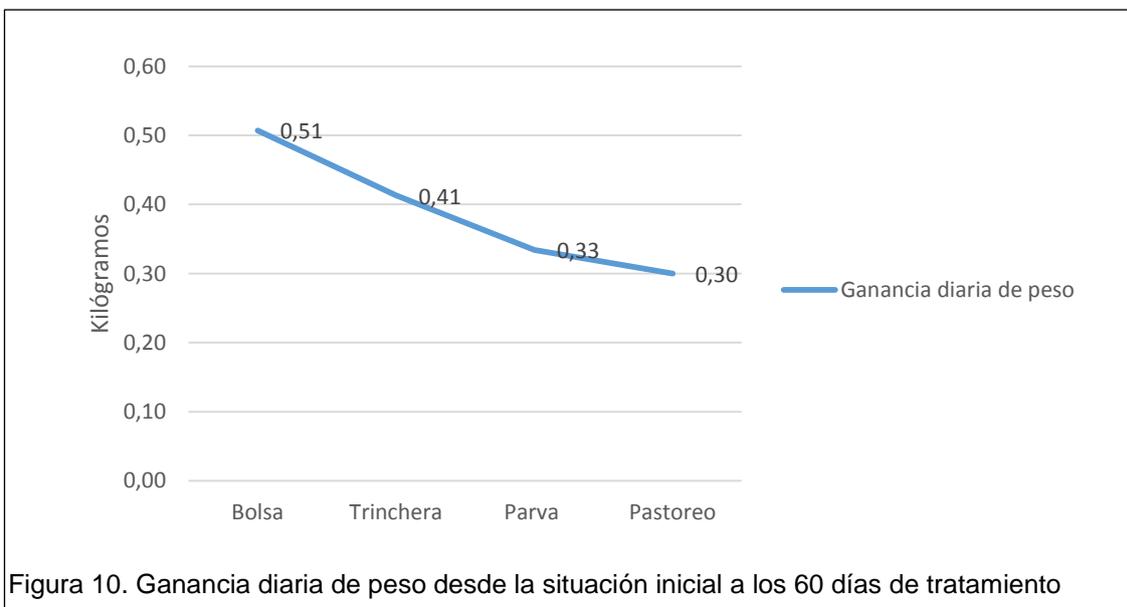
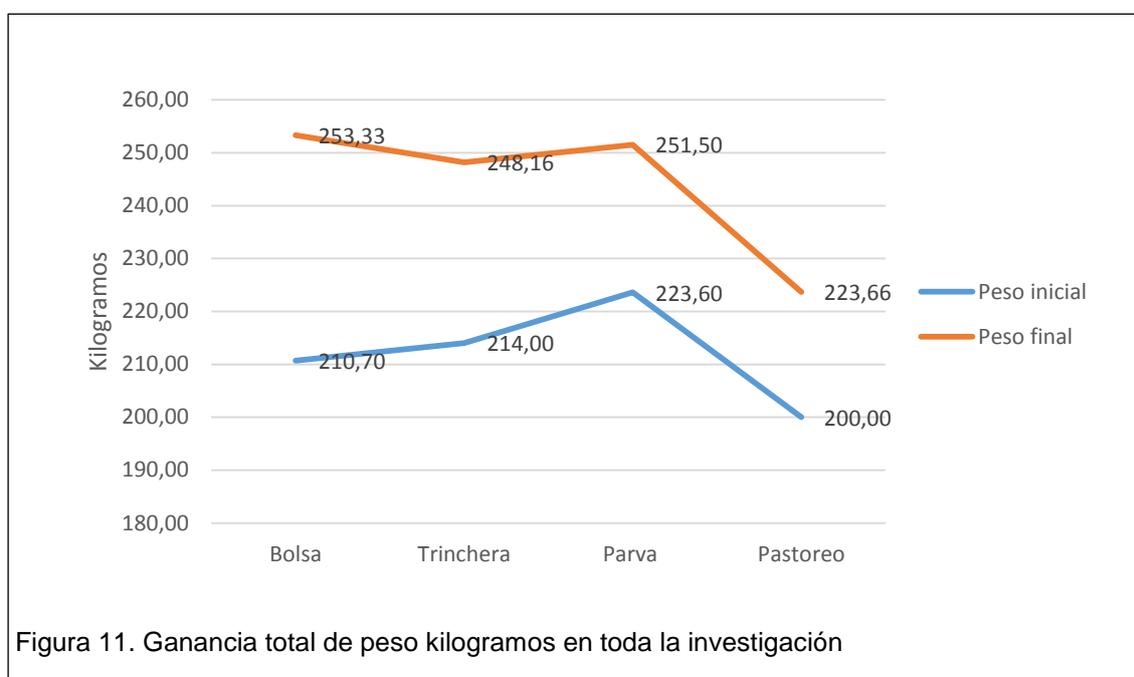


Figura 10. Ganancia diaria de peso desde la situación inicial a los 60 días de tratamiento

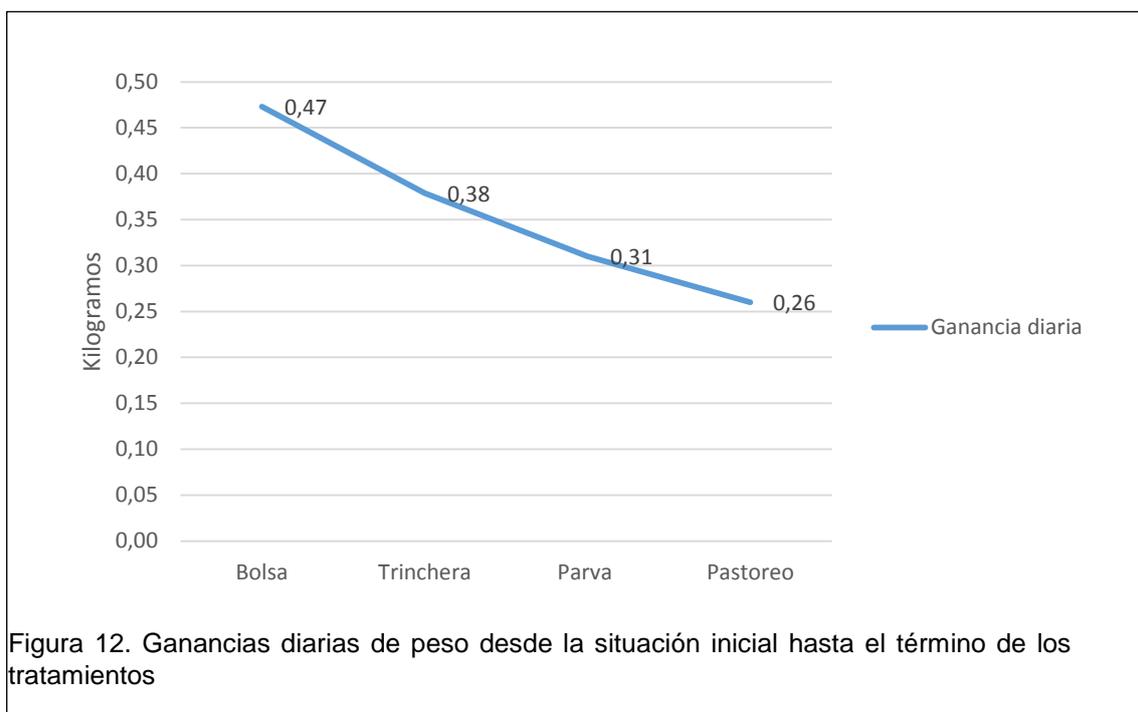
### 5.1.1.3 Acumulación de peso a los 90 días

Para los 90 días de aplicación de los tratamientos se observa un promedio de peso para los animales de pastura de 223,67 kg con una ganancia diaria de 0,263 Kg/día, en el tratamiento de silo bolsa el peso promedio fue de 253,3 kg con una ganancia de diaria de 0,474 kg/día, el ensilaje tipo trinchera demostró valores de peso de 248,17 kg con una ganancia diaria de 0,380 kg/día y los de ensilaje tipo parva demostraron valores de peso de 251,5 kg con una ganancia diaria de 0,319 kg/día

La figura 11 Muestra los pesos finales de los novillos (al día 97)



La ganancia diaria de pesos promedio desde la situación inicial al término del experimento se muestra en la figura 12



El período total de la prueba de 90 días, sin los días de adaptación, la ganancia de peso refleja diferencias entre tratamientos.

### 5.1.2 Análisis de varianza para la variable ganancia de peso

Para tabular los resultados, se utilizó el programa estadístico Statgraphics Centurion XV.II, para esta variable arrojó los siguientes resultados:

Tabla 18: Análisis de varianza para la variable ganancia de peso

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2721,4	3	907,134	7,24	0,0013
Intra grupos	3009,08	24	125,378		
Total (Corr.)	5730,48	27			

“La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 7,23518, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Para este análisis, se consideró que se rechaza la hipótesis nula si el p-valor asociado al resultado es igual o menor que el nivel de significación establecido, convencionalmente 0,05 (en este caso). Es decir, el valor p muestra la probabilidad de haber obtenido el resultado si se supone que la hipótesis nula es cierta.

Como se dijo anteriormente, se trabajó con un nivel de confianza del 95%, es decir, un nivel de significancia del 5%, el valor de la prueba ANOVA es de 7,24 y el valor correspondiente a esta prueba es de 0,00113; como se trabajó con un nivel de significancia de un 5% (0,05) y el valor de la prueba ANOVA es de 0,0013, (*Prueba estadística ANOVA – nivel de significancia = 0,001 – 0,05 < 0*) se rechaza la hipótesis nula aprobando la hipótesis alternativa:

$H_1$ : En al menos 1 grupo de los terneros raza Brahman alimentados con maíz ensilado se obtiene una mayor ganancia de peso, talla y condición corporal respecto de la alimentación mediante pastoreo, con un 95% de confiabilidad.

La hipótesis alternativa dice que uno de los grupos alcanza una mayor ganancia de peso, pero no identifica cual grupo, para identificarlo, se debe utilizar la prueba de Tukey la cual podrá identificar el grupo que hace la diferencia.

“La tabla 19 muestra la media para cada columna de datos. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados

actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces” (Simbaña, 2015).

Tabla 19: Medias con intervalos de confianza del 95,0%

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i> <i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Bolsa	7	234,506	4,23216	228,329	240,682
Trinchera	7	233,406	4,23216	227,229	239,582
Parva	7	239,694	4,23216	233,518	245,871
Pastoreo	7	213,771	4,23216	207,595	219,948
Total	28	230,344			

La figura 13, que expresa un gráfico de medias, muestra la diferencia entre las medias de cada tratamiento.

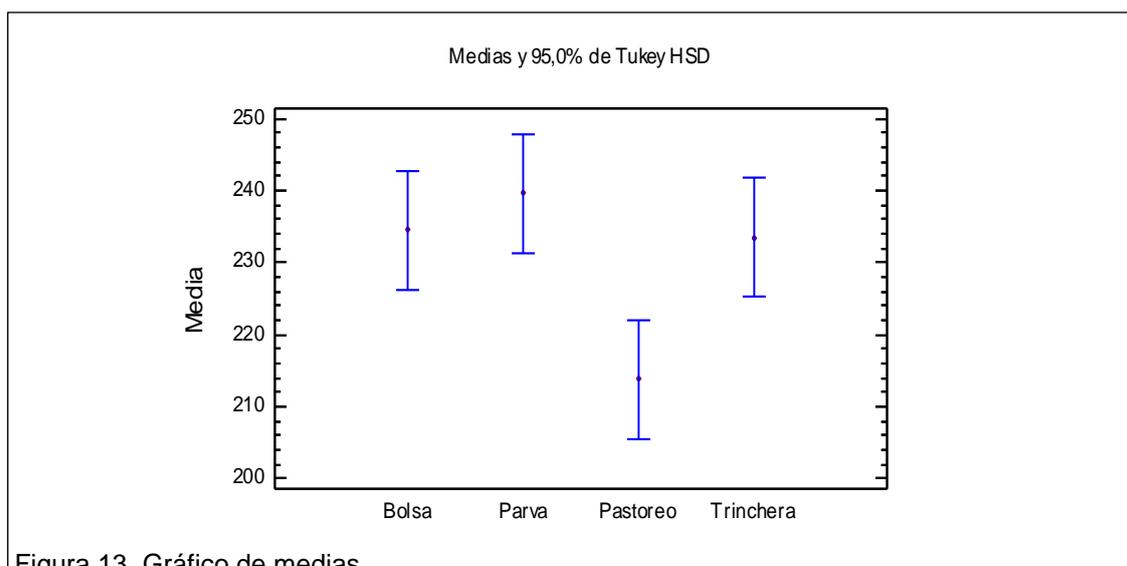


Figura 13. Gráfico de medias

“La tabla 20 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La tabla 21 muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En tabla 20 se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento

de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.” (Simbaña, 2015).

Tabla 20: Diferencias medias significativas

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pastoreo	7	213,771	X
Trinchera	7	233,406	X
Bolsa	7	234,506	X
Parva	7	239,694	X

“La tabla 21 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la tabla 20 se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0” (Simbaña, 2015).

Tabla 21: Ccomparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes de otras

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Bolsa - Trinchera		1,1	12,3528
Bolsa - Parva		-5,18857	12,3528
Bolsa - Pastoreo	*	20,7343	12,3528
Trinchera - Parva		-6,28857	12,3528
Trinchera - Pastoreo	*	19,6343	12,3528
Parva - Pastoreo	*	25,9229	12,3528

\* indica una diferencia significativa.

El análisis Tukey verifica entonces que existe una diferencia estadísticamente significativa en la ganancia de peso entre la alimentación por ensilaje mediante el sistema de bolsa, trinchera y parva sobre el testigo (pastura), puesto que la diferencia de los promedios aritméticos de bolsa, trinchera y parva son mayores a la diferencia honestamente significativa (12,3528), luego, se rechaza la hipótesis nula y aprobando la hipótesis alternativa:

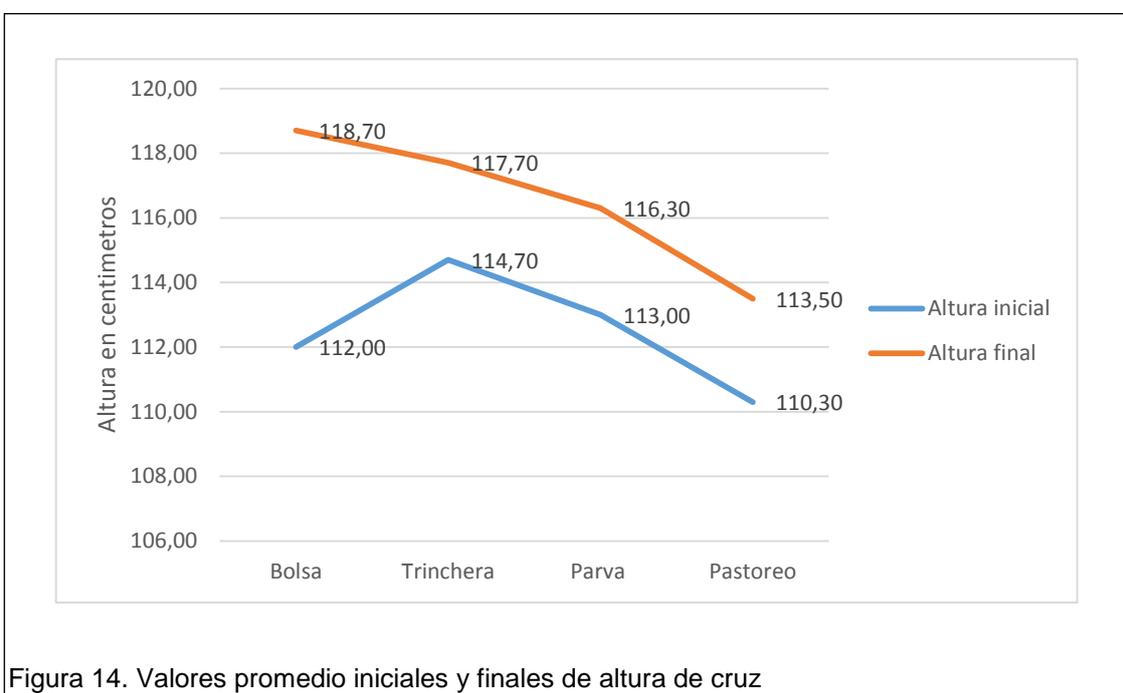
H<sub>1</sub>: En al menos 1 grupo de los terneros raza Brahmán alimentados con maíz ensilado se obtiene una mayor ganancia de peso, talla y condición corporal respecto de la alimentación mediante pastoreo, con un 95% de confiabilidad.

Se confirma por lo tanto, la prueba ANOVA

## 5.2 Altura inicial y final a la cruz de los terneros

Para resolver el problema de la altura promedio alcanzada por cada uno de los cuatro grupos en estudio y compararlas entre sí, se utilizó el mismo esquema anterior.

En la curva de crecimiento ilustrada en la figura 14 se evidencia un valor tenuemente superior para los tratamientos de silo bolsa y trinchera, a diferencia del silo tipo parva y pastoreo lo que demuestra el mismo desarrollo pero de forma más lenta.



### 5.2.1 Análisis de la varianza para la variable altura de la cruz

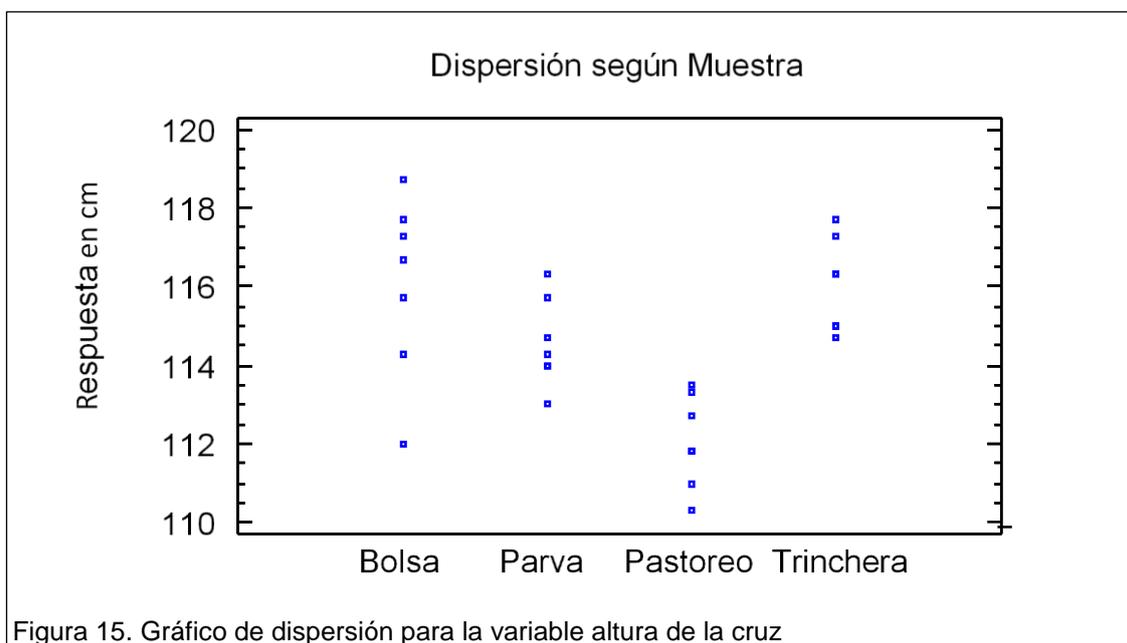
Tabulando los datos del anexo n°2 se obtuvieron los siguientes resultados relativos al análisis de la varianza para la variable altura ilustrado en la tabla 22

Tabla 22: Resumen estadístico de altura de la cruz

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Bolsa	7	116,057	2,28463	1,96854%	112,0	118,7	6,7
Trinchera	7	116,043	1,18583	1,02189%	114,7	117,7	3,0
Parva	7	114,571	1,11612	0,974166%	113,0	116,3	3,3
Pastoreo	7	112,047	1,18173	1,05467%	110,33	113,5	3,17
Total	28	114,68	2,19841	1,917%	110,33	118,7	8,37

Esta tabla muestra varios estadísticos para cada una de las 4 columnas de datos.

La figura 15 representa el gráfico de dispersión para la situación inicial y final de la variable altura de la cruz:



“Para descubrir diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de ANOVA, La tabla 23 (ANOVA) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 10,77, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba F es menor que 0,05; existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Tabla 23: ANOVA altura de la cruz

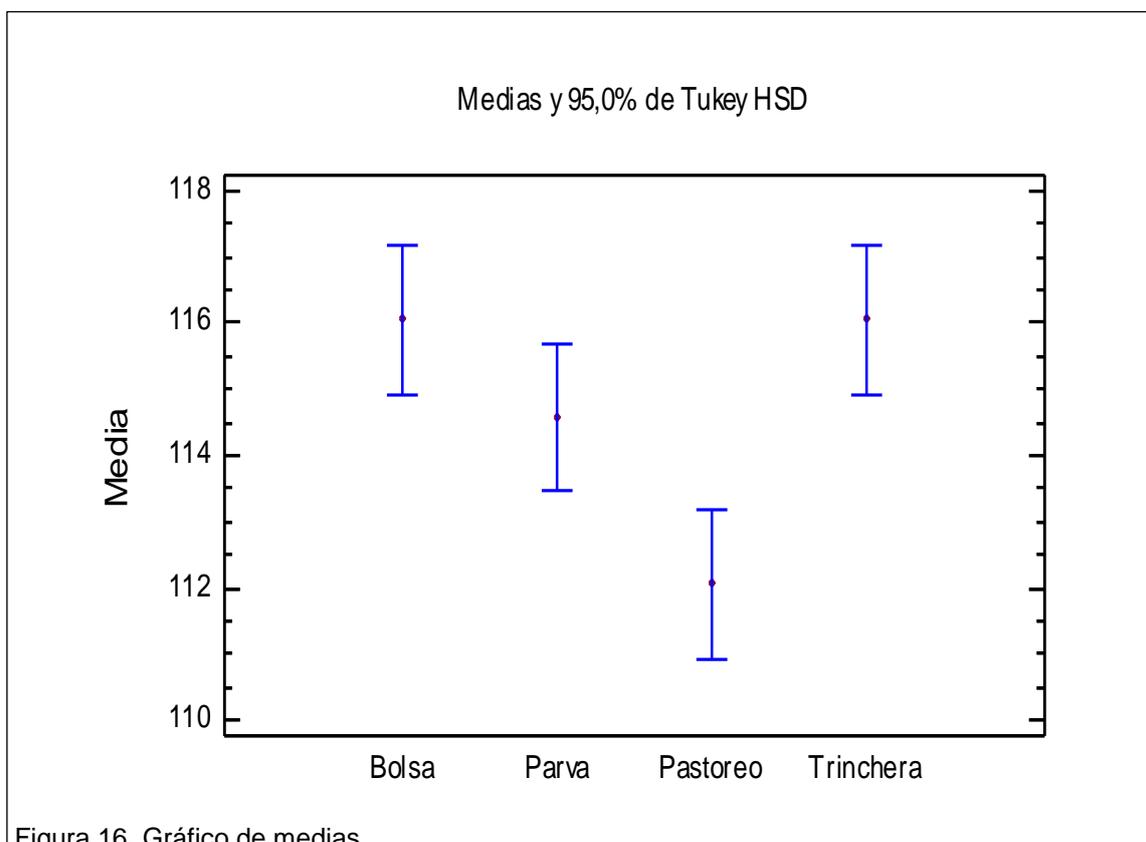
<i>Fuente</i>	<i>Suma de</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	74,8834	3	24,9611	10,77	0,0001
Intra grupos	55,6075	24	2,31698		
Total (Corr.)	130,491	27			

Trabajando con un nivel de confianza del 95%, es decir, un nivel de significancia del 5%, al igual que en la variable anterior, el valor de la prueba ANOVA es de 10,77 y el valor correspondiente a esta prueba es de 0,00011; como se trabajó con un nivel de significancia de un 5% y el valor de la prueba ANOVA es de 0,00011; (*Prueba estadística ANOVA – nivel de significancia = 0,00011 – 0,05 < 0*) se rechaza la hipótesis nula aprobando la hipótesis alternativa:

H<sub>1</sub>: En al menos 1 grupo de los terneros raza Brahman alimentados con maíz ensilado se obtiene una mayor ganancia de peso, talla y condición corporal respecto de la alimentación mediante pastoreo, con un 95% de confiabilidad.

Al igual que en el caso de la variable anterior, es necesario identificar el grupo de ensayo que alcanza una mayor altura de cruz, la prueba de Tukey ayuda a identificar el grupo que hace la diferencia:

La figura 16 representa gráficamente los intervalos los que se utilizan para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras.



“La tabla 24 identificada 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0” (Simbaña, 2015).

Tabla 24: Pruebas de Múltiple Rangos

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pastoreo	7	112,047	X
Parva	7	114,571	X
Trinchera	7	116,043	X
Bolsa	7	116,057	X

“La tabla 25 muestra la media para cada columna de datos. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar mancomunada entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces” (Simbaña, 2015).

Tabla 25: Medias con intervalos de confianza del 95,0%

			<i>Error Est.</i>		
	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>(s agrupada)</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
Bolsa	7	116,057	0,575323	115,218	116,897
Trinchera	7	116,043	0,575323	115,203	116,882
Parva	7	114,571	0,575323	113,732	115,411
Pastoreo	7	112,047	0,575323	111,208	112,887
Total	28	114,68			

“La tabla 26 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Tabla 26: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Bolsa - Trinchera		0,0142857	1,67925
Bolsa - Parva		1,48571	1,67925
Bolsa - Pastoreo	*	4,01	1,67925
Trinchera - Parva		1,47143	1,67925
Trinchera - Pastoreo	*	3,99571	1,67925
Parva - Pastoreo	*	2,52429	1,67925

\* indica una diferencia significativa.

La prueba de múltiples rangos muestra que existen diferencias estadísticamente significativas para el ensilaje Bolsa pastoreo, trinchera pastoreo y parva pastoreo, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula aprobando la hipótesis alternativa:

H<sub>1</sub>: En al menos 1 grupo de los terneros raza Brahman alimentados con maíz ensilado se obtiene una mayor ganancia de peso, talla y condición corporal respecto de la alimentación mediante pastoreo, con un 95% de confiabilidad.

### 5.3 Valoración de condición corporal

La condición corporal dentro de la investigación en el inicio demuestra similitudes a los resultados con las demás variables de ganancia de peso vivo y la altura a la cruz, pero presenta resultados superiores para el silo tipo bolsa y trinchera.

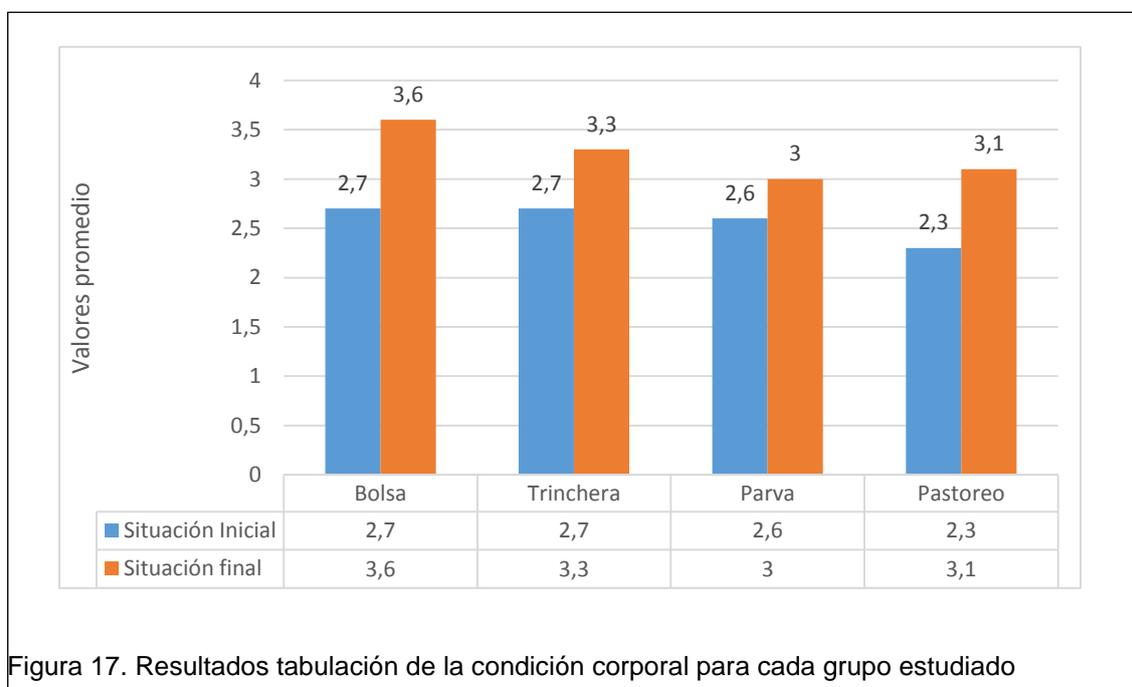


Figura 17. Resultados tabulación de la condición corporal para cada grupo estudiado

Los datos de la figura 17 fueron tomados del anexo 3.

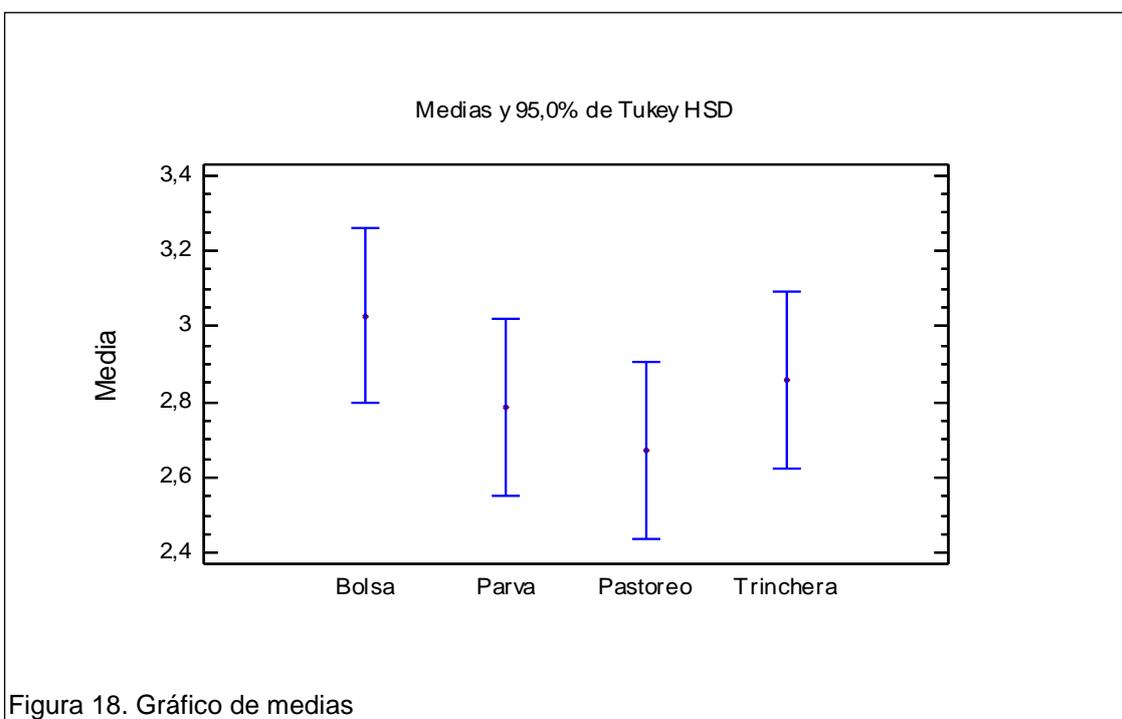
### 5.3.1 Análisis de la varianza de la variable condición corporal

La tabla 27 muestra varios estadísticos para cada una de las 4 columnas de datos, arrojando los siguientes resultados.

Tabla 27: Resumen estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Bolsa	7	3,02857	0,39036	12,8892%	2,5	3,6	1,1
Trinchera	7	2,85714	0,320713	11,225%	2,5	3,3	0,8
Parva	7	2,78571	0,260951	9,36746%	2,3	3,0	0,7
Pastoreo	7	2,67143	0,269037	10,0709%	2,3	3,1	0,8
Total	28	2,83571	0,324567	11,4457%	2,3	3,6	1,3

La figura 18 representa el gráfico de medias sobre la situación inicial y final de condición corporal, en este se aprecia que no existe una diferencia estadísticamente significativa marcada en los tratamientos ya que dichos tratamientos se cubren entres si, el método bolsa muestra una leve diferencia en contra del tratamiento tipo pastoreo pero no establece una diferencia marcada.



Al igual que en los casos anteriores, el análisis se efectuó para un nivel de significancia del 5%.

“La tabla 28 (ANOVA de condición corporal) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,58363, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Tabla 28: ANOVA de condición corporal

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0,47	3	0,156667	1,58	0,2193
Intra grupos	2,37429	24	0,0989286		
Total (Corr.)	2,84429	27			

“Para identificar el tratamiento(s) que muestran los mejores resultados, es necesario aplicar la prueba de múltiples rangos, la tabla 29 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se han identificado los grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0” (Simbaña, 2015).

Tabla 29: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pastoreo	7	2,67143	X
Parva	7	2,78571	X
Trinchera	7	2,85714	X
Bolsa	7	3,02857	X

La tabla 30 muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. En este caso no se ha colocado un asterisco, indicando que en las muestras no existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 30: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Bolsa – Parva		0,242857	0,463904
Bolsa – Pastoreo		0,357143	0,463904
Bolsa – Trinchera		0,171429	0,463904
Parva – Pastoreo		0,114286	0,463904
Parva – Trinchera		-0,0714286	0,463904
Pastoreo – Trinchera		-0,185714	0,463904

Nota: a) Indica una diferencia significativa.

La tabla 30 muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa para la evaluación de condición corporal en las muestras, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa aceptando la hipótesis nula:

H<sub>0</sub>: No se obtiene mayor ganancia de condición corporal en terneros raza Brahman de 6 meses alimentados con maíz ensilado respecto de la alimentación mediante pastoreo.

#### 5.4 Consumo de alimento

Tabla 31: Consumo y desperdicio de total de materia seca por tratamiento, %de desperdicio esperado y porcentaje de desperdicio real.

Tratamientos	Preparado	Consumido	Desp/día/ animal	Desperdicio	Lab %ms	%Desp esperado	%Des. real
<b>Bolsa</b>	1597	1339	<b>0,9kg</b>	258	<b>0,26</b>	7%	<b>10%</b>
<b>Trinchera</b>	1373	1125	<b>0,8kg</b>	248	<b>0,22</b>	18%	<b>18%</b>
<b>Parva</b>	1630	1309	<b>1,1kg</b>	321	<b>0,25</b>	24%	<b>20%</b>
<b>Total</b>	<b>4600</b>	<b>3099</b>		<b>1501</b>			
<b>Pastura</b>	<b>700,7</b>	<b>606,71</b>	<b>1kg</b>	<b>94</b>	<b>0,13</b>	20%	<b>13%</b>

La tabla 31 revela un mayor desperdicio de los animales tratados con silo tipo parva y los de pastura, mientras que el de menor desperdicio por parte de los animales fue el de ensilaje tipo trinchera con un promedio de 0,8 kgMS/día, seguido de los de ensilaje tipo bolsa con un desperdicio promedio de 0,9 kgMS/día. Según Cañequé y otros esto se debe a buenas características organolépticas que mantiene el ensilado en su proceso, dando buena palatabilidad a los animales y manteniendo valores nutricionales óptimos para

el desarrollo de los animales, Como se observa anteriormente el de mayor rechazo fue el ensilaje tipo parva debido a que no logra conservar estas características organolépticas en su totalidad.

## 5.5 Determinación bromatológica de los tres tipos de ensilaje

Al analizar los ensilajes el mayor porcentaje de proteína presento el T1 (Bolsa), con un 10.73 y el contraste con el menor porcentaje presenta en el ensilaje T3 (Parva).

Tabla 32: Composición bromatológica de los tres tipos de ensilaje y del tratamiento testigo.

Componentes %	Ensilaje			
	Pasto	Parva	Trinchera	Bolsa
Humedad	86,14	75,10	78,03	73,9
Materia Seca	13,86	24,90	21,97	26,10
Fibra	42,88	30,56	31,52	30,58
Proteína	9,3	9,70	9,84	10,73
Ácido láctico		65,11	60,49	60,11
Ácido acético		32,30	36,06	29,40
Ácido butírico		2,59	3,45	2,49
Nitrógeno amoniacal		3,05	4,01	3,72
pH		4,6	4,8	4,7

La fibra cruda, en promedio que se obtuvo de las materias primas fue de 42,88 % es relativamente mayor a los ensilajes de 30.88% estos datos son el resultado del análisis del laboratorio de bromatología.

### 5.5.1 Análisis de proteína

Para analizar el grado de proteína se procedió a evaluar cada uno de los cuatro grupos en estudio y compararlas entre sí, se utilizó el mismo esquema para los demás análisis.

“Para descubrir diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de ANOVA, La tabla 33 (ANOVA Bromatológico proteína) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual 6,92312E29, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba F

es menor que 0,05; existe una diferencia estadísticamente significativa para el nivel de proteína entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Tabla 33: ANOVA Bromatológico proteína

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	7,64592	3	2,54864	*****	0,0000
Intra grupos	0,0	24	0,0		
Total (Corr.)	7,64592	27			

Es necesario identificar qué tipos de ensilaje es el que marca la diferencia en proteína, la prueba de Tukey tabla 34, ayuda identificar el grupo que hace la diferencia:

Tabla 34: Prueba de múltiple rangos

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pastoreo	7	9,3	X
Parva	7	9,7	X
Trinchera	7	9,84	X
Bolsa	7	10,73	X

Nota: a) Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

La tabla 34 Identifica en todos los grupos homogéneos diferencias estadísticamente significativas ya que ninguno comparte le columna de X's. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0 (Simbaña, 2015).

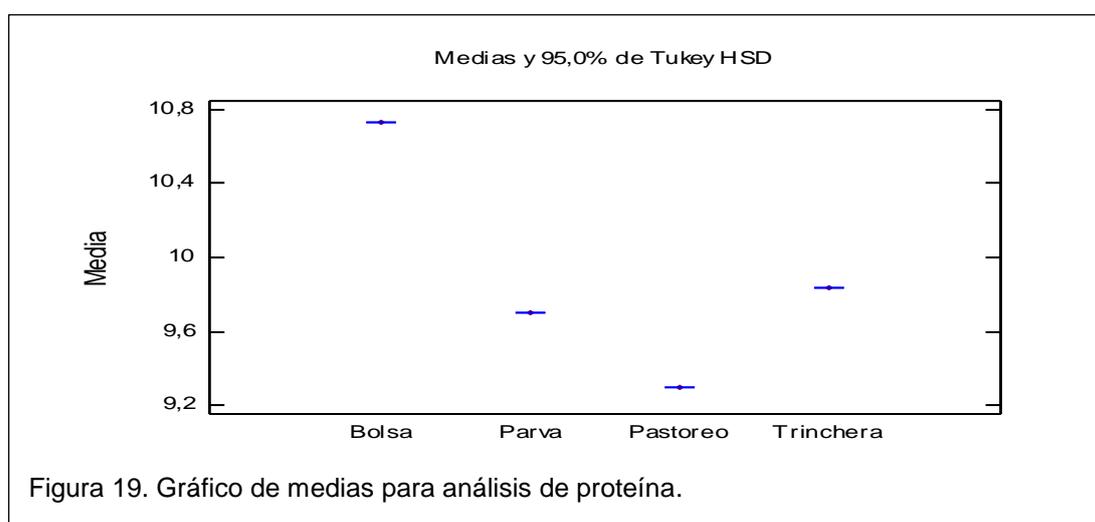
Tabla 35: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Bolsa- Parva	*	1,03	0,0
Bolsa- Pastoreo	*	1,43	0,0
Bolsa- Trinchera	*	0,89	0,0
Parva - Pastoreo	*	0,4	0,0
Parva- Trinchera	*	-0,14	0,0
Pastoreo- Trinchera	*	-0,54	0,0

Nota: a) Indica una diferencia significativa.

“Como se observa en la tabla 35 del análisis Tukey verifica entonces que existe una diferencia estadísticamente significativa de proteína entre ensilajes mediante el sistema de bolsa, trinchera y parva sobre el testigo (pastura), puesto que la diferencia de los promedios de medias establece como el de mejor grado proteico al ensilaje tipo bolsa, seguido del trinchera y el parva, cabe mencionar que el de tipo pastoreo no se queda muy atrás en referencia a los demás” (Simbaña, 2015).

La figura 19 que expresa un gráfico de medias, muestra la diferencia entre las medias de cada tratamiento referente a proteína.



La figura 19 identifica claramente una diferencia marcada en nivel de proteína tipo bolsa, seguidamente el nivel del ensilaje tipo trinchera con el parva muestran diferencias no tan alejadas seguidos del nivel proteico del de tipo pastura.

### 5.5.2 Análisis de fibra.

Al igual que en los casos anteriores, el análisis se efectuó para un nivel de significancia del 5%.

“La tabla 36 (ANOVA Bromatológico fibra) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,37517E31, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Tabla 36: ANOVA Bromatológico fibra

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	759,373	3	253,124	*****	0,0000
Intra grupos	0,0	24	0,0		
Total (Corr.)	759,373	27			

“Para identificar el tratamiento (s) que muestran los mejores resultados a nivel de fibra, es necesario aplicar la prueba de múltiples rangos, la tabla 37 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se han identificado los grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0” (Simbaña, 2015).

Tabla 37: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Parva	7	30,56	x
Bolsa	7	30,58	x
Trinchera	7	31,52	x
Pastoreo	7	42,88	x

La tabla 38 muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. En este caso se ha colocado un asterisco, indicando que en las muestras tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 38: Prueba de múltiple rangos

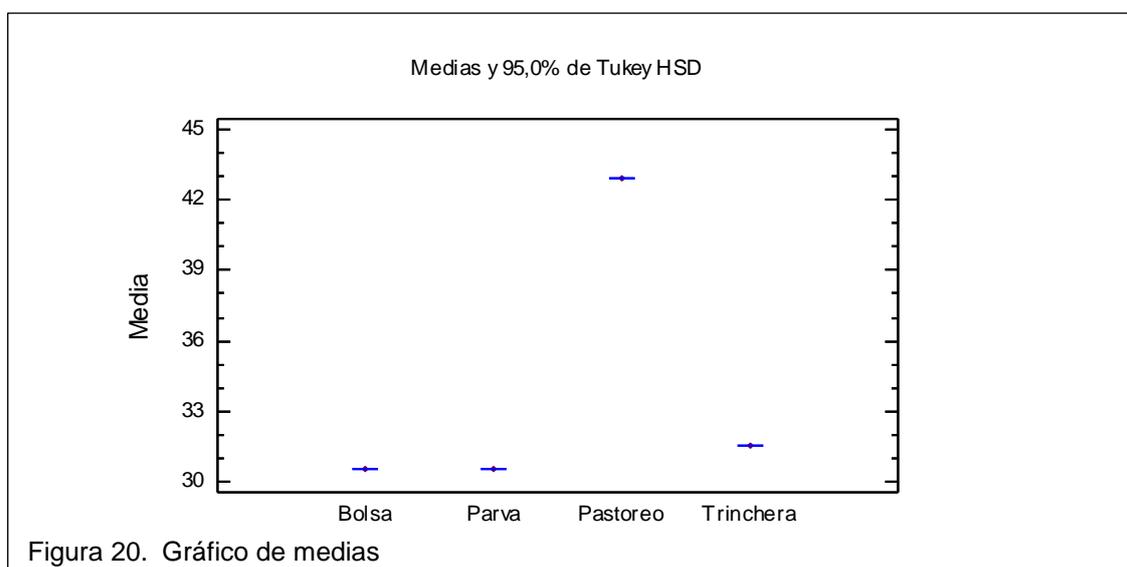
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Bolsa - Parva	*	0,02	0,0
Bolsa- Pastoreo	*	-12,3	0,0
Bolsa – Trinchera	*	-0,94	0,0
Parva - Pastoreo	*	-12,32	0,0
Parva- Trinchera	*	-0,96	0,0
Pastoreo - Trinchera	*	11,36	0,0

“La tabla 38 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras en fibra. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 6 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

“La figura 20 representa el gráfico de medias sobre los niveles de fibra cruda, en este se aprecia que existe una diferencia estadísticamente significativa marcada en los tratamientos ya que dichos tratamientos no se cubren entre sí, la alimentación de tipo pastoreo muestra una diferencia altamente significativa en contra del tratamiento tipo ensilaje, dentro de las muestras analizadas en los ensilaje el de alto valor en fibra fue el de tipo trinchera, mientras que los de tipo bolsa y de tipo parva mostraron valores aproximadamente similares” (Simbaña, 2015).

### 5.5.3 Análisis de materia seca.

Al igual que en los casos anteriores, el análisis se efectuó para un nivel de significancia del 5%.



“La tabla 39 (ANOVA Bromatológico materia seca) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2,88829E31 es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95,0% de confianza” (Simbaña, 2015).

Tabla 39: ANOVA Bromatológico materia seca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	637,968	3	212,656	*****	0,0000
Intra grupos	0,0	24	0,0		
Total (Corr.)	637,968	27			

“Para identificar el tratamiento(s) que muestran los mejores resultados a nivel de de materia seca, es necesario aplicar la prueba de múltiples rangos, la tabla 40 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se han identificado los grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a “0 (Simbaña, 2015).

Tabla 40: Comparación múltiple para determinar medias significativamente diferentes

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Pastoreo	7	13,86	X
Trinchera	7	21,97	X
Parva	7	24,9	X
Bolsa	7	26,1	X

La tabla 41 muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. En este caso no se ha colocado un asterisco, indicando que en las muestras no existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 41: Prueba de múltiple rangos

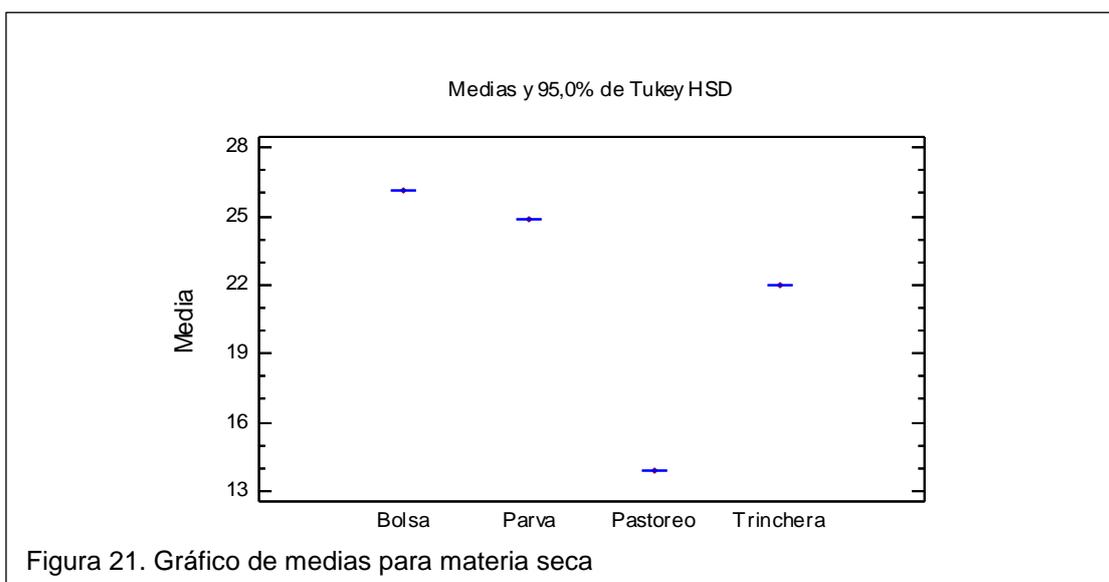
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Bolsa- Parva	*	1,2	0,0
Bolsa- Pastoreo	*	12,24	0,0
Bolsa- Trinchera	*	4,13	0,0
Parva- Pastoreo	*	11,04	0,0
Parva- Trinchera	*	2,93	0,0
Pastoreo- Trinchera	*	-8,11	0,0

La tabla 41 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras en materia seca. La tabla 41 muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 6 pares indica que estos pares

muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza (Simbaña, 2015).

“La figura 21 representa el gráfico de medias sobre los niveles de materia seca, en este se aprecia que existe una diferencia estadísticamente significativa marcada en los tratamientos ya que dichos tratamientos no se cubren entre sí, las muestras de tipo ensilaje muestran valores aproximadamente similares dentro de la materia seca ya que fueron cosechados en un periodo determinado de tiempo, pero el de tipo parva muestra valores superiores para el de tipo trinchera debido que al no tener una estructura firme en sus lados la temperatura tiende a incrementarse produciendo una oxidación más rápida que la del de tipo trinchera, el pastoreo se mantiene dentro de los rangos esperados en las pasturas del trópico” (Simbaña, 2015).

#### 5.5.4 Composición microbiológica de los tres tipos de ensilajes.



Los resultados obtenidos respecto a aerobios mesófilos se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 42: Composición microbiológica de los tres ensilajes

Parámetros	Ensilaje Parva	Ensilaje Trinchera	Ensilaje Bolsa
Aerobios mesófilos	31 UFC/gr	55 UFC/gr	39 UFC/gr
Hongos	14 UFC/gr	30 UFC/gr	68 UFC/gr
Coliformes	0 UFC/gr	0 UFC/gr	0 UFC/gr

Nota: a) UFC Unidades de colonia x 10<sup>3</sup>

En cuanto a los aerobios mesófilos, se observa que la mayor presencia de los mismos se encontró en el ensilaje trinchera, en segundo lugar en el tipo bolsa y por último en el tipo parva. En cuanto a hongos la mayor presencia estuvo en el tipo bolsa, con un 68 UFC/ por gramo. En segundo lugar el ensilaje trinchera con 30 UFC por gramo y en tercer lugar el ensilaje tipo parva con 14 UFC por gramo.

El producto obtenido es un alimento de consistencia jugosa, coloración café oscura y de gran aceptación por parte de los animales. Los fenómenos fermentativos sufridos en los diferentes ensilajes se ven reflejados por los valores en el pH que estos presentan siendo el de mejor olor, palatabilidad y aceptación por parte de los animales el ensilaje de tipo bolsa, siguiendo en segundo lugar el ensilaje tipo trinchera, y por último el ensilaje de tipo parva, llegando a una situación de estos dos últimos de menor aceptación debido al olor que afecta la palatabilidad.

Se observa que no se presentan coliformes en ninguno de los ensilajes del estudio.

## **5.6 Análisis financiero**

El análisis financiero se realizó siguiendo el siguiente orden:

- Inversiones
- Ingresos proyectados
- Costos
- Gastos
- Estados financieros
- Análisis financiero
  - VAN
  - Relación Beneficio/costo

### 5.6.1 Análisis de las inversiones

Para realizar el proyecto, se consideraron las siguientes inversiones:

Tabla 43: Detalle de inversiones

Inversiones	Bolsa	Trinchera	Parva	Pastoreo
N° Novillos	3	3	3	3
Peso total inicial (kilos)	632	641,9	670,7	600
Valor kilo (pie vivo)	1,55	1,55	1,55	1,55
Valor total en u\$	979,60	994,95	1039,59	930,00
Semilla Agripac Brazilia	15	15	15	0
Total Inversiones	994,60	1009,95	1054,59	930,00

Nota: a) Se estimó la libra de carne en pie vivo a 0,70 centavos.

b): Se consideró 1 libra = 0,45 Kilos

### 5.6.2 Costos

Tabla 44: Detalle de costos, valores expresados en USD

Costos directos	Bolsa	Trinchera	Parva	Pastoreo
Preparación de suelo				
Tractor y operario	15	15	15	0
Siembra				
Mano obra directa	16	16	16	0
Control de maleza				
Herbicida	4	4	4	0
Mano de obra directa	4	4	4	0
Control de plagas				
Insecticida	16,67	16,67	16,67	0
Mano de obra directa	8	8	8	0
Abono y fertilización				
18-46-0	28,33	28,33	28,33	0
Urea	12,67	12,67	12,67	0
Aporque mecanizado				
Tractor y operario	15	15	15	0
Total siembra	119,67	119,67	119,67	0,00
Cosecha				
Proceso de ensilado				
Tractor, picadora, operario	200	200	200	0
Total cosecha	200	200	200	0
Total costos	319,67	319,67	319,67	0,00

### 5.6.3 Gastos

Tabla 45: Detalle de gastos ensilaje tipo bolsa

Bolsa	Cantidad	P(unitario)	Total
Fundas	140	\$0,40	\$56,00
Silo pack	2 días	\$80,00	\$160,00
Melaza	2 Galones	\$15,00	\$30,00
Mano de obra	4 personas x 3 días	\$12,00	\$144,00
Arriendo tierra	0,33 Hc. X 3 meses		\$16,67
Arriendo casa y bodega			\$120,00
Total gastos bolsa			<b>\$526,67</b>

Tabla 46. Detalle de gastos ensilaje tipo trinchera

Trinchera	Cantidad	Valor unitario	Total
Pala mecánica	1	\$30,00	\$30,00
Madera	12	\$1,00	\$12,00
Plástico	2	\$80,00	\$160,00
Llantas	10	\$0,50	\$5,00
Melaza	2 Galones	\$15,00	\$30,00
Mano de obra	4 personas x 3 días	\$12,00	\$144,00
Arriendo tierra	0,33 Hc. X 3 meses		\$16,67
Arriendo casa y bodega			\$120,00
Total			<b>\$517,67</b>

Tabla 47: Detalle de gastos ensilaje tipo Parva

Parva	Cantidad	Valor unitario	Total
Plástico	2	\$80,00	\$160,00
Llantas	10	\$0,50	\$5,00
Madera	16	\$1,00	\$16,00
Melaza	2 Galones	\$15,00	\$30,00
Mano de obra	4 personas x 3 días	\$12,00	\$144,00
Arriendo tierra	0,33 Hc. X 3 meses		\$16,67
Arriendo casa y bodega			\$120,00
Total			<b>\$491,67</b>

Tabla 48: Detalle de gastos pastoreo

Pastoreo	Cantidad	Valor unitario	Total
Alambre de púas	2	50	\$100,00
Cerca eléctrica	1	300	\$300,00
Postes	10	1,5	\$15,00
Mano de obra	4 persona x 3 días	12	\$144,00
Arriendo tierra	0,33 Hc. X 3 meses		\$16,67
Arriendo casa y bodega			\$120,00
Total			<b>\$695,67</b>

## 5.7 Estado de resultado por tipo de ensilaje

Tabla 49. Estado de resultado por tipo de ensilaje

Ensilaje tipo bolsa		Ensilaje tipo trinchera		Ensilaje tipo parva		Pastoreo	
Total kilos peso final	\$ 760,00	Total kilos peso final	\$ 744,50	Total kilos peso final	\$ 754,50	Total kilos peso final	\$ 671,00
Precio	\$ 1,55	Precio	\$ 1,55	Precio	\$ 1,55	Precio	\$ 1,55
Total ingresos	\$ 1.178,00	Total ingresos	\$ 1.153,98	Total ingresos	\$ 1.169,48	Total ingresos	\$ 1.040,05
<b>Costos</b>		<b>Costos</b>		<b>Costos</b>		<b>Costos</b>	
Preparación de suelo		Preparación de suelo		Preparación de suelo			
Tractor y operario	\$ 15,00	Tractor y operario	\$ 15,00	Tractor y operario	\$ 15,00		
<b>Siembra</b>		<b>Siembra</b>		<b>Siembra</b>			
Mano obra directa	\$ 16,00	Mano obra directa	\$ 16,00	Mano obra directa	\$ 16,00		
Control de maleza		Control de maleza		Control de maleza			
Herbicida	\$ 4,00	Herbicida	\$ 4,00	Herbicida	\$ 4,00		
Mano de obra directa	\$ 4,00	Mano de obra directa	\$ 4,00	Mano de obra directa	\$ 4,00		
Control de plagas		Control de plagas		Control de plagas			
Insecticida	\$ 16,67	Insecticida	\$ 16,67	Insecticida	\$ 16,67		
Mano de obra directa	\$ 8,00	Mano de obra directa	\$ 8,00	Mano de obra directa	\$ 8,00		
Abono y fertilización		Abono y fertilización		Abono y fertilización			
"18-46-0	\$ 28,33	"18-46-0	\$ 28,33	"18-46-0	\$ 28,33		
Urea	\$ 12,67	Urea	\$ 12,67	Urea	\$ 12,67		
Aporque mecanizado		Aporque mecanizado		Aporque mecanizado			
Tractor y operario	\$ 15,00	Tractor y operario	\$ 15,00	Tractor y operario	\$ 15,00		
Total siembra	\$ 119,67	Total siembra	\$ 119,67	Total siembra	\$ 119,67		
<b>Cosecha</b>		<b>Cosecha</b>		<b>Cosecha</b>			
Proceso de ensilado		Proceso de ensilado		Proceso de ensilado			
Tractor, picadora, operario	\$ 200,00	Tractor, picadora, operario	\$ 200,00	Tractor, picadora, operario	\$ 200,00		
Total cosecha	\$ 200,00	Total cosecha	\$ 200,00	Total cosecha	\$ 200,00		
Total costos	\$ 319,67	Total costos	\$ 319,67	Total costos	\$ 319,67	Total costos	\$ -
Margen bruto	\$ 858,33	Margen bruto	\$ 834,31	Margen bruto	\$ 849,81	Margen bruto	\$ 1.040,05
<b>Gastos</b>		<b>Gastos</b>		<b>Gastos</b>		<b>Gastos</b>	
Fundas	\$ 56,00	Pala mecánica	\$ 30,00	Plástico	\$ 160,00	Alambre de púas	\$ 100,00
Silo pack	\$ 160,00	Madera	\$ 12,00	Llantas	\$ 5,00	Cerca eléctrica	\$ 300,00
Melaza	\$ 30,00	Plástico	\$ 160,00	Madera	\$ 16,00	Postes	\$ 15,00
Mano de obra	\$ 144,00	Llantas	\$ 5,00	Melaza	\$ 30,00	Mano de obra	\$ 144,00
Arriendo tierra	\$ 16,67	Melaza	\$ 30,00	Mano de obra	\$ 144,00	Arriendo tierra	\$ 16,67
Arriendo casa y bodega	\$ 120,00	Mano de obra	\$ 144,00	Arriendo tierra	\$ 16,67	Arriendo casa y bodega	\$ 120,00
Total gastos bolsa	\$ 526,67	Arriendo tierra	\$ 16,67	Arriendo casa y bodega	\$ 120,00	Total gastos pastoreo	\$ 695,67
		Arriendo casa y bodega	\$ 120,00	Total gastos parva	\$ 491,67		
		Total gastos trinchera	\$ 517,67				
Utilidad	\$ 331,67	Utilidad	\$ 316,64	Utilidad	\$ 358,14	Utilidad	\$ 344,38
Rentabilidad Contable	<b>28%</b>		<b>27%</b>		<b>31%</b>		<b>33%</b>

## 5.8 Cálculo de costo de capital

Para realizar el análisis financiero es necesario conocer el costo de capital del proyecto, puesto que la inversión inicial es baja para cada grupo estudiado (tabla 43), se decidió financiar el proyecto solo con capital propio, como tasa por riesgo, se consideró el promedio de la inflación del país en los últimos 6 años de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 50: Inflación del país de los últimos 6 años

Inflación	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tasa	4,31%	3,33%	5,41%	4,16%	2,70%	3,67%
Promedio	3,93%					

De esta forma, el costo de capital para cada grupo estudiado es:

Tabla 51: Costo de capital

Financiamiento	Costo de oportunidad	Costo total
Aporte propio	7%	7,00%
Tasa por riesgo		3,93%
Total		10,93%

El costo de oportunidad del aporte propio fue tomado de la tasa pasiva bancaria a un año plazo.

El costo de oportunidad se calculó a un año, sin embargo el proyecto solo dura 3 meses, por lo tanto, se trabajó con un tasa del 2,73% para actualizar los flujos:

$$\text{Costo de capital a tres meses} = \frac{10,93}{4} = 2,73\%$$

**(Ecuación 4)**

## 5.9 Flujo de caja para cada grupo estudiado

Tabla 52: Flujo de caja por grupo estudiado

Concepto	Ensilaje tipo bolsa	Ensilaje tipo trinchera	Ensilaje tipo parva	Pastoreo
Inversión inicial	\$-994,60	\$ -1.009,95	\$ -1.054,59	\$ -930,00
Utilidad	\$331,67	\$316,64	\$358,14	\$344,38
Flujo neto	\$-662,93	\$-693,30	\$-696,44	\$-585,62

### 5.9.1 Cálculo del VAN

Para calcular el VAN se utilizó la siguiente fórmula:

$$VAN = \frac{\sum \text{Flujos}}{(1+i)^n} - \text{Inversión inicial}$$

Donde  $i$  es la tasa de costo de capital (2,73%)

**(Ecuación 5)**

Tabla 53: Valor actual neto

Concepto	Ensilaje tipo bolsa	Ensilaje tipo trinchera	Ensilaje tipo parva	Pastoreo
Inversión inicial	\$ -994,60	\$-1.009,95	\$-1.054,59	\$-930,00
Utilidad	\$331,67	\$316,64	\$358,14	\$344,38
Flujo neto	\$-662,93	\$-678,28	\$ -696,44	\$-585,62
Tasa de actualización	2,73%	2,73%	2,73%	2,73%
Flujo actualizado	322,85	308,22	348,62	335,23
VAN	\$-671,75	\$-701,72	\$-705,96	\$-594,77

Se aprecian VAN negativos para cada grupo estudiados, sin embargo el grupo que presenta menores pérdidas es el de pastoreo producto de la ausencia de costos fijos en el tratamiento.

### 5.9.2 Relación beneficio costo

La relación B/C se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación } \frac{B}{C} = \frac{\sum \frac{\text{Ingresos}}{(1+i)^n}}{\sum \frac{\text{Costos}}{(1+i)^n}}$$

**(Ecuación 6)**

Tabla 54. Relación Beneficio/Costo

Tipo de ensilaje	Relación B/C
Bolsa	1,39
Trinchera	1,38
Parva	1,44
Pastoreo	1,50

En el análisis financiero, se puede concluir que el sistema de ensilaje tipo parva es el más rentable por el menor gasto que provoca (los costos son iguales para todos los tipos de ensilaje), sin embargo si se evalúa la relación beneficio/

costo, es el pastoreo el más conveniente dada la ausencia de costos que este tiene, la relación beneficio/costo evalúa la utilidad que obtiene el proyecto por cada dólar invertido, en el caso del pastoreo, por cada dólar invertido se obtienen \$1,5; lo que concuerda con la rentabilidad contable calculada (Utilidad/ingresos).

## 6 CONCLUSIONES

1. En los resultados de los tipos ensilaje se evidencian las condiciones de los animales, en términos de peso, altura en cruz y condición corporal. Aquí también se observan diferencias en los resultados de cada tratamiento. En efecto, al final de los 90 días de tratamiento se observa en los terneros bajo ensilaje tipo bolsa una determinante ganancia de 42,679 kg., con una ganancia promedio día de 0,474 kg/animal/día y como menor ganancia al testigo con una acumulación de peso promedio de 23,670 kg. y una ganancia promedio de 0,263 kg/animal/día, debemos acentuar que a pesar de los contrastes ente los tratamientos de ensilaje de maíz tipo bolsa y el de tipo pastura se encuentran dentro de los rangos según (Depetris, 2013) donde menciona los rangos de ganancia diaria de peso real actual es de 0,860 – 0,458 kg/día bajo la utilización de ensilaje de maíz en diferente grado proteico bajo fermentación ácido láctico (Tabla 10). En lo que se refiere a la variable de la altura a la cruz, todos los animales tratamientos al inicio abordan valores similares entre los rangos 111,9 – 114,7 cm., al final de la investigación los tratamientos que presentaron mejores resultados fueron el de tipo bolsa y el de ensilaje tipo trinchera con una altura promedio de 118,7 y 117,7 cm. respectivamente, los valores de los tratamientos tipo parva y pastura desarrollaron un incremento similar pero de forma más lenta. La condición corporal de todos los tratamientos fueron homogéneos a un rango de 2,6 - 2,8; claramente al inicio de la investigación se pudo observar un decaimiento de condición corporal en la mayoría de tratamientos por estrés y cambio de dieta, al final de la investigación se pudo determinar en el análisis de datos que no existe una diferencia estadísticamente significativa, pero moderadamente se evidencio que la mejor condición corporal la tuvieron los animales de silo bolsa con rango de 3,5 – 3,8 y el menor el de tipo parva con un rango en los animales de 2,8 – 3,0 en el final de la investigación.

2. Se logró concluir que el porcentaje de desperdicio es influenciado directamente por el porcentaje de materia seca al momento de corte; cosecha y manufactura de los silos, ya que esto define las características organolépticas del ensilaje, los animales con silo tipo parva y los de pastura fueron los que mostraron dificultad de alimentarse y por ende más desperdicio, mientras que el de menor desperdicio por parte de los animales fue el de ensilaje tipo trinchera con un promedio de 0,8 kgMS/día, seguido de los de ensilaje tipo bolsa con un desperdicio promedio de 0,9 kgMS/día, además, se concluyó que los porcentajes de desperdicios de materia seca en los tratamiento tanto producidos por los animales como en el momento de la fabricación de los mismos fue de un 20% en el ensilaje tipo parva, seguido del ensilaje tipo trinchera de un 18% y por ultimo menos esperado el de silo tipo bolsa con un 10% de desperdicio que fue influenciado por la calidad de fundas y astillas que cortaban la bolsa al momento del empaque, por último, el consumo de los animales estuvo dentro de lo esperado en la presente investigación que fue de un promedio 5,3 kgMS/día/animal, es el motivo por la cual se alcanzaron parámetros productivos óptimos acorde a cada tratamiento. La mejor conversión alimenticia total la presenta la del tipo bolsa con 20,29 kgMS/kg GPV, el resto de tratamientos no difiere estadísticamente sino numéricamente el mejor entre ellos es el de trinchera con 45,18 kgMS/kg. GPV y la menos eficiente conversión es la del pastoreo con 67,10 kgMS/kg. GPV
3. De acuerdo a los exámenes bromatológicos se logró comprobar que la mejor característica la tiene el ensilaje tipo bolsa debido a que se lo realiza en forma individual y su estabilización es más rápida que el de todas las técnicas, los demás tratamientos no difieren en gran parte con su porcentaje de proteína pero si en el de materia seca siendo el de menor porcentaje el de tipo trinchera con un 21,97% de MS y el de mayor el de silo bolsa con 26,10% de MS. Respecto al examen de microbiología se encontró que el de mayor presencia en anerobios

mesofilos fue el de silo trinchera debido a la concentración de temperatura producida por la alta concentración de azúcares de la planta, de la misma forma el incremento de hongos en las muestras de silo bolsa determino de manera atenta que la maquina debe desinfectarse después de su uso para prevenir el incremento de hongos dentro de la bolsa.

4. Los costos de los tres tipos de silos fueron diferentes, ya que implican la utilización de distintas técnicas y el empleo de material y maquinaria diversa. El ensilaje tipo parva es el de menor costo \$550,57, seguido del silo trinchera por \$568,17 y en tercer lugar el silo bolsa con \$574,29, la investigación demostró que a la larga es una inversión que redundo en mayor beneficio en peso del bovino a la hora de la venta. También se pudo determinar que las técnicas se apegan a las condiciones de cada ganadero, pero claramente en el presente proyecto se determinó la diferencia entre la calidad de las técnicas de ensilaje, lo cual nos hace concluir que la forma y la técnica son principios importantes en la fabricación del ensilaje, cabe recalcar que siempre representara una inversión inicial significativa hacia el productor. Los porcentajes de ganancia tienden a mostrar una realidad significativa para el ensilaje tipo trinchera ya que al ser una inversión fija representa mayores beneficios a futuro en calidad, porcentaje de desperdicio y conversión alimenticia en comparación con ensilaje tipo bolsa que mantiene su rubro de gasto a los largo de la manufactura del ensilaje.
  
5. Mediante los análisis estadísticos realizados se puede concluir en forma general que los ensilajes de maíz son superiores, en relación a las variables analizadas, al sistema de pastoreo. Adicionalmente dentro de los ensilajes de maíz se identificó que el sistema de ensilaje de tipo parva es el que se destaca por sus valores altos de beneficio costo y bajos niveles de desperdicio, seguido por el sistema de tipo bolsa y finalmente el tipo trinchera.

## 7 RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos en los individuos experimentales (peso, altura y condición corporal) podemos decir que los tres tipos de silo son estadísticamente iguales, pero considerando los análisis de beneficio costo y el bromatológico, se identifica que el ensilaje tipo parva sería el más recomendable por sus valores obtenidos.
2. Los dos tratamientos de mayor significancia en GPV, altura a la cruz y condición corporal fueron los de ensilaje tipo trinchera y tipo bolsa, por esta razón se debe tomar en cuenta su aplicación en la parroquia de Selva Alegre y su entorno como alternativa forrajera para el engorde de novillos de carne, considerando un previo análisis costo beneficio ya que estas dos técnicas requieren de un costo inicial que debe ser estudiando antes de empezar la elaboración y el desarrollo de un proceso de alimentación a base de ensilaje sobre bovinos.
3. Que se debe implementar un sistema de control y seguimiento de temperatura y ambiente para favorecer la siembra y cosecha del maíz, así también para que la recepción de animales no se vea afectada de manera drástica en el tiempo de adaptación, a razón de esta última recomendamos más investigaciones del impacto de la alimentación del ensilaje de maíz en diferentes etapas de edad dentro de los bovinos de engorde en sub trópico.
4. Se recomienda que el trabajo de campo debe estar incorporado a los laboratorios y se debe trabajar de forma conjunta para evitar pérdidas de calidad nutricional y de desperdicios de materia vegetal en la manufactura del ensilaje y la alimentación de los animales.

5. En esta investigación se mostraron resultados que deben ser ampliados he investigados con mayor profundidad y con diferentes variables para reforzar la eficiencia del ensilaje como una alternativa forrajera que puede traer grandes beneficios para productor ganadero.

## REFERENCIAS

- Acevedo, E. (2005). *Fisiología del rendimiento del maíz*. Chile: Universidad de Chile.
- Allipe, H., & Satorre, O. (1998). *Análisis de la ganadería en planteos mixtos*. Santiago, Argentina: AACREA.
- Alonso, A. (2005). *Necesidades de agua en el cultivo de Maíz*. Valladolid, España: INEA.
- Alvarado, J. (2002). *Respuesta en invernadero de maíz al azufre en dos suelos del estado de Puebla, México*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). *Mejoramiento genético del ganado bovino en Ecuador*. Quito: Ministerio de Agricultura.
- Buxade, C. (2009). *Zootecnia, bases de producción animal*. Madrid: Mundi prensa.
- Cañeque, & Sancha. (1998). *Ensilaje de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes*. España: Mundi-prensa.
- Castro, Á. (2012). *La ganadería de carne*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Cazares, L. (2010). *Producción y comercialización asociativa de leche en la zona de Intag-Imbabura*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- CEDAF. (1998). *Cultivo del maíz*. Santo Dom. Rep. Dominicana: CEDAF.
- Cultura empresarial ganadera. (s.f.). *Identificación de la línea de leche en el grano de maíz*. Recuperado el 27 Marzo de 2015 <https://www.culturaempresarialganadera.org>
- Cuesta, P. (2011). *Producción y utilización de recursos forrajeros*. Costa Rica: Corpoica.
- De Leon, M., & Giménez, R. (2014). *Autoconsumo de ensilaje: Como asegurar un buen resultado*. Santiago: INTA.
- Depetris, G. (2013). *Uso del ensilaje de planta entera en la alimentación de vacunos para carne en pastoreo y feedlot*. Buenos Aires, Argentina: INTA.

- Fassio, A., Carriquiry, A., Tojo, C., & Romero, R. (2013). *Maiz: aspectos sobre fenología*. Uruguay: INIA.
- Filigrana, D. (2009). *Silos y tanques en concreto reforzado*. Colombia: Programa editorial.
- Garcés, A., Berrio, L., & Ruiz, S. (2004). *El ensilaje como fuente de alimentación para el ganado*. Colombia: Marín Vieco Ltda.
- García, F. (2008). *Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo del maíz*. Cordova: IPNI.
- Gaspar, L., & Tejerina, W. (2008). *Fertilización del cultivo de maíz*. Argentina: Agro estrategias consultores.
- Gil, F. (2011). *Energía y mecanización en agricultura*. Venezuela: Universidad Central.
- Giraldo, G., Argel, P., & Burgos, C. (2014). *Ensilaje de Forrajeras en Bolsas Plásticas*. Recuperado el 20 de 02 de 2015, de TECA FAO: [teca.fao.org/sites/default/files/.../ENSILAJE%20EN%20BOLSAS.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/.../ENSILAJE%20EN%20BOLSAS.pdf)
- Gomez, L. (2002). *Eficiencia del uso del nitrógeno en maíz*. Mexico: Terra Latinoamericana.
- Hipp, A. (2014). *El maíz, por dentro y por fuera*. New York: Buenas letras.
- Huertas, M. (2002). *Bibliografía agrícola de América Central*. Costa Rica: IICA.
- INIAP. (2008). *Manejo integrado del cultivo del maíz*. Ecuador: Iniap.
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. (2008). *Repoblamiento y fomento de la ganadería bovina en el litoral central de Ecuador*. Quito: Ministerio de Agricultura.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (s.f.). *Redatam*. Recuperado el 19 de Octubre de 2015, de Redatam: <http://www.redatam.inec.gov.ec>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (s.f.). *INIAP*, 2015. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/web/maiz/>
- Jara, J., & Valenzuela, A. (1998). *Desarrollo de sistemas de riego en el secano interior y costero. Componente Nacional: Capacitación y difusión de tecnologías de riego*. Chillán, México: Universidad de Concepción.
- Korsakov, R., Rubio, G., & Lavado, R. (2008). *Destino del nitrógeno del fertilizante en un cultivo de maíz*. Georgia: INPI.

- Lanza, R. (2010). *Miseria, cambio y progreso en el antiguo régimen*. Cantabria: Publican.
- Leon, M. (2010). *Herencia cultural de Mexico*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- Lobo, M., & Diaz, O. (2010). *Agrostología*. Costa Rica: EUNED.
- MAGAP. (s.f.). *Producción nacional de maíz en el Ecuador*. Recuperado el 19 de Febrero de 2015. <http://sinagap.agricultura.gob.ec/>
- Martinez, J., Vasquez, M., & Santana, R. (2010). Congreso internacional de agronomía. (págs. 45-47). Mexico: Universidad Juarez del estado de Durango.
- Melgar, R., & Torres, M. (2009). *Manejo de la fertilización en Maíz*. Buenos Aires, Argentina: Pergamino INTA.
- Mier, M. (2009). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica en ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero*. Cordoba: Universidad de Cordoba.
- Ojeda, F. (2014). *Técnicas de cosecha y de ensilado*. Recuperado el 14 de Enero de 2014, de <http://www.fao.org/docrep/005/x8486s/x8486s0a.htm>
- Organizacion de las naciones unidas para la alimentación. (2012). *El maíz*. Brasil: FAO.
- Ospina, J. (2010). *Características físico mecánicas y calidad de los granos*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Paliwal, R. (2011). *Origen, evolución y difusión del maíz*. Roma: FAO.
- Pavan, E. (2014). *Obtención de carnes de calidad en sistemas pastoriles*. Buenos Aires, Argentina: INTA.
- Peñagaricano, J., Arias, W., & LLaneza, N. (2009). *Ensilaje, manejo y utilización de las reservas forrajeras*. Argentina: Editorial Hemisferio Sur.
- Revista El Agro. (2014). Arroz y Maiz con grandes expectativas de siembra . *El Agro*, 26.
- Ritchie, S., Hanway, J., & Benson, G. (2002). Como se desarrolla una planta de maíz. *Reporte Especial No.48 Iowa State University* , 23.
- Rodriguez, P. (2010). *Los procesos microbiológicos en la actividad agropecuaria*. Cuba: Universidad Oriente.

- Ruiz de Huidobro, S., Lopez, D., & Cañeque, V. (2000). *Investigación agraria*. EEUU: Cornell University.
- Sanchez, H. (2004). *Manual tecnológico del maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas en Huara*. Lima: Chavez, J.
- Serratos, A. (2011). *Flujo genético entre el maíz, variedades locales*. Mexico: CIMMYT.
- Serratos, A., & Espinoza, A. (2013). *El maíz transgénico en Mexico*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- Simbaña, F. (2015). *Evaluación de ensilaje de maíz con tres técnicas forrajeras parva, trinchera y silo bolsa, para la crianza de terneros en la zona de Selva Alegre - Imbabura*. Quito: UDLA.
- Solano, D. (2012). *Producción de ensilaje de maíz como suplemento para ganado lechero en Vinchoa*. Quito: Universidad San Francisco.
- Stephen, J., & Smith, A. (1984). *Conservación de forrajes*. Guatemala: ITCA.
- Taba, S. (2013). *Recursos genéticos del maíz*. Mexico: Cimmyt.
- Toledo, R. (2014). *Etapas del desarrollo del cultivo del maíz*. Mexico: F. C. A. .
- Torres, I. (2009). *Agrociencia*. Argentina: Escuela Nacional de Agricultura.
- Van Itersum, M., & Geijn, V. D. (2014). *Perspectivas agronómicas*. Amsterdam: Elsevier.
- Velarde, C. (2008). *Manejo de sistemas de producción de carne en el trópico*. Costa Rica: Catie.
- Vieria Da, C. (2009). *Conservajao de ferragem. Pesquisador da empresa pernambucana de pesquisa agrpecuaria (IPA)*. Brasilia: UFRPE.
- Villavicencio, M. (2012). *Cultivos para la alimentación animal en sistemas de producción bovina*. Colombia: Ministerio de Agricultura.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Incremento de ganancia de peso en kilogramos

Incremento de ganancia de peso en kilogramos.

TRATAMIENTOS	Inicial	Adap	Día 15	Día 31	Día 48	Día 68	Día 83	Día 97
BOLSA	205,4	210	217	224	229	235	242	250
	220,3	225	233,5	241	248,5	256	261	266
	206,3	210	218	227,6	230,5	232,5	237	244
TRINCHERA	192,8	197	203,6	210	215	221	226	231
	236,9	241	247	252	256	258,5	262	267,5
	212,2	216	222,5	229,5	234	237	241	246
PARVA	237,8	243	247	252	255	256	260	264,5
	227,0	230	236	240,5	245,4	249	253	256
	205,9	210	215,5	219,5	224,5	226	229	234
PASTURA	190,0	194	195,9	201	203,5	206	209	212
	200,0	206	208,1	212	216	220	223	225
	210,0	216	218,2	222,5	224	228	231	234

## Anexo 2: Desarrollo de altura a la cruz en centímetros

Desarrollo de altura a la cruz en centímetros.

<b>Desarrollo de altura a la cruz</b>							
	<b>Control 1</b>	<b>Control 2</b>	<b>Control 3</b>	<b>Control 4</b>	<b>Control 5</b>	<b>Control 6</b>	<b>Control 7</b>
	<b>Inicial</b>	<b>Día 15</b>	<b>Día 31</b>	<b>Día 48</b>	<b>Día 68</b>	<b>Día 83</b>	<b>Día 97</b>
<b>Bolsa</b>	108	111	115	116	116	116	117
	118	120	120	120	122	122	123
	110	112	112	114	114	115	116
<b>Promedio</b>	<b>112</b>	<b>114,3</b>	<b>115,7</b>	<b>116,7</b>	<b>117,3</b>	<b>117,7</b>	<b>118,7</b>
<b>Trinchera</b>	112	112	113	114	114	115	116
	117	117	116	118	118	118	118
	115	116	116	117	117	119	119
<b>Promedio</b>	<b>114,7</b>	<b>115</b>	<b>115</b>	<b>116,3</b>	<b>116,3</b>	<b>117,3</b>	<b>117,7</b>
<b>Parva</b>	115	115	115	115	115	117	118
	112	113	113	113	114	114	115
	112	114	114	115	115	116	116
<b>Promedio</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>114</b>	<b>114,3</b>	<b>114,7</b>	<b>115,7</b>	<b>116,3</b>
<b>Pastoreo</b>	107	107	108	107	108	109	109
	110	111	112	112	113	114	114,5
	114	115	115,5	116	117	117	117
<b>Promedio</b>	<b>110,33</b>	<b>111,00</b>	<b>111,83</b>	<b>111,67</b>	<b>112,67</b>	<b>113,33</b>	<b>113,50</b>

### Anexo 3: Incremento de desarrollo de condición corporal

Incremento de desarrollo de condición corporal.

Desarrollo de Condición Corporal							
	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4	Control 5	Control 6	Control 7
	Inicial	Día 15	Día 31	Día 48	Día 68	Día 83	Día 97
<b>205,4</b>	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
<b>220,3</b>	3,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,8
<b>206,3</b>	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5
<b>Bolsa Promedio</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,6</b>
<b>192,8</b>	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5
<b>236,9</b>	3,0	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,0
<b>212,2</b>	2,5	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
<b>Trinchera Promedio</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,3</b>
<b>237,8</b>	2,5	2,5	2,8	3,0	2,8	3,0	3,0
<b>227,0</b>	2,5	2,5	3,0	3,0	3,3	3,0	3,0
<b>205,9</b>	2,8	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
<b>Parva Promedio</b>	<b>2,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>
<b>190,0</b>	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,5	3,3
<b>200,0</b>	2,5	2,5	2,5	3,0	2,8	3,0	3,0
<b>210,0</b>	2,5	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
<b>Pastura Promedio</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>3,1</b>

## Anexo 4: Análisis Bromatológico de ensilaje de maíz

Análisis Bromatológico de ensilaje de maíz.




---

**INFORME DE ANALISIS**

**NOMBRE DEL CLIENTE :** SR. FRANCISCO SIMBAÑA  
**DIRIGIDO EN ATENCIÓN A:** SR. FRANCISCO SIMBAÑA  
**NOMBRE DEL ANÁLISIS:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MINERALES.  
**MUESTREO REALIZADO POR:** EL CLIENTE  
**PROCEDIMIENTO MUESTREO:** NO REPORTADO POR EL CLIENTE  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 24/04/2013  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 30/04/2013 AL 14/05/13  
**FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS:** 14/05/2013

**DÁTOS DE LA MUESTRA:**  
**MUESTRA:** PLANTA DE MAÍZ  
**TIPO DE ENVASE:** FUNDA DE POLIETILENO  
**CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:** TEMPERATURA 22.8°C HR: 44%  
**FORMA DE CONSERVACIÓN:** AMBIENTE, RESGUARDADO DE LA LUZ.

**RESULTADOS OBTENIDOS:**

CÓDIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	METODOLOGÍA DE REFERENCIA
B130247	PLANTA MAÍZ	Humedad	65.08	%	Gravimétrico PEE/L-B/01
		Materia Seca	34.92	%	
		Cenizas	10.50	%	Gravimétrico PEE/L-B/04
		Proteína	10.70	%	kjedahl PEE/L-B/02
		Grasa	1.29	%	Soxhlet PEE/L-B/03
		Fibra	22.92	%	Gravimétrico PEE/L-B/05
		ENN*	54.59	%	Cálculo
		*P	0.23	%	Colorimétrico PEEL/FBF/02
		*Ca	0.35	%	AA (flama) PEEL/FBF/03
		*Mg	0.13	%	AA (flama) PEEL/FBF/03
		*K	2.36	%	AA (flama) PEEL/FBF/03
		*Fe	0.01	%	AA (flama) PEEL/FBF/03

ENN= Elementos No Nitrogenados; P= Fósforo, Ca=Calcio, Mg=Magnesio, K= Potasio, Fe= Hierro.

**OBSERVACIONES:**  
Los resultados de grasa y fibra se reportan en base a muestra seca.

Puntón 88 - 2679 688 344049  
 Telf: 02 21 174 424024  
 Email: info@blgg.ec  
 Internet: www.blgg.com.ec  
 BLGG ECUADOR  
 Sucursal QUITO S.A. S 112  
 Casapueblo - Ecuador  
 Teléfono: 02 2127 963  
 0961-192094  
 Internet: www.blgg.com.ec





### Anexo 5: Análisis de suelo para la determinación de las necesidades para una óptima siembra de maíz

AGROBIOLAB																			
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.																			
LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025																			
Calle Calumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador																			
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com																			
<b>SUELOS</b>																			
Datos del Cliente				Referencia				Interpretación											
Cliente : SIMBAÑA FRANCISCO Prop / Dir : AGUA BLANCA Cultivo : MOROCHILLO Ingreso : 02/05/2014 No. Lab. : Desde :145812				No. Doc.: <b>47579</b> Emisión: 09/05/2014 Impreso: 09/05/2014 Página: 1 de 2				Textura Boul. S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca				Elementos INAP, Int.Téc.1978 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso				pH Knott, J.E. 1962 Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino Al = Alcalino			
<b>Nombre : M1, MOROCHILLO Y FREJOL</b> No. Lab. : 145812 Profund (cm): 0-20																			
*pH	*C. E. mmbas/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml										
6.60 Pn	0.21 B	3.02 S	56.30 S	12.00 S ± 1.92	0.59 A ± 0.10	9.47 A ± 1.70	1.28 A ± 0.21	0.03 B	11.37 M										
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4										
5.20 A ± 1.04	245.40 B ± 69.80	2.60 B CL.C.	1.60 B ± 0.40	0.41 B	7.10 B	94.38 A	7.39 E	2.16 S	18.22 E										
<b>Nombre : M2, MOROCHILLO Y FREJOL</b> No. Lab. : 145813 Profund (cm): 0-20																			
*pH	*C. E. mmbas/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml										
6.50 Pn	0.16 B	3.53 S	30.70 M	15.40 S ± 2.48	0.34 M ± 0.06	10.05 E ± 1.80	1.30 A ± 0.22	0.03 B	11.72 M										
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4										
4.40 A ± 0.88	127.30 B ± 39.06	1.40 B CL.C.	1.80 B ± 0.47	0.34 B	3.00 B	90.92 A	7.73 E	3.82 A	33.38 E										
<b>Nombre : M3, MOROCHILLO Y FREJOL</b> No. Lab. : 145814 Profund (cm): 0-20																			
*pH	*C. E. mmbas/cm	*M. O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml										
6.30 LAc	0.16 B	3.01 S	29.30 B	10.00 M ± 1.60	0.41 S ± 0.07	6.06 S ± 1.09	0.90 S ± 0.15	0.03 B	7.40 B										
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4										
3.80 S ± 0.76	112.80 B ± 29.32	1.40 B CL.C.	1.20 B ± 0.45	0.38 B	1.90 B	80.57 A	6.73 E	2.16 S	16.97 E										

### **Anexo 6: Fotografía de la siembra de Maíz (*sea mayz*) en la Parroquia de Selva Alegre, finca La Dolorosa**

Fotografía de la siembra de Maíz (*sea mayz*) en la Parroquia de Selva Alegre, finca La Dolorosa



### **Anexo 7: Fotografía del control de plagas y malezas para el óptimo desarrollo del maíz**

Fotografía del control de plagas y malezas para el óptimo desarrollo del maíz.



### **Anexo 8: Fotografía de la valoración de la calidad de la planta para la cosecha**

Fotografía de la valoración de la calidad de la planta para la cosecha.



### **Anexo 9: Fotografía en el momento de valoración de la calidad de la planta para la cosecha**

Fotografía en el momento de valoración de la calidad de la planta para la cosecha.



### **Anexo 10: Evaluación de la línea de leche que demuestra un 30 a 35 de materia seca del grano óptimo para la cosecha del ensilaje**

Evaluación de la línea de leche que demuestra un 30 a 35 de materia seca del grano óptimo para la cosecha del ensilaje.



### **Anexo 11: Cosecha, picado y transporte**

Cosecha, picado y transporte



## Anexo 12: Fotografías del proceso de cosecha, picado y recolección directa a remolque

Fotografías del proceso de cosecha, picado y recolección directa a remolque.



## Anexo 13: Recolección directa del maíz picado al remolque

Recolección directa del maíz picado al remolque.



#### **Anexo 14: Fotografía del material listo para ensilar**

Fotografía del material listo para ensilar.



#### **Anexo 15: Fotografía de la construcción del silo tipo trinchera**

Fotografía de la construcción del silo tipo trinchera.



### Anexo 16: Fotografía del tendido del plástico para silo tipo trinchera

Fotografía del tendido del plástico para silo tipo trinchera.



### Anexo 17: Fotografía del llenado del silo y aplicación de melaza por capa

Fotografía del llenado del silo y aplicación de melaza por capa.



### Anexo 18: Fotografías del apisonamiento y compactación del silo tipo trinchera

Fotografías del apisonamiento y compactación del silo tipo trinchera.



### Anexo 19: Fotografía de la elaboración de silo tipo bolsa

Fotografía de la elaboración de silo tipo bolsa.



## Anexo 20: Elaboración del ensilaje tipo bolsa

Elaboración del ensilaje tipo bolsa.



## Anexo 21: Ensilaje tipo parva

Ensilaje tipo parva



### **Anexo 22: Fotografía de la evaluación visual del ensilaje después de 27 días**

Fotografía de la evaluación visual del ensilaje después de 27 días.



### **Anexo 23: Fotografías de construcciones de corrales para animales de prueba**

Fotografías de construcciones de corrales para animales de prueba.



### **Anexo 24: Fotografía de la adaptación de los animales al lugar**

Fotografía de la adaptación de los animales al lugar.



### **Anexo 25: Adaptación de los bovinos al ensilaje**

Adaptación de los bovinos al ensilaje



### Anexo 26: Fotografía de la adaptación al ensilaje de maíz

Fotografía de la adaptación al ensilaje de maíz.



### Anexo 27: Desperdicio de ensilaje

Desperdicio de ensilaje



### Anexo 28: Fotografías de la medición de la altura a la cruz

Fotografías de la medición de la altura a la cruz.



### Anexo 29: Toma de medida de peso con cinta bovino métrica

Toma de medida de peso con cinta bovino métrica.



### Anexo 30: Fotografías de la condición corporal

Fotografías de la condición corporal.



Condición corporal



### Anexo 31: Valores críticos prueba de tukey

Valores críticos prueba de tukey

$v_2$	$\alpha$	$v_1$									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.	32.	37.	40.4	43.	45.4	47.	49.	50.5
	0.01	90.03	98	82	08	1	12	0	36	07	9
			135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.3	9.8	10.	11.7	12.	13.0	13.	13.	14.3
	0.01	14.04	3	0	88	4	44	3	54	99	9
			19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.5	5.9	6.8	7.5	8.04	8.4	8.85	9.1	9.4	9.72
	0.01	0	1	2	0	14.24	8	15.64	8	6	17.13
		8.26	10.62	12.17	13.33		15.00		16.20	16.69	
4	0.05	3.9	5.0	5.7	6.2	6.71	7.0	7.34	7.6	7.8	8.03
	0.01	3	4	6	9	10.58	5	11.55	0	3	12.57
		6.51	8.12	9.17	9.96		11.10		11.93	12.27	
5	0.05	3.6	4.6	5.2	5.6	6.03	6.3	6.58	6.8	6.9	7.17
	0.01	4	0	2	7	8.91	3	9.67	0	9	10.48
		5.70	6.97	7.80	8.42		9.32		9.97	10.24	
6	0.05	3.4	4.3	4.9	5.3	5.63	5.8	6.12	6.3	6.4	6.65
	0.01	6	4	0	1	7.97	9	8.61	2	9	9.30
		5.24	6.33	7.03	7.56		8.32		8.87	9.10	
7	0.05	3.3	4.1	4.6	5.0	5.36	5.6	5.82	6.0	6.1	6.30
	0.01	4	6	8	6	7.37	1	7.94	0	6	8.55
		4.95	5.92	6.54	7.01		7.68		8.17	8.37	
8	0.05	3.2	4.0	4.5	4.8	5.17	5.4	5.60	5.7	5.9	6.05
	0.01	6	4	3	9	6.96	0	7.47	7	2	8.03
		4.74	5.63	6.20	6.63		7.24		7.68	7.87	
9	0.05	3.2	3.9	4.4	4.7	5.02	5.2	5.43	5.6	5.7	5.87
	0.01	0	5	2	6	6.66	4	7.13	0	4	7.65
		4.60	5.43	5.96	6.35		6.91		7.32	7.49	
10	0.05	3.1	3.8	4.3	4.6	4.91	5.1	5.30	5.4	5.6	5.72
	0.01	5	8	3	5	6.43	2	6.87	6	0	7.36
		4.48	5.27	5.77	6.14		6.67		7.05	7.21	
11	0.05	3.1	3.8	4.2	4.5	4.82	5.0	5.20	5.3	5.4	5.61
	0.01	1	2	6	7	6.25	3	6.67	5	9	7.13
		4.39	5.14	5.62	5.97		6.48		6.84	6.99	
12	0.05	3.0	3.7	4.2	4.5	4.75	4.9	5.12	5.2	5.4	5.51
	0.01	8	7	0	1	6.10	5	6.51	7	0	6.94
		4.32	5.04	5.50	5.84		6.32		6.67	6.81	
13	0.05	3.0	3.7	4.1	4.4	4.69	4.8	5.05	5.1	5.3	5.43
	0.01	6	3	5	5	5.98	8	6.37	9	2	6.79
		4.26	4.96	5.40	5.73		6.19		6.53	6.67	
14	0.05	3.0	3.7	4.1	4.4	4.64	4.8	4.99	5.1	5.2	5.36
	0.01	3	0	1	1	5.88	3	6.26	3	5	6.66
		4.21	4.89	5.32	5.63		6.08		6.41	6.54	
15	0.05	3.0	3.6	4.0	4.3	4.60	4.7	4.94	5.0	5.2	5.31
	0.01	1	7	8	7	5.80	8	6.16	8	0	6.55
		4.17	4.83	5.25	5.56		5.99		6.31	6.44	
16	0.05	3.0	3.6	4.0	4.3	4.56	4.7	4.90	5.0	5.1	5.26
	0.01	0	5	5	3	5.72	4	6.08	3	5	6.46
		4.13	4.78	5.19	5.49		5.92		6.22	6.35	