

**EVALUACION DEL USO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE TRIGO
COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL EN LA PRODUCCION DE LECHE DEL
GANADO BOVINO EN TURMEQUE**

WILLIAM GUILLERMO ORJUELA VILLALOBOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

TUNJA

2015

**EVALUACION DEL USO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE TRIGO
COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL EN LA PRODUCCION DE LECHE DEL
GANADO BOVINO EN TURMEQUE**

WILLIAM GUILLERMO ORJUELA VILLALOBOS

Director:

Edwin Manuel Páez Barón

M.V.Z, Esp. MSc.

**Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de
Zootecnista**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

TUNJA

2015

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a dios por darme la vida, la oportunidad de realizar mis estudios y darme la fuerza necesaria para terminar este proyecto.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por acogerme y abrirme las puertas y aportarme los conocimientos contribuyendo a mi formación profesional.

A mis padres, hermanas y amigos, que con su apoyo me motivaron y me apoyaron en este proceso de formación. A mi profesor Edwin Manuel Páez Barón, quien con sus comentarios y correcciones me ayudo en la elaboración de este proyecto. A mis tutores que a lo largo de este proceso de aprendizaje me brindaron un poco de su conocimiento útil para mi formación académica.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE GRAFICAS.....	8
LISTA DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
1 Descripción del problema.	13
2 JUSTIFICACION.....	15
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivo general.	17
3.2 Objetivos específicos.	17
4 MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO	18
4.1 El forraje verde hidropónico.	18
4.2 Antecedentes de forraje verde hidropónico.....	19
4.3 El forraje verde hidropónico como suplemento en la alimentación del ganado bovino.	20
4.4 Características del forraje verde hidropónico.	21
4.4.1 Selección de la semilla.	21
4.4.2 Trigo.	21
4.4.3 Germinado.....	22
4.4.4 Requerimientos ambientales.	23
4.4.5 Producción.....	24
4.5 Características de los alimentos que consumen los bovinos.	27
4.5.1 Forrajes.	28
4.5.2 Heno.....	28
4.5.3 Ensilaje.....	28
4.5.4 Concentrados.	29
4.6 Alimentación del ganado de doble propósito.....	29
4.6.1 Suplementos Fibrosos.	31

4.6.2	Suplementos Proteicos.....	32
4.6.3	Suplementos Minerales.....	32
4.6.4	Suplementos Energéticos.....	33
4.6.5	Suplementos Vitamínicos.....	34
4.7	Prueba de mastitis california (CMT).....	34
4.7.1	Indicaciones de la prueba.....	35
5	MATERIALES Y METODOS.....	36
5.1	Tipo de investigación.....	36
5.2	Lugar del estudio.....	36
5.3	Obtención del forraje verde hidropónico.....	37
5.4	Tratamientos.....	37
5.5	Unidad experimental.....	39
5.5.1	Animales.....	39
5.6	Elementos para la producción del forraje verde hidropónico y el manejo de los animales.....	39
5.6.1	Insumos.....	40
5.7	Metodología.....	40
5.8	Diseño experimental.....	41
5.9	Grupos experimentales.....	41
6	RESULTADOS.....	42
6.1	Control de producción de leche.....	44
6.1.1	Grupo I.....	44
6.1.2	Grupo II.....	47
6.1.3	Grupo III.....	50
6.2	Producción y costos en los tratamientos.....	53
6.3	Calidad de la leche.....	54
6.3.1	Prueba de California para Mastitis (CMT).....	54
6.3.2	Indicaciones de la prueba.....	54
6.4	Resultados promedio en aumento de la producción de leche en cada grupo y tratamiento.....	56
6.5	Análisis y discusión de resultados.....	56

6.5.1	Grupo I.....	57
6.5.2	Grupo II.....	58
6.5.3	Grupo III.....	58
6.5.4	Grupo I.....	60
6.5.5	Grupo II.....	62
6.5.6	Grupo III.....	63
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
7.1	CONCLUSIONES.....	66
7.2	RECOMENDACIONES	67
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
9	ANEXOS.....	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutritivo del trigo.....	22
Tabla 2. Cronograma para la producción de forraje verde hidropónico.....	25
Tabla 3. Indicaciones para una prueba de mastitis.	36
Tabla 4. Dietas.	38
Tabla 5. Tratamientos.	38
Tabla 6. Tratamientos.	38
Tabla 7. Grupos y Tratamientos.....	39
Tabla 8. Grupos experimentales.	41
Tabla 9. Forraje verde hidropónico en Kg utilizado en los diferentes tratamientos.	43
Tabla 10. Grupo I A: Tratamiento T0.....	44
Tabla 11. Grupo I B: Tratamiento T1.....	45
Tabla 12. Grupo I C: Tratamiento T2.....	46
Tabla 13. Grupo II B: Tratamiento T1.....	47
Tabla 14. Grupo II C: Tratamiento T2.....	48
Tabla 15. Grupo II A: Tratamiento T0.....	49
Tabla 16. Grupo II C: Tratamiento T2.....	50
Tabla 17. Grupo III A: Tratamiento T0.....	51
Tabla 18. Grupo III B: Tratamiento T1.....	52
Tabla 19. Valor total de los litros de leche producidos en los tratamientos.	53
Tabla 20. Valor total del suplemento suministrado en los tratamientos.....	53
Tabla 21. Toma de muestras para (CMT) al inicio de los tratamientos.	55
Tabla 22. Toma de muestras para (CMT) al final de los tratamientos.....	55
Tabla 23. Resultados promedio de cada grupo y tratamiento.	56
Tabla 24. Producción en litros de leche en los tratamientos de la investigación en el periodo de resultados.	59
Tabla 25. Valor total del suplemento suministrado en los tratamientos durante el periodo de resultados.....	59
Tabla 26. Valor total de la producción de leche en el grupo I, periodo de resultados.....	60
Tabla 27. Relación costo beneficio Grupo I.....	60
Tabla 28. Valor total de la producción de leche en el grupo II, periodo de resultados.....	62
Tabla 29. Relación costo beneficio grupo II.....	62
Tabla 30. Valor total de la producción de leche en el grupo III, periodo de resultados.....	63
Tabla 31. Relación costo beneficio grupo III.....	64

LISTA DE GRAFICAS

Grafico 1. Resultados producción promedio grupo I.	57
Grafico 2. Resultados producción promedio grupo II.	58
Grafico 3. Resultados producción promedio grupo III.	58
Grafico 4. Resultados Grupo I.	61
Grafico 5. Resultados del grupo II.	63
Grafico 6. Resultados grupo III.....	64
Grafico 7. Resultados grupo I, II y III en los tratamientos T0, T1 y T2.....	65

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa politico de Turmeque.....	80
Anexo 2. Producción de forraje verde hidroponico.....	81
Anexo 3. Vacas en producción de leche grupo I.	82
Anexo 4. Vacas en producción de leche grupo II.	83
Anexo 5. Vacas en producción de leche grupo III.	83
Anexo 6. Consumo de forraje verde Hidroponico.....	84
Anexo 7. Elementos para realizar pruebas de mastitis.....	84
Anexo 8. Toma de una muestra de 2 cc de leche en cada compartimiento de la paleta.	85
Anexo 9. Realizacion de pruebas de mastitis.....	85
Anexo 10. Analisis bromatologico del forraje verde hidroponico de trigo.	86

RESUMEN

La producción bovina está encaminada a producir alimento como la carne y la leche, existen animales los cuales poseen la capacidad de producir una mayor cantidad de estos productos, esto depende de múltiples factores como la raza, la alimentación, el manejo, la sanidad. En la producción de leche hay razas altamente productoras y también razas con producción de doble propósito como lo es la raza normanda que en la región de Turmequé es una de las más difundidas. La producción bovina de ganado normando destinado a la producción de leche en el municipio de Turmequé es una de las principales fuentes de ingresos. Dentro del proceso de la producción de bovinos una buena alimentación conduce a obtener buenos resultados tanto en la ganancia de peso, la producción de leche y mantener a unos animales sanos que estarán en condiciones de expresar su máximo potencial productivo, esto para el ganadero le representa un aumento en la producción mejorando la calidad del producto, que le permitirá ser competitivo en los diferentes mercados, aumentando los ingresos. Principalmente los productores de leche en Turmequé complementan muy poco la alimentación de los bovinos, en la mayoría solo se utilizan los pastos que producen las praderas. El forraje verde hidropónico es una alternativa para mejorar el proceso de alimentación ofreciendo al productor un alimento de buena calidad, económico y en la cantidad que se requiere. La producción se controla con respecto a la cantidad de animales que están en producción.

ABSTRACT

Cattle production is meant to food such as meat and milk, are animals which possess the ability to produce more of these products, this depends on many factors such as race, feeding, handling, health. In the production of milk are high producing breeds and breeds with dual-purpose production as is the Norman race in the region of Turmequé is one of the most widespread. The bovine cattle production Norman for the production of milk in the municipality of Turmequé is one of the main sources of income. In the process of the production of cattle eating well leads to good results both in weight gain, milk production and maintain healthy animals will be able to express their full productive potential, this will represent for livestock an increase in production to improve product quality, allowing you to be competitive in different markets, increasing revenues. Mainly milk producers Turmequé little food supplement in cattle, in most producing only prairie grasses are used. Hydroponic green fodder is an alternative to improve the process of feeding a food producer offering high quality, economical and the amount required. Production is controlled with respect to the number of animals in production.

INTRODUCCION

La presente investigación se refiere al tema de suplementación en la nutrición de animales bovinos destinados a la producción de leche en la vereda de Siguinequé del municipio de Turmequé en el departamento de Boyacá, empleando forraje verde hidropónico en su alimentación diaria utilizando cantidades diferentes en los tratamientos que se aplican, con el fin de mejorar la producción de leche. Este trabajo de investigación se desarrolló teniendo en cuenta que en la región, la producción de leche es deficiente porque los bovinos no cuentan con una alimentación adecuada.

El forraje verde hidropónico es un alimento fresco y de excelente calidad nutricional que aporta a los animales que lo consumen nutrientes esenciales que ayudan a que el animal desempeñe una mejor producción de leche. Es un alimento que se produce a muy bajo costo pero que requiere de condiciones ideales para su producción (FAO, 2001). La producción de forraje verde hidropónico se realiza en la misma finca en la que se desarrolla la investigación controlando la producción teniendo en cuenta la cantidad de animales a los que se les suministrara dicho alimento.

La buena calidad de la leche depende de realizar buenas prácticas al momento de realizar el ordeño y un control en las enfermedades que se pueden generar en la glándula mamaria, para que el aumento en la producción de leche causada por la suplementación a base de forraje verde hidropónico represente un beneficio económico para el productor.

1 Descripción del problema.

La producción de ganado normando en el municipio de Turmequé es una actividad que se realiza en la mayoría de las fincas. Es una región con predominio de minifundios con una temperatura media estimada de 15° Celsius presenta un periodo de verano entre los últimos y primeros meses del año y un periodo de lluvias en los meses intermedios de cada año (Bernal, 2008). Esto ocasiona que la disponibilidad de forraje se vea afectada haciéndose más notable en la época de verano que se presenta en el territorio Boyacense siendo una problemática en la alimentación bovina (Contexto Ganadero, 2014).

El empobrecimiento de los suelos por la erosión y explotación intensiva, así como las variaciones climáticas, principalmente las sequías prolongadas, constituyen un problema en los hatos ganaderos por el bajo rendimiento, disponibilidad y calidad de los pastos y forrajes para los animales (Contexto Ganadero, 2013).

En el municipio de Turmequé el número de cabezas de ganado bovino ha venido en aumento demandando una mayor cantidad de alimento, lo cual conlleva a que los pastos que producen las praderas no sean suficientes para ofrecer una alimentación ideal a los bovinos. A medida que la fuente de alimentación para el ganado se ve afectada por pasturas secas, falta de conservación de forrajes e implementación de alternativas para la suplementación, se refleja directamente en un descenso en la producción, ocasionando pérdidas para el productor y limitando el desarrollo económico del sector rural, lo cual reduce las oportunidades de tener

unas buenas condiciones de vida (Ocampo, 2001, citado por Rosas, 2011). La baja calidad de los forrajes empleados en la producción pecuaria son factores que limitan el desarrollo de la ganadería. Debido a esto los ganaderos emplean dietas suplementarias, empleando concentrados (Espinosa *et al*, 2004, citado en Rivera, 2010), incrementando costos en la producción en la mayoría de las fincas, que al no haber una fuente de alimentación suficiente y de buena calidad crea una competencia por el alimento en la pradera en donde las más dominantes consumirán una mayor cantidad de forraje que las otras, pero aun si la pastura es de baja calidad no aportaran los elementos que se requieren como lo son energía, proteína, fibra, minerales, y agua (Arronis, 2006).

Debido a este problema es necesaria la implementación de alternativas para producir alimentos forrajeros con buena calidad nutricional, producidos a bajo costo para facilitar el manejo en la producción animal y mejorar los costos de producción (Guzmán, 1986; Parra, 1996).

2 JUSTIFICACION

En la producción bovina la alimentación es la que mayor impacto tiene en los costos de producción siendo el forraje la principal fuente de alimento en los sistemas de producción. El bovino requiere de una dieta balanceada que le aporte los nutrientes que necesita para desempeñar una buena labor productiva. El forraje que produce una pradera es uno de los más baratos al que el productor puede acceder para ofrecer a los animales. Cuando este forraje presenta una calidad baja existen diversas maneras de complementar la alimentación pero en la mayoría de los casos la implementación de estos productos representa un incremento en los costos de producción que es compensado con el aumento de la producción de leche y ganancia de peso, pero reduce la utilidad económica para el productor si no existe un buen manejo. Hoy en día la finalidad de los sistemas productivos es ser altamente productivos (Moreno y Molina, 2007). En la ganadería se trata de utilizar todos los recursos disponibles en una cantidad de área para producir la mayor cantidad de leche y carne, que son indispensables en la alimentación humana, con un mercado que demanda una gran cantidad de productos de origen agropecuario. El consumo *per cápita* crece cada día más con el aumento de la población mundial. Estos cambios harán que los sistemas de producción de alimentos intensifiquen la producción (FAO, 1996).

En los sistemas de forraje convencional han presentado una serie de inconvenientes ocasionados por la situación actual que presenta el sector agropecuario, el gran incremento de la población que vive en las ciudades y el aumento en el valor de las tierras productivas, lo cual ha causado que las explotaciones pecuarias se trasladen a sectores en donde se reduce la producción de forraje (Fernández, citado por Pezo *et al.* 1996).

En una producción pecuaria la alimentación representa un 60% aproximadamente del total de los gastos. Para producir una mayor cantidad de leche se requieren buenos forrajes y suplementos para una buena nutrición. La implementación del forraje verde hidropónico para suplementar la alimentación bovina es una alternativa de producción de alimento fresco con un alto valor nutricional, el cual garantiza disponibilidad de alimento durante todo el año, lo que es una gran ventaja y permite tener una producción estable, que poco a poco estará incrementando el rendimiento en los animales, debido a que este sistema de cultivo requiere de una técnica y manejo preciso para darle el alimento adecuado y en las cantidades necesarias para que el animal exprese el máximo de su potencial productivo (Baixauli y Aguilar, 2002).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general.

Evaluar la influencia de la suplementación con forraje verde hidropónico sobre la producción láctea en vacas tipo doble propósito.

3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar la producción láctea en vacas normando suplementadas con Forraje Verde Hidropónico-FVH.
- Evaluar la influencia de la suplementación con FVH sobre la calidad de leche.
- Realizar el análisis económico en cada uno de los grupos experimentales.

4 MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

4.1 El forraje verde hidropónico.

El forraje verde hidropónico es un alimento que se obtiene a partir de semillas de cereales como maíz, trigo, cebada, avena que germinan en condiciones ambientales controladas en ausencia de suelo (Izquierdo, 2001). En la producción de forraje verde hidropónico se requiere de buenas condiciones ambientales, semillas o granos de buena calidad para su germinación logrando un alimento para los animales de buena calidad con un bajo costo de producción. Alcanzando un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla que se siembra en cada bandeja (Hidalgo, 1985).

El forraje verde hidropónico es un cultivo que produce alimento de muy buena calidad nutricional y sanidad, en un periodo de 9 a 15 días, durante todo el año y se puede implementar en cualquier lugar geográfico adaptando las condiciones ideales que se requieren. El forraje verde hidropónico es una actividad complementaria a la producción de forraje de especies convencionales (Rodríguez, 2003). El forraje verde hidropónico cuenta con beneficios para la salud de los bovinos esto se debe a el aporte de proteínas, minerales y vitaminas (Sneath y McIntosh, 2003)

La producción de semillas germinadas es conocida como un sistema hidropónico, se realiza en ausencia de suelo, su producción se realiza en bandejas dando como resultado un forraje con un alto valor nutritivo consumible en un 100% con una digestibilidad de 85% a 90% higiénico y libre de contaminación. Es un sistema

nuevo de producción y no requiere de grandes extensiones de tierra, periodos largos en la producción (Chang, et al, 2000). En el proceso de germinación de la semilla ocurren una serie de cambios en la planta la cual toma energía luminosa y en su rápido crecimiento desarrolla su parte radicular cuenta con poca fibra y con una elevada cantidad de aminoácidos que son aprovechados por el animal (Valdivia, 1997). No ocasiona trastornos digestivos y la recuperación de la inversión se realiza de una manera rápida (FAO, 2002; Müller *et al.*, 2005). En la producción bovina la alimentación se realiza utilizando el componente forrajero que es el insumo más económico en costos y que contiene la mayoría de elementos nutricionales que necesita un animal en producción (Fumagalli y Kunts 2002).

4.2 Antecedentes de forraje verde hidropónico.

El forraje verde hidropónico hace parte de la hidroponía que surge en investigaciones a partir del siglo XVII cuando Robert Boyle realiza los primeros experimentos de cultivos en agua, poco después John Woodward continúa con resultados exitosos en la germinación de granos (Izquierdo, 2001).

La palabra hidroponía proviene del griego Hydro que significa (agua) y Ponos que significa (labor o trabajo) que representa trabajo en agua. La hidroponía estudia los cultivos en ausencia de tierra. Es una técnica antigua que la utilizaron culturas y civilizaciones. Un ejemplo señala que los jardines colgantes de babilonia eran hidropónicos. Una técnica utilizada en China, India, Egipto y la cultura maya (Howard, 2001).

4.3 El forraje verde hidropónico como suplemento en la alimentación del ganado bovino.

Actualmente en Colombia la producción de forraje verde hidropónico con destino a la alimentación de ganado bovino cuenta con un poco desarrollo y no se consigue directamente en los mercados esto quiere decir que para ser implementado en la suplementación de la alimentación animal debemos producirlo en la finca, esta producción requiere de una técnica y de un proceso que requiere de tener un conocimiento previo. La producción se debe hacer en invernaderos que adapten las condiciones ideales que se requieren.

El forraje verde hidropónico es un alimento utilizado para la alimentación animal se obtiene de la germinación y crecimiento temprano de semillas las cuales pueden ser gramíneas y leguminosas (Altusar, 1991). Es utilizado en la alimentación de bovinos, caprinos, ovinos, cerdos, aves de corral, presentando una buena ganancia de peso, tiene un bajo contenido de materia seca lo que requiere complementar la ración (Rodríguez *et al*, 2003). En la producción presenta buenos rendimientos en la alimentación, la reproducción y la sanidad animal, presenta un aumento en la producción de leche, rápida de ganancia de peso, buena conversión alimenticia y menor incidencia de mastitis (Tarrillo, sf).

Una alternativa para producir un alimento fresco, con alto porcentaje de proteína y agradable para el consumo de los animales, la producción es de manera continua y puede realizarse de manera artesanal y a bajo costo, se puede producir en las diferentes estaciones del año incluyendo el invierno. El empleo del forraje verde hidropónico cuenta con excelentes resultados en animales monogástricos y poligástricos, el consumo del colchón formado por las raíces, semillas sin germinar y la parte verde de la planta, aportando nutrientes esenciales en la alimentación

animal. Existen una serie de factores que intervienen en los sistemas de producción bovina como los son sanitarios, genéticos, ambientales, manejo y nutricionales. La alimentación en la producción representa un costo elevado. El forraje ocupa un lugar estratégico, aporta elementos nutricionales esenciales para el bovino para lograr una buena transformación de productos como carne y leche. Para realizar una suplementación se requiere de un plan de alimentación balanceando una dieta con los elementos que se requieren como carbohidratos, energía, proteína, agua, vitaminas y minerales necesarios en los procesos fisiológicos del animal (Rodríguez, 2011).

4.4 Características del forraje verde hidropónico.

.

4.4.1 Selección de la semilla.

Determinada la especie que utilizada se debe tener en cuenta la calidad de la semilla libre de malezas, plagas y enfermedades para un óptimo rendimiento en la producción, las semillas que estén tratadas con fungicidas no se deben utilizar (Pérez, 1999).

4.4.2 Trigo.

De origen asiático, luego se extendió por todo el mundo pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae). El trigo *triticumaestivum* es el cereal más cultivado en el mundo. Importante porque cuenta con vitamina E, ácido linoleico y fosfolípidos necesarios para el funcionamiento del organismo (INFOAGRO, 2007).

En Colombia, el trigo tiene una buena adaptación en la región ecuatorial con un buen rendimiento en una altura de 2.500 a 3.000 m.s.n.m. (Parsons, 1994).

Rangos de temperatura:

Mínima: 10 °C

Optima: 25 °C

Máxima: 31 °C

Tabla 1. Valor nutritivo del trigo.

Nutrientes	Porcentaje (%)
Carbohidratos	70
Proteína	16
Humedad	10
Lípidos	2
Minerales	2

Fuente: (Infoagro, 2007).

4.4.3 Germinado.

Es el resultado final que ocurre en las semillas tras una serie de procesos físicos y químicos que dan como resultado la aparición de la raíz y de las primeras hojas. Para que esto ocurra es necesario que el embrión de la semilla se active (que pase de un estado de latencia a un estado activo) y se inicie el crecimiento de la planta (Baskin y Mack, 1998).

La germinación y el crecimiento de semillas forrajeras de gramíneas y leguminosas ocurre en un periodo de 9 a 16 días (FAO, 2001). Se pueden utilizar varios tipos de semillas teniendo en cuenta las condiciones ambientales de la zona y las necesidades del productor (Ceballos y García, 1992)

4.4.4 Requerimientos ambientales.

Ubicación. Se requiere de un lugar el cual cuente con agua y cubierto para darle condiciones que faciliten la producción, se recomienda que este cerca de la producción a la cual se le ofrece el alimento (FAO, 2001).

Se necesita de:

Una cabina térmica: Regula la temperatura, humedad y el lugar en el cual se realizara la producción (Duran's Consulting, 2010).

El agua: es útil para el metabolismo de la semilla para mantener condiciones ideales de humedad, temperatura y oxígeno. La absorción de agua hace que la semilla aumente de tamaño, la corteza se ablanda y la reserva de alimentos inician unas reacciones químicas y biológicas que ocasionan que el embrión se desarrolle (Pérez, 1999, citado por Navarrete, 2008).

Solución nutritiva: Es agua preparada con soluciones nutritivas que aporta los minerales necesarios para un óptimo crecimiento del forraje y así ofrecerle características como alta palatabilidad, buena digestibilidad (Hidalgo, 1985, citado por Villota, 2013). Esta solución nutritiva se almacena en un estanque colector.

Estantería y bandejas: Representan uno de los mayores costos de inversión y en la estantería se pueden emplear materiales como la madera, hierro o elementos que se encuentren en la región. Las bandejas son de una superficie plana en donde se forma el colchón, absorberán todos los beneficios de los nutrientes y crecen las semillas. La estantería será el soporte sobre el que reposarán las bandejas que contendrán el FVH, es de diseño vertical y la altura depende de las instalaciones y de la cantidad que se requiere producir (FAO, 2001).

Sistema de riego: Se puede realizar en forma automática o manual. Si es automático se necesita de una bomba de un tanque de almacenamiento y un sistema de distribución sea para microaspersores o por aspersion. Y cuando se

realiza de forma manual se realiza con manguera o con un balde con hoyos en el fondo. El riego se hace con una frecuencia de 5 a 8 veces por día (Pérez, 1999, citado por Navarrete 2008).

Requiere de una humedad relativa de un 85 a 90%. Causa en la planta transpiración y un incremento de materiales de reserva. La temperatura debe ser ideal para el desarrollo y crecimiento de las semillas.

Uno de los factores climáticos como la luz es un elemento que se necesita para el crecimiento de las plantas facilitando la síntesis de compuestos nutricionales como las vitaminas esenciales para la nutrición en los animales (Urías, 1997; FAO, 2002). En la producción de forraje verde hidropónico la intensidad de la luz se puede ver afectada por las variaciones en el clima que se presentan, para darle condiciones que faciliten un buen crecimiento al forraje se hace necesario realizar el cultivo en un lugar en el cual se puedan controlar los factores externos como una cabina térmica.

4.4.5 Producción.

Se debe tener en cuenta la zona en donde se quiere realizar la producción, las condiciones ambientales, la oferta y el precio de las semillas, las semillas que floten son (semillas vacías que no germinan) y se deben retirar para que no afecten la producción (Rosas, 1994).

En la desinfección de las semillas se recomienda emplear hipoclorito de sodio al 1% para eliminar patógenos, este proceso puede durar entre 30 segundos y 3 minutos (Izquierdo, 2001). Para hidratar las semillas se sumergen en agua por 24 horas causando que se active el estado de latencia (FAO, 2001).

Pregerminado. Se humedece la semilla durante 24 horas luego se escurre el agua y se deja en reposo durante 48 horas en los recipientes (Pérez, 1999).

En la inhibición las enzimas empiezan a funcionar el almidón es digerido, transformado en azúcares, los lípidos y proteínas se transforman en aminoácidos liberando energía (Rosas 1994). Luego se traslada a las bandejas para continuar con el proceso de producción (FAO, 2001).

Tabla 2. Cronograma para la producción de forraje verde hidropónico.

Fecha	Paso	Resultado esperado
Día N-1 Lavado y remejo:	Limpiar el grano separando basura y granos quebrados. Pasar por zaranda. Desinfectar, lavar la semilla y dejarla reposar en agua.	Sólo quedan para germinar semillas con vigor. Semilla bien hidratada de agua.
Día N-2 Reposo:	A las 12 horas de estar en remojo, quitar el agua.	Sólo quedan para germinar semillas con vigor. Semilla bien hidratada de agua.
Día N-3 y 4 Siembra e inicio del riego:	Sembrar en las bandejas. Cubrirse con una tela de polisombra negra durante 48 horas. Regar 5 a 6 veces al día, con riego por nebulización por dos minutos.	Aparecen los primeros vestigios de radícula en las semillas. Rompen totalmente su cápsula y salen del estado de latencia. Germinación de un 96% de los granos.

Día N-5 y 6 Desarrollo de la raíz:	Vigilar temperatura, humedad, desarrollo. Regar 5 a 6 veces al día por dos minutos.	Desarrollo de hojas y las raíces. Empiezan a salir las primeras hojas; se retiene más agua.
Día N-7 Aparecen primeras hojas:	Vigilar temperatura, humedad, desarrollo. Regar 5 a 6 veces al día por dos minutos.	Las hojas cubren las raíces. Las raíces se entrecruzan unas con otras. Se elevan las hojas y se tornan de color verde
Día N-8 y 9 Crecimiento:	Vigilar temperatura, humedad, desarrollo. Regar 5 a 6 veces al día por dos minutos.	Las hojas cubren las raíces. Las raíces se entrecruzan unas con otras. Las plántulas son cada vez más autosuficiente.
Día N-10 y 11 Crecimiento:	Vigilar temperatura, humedad, desarrollo. Regar 5 a 6 veces al día por dos minutos.	Que la plántula haya alcanzado una altura promedio de 20 cm Ya se nota el tapete verde y el colchón radicular.
Día N-12 al 14 Crecimiento:	Vigilar temperatura, humedad, desarrollo. Regar 5 a 6 veces al día por dos minutos.	Que la plántula haya alcanzado una altura promedio de 22 cm. Ya se debe dar el germinado a los animales.
Día N-15	Cosecha	Cosecha

Fuente: (Resh Howard, 2001, citado por Medinilla, 2010).

Al momento de la cosecha el forraje verde hidropónico alcance una gran cantidad de hojas, tallos, abundante colchón radicular y semillas sin germinar (FAO, 2001).

Se retira de las bandejas y se requiere de uno a dos días para que se deshidrate y así evitar que se presenten problemas de timpanismo en los animales a los cuales estamos alimentando.

El forraje verde hidropónico debe de ser suministrado de 5 a 10 Kg en vacas productoras de leche dependiendo de la producción, en terneros se debe ir suministrando poco a poco mientras el animal se acostumbra a su consumo, no se debe dar más de 3 Kg ya que se pueden presentar diarreas debido a que contiene un muy poco porcentaje de fibra (Duran's Consulting, 2010).

4.5 Características de los alimentos que consumen los bovinos.

La nutrición es importante en un sistema productivo. Si se emplea una dieta bien balanceada y un manejo adecuado se contara con un buen rendimiento en los hatos ganaderos. Un productor debe suministrar alimento a los animales según sus necesidades y en forma económica, los bovinos requieren de elementos necesarios como agua, materia seca, proteínas, fibra, vitaminas y minerales en cantidades suficientes y bien balanceadas (Ortiz y García, 2005). Estos elementos están contenidos en la materia seca de los alimentos que consumen los bovinos. La cantidad de materia seca que consume un animal depende de la cantidad de fibra en el alimento, cuando un alimento contiene un alto contenido de fibra es poco apetecible por el animal. Productos como los concentrados cuentan con poca fibra y son agradables para el consumo (Copa, 2010). El agua tiene una gran importancia y su consumo depende de la edad, la producción, el consumo de materia seca y el clima. Los bovinos consume una cantidad de materia seca de aproximadamente del 2 al 3% de su peso vivo, según su producción lechera. Normalmente se dan 2/3 partes de ésta en forma de forraje (Valencia, 2007).

Los principales alimentos que consume un bovino son: forrajes, heno, ensilaje, concentrados.

4.5.1 Forrajes.

Los pastos o forrajes son la fuente de nutrientes más económica y la base de la alimentación de las vacas. Según su estado al momento del consumo se pueden clasificar en forrajes verdes que son los que el animal toma directamente de los potreros los pastos pueden ser de pastoreo y de corte (Rodríguez, 2012). Los forrajes secos se cortan y se dejan deshidratar tomando el nombre de heno empleados en los periodos de sequía.

4.5.2 Heno.

Es un método de conservación de forraje que consiste en reducir la humedad a un 15% o 20% mediante un secado natural o artificial, esto permite obtener un producto con un aporte nutricional similar al forraje fresco pero nunca igual al material de origen. La henificación es aplicada a la mayoría de las especies forrajeras cuya finalidad es deshidratar los tejidos forrajeros (Mila, 2002).

4.5.3 Ensilaje.

Es una estructura a prueba de aire y agua el cual permite que se realice una conservación del pasto y forraje, manteniendo su condición jugosa y su color verde sin disminuir el valor nutritivo. Se recomienda mantener una humedad aproximadamente del 70% se debe realizar cuando los pastos estén en su mejor momento de contenido en proteína y bajo en fibra (SAG, 2005).

4.5.4 Concentrados.

Son alimentos con alto contenido de energía y poca fibra. Es un alimento balanceado para los animales, pero cuenta con un precio alto con respecto a las demás fuentes de alimentación que eleva los costos de producción. Para su elaboración se emplean granos de cereales como el trigo, centeno, cebada, avena, maíz y sorgo son los más importantes.

Los concentrados no se pueden emplear como única fuente de nutrientes para los animales se deben emplear con un sistema de pastoreo, se ofrece en cantidades controladas con respecto a la producción (Pineda, 2007).

4.6 Alimentación del ganado de doble propósito.

La nutrición es un factor importante en la producción del ganado de doble propósito. La tarea del ganadero es suministrar alimento que requieren los animales a un bajo costo. El forraje verde hidropónico aporta en la alimentación una gran cantidad de elementos necesarios para los animales como agua, materia seca, proteínas, fibra, vitaminas y minerales en cantidades suficientes y bien balanceadas (Rodríguez, 2011).

Para que los alimentos sean eficientes se deben preparar dietas con un valor nutritivo ideal, el alimento debe suministrarse de manera constante y cumpliendo con las necesidades que requieren los animales en las diferentes etapas de producción. El alimento consumido es útil para conservar al animal para recuperar las pérdidas que el cuerpo sufre en el desarrollo de las actividades vitales diarias. Una alimentación balanceada genera buenos rendimientos en la producción (Duran's Consultoring, 2010).

En los sistemas de producción se emplean programas de alimentación enfocando un mejoramiento continuo en las condiciones de los animales para cumplir con los requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) logrando mejorar los parámetros productivos (Moreno y Molina 2007).

La producción ganadera tiene como objeto principal la producción de animales de excelente calidad relacionado con el sistema de pastoreo (Sánchez y Alvares, 2010), se debe suministrar alimento que contenga buenas condiciones que le ofrecen a los animales los requerimiento en la producción y la reproducción. El contenido de nutrientes que se encuentra en los alimentos son aspectos sobresalientes en su calidad, que permite tener una mejor apreciación del valor nutricional (Acosta, 2002).

En una producción bovina los costos dependen de las estrategias que utiliza en la producción. Los costos de producción son la suma de los valores del conjunto de bienes y esfuerzos valorados en pesos en que se incurre para obtener un producto en las condiciones adecuadas para entregar al mercado (Henao, 2011).

Cuando la vaca esta recién parida necesita mayor cantidad de nutrientes como energía y proteína. En el primer tercio de lactancia (desde el parto hasta el día 90), se requiere una mayor exigencia en la alimentación para cumplir con los requerimientos del animal y evitar que la vaca movilice sus reservas corporales para cubrir el déficit energético, esto puede afectar la reproducción. El consumo de materia seca consumida deberá ser de 3.6 a 4.0% respecto a su peso corporal.

El segundo tercio de lactancia va desde los 90 días hasta los 210 días después del parto la vaca consume alimento para cumplir los requerimientos nutricionales y que le permite recuperar las pérdidas que afectaron la condición corporal durante el primer tercio. Se recomienda el consumo de 3.0 a 3.3% de materia seca según su peso corporal.

El último tercio de lactancia va desde el día 211 hasta que la vaca deje de producir leche, se necesita que recupere la condición corporal teniendo en cuenta que está en un estado de preñez, el consumo de materia seca debe estar en niveles de un 2.5% con respecto al su condición corporal (Almeyda y Parreño, 2011).

Los alimentos sufren una transformación en el proceso de digestión que es el resultado de la acción de los microorganismos del rumen que extraen la energía de los carbohidratos estructurales y convierte el nitrógeno no proteico en proteína bacteriana rica en aminoácidos para cubrir mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción (Vega, 2010).

En la explotación ganadera se requiere de especial cuidado con los requerimientos de energía y proteína que la alimentación convencional no logra cubrir en el animal. El uso de suplementos compensa la nutrición. Existen varios tipos de suplementos y diversidad de recursos para ser utilizados. Estos alimentos se clasifican en:

4.6.1 Suplementos Fibrosos.

Los suplementos fibrosos están constituidos principalmente por los forrajes verdes, heno, plantas de la pradera, pastos, árboles que son alimentos a los cuales los bovinos encuentran en abundancia en los sistemas de pastoreo con un buen manejo. Una vaca lechera requiere de un 17% a un 22% de fibra cruda en la materia seca, si se incrementa esta ración se perjudica el consumo de alimento y cuando está por debajo del 17% el nivel de grasa en la leche disminuye.

La fibra comprende un conjunto de compuestos que son indigestibles por los enzimas del tubo digestivo de los mamíferos, algunos de los componentes de la fibra son digestibles por enzimas producidos por bacterias del tubo digestivo. La lignina es el único compuesto de la fibra que es indigestible en el tracto digestivo de los rumiantes, su digestión necesita la presencia de oxígeno. Las raciones de

rumiantes suelen tener un contenido elevado de fibra, especialmente las del vacuno lechero. Los sistemas de alimentación de los rumiantes han disminuido progresivamente la proporción de fibra en las raciones con el fin de aumentar los aportes de energía al animal. Por un lado, la fibra fermenta lentamente aportando relativamente poca energía al animal y genera poco ácido en el rumen, pero aporta una textura física al contenido ruminal que estimula la rumia, la masticación y la secreción salivar, y regula el ritmo de paso (Bach y Calsamiglia, 2006).

4.6.2 Suplementos Proteicos.

Los requerimientos de proteína en los animales es necesario para complementar las dietas básicas de forrajes y aumentar la producción. La implementación de forrajes y pastos se realiza porque son los más económicos y fáciles de suministrar. En los sistemas de pastoreo los animales presentan restricciones en la alimentación y se deben implementar programas de suplementación. Compensando la falta de nitrógeno para promover una fermentación ruminal, el consumo de alimento deficiente en proteína, minerales y energía que afectan la digestión. La suplementación en los animales representa un incremento en los costos de producción y esta se recomienda cuando la oferta de forraje es baja y existen limitaciones nutricionales que causan pérdida en condición corporal, crecimiento, baja producción (Garmendia, 2005).

4.6.3 Suplementos Minerales.

Los animales en la pradera consumen los minerales en los pastos, en el agua, en la tierra que se adhiere a los pastos durante el consumo. La sal mineralizada se recomienda suministrarse a los animales en todas las fases de producción, debe contar una buena calidad y buen balance en los minerales menores y mayores se asume que para algunos minerales como calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, azufre, hierro, la cantidad que aportan los forrajes se debe complementar con la sal mineralizada. En los elementos menores cobre, Zinc, Yodo, Selenio, y Cobalto la sal mineralizada debe suplir el 100% de los requerimientos del animal (Pineda, 2007).

Los minerales se clasifican con respecto a sus necesidades en la suplementación en macrominerales expresados en (% porcentajes) y microminerales en (ppm partes por millón) (Dieter, 1998). Son elementos con características fisicoquímicas de origen inorgánico.

4.6.4 Suplementos Energéticos.

Están presentes en los carbohidratos, lípidos o grasas. Los alimentos que contienen energía son los concentrados, cereales, subproductos de molienda y de la industria azucarera, frutas, raíces, etc.

Los bovinos utilizan energía para una gran variedad de funciones en su cuerpo como el crecimiento, la producción de leche, el funcionamiento reproductivo y mantenimiento de su estado corporal

Los alimentos, en su estructura química, están constituidos en átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Conformando moléculas, algunas se le conocen como carbohidratos (como azúcares, almidón y fibra bruta) y lípidos (grasas). Son usados por los bovinos para generar la energía que es necesaria para funciones como regular la temperatura de su cuerpo, función de órganos internos, para moverse, para elaborar grasa en las vacas productoras de leche.

El consumo adecuado de N, aditivos como enzimas exógenas, de granos incrementan la digestibilidad de los alimentos, pero se deben de evitar los excesos de compuestos nitrogenados degradables en la dieta. Para aumentar la energía metabolizable (EM) es necesario reducir las pérdidas de energía en orina y en gases de la fermentación. Considerar los productos finales de la fermentación de acuerdo a la relación forraje concentrado. Para aumentarla energía neta, es necesario reducir el calor producido, lo cual no es sencillo dado que existe producción de calor asociada con el metabolismo basal, la actividad y el intercambio calórico y el consumo de EM (Mendoza, Plata y Espinosa, 2008).

4.6.5 Suplementos Vitamínicos.

El empleo de suplementos vitamínicos se debe realizar teniendo en cuenta el tipo de animales, la explotación, la edad y el estado fisiológico y debe contar con la asistencia técnica de un profesional.

Los animales para el desarrollo de sus funciones vitales y productivas requieren de vitaminas. Por las características en la digestión de los rumiantes muchas vitaminas hidrosolubles y algunas liposolubles pueden ser sintetizadas en cantidades que superen las necesidades (Torre y Caja, 1998). Son elementos que regulan la fisiología en el organismo y muy importantes en innumerables procesos biológicos, pero no tienen ningún aporte calórico.

Las vitaminas son compuestos orgánicos útiles para el funcionamiento metabólico, funcionan como factores alimenticios accesorios. Actúan a nivel celular catalizando los procesos enzimáticos en la transformación y utilización de la energía, los rumiantes en la actividad microbiana que ocurre en la digestión produce vitaminas del complejo B (Dieter, 1998). Se clasifican según la solubilidad en agua (hidrosolubles) o grasa (liposoluble).

4.7 Prueba de mastitis californiana (CMT).

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria causada por bacterias como lo son *Escherichia coli*, *Streptococcus* y *Staphylococcus aureus*. Se caracteriza por cambios físicos y químicos de la leche. Esta enfermedad es reconocida por los signos clínicos por cambios en la leche y la ubre, causa una disminución de la producción de leche, aumento en el número de leucocitos aparición de grumos, fiebre, enrojecimiento de la ubre (REDVET, 2007)

La mastitis subclínica se requiere de una prueba (CMT) ya que los signos no son visibles, la ubre de la vaca permanece aparentemente, sana la leche producida a

simple vista es normal, la infección provoca la infección de uno o varios cuartos de la glándula mamaria causando aumento de temperatura enrojecimiento y dolor (Pérez *et al.*, 2005).

La prueba de california para mastitis (CMT), es una prueba útil para detectar la mastitis subclínica. Se requiere de una paleta con cuatro compartimientos para depositar unos chorros de leche de los pezones de la vaca, un reactivo California Mastitis Test (CMT), agua limpia para lavar la paleta para realizar la siguiente prueba. (Mellenberger y Roth, 2000).

Pasos para realizar la prueba de california para mastitis.

- Se toma una muestra de 2 cc de leche en cada compartimiento de la paleta
- Se agrega igual cantidad de reactivo (CMT) a cada compartimiento.
- Se realiza un movimiento circular en la paleta para mezclar el reactivo con la leche durante no más de 10 segundos.
- Lectura de la prueba, debe ser rápido ya que la reacción visible desaparece en unos 20 segundos y se clasifica visualmente.

4.7.1 Indicaciones de la prueba.

N = Negativo. La mezcla no es espesa. No hay infección, la leche no cambia de consistencia

T =Traza. La mezcla presenta un ligero espesamiento. Posible infección.

1 = (+). Mezcla con espesamiento pero sin la formación de gel.

2= (++) . Espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel.

3= (+++) Positivo fuerte. La mezcla presenta formación de gel y se adhiere al fondo de la paleta.

Tabla 3. Indicaciones para una prueba de mastitis.

Grado de CMT	Rango de células somáticas	Interpretación
N (Negativo)	0 – 200.000	Cuarto sano
T (Trazas)	200.000 – 400.000	Mastitis subclínica
1	400.000 – 1.200.000	Mastitis subclínica
2	1.200.000 – 5.000.000	Infección seria
3	Más de 5.000.000	Infección seria

(Mellenberger y Roth, 2000).

5 MATERIALES Y METODOS

5.1 Tipo de investigación.

Se desarrolló una investigación aplicada de campo, cuya información es de tipo descriptiva, cuantitativa, explicativa, prospectiva y experimental ya que describe un proceso para cumplir con los objetivos específicos y analizar los resultados que se obtengan.

Es importante señalar que el presente proyecto está enmarcado dentro de la línea de investigación en nutrición animal, ya que se realizó un estudio para evaluar la utilización del material vegetal de tipo FVH como alternativa nutricional en ganado bovino.

5.2 Lugar del estudio.

País: Colombia.

Departamento: Boyacá.

Municipio: Turmequé.

Provincia: Márquez.

Vereda: Siguinequé.

Predios: El Encenillal, el Porvenir, la Flor, el Ruque.

Propietario: Sr. Andrés Orjuela.

El lugar de la investigación está localizado a 5° 19´ de latitud norte y 73° 29´ de longitud, al oeste de Greenwich. (Bernal, 2008).

Este trabajo se desarrolló en el municipio de Turmequé, departamento de Boyacá. Fincas: El Encenillal, el Porvenir, la Flor y el Ruque.

Se contó con una área de aproximadamente de 7 hectáreas divididos en 8 potreros en los cuales predominan especies forrajeras como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), raygrass (*Lolium multiflorum*), produciendo una buena cantidad y calidad de pasto debido a que los suelos de dichos potreros son ricos en materia orgánica y se realiza una fertilización con abonos químicos y orgánicos como porquinaza dejando un periodo de rotación intermedio, el periodo de rotación es de aproximadamente 65 a 75 días dependiendo de las condiciones climáticas.

5.3 Obtención del forraje verde hidropónico.

La producción de forraje verde hidropónico se realizó en la finca “el Encenillal” en una cabina térmica con un área de 35 metros cuadrados. Este es un sistema de cultivo de pasto forrajero, se siembran cereales en condiciones especiales y se cosecharán en 17 días, momento en el cual, la planta habrá producido una considerable cantidad de proteína, vitaminas y minerales. Con el fin de utilizarlo en el complemento de la alimentación diaria y evaluar los resultados que se den en la parte práctica.

5.4 Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos:

T0: Tratamiento testigo (sin suplementación de FVH). Únicamente pastoreo.

T1: Suplementación con FVH a razón de 3 kg por animal y pastoreo.

T2: Suplementación con FVH a razón de 6 kg por animal y pastoreo.

El suministro de forraje verde hidropónico para los tratamientos B y C, se realizó en los potreros a la hora en que se realizó el ordeño.

Teniendo en cuenta el factor de estudio se desarrollaron 3 tratamientos.

Tabla 4. Dietas.

	DIETAS		
	Tratamiento T0	Tratamiento T1	Tratamiento T2
Forraje verde hidropónico Kg.	0 Kg	3 Kg	6 Kg
sal mineralizada gramos/animal/día	0 gramos	75 gramos	150 gramos
Ad-libitum	35Kg	35 Kg	35 Kg

^A consumo diario ad-libitum, mezcla de forraje compuesto por trébol rojo reygrass y kikuyo.

Tabla 5. Tratamientos.

Tratamiento	Grupo	Observaciones
T0	A	Sin suplemento.
T1	B	Suplementación con 3 Kg de forraje verde hidropónico.
T2	C	Suplementación con 6 Kg de forraje verde hidropónico.

Tabla 6. Tratamientos.

Tratamiento	Grupo	Observaciones
T0	A	15 días (10 días acostumbramiento – 5 días resultados).
T1	B	15 días (10 días acostumbramiento – 5 días resultados).
T2	C	15 días (10 días acostumbramiento – 5 días resultados).

La suplementación con forraje verde hidropónico se emplea en tres grupos (I, II, III). Los cuales constan de 2 vacas en producción de leche que se encuentran en

el primer tercio de gestación. A estos tres grupos se le aplicaran los tratamientos **A, B y C.**

Tabla 7. Grupos y Tratamientos.

Grupo	Tratamiento		
I	A	B	C
II	B	C	A
III	C	A	B

5.5 Unidad experimental.

Número de animales: 6.

Peso: 345 Kg aproximadamente.

Raza: Normando.

Se emplearon 6 animales en los tratamientos.

5.5.1 Animales.

6 vacas de la raza normanda destinadas a la producción de leche con un peso vivo promedio de 345 Kg.

5.6 Elementos para la producción del forraje verde hidropónico y el manejo de los animales.

Cabina térmica, semillas de trigo, agua, fertilizante para fertirriego, electrobomba, sistema de riego, bandejas, soporte para las bandejas en madera, comederos, bebederos, cinta métrica, baldes, cantinas, manilas, desinfectante para presellado y sellado al realizar el ordeño, pape periódico.

5.6.1 Insumos.

Forraje verde hidropónico, sal mineralizada, forraje producido en los potreros con predominan especies forrajeras como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), raygrass (*Lolium multiflorum*).

5.7 Metodología.

Se realizó una suplementación con forraje verde hidropónico en la alimentación en donde se utilizaron 6 vacas de la raza normanda en producción de leche. Se utilizaron 3 potreros con un área aproximada de 1 hectárea, en cada potrero los animales permanecían 15 días y luego se pasaran al siguiente potrero y así sucesivamente.

Se realizaron tres tratamientos (**T0**, **T1** y **T2**) los cuales consistieron en suministrar distintas dietas. En cada tratamiento se distribuyeron al azar 2 animales. El tratamiento **T0** consistió en una alimentación ad-libitum en pastoreo sin suplementación. El tratamiento **T1** contó con una alimentación al-libitum en pastoreo y una suplementación con 3 kg de forraje verde hidropónico con sal mineralizada. El tratamiento **T2** contó con una alimentación al-libitum en pastoreo y una suplementación con 6 kg de forraje verde hidropónico con sal mineralizada.

El desarrollo de la investigación se inició con la instalación de los animales para cada tratamiento en potreros diferentes. Los animales en cada tratamiento contaron con agua a libre consumo y un manejo de plan sanitario adecuado.

A los animales se les tomó el registro de la producción diaria de leche durante el tiempo en el que se realizaron los tratamientos.

5.8 Diseño experimental.

Para la parte experimental se implementó un diseño de sobrecambio en arreglo de cuadrado latino 3 X 3, fueron 6 unidades experimentales representadas por hembras bovinas en producción láctea con 345 kg de peso en promedio. Las vacas fueron divididas en 2 grupos para cada uno de los cuadrados. En este contexto, para cada cuadrado, cada una de las unidades experimentales recibió un tratamiento diferente a lo largo de los tres periodos.

5.9 Grupos experimentales

Tabla 8. Grupos experimentales.

Grupo	Tratamiento		
I	A	B	C
II	B	C	A
III	C	A	B

El factor que se probó fue el consumo de forraje verde hidropónico con sal mineralizada como suplemento en la alimentación del ganado de raza normando.

6 RESULTADOS

Para cada uno de los grupos se aplicaron los tratamientos propuestos (T0, T1 y T2)

Grupo I

Grupo I → A Tratamiento T0 = 0 Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo I → B Tratamiento T1 = 90Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo I → C Tratamiento T2 = 180Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo II

Grupo II → B Tratamiento T1 = 90Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo II → C Tratamiento T2 = 180Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo II → A Tratamiento T0 = 0 Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo III

Grupo III → C Tratamiento T2 = 180Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo III → A Tratamiento T0 = 0 Kg de forraje verde hidropónico.

Grupo III → B Tratamiento T1 = 90Kg de forraje verde hidropónico.

En cada grupo se empleó la misma cantidad de suplemento en la alimentación de los bovinos el cual equivale a 270 Kg.

Tabla 9. Forraje verde hidropónico en Kg utilizado en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Grupo			TOTAL
	I	II	III	
T0	0 Kg	0 Kg	0 Kg	0 Kg
T1	90 Kg	90 Kg	90 Kg	270 Kg
T2	180 Kg	180 Kg	180 Kg	540 Kg
TOTAL				810 Kg

Para el total del experimento, se emplearon 810 Kg de forraje verde hidropónico como suplemento en la alimentación de los bovinos a los cuales se les realizó los diferentes tratamientos.

Para la producción del forraje verde hidropónico se necesitó de:

- 90 Kg de semilla de trigo, (1 Kg de semilla de trigo en un periodo de 15 días produce promedio 9 Kg de forraje verde hidropónico)
- 2 Kg de solución nutritiva para hacer fertirriego.
- Una cabina térmica con las instalaciones adecuadas para la producción de forraje verde hidropónico.
- Mano de obra.

El costo promedio de cada kilogramo de forraje verde hidropónico es de \$ 246 pesos.

6.1 Control de producción de leche

6.1.1 Grupo I

Tabla 10. Grupo I A: Tratamiento T0

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T0 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Dí a 1	Dí a 2	Dí a 3	Dí a 4	Dí a 5	Dí a 6	Dí a 7	Dí a 8	Dí a 9	Dí a 10	Dí a 11	Dí a 12	Dí a 13	Dí a 14	Dí a 15
1	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8
2	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8

Como en el tratamiento **T0** del Grupo **I** no se suministra suplementación en la alimentación, la producción de leche no presenta variación en la cantidad de litros que se producen, la producción es constante.

Tampoco presenta un aumento en los costos de producción en suplementación ya que los animales solo consumen el pasto que es producido en los potreros.

El litro de leche es vendido a \$750 pesos.

En este tratamiento la producción del animal 1 es de 78 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 40 litros de leche en el periodo de resultados con un total de 118 litros de leche producidos, representando para el productor un ingreso en pesos de \$88.500.

La producción del animal 2 es igual a la del animal 1.

La producción del tratamiento **T0** del grupo **I** es de \$177.00

En este tratamiento no se emplea suplementación para aumentar la producción.

Tabla 11. Grupo I B: Tratamiento T1.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T1 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15
1	8	8	8	8	8	8	9	9	10	9	10	11	10	10	10
2	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	11	10	10	11	10

En el tratamiento **T1** del Grupo **I** se suministró 3 Kg diarios de suplemento para cada animal, compuesto por forraje verde hidropónico y sal mineralizada, se emplearon un total de 90 Kg.

La producción del animal 1 es de 85 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 51 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 136 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$102.000.

La producción del animal 2 es de 87 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 52 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 139 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$104.250

La producción de tratamiento **T1** del Grupo **I** es de \$206.250

El costo del suplemento empleado en este tratamiento es de \$22.140

Tabla 12. Grupo I C: Tratamiento T2.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T2 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Dí a 1	Dí a 2	Dí a 3	Dí a 4	Dí a 5	Dí a 6	Dí a 7	Dí a 8	Dí a 9	Dí a 10	Dí a 11	Dí a 12	Dí a 13	Dí a 14	Dí a 15
1	10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
2	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12

En el tratamiento **T2** del Grupo **I** se suministró 6 Kg diarios de suplemento para cada animal, compuesto por forraje verde hidropónico y sal mineralizada, se emplearon un total de 180 Kg.

La producción del animal 1 es de 106 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 60 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 166 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$124.500.

La producción del animal 2 es de 106 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 60 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 166 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$124.500.

La producción de tratamiento **T2** del Grupo **I** es de \$249.000.

El costo del suplemento empleado en este tratamiento es de \$44.280.

6.1.2 Grupo II

Tabla 13. Grupo II B: Tratamiento T1.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T1 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Dí a 1	Dí a 2	Dí a 3	Dí a 4	Dí a 5	Dí a 6	Dí a 7	Dí a 8	Dí a 9	Dí a 10	Dí a 11	Dí a 12	Dí a 13	Dí a 14	Dí a 15
1	7	7	7	8	8	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9
2	8	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10	11	10	10	10

En el tratamiento **T1** del Grupo **II** se suministró 3 Kg diarios de suplemento para cada animal, compuesto por forraje verde hidropónico y sal mineralizada, se emplearon un total de 90 Kg.

La producción del animal 1 es de 79 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 45 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 124 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$93.000.

La producción del animal 2 es de 89 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 51 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 140 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$105.000.

La producción de tratamiento **T1** del Grupo **II** es de \$198.000.

El costo del suplemento empleado en este tratamiento es de \$22.140.

Tabla 14. Grupo II C: Tratamiento T2.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T2 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Dí a 1	Dí a 2	Dí a 3	Dí a 4	Dí a 5	Dí a 6	Dí a 7	Dí a 8	Dí a 9	Dí a 10	Dí a 11	Dí a 12	Dí a 13	Dí a 14	Dí a 15
1	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11
2	10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	11	12	12

En el tratamiento **T2** del Grupo **II** se suministró 6 Kg diarios de suplemento para cada animal, compuesto por forraje verde hidropónico y sal mineralizada, se emplearon un total de 180 Kg.

La producción del animal 1 es de 98 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 55 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 153 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$114.750.

La producción del animal 2 es de 106 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 59 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 165 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$123.750.

La producción de tratamiento **T2** del Grupo **II** es de \$238.500.

El costo del suplemento empleado en este tratamiento es de \$44.280.

Tabla 15. Grupo II A: Tratamiento T0.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T0 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Dí a 1	Dí a 2	Dí a 3	Dí a 4	Dí a 5	Dí a 6	Dí a 7	Dí a 8	Dí a 9	Dí a 10	Dí a 11	Dí a 12	Dí a 13	Dí a 14	Dí a 15
1	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8
2	12	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8

El tratamiento **T0** del grupo **II** no se empleó el uso de suplemento.

La producción del animal 1 es de 101 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 40 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 141 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$105.750.

La producción del animal 2 es de 105 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 40 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 145 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$108.750.

La producción de tratamiento **T0** del Grupo **II** es de \$214.500.

6.1.3 Grupo III

Tabla 16. Grupo II C: Tratamiento T2.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T2 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15
1	8	8	8	9	9	9	10	11	11	12	12	11	12	12	12
2	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12	13	12

En el tratamiento **T2** del Grupo **III** se suministró 6 Kg diarios de suplemento para cada animal, compuesto por forraje verde hidropónico y sal mineralizada, se emplearon un total de 180 Kg.

La producción del animal 1 es de 95 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 59 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 154 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$115.500.

La producción del animal 2 es de 98 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 60 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 158 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$118.500.

La producción de tratamiento **T2** del Grupo **III** es de \$234.000.

El costo del suplemento empleado en este tratamiento es de \$44.280.

Tabla 17. Grupo III A: Tratamiento T0.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T0 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15
1	12	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8
2	12	12	12	12	11	11	11	10	9	9	9	9	9	9	9

El tratamiento **T0** del grupo **III** no se empleó el uso de suplemento.

La producción del animal 1 es de 108 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 41 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 149 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$111.750.

La producción del animal 2 es de 109 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 45 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 154 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$115.500.

La producción de tratamiento **T0** del Grupo **III** es de \$227.250.

Tabla 18. Grupo III B: Tratamiento T1.

N- animal es	Producción en litros de leche para el tratamiento T1 durante 15 días														
	Acostumbramiento										Resultados				
	Dí a 1	Dí a 2	Dí a 3	Dí a 4	Dí a 5	Dí a 6	Dí a 7	Dí a 8	Dí a 9	Dí a 10	Dí a 11	Dí a 12	Dí a 13	Dí a 14	Dí a 15
1	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	11	11	10	11
2	9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	10	11	11

En el tratamiento **T1** del Grupo **III** se suministró 3 Kg diarios de suplemento para cada animal, compuesto por forraje verde hidropónico y sal mineralizada, se emplearon un total de 90 Kg.

La producción del animal 1 es de 88 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 53 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 141 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$105.750

La producción del animal 2 es de 97 litros de leche en el periodo de acostumbramiento y de 54 litros de leche en el periodo de resultados, con un total de 151 litros de leche producidos. Representando para el productor un ingreso en pesos de \$113.250

La producción de tratamiento **T1** del Grupo **III** es de \$219.000

El costo del suplemento empleado en este tratamiento es de \$22.140

6.2 Producción y costos en los tratamientos

Se tomaron en cuenta los datos tomados tanto en el periodo de acostumbramiento y en el periodo de resultados, para sacar los costos totales en la producción de leche y el uso del suplemento en la alimentación de los animales que se emplearon en los tratamientos, más adelante se estará analizando el periodo de resultados

Tabla 19. Valor total de los litros de leche producidos en los tratamientos.

Tratamientos	Grupos			Total
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	
Tratamiento T0	\$177.000	\$214.000	\$227.000	\$618.000
Tratamiento T1	\$206.250	\$198.000	\$219.000	\$623.250
Tratamiento T2	\$249.000	\$238.500	\$234.000	\$721.500
Total				\$1.963.500

La producción total de los tratamientos **T0**, **T1** y **T2** en los grupos **I**, **II** y **III** fue de \$1.963.500

Tabla 20. Valor total del suplemento suministrado en los tratamientos.

Tratamientos	Grupos			Total
	Grupo I	Grupo II	Grupo III	
Tratamiento T0	\$0	\$0	\$0	\$0
Tratamiento T1	\$22.140	\$22.140	\$22.140	\$66.420
Tratamiento T2	\$44.280	\$44.280	\$44.280	\$132.840
Total				\$199.260

El valor total del suplemento empleado en los tratamientos **T0**, **T1** y **T2** en los grupos **I**, **II** y **III** fue de \$199.260.

6.3 Calidad de la leche

6.3.1 Prueba de California para Mastitis (CMT).

Pasos para realizar la prueba de califonia para mastitis.

- Se toma una muestra de 2 cc de leche en cada compartimiento de la paleta.
- Se agrega igual cantidad de reactivo (CMT) a cada compartimiento.
- Se realiza un movimiento circular en la paleta para mezclar el reactivo con la leche durante no más de 10 segundos.
- Lectura de la prueba, debe ser rápido ya que la reacción visible desaparece en unos 20 segundos y se clasifica visualmente.

6.3.2 Indicaciones de la prueba.

N = Negativo. La mezcla no es espesa. No hay infección, la leche no cambia de consistencia.

T =Traza. La mezcla presenta un ligero espesamiento. Posible infección.

1 = (+). Mezcla con espesamiento pero sin la formación de gel.

2= (++) . Espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel.

3= (+++) Positivo fuerte. La mezcla presenta formación de gel y se adhiere al fondo de la paleta.

Tabla 21. Toma de muestras para (CMT) al inicio de los tratamientos.

Tratamientos	N-. animal	Resultado
Tratamiento T0	1	T (Trazas)
	2	T (Trazas)
Tratamiento T1	1	T (Trazas)
	2	T (Trazas)
Tratamiento T2	1	N (Negativo)
	2	T (Trazas)

Se realizó la toma de muestras de mastitis, al inicio de los tratamientos en los diferentes grupos. Empleando la prueba de California para Mastitis (CMT). Para contar con una leche de buena calidad, y empleando buenas prácticas de ordeño.

Tabla 22. Toma de muestras para (CMT) al final de los tratamientos.

tratamiento	N-. animales	Resultados
Tratamiento T0	1	T (Trazas)
	2	T (Trazas)
Tratamiento T1	1	T (Trazas)
	2	T (Trazas)
Tratamiento T2	1	N (Negativo)
	2	T (Trazas)

Y al finalizar los tratamientos en los diferentes grupos se realizó otra prueba de California para Mastitis (CMT), para verificar que los animales no presenten mastitis subclínica y mastitis clínica que afecta la producción de la leche y la salud

del animal. No se presentaron mayores cambios en los resultados, ya que se realizaron buenas prácticas de ordeño con el fin de mantener una buena calidad de la leche

6.4 Resultados promedio en aumento de la producción de leche en cada grupo y tratamiento

Los datos que se tendrán en cuenta para los resultados de los tratamientos **T0**, **T1** y **T2** que se realizaron en los grupos **I**, **II** y **III** serán los de los últimos 5 días que es el periodo de resultados.

6.5 Análisis y discusión de resultados.

Se evaluó el manejo de la suplementación en la alimentación de los bovinos de raza normanda destinados a la producción de leche en la vereda de Siguinequé del Municipio de Turmequé en el departamento de Boyacá, y los efectos en la producción al implementar el uso de forraje verde hidropónico como suplemento en la alimentación de los bovinos.

Tabla 23. Resultados promedio de cada grupo y tratamiento.

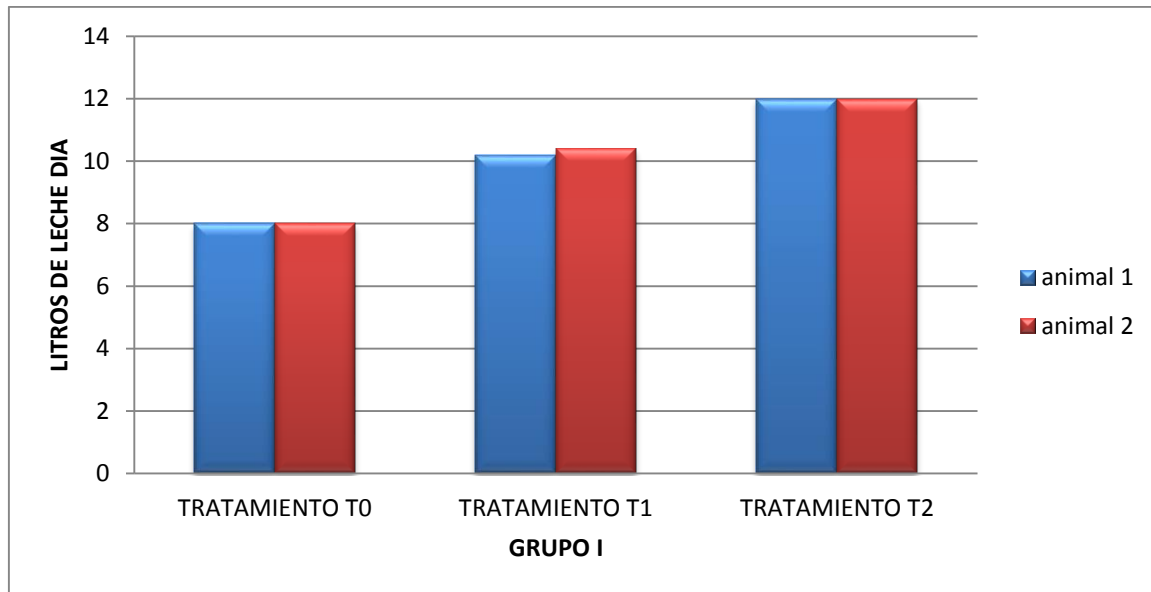
Tratamiento	Grupo I (litros producidos)	Grupo II (litros producidos)	Grupo III (litros producidos)
T0	8	8	8,6
T1	10,3	9,6	10,7
T2	12	11,4	11,9

Con base en los datos suministrados, existen diferencias numéricas entre los diferentes tratamientos realizados, asimismo existirán diferencias estadísticamente significativa entre los tres grupos.

Según (Tarrillo, sf) la implementación del forraje verde hidropónico en una producción presenta un aumento en la, producción de leche. Como se observa en los resultados de los tratamientos **T1** y **T2** de los Grupos **I**, **II** y **III** al suministrar una suplementación en la alimentación de los bovinos la producción aumenta

6.5.1 Grupo I

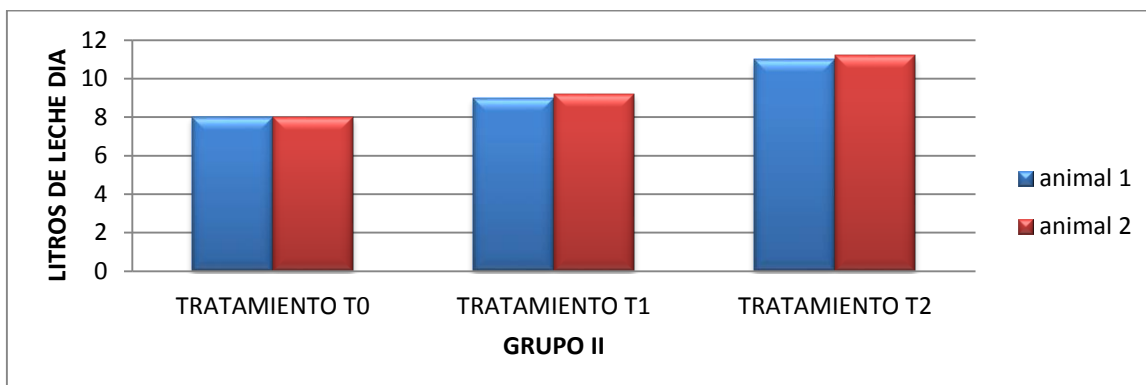
Grafico 1. Resultados producción promedio grupo I.



Para el grupo **I** en el tratamiento **T0** la producción promedio en el periodo de resultados es de 8 litros de leche diarios. En el tratamiento **T1** en el periodo de resultados se ve un aumento promedio de 2.3 litros de leche diarios en comparación al tratamiento **T0**. Y en el tratamiento **T2** en el periodo de resultados se ve un aumento promedio de 4 litros de leche diarios en comparación al tratamiento **T0**.

6.5.2 Grupo II

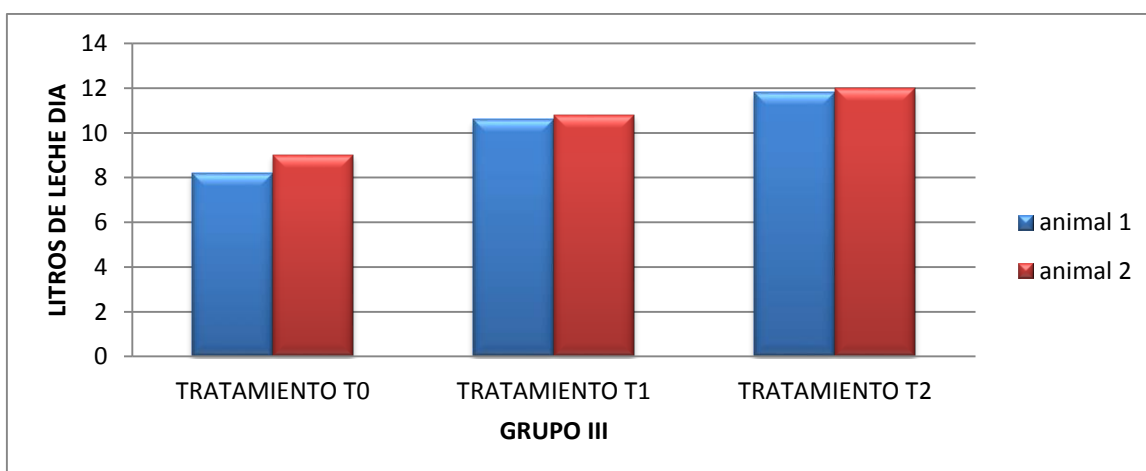
Grafico 2. Resultados producción promedio grupo II.



En el grupo II en el tratamiento T0 la producción promedio de en el periodo de resultados es de 8 litros de leche diarios. En el tratamiento T1 en el periodo de resultados se ve un aumento promedio de 1.6 litros de leche diarios en comparación al tratamiento T0. Y en el tratamiento T2 en el periodo de resultados se ve un aumento promedio de 3.4 litros de leche diarios en comparación al tratamiento T0.

6.5.3 Grupo III

Grafico 3. Resultados producción promedio grupo III.



En el grupo III en el tratamiento T0 la producción promedio de en el periodo de resultados es de 8.6 litros de leche diarios. En el tratamiento T1 en el periodo de resultados se ve un aumento promedio de 2.1 litros de leche diarios en

comparación al tratamiento **T0**. Y en el tratamiento **T2** en el periodo de resultados se ve un aumento promedio de 3.3 litros de leche diarios en comparación al tratamiento **T0**.

Tabla 24. Producción en litros de leche en los tratamientos de la investigación en el periodo de resultados.

	Dietas		
	Tratamiento T0	Tratamiento T1	Tratamiento T2
Grupo I	80	103	120
Grupo II	80	96	114
Grupo III	86	107	119

En este cuadro se muestra la producción de leche del grupo **I, II y III** en los tratamientos **T0, T1 y T2**, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados. Estos datos son los que se toman para sacar los resultados de la investigación. Como se puede ver el uso de la suplementación en la alimentación causa un aumento en la producción. Este aumento depende de la cantidad de suplemento que consumen los animales. Pero este aumento en la producción también genera un incremento en los costos de producción que es por el valor del suplemento.

Tabla 25. Valor total del suplemento suministrado en los tratamientos durante el periodo de resultados.

Tratamientos Grupo I Grupo II Grupo III	Cantidad de suplemento por tratamiento	Valor unitario del Kg de suplemento	Valor total del suplemento
Tratamiento T0	0 Kg	\$246	\$0
Tratamiento T1	30Kg	\$246	\$7.380
Tratamiento T2	60Kg	\$246	\$14.760
Total			\$22.140

Este cuadro muestra el valor total del suplemento que se empleó en el grupo **I, II y III** en los tratamientos **T0, T1 y T2**, durante los últimos 5 días de cada tratamiento

que es el periodo de resultados. El valor del suplemento para cada grupo es el mismo ya que se emplean los mismos tratamientos y cuenta con igual cantidad de animales.

6.5.4 Grupo I

Tabla 26. Valor total de la producción de leche en el grupo I, periodo de resultados.

Tratamientos Grupo I	Cantidad de litros por tratamiento	Valor unitario del litro de leche	Valor total litros de leche
Tratamiento T0	80	\$750	\$60.000
Tratamiento T1	103	\$750	\$77.250
Tratamiento T2	120	\$750	\$90.000

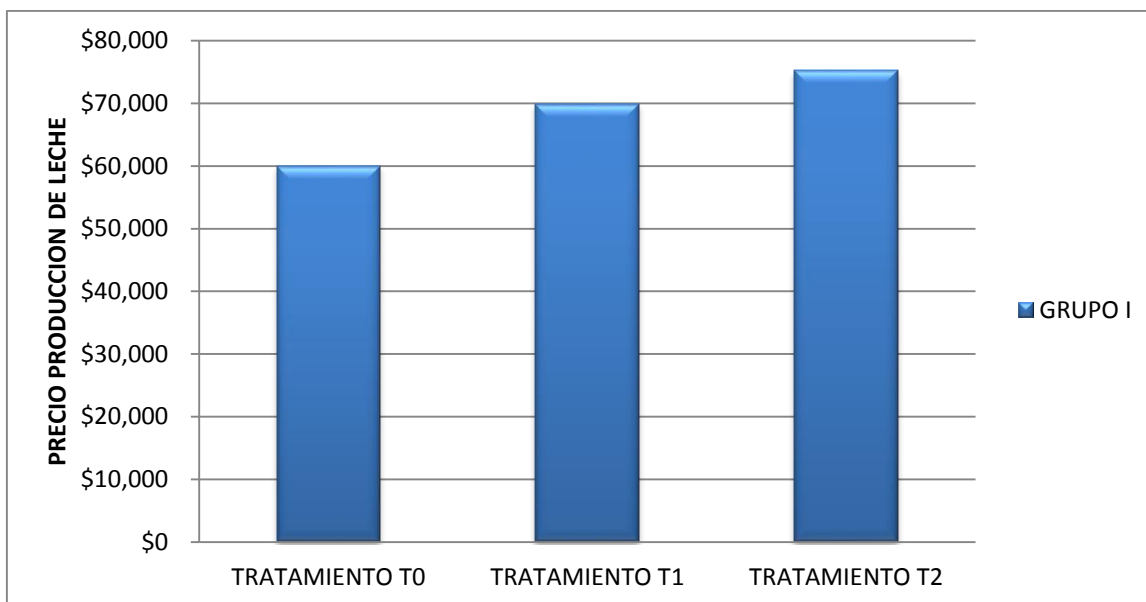
Este cuadro muestra el valor de los litros de leche producidos en grupo I en los tratamientos **T0**, **T1** y **T2**, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados.

Tabla 27. Relación costo beneficio Grupo I.

Tratamientos Grupo I	Valor de la producción de leche	Valor del suplemento	Valor total
Tratamiento T0	\$60.000	\$0	\$60.000
Tratamiento T1	\$77.250	\$7.380	\$69.870
Tratamiento T2	\$90.000	\$14.760	\$75.240

En este cuadro se toma el valor de la producción de leche en el grupo I en los tratamientos **T0**, **T1** y **T2**, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados y se le resta el valor del suplemento, para obtener los

Grafico 4. Resultados Grupo I.



La grafica muestra que en el tratamiento **T0** del grupo **I** la producción por la venta de la leche fue de \$ 60.000.

En los tratamientos **T1** del grupo **I** la producción por la venta de la leche fue de \$69.870 presentando un aumento de \$9.870 para el productor en comparación con los tratamientos **T0**.

En los tratamientos **T2** del grupo **I** la producción por la venta de la leche fue de \$75.240 presentando un aumento de \$15.240 para el productor en comparación con los tratamientos **T0**.

Se observa que el uso de la suplementación en la alimentación genera ganancias para el productor.

6.5.5 Grupo II

Tabla 28. Valor total de la producción de leche en el grupo II, periodo de resultados.

Tratamientos Grupo II	Cantidad de litros por tratamiento	Valor unitario del litro de leche	Valor total litros de leche
Tratamiento T0	80	\$750	\$60.000
Tratamiento T1	96	\$750	\$72.000
Tratamiento T2	114	\$750	\$85.500

Este cuadro muestra el valor de los litros de leche producidos en grupo II en los tratamientos T0, T1 y T2, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados.

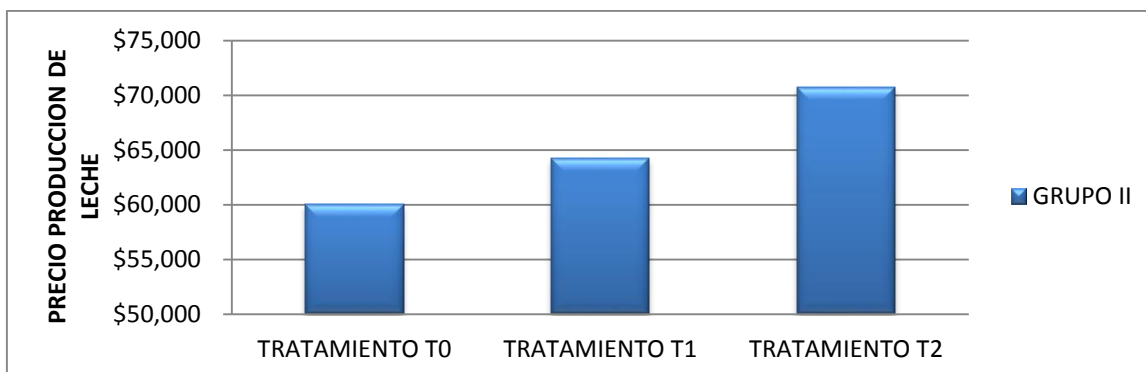
Tabla 29. Relación costo beneficio grupo II.

Tratamientos Grupo II	Valor de la producción de leche	Valor del suplemento	Valor total
Tratamiento T0	\$60.000	\$0	\$60.000
Tratamiento T1	\$72.000	\$7.380	\$64.250
Tratamiento T2	\$85.500	\$14.760	\$70.740

En este cuadro se toma el valor de la producción de leche en el grupo II en los tratamientos T0, T1 y T2, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados y se le resta el valor del suplemento, para obtener los resultados del grupo II y observar si el uso de la suplementación en la alimentación genera ganancias para el productor. Lo que nos indica que al implementar una suplementación en una producción bovina se van a obtener ganancias económicas que mejoran la productividad en las producciones pecuarias. Lo anterior concuerda según la (FAO, 2001) en donde menciona que los resultados más significativos obtenidos en una producción animal que

consume forraje verde hidropónico se encuentran los vacunos, especialmente el ganado lechero.

Grafico 5. Resultados del grupo II.



La grafica muestra que en el tratamiento **T0** del grupo **II** la producción por la venta de la leche fue de \$ 60.000

En los tratamientos **T1** del grupo **II** la producción por la venta de la leche fue de \$64.250 presentando un aumento de \$4.250 para el productor en comparación con los tratamientos **T0**.

En los tratamientos **T2** del grupo **II** la producción por la venta de la leche fue de \$70.740 presentando un aumento de \$10.740 para el productor en comparación con los tratamientos **T0**.

Se observa que el uso de la suplementación en la alimentación genera ganancias para el productor.

6.5.6 Grupo III

Tabla 30. Valor total de la producción de leche en el grupo III, periodo de resultados.

Tratamientos Grupo III	Cantidad de litros por tratamiento	Valor unitario del litro de leche	Valor total litros de leche
Tratamiento T0	86	\$750	\$64.500
Tratamiento T1	107	\$750	\$80.250
Tratamiento T2	119	\$750	\$89.250

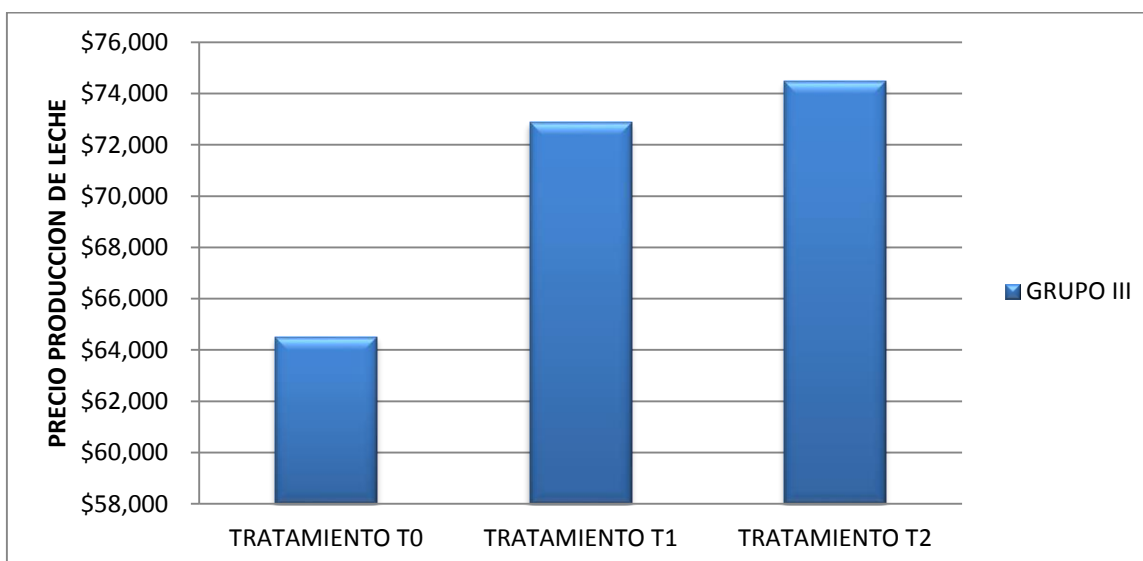
Este cuadro muestra el valor de los litros de leche producidos en grupo III en los tratamientos T0, T1 y T2, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados.

Tabla 31. Relación costo beneficio grupo III.

Tratamientos Grupo III	Valor de la producción de leche	Valor del suplemento	Valor total
Tratamiento T0	\$64.500	\$0	\$64.500
Tratamiento T1	\$80.250	\$7.380	\$72.870
Tratamiento T2	\$89.250	\$14.760	\$74.490

En este cuadro se toma el valor de la producción de leche en el grupo III en los tratamientos T0, T1 y T2, durante los últimos 5 días de cada tratamiento que es el periodo de resultados y se le resta el valor del suplemento, para obtener los resultados del grupo III y observar si el uso de la suplementación en la alimentación genera ganancias para el productor.

Grafico 6. Resultados grupo III.



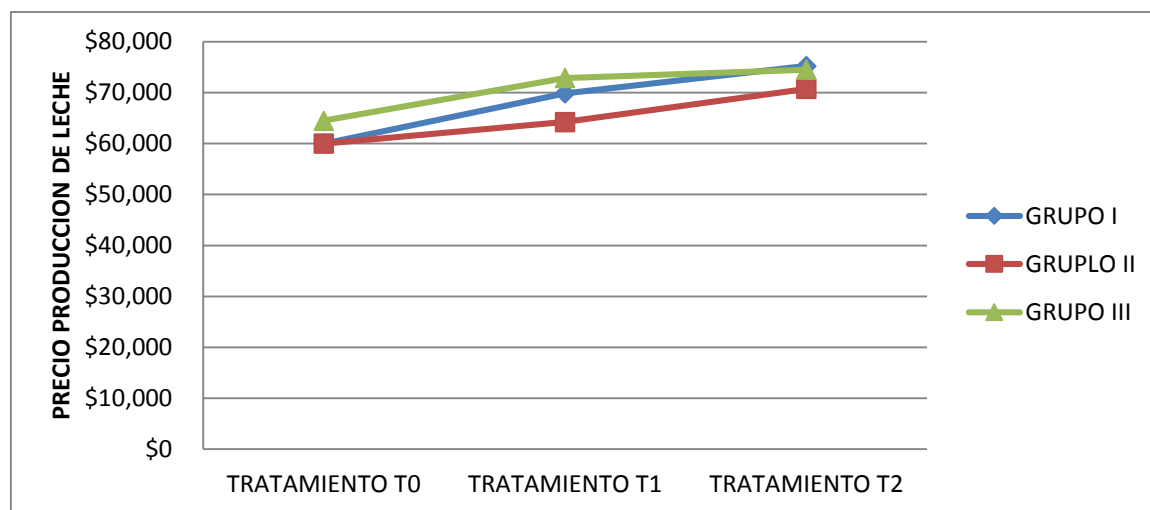
La grafica muestra que en el tratamiento **T0** del grupo **III** la producción por la venta de la leche fue de \$ 64.500.

En los tratamientos **T1** del grupo **III** la producción por la venta de la leche fue de \$72.870 presentando un aumento de \$8.370 para el productor en comparación con los tratamientos **T0**.

En los tratamientos **T2** del grupo **III** la producción por la venta de la leche fue de \$74.490 presentando un aumento de \$9.990 para el productor en comparación con los tratamientos **T0**.

Se observa que el uso de la suplementación en la alimentación genera ganancias para el productor.

Grafico 7. Resultados grupo I, II y III en los tratamientos T0, T1 y T2.



Los resultados de los tratamientos con suplemento a base de forraje verde hidropónico al ser comparados con el tratamiento **T0** presentan un aumento económico en la producción de leche en el ganado bovino. Lo anterior afirma que la implementación del forraje verde hidropónico en la alimentación bovina es una alternativa viable para el productor por su rendimiento en la producción y el bajo costo por Kg (FAO, 2001).

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES

Según el análisis realizado se puede concluir que es una buena práctica suministrar forraje verde hidropónico en buenas cantidades a los bovinos ya que se comprobó que ayuda a mejorar la producción de leche teniendo un aumento promedio de 3.5 en litros en cada animal en el Tratamiento **T2**, y un aumento promedio de 2 litros en cada animal en el tratamiento **T1** en comparación con el tratamiento **T0** que fue el tratamiento testigo.

En los Grupos I, II y III con respecto a los 3 tratamientos empleados se evidencia que el tratamiento **T2** fue el de mayor rendimiento ya que con este se aumentó significativamente la producción de leche.

El costo de un kilogramo de forraje verde hidropónico es de \$ 246 pesos y su uso como suplementación en la alimentación que se realizó en los diferentes tratamientos representa un bajo costo en la producción y un aumento de ganancias económicas para el productor teniendo en cuenta la relación costo beneficio.

Según los resultados arrojados en las pruebas de mastitis CMT tanto al inicio como al final de la investigación se evidencia que suministrar forraje verde hidropónico es confiable ya que no afecta la calidad de leche, ni genera enfermedades en los bovinos.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el **T2**, como suplemento en la alimentación de los bovinos ya que este presenta mejores rendimientos en la producción de leche que los demás tratamientos que se realizaron en la investigación.

Emplear sal mineralizada mezclada con el forraje verde hidropónico para que el suplemento sea más agradable para el consumo animal.

Se debe contar con praderas que produzcan buenos pastos y forrajes para ofrecer una buena alimentación ad libitum, En los Grupos I, II y III con respecto a los 3 tratamientos empleados se evidencia que el tratamiento T2 fue el de mayor rendimiento ya que con este se aumentó significativamente la producción de leche.

Teniendo en cuenta que la suplementación con forraje verde hidropónico que se realizó en los tratamiento **T1** y **T2** es un complemento en la alimentación de los bovinos.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta C. (2002). *Manual Agropecuario. 1ª ed.* Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá Colombia. Citado en. García Zambrano W. (2013). *“Remplazo Parcial de la Cascara de Maracuyá con Mezclas de Concentrado Para Dietas de Novillos de Engorde en Estabulación.* Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6820/1/T-ESPE-002477.pdf>

Almeyda Matías J. Parreño Rodríguez J. (2011). *Manejo Integrado del Bovino.* Universidad Agraria la Molina. Perú. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/ganadolechero/Manejo_integrado_de_ganado_vacuno.pdf

Altusar, F.H. (1991). *Cultivo en invernadero.* 3ª edición. Mundi-prensa. (En línea) México. Citado en. Medinilla Guardado J. Vigil Orellana R. Platero Montoya C. (2010). *Evaluación Bioeconomica del Rendimiento en Canal de Conejos Neozelandés Blanco Alimentados con Tres Niveles de Forraje Verde Hidropónico de Maíz Blanco.* Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://ri.ues.edu.sv/490/1/10136470.pdf>

Arronis D, V. (2006). *Sistemas Intensivos de Producción Bovina Alimentación.* Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00134.pdf>

Bach A. Calsamiglia S. (2006). *La Fibra en los Rumiantes.* XXII Curso de Especialización FEDNA. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en. Http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/100-fibra_en_rumiantes.pdf

Baixauli Soria C. Aguilar Olivert J, M. (2002). *Cultivos sin Suelo de Hortalizas, Aspectos Prácticos y Experiencias*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descargar en: <http://www.ivia.es/sdta/pdf/libros/n53.pdf>.

Baskin Carol & Mack J. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Citado en. Rojas Riaño, M. (2009). *Evaluación de los Parámetros de Producción y Calidad Nutricional de Forraje Verde Hidropónico de Avena y Trigo Producidos de Manera Artesanal en el Zoológico de Buin, Chile*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6720/T13.09%20r638e.pdf?Sequence=1>

Bernal Duffo E. (2008). *TURMEQUE. Geografía Cultural*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.boyacacultural.com/turmeque/clima.php>

Ceballos C J. García P. (1992). *Cultivos Hidropónicos. "Nuevas Técnicas de producción"*. Mundi-prensa. Madrid. Citado en. Romero Valdés M. Córdova Duarte G. Hernández Gallo E. (2009). *Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41611810002>

Chang M. Hoyos M. Rodríguez A. (2000). *Producción de Forraje Verde Hidropónico*. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú. Citado en. Medinilla Guardado J. Vigil Orellana R. Platero Montoya C. (2010). *Evaluación Bioeconomica del Rendimiento en Canal de Conejos Neozelandés Blanco Alimentados con Tres Niveles de Forraje Verde Hidropónico de Maíz Blanco*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://ri.ues.edu.sv/490/1/10136470.pdf>

Contexto Ganadero. (2014). *Falta de Agua en Boyacá Comienza a Desabastecer de Pastos a Ganaderos*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.contextoganadero.com/regiones/falta-de-agua-en-boyaca-comienza-desabastecer-de-pastos-ganaderos>

Contexto Ganadero. (2013). *Forraje Verde Hidropónico: Alternativa Orgánica para el Ganado*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/forraje-verde-hidroponico-alternativa-organica-para-el-ganado>

Copa, A. (2010). *Nutrición y Alimentación del Ganado Lechero*. La Paz: Soluciones Prácticas-Fundación SartawiSayariy. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://75.82.149.74:10003/soluciones/pubs/njy5.pdf>

DieterHess. (1998). *Calidad Nutricional y Producción Animal*. CORPOICA. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127144447_Calidad%20nutricional%20y%20produccion%20bovina.pdf

Duran's Consulting. (2010). *Guía Virtual de Producción Forraje Verde Hidropónico*.

Espinoza, F. Argenti G. Urdaneta C. Araque A. Fuentes J. Palma C. Bello. (2004). *Uso del Forraje de Maíz (Zea mays) Hidropónico en la Alimentación de Toretos Mestizos*. *Zootecnia Trop*. Citado en. Rivera et al. (2010). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays L.) En Condiciones de Iluminación Deficiente*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

FAO. (1996). *Cumbre Mundial Sobre la Alimentación*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s04a.htm>

FAO. (2001) *Mejoramiento de la Disponibilidad de Alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA*. Oficina Regional América Latina y El Caribe. Santiago, Chile. Citado en. Salas Pérez L. *Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (zeamays) producido en invernadero bajo fertilización orgánica*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://webcache.googleusercontent.com/search?Q=cache:2rsw-b2xto4j:www.researchgate.net/profile/Juan_Esparza-Rivera/publication/237033169_Rendimiento_calidad_nutricional_contenido_fenlico_y_capacidad_antioxidante_de_forraje_verde_hidropnico_de_maz_%28Zea_mays%29_producido_en_invernadero_bajo_fertilizacin_orgnica/links/00b4953c0b2765ee83000000.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co

Fumagalli A. Kunts C. (2002). *Cómo Mejorar la Oferta Forrajera de los Sistemas de Cría. Cadena de la Carne Vacuna. Tecnologías Para Nuevos Escenarios*. Revista IDIAXXI: N°2 2002. Citado por. Vargas Rodríguez C F, (2008). *Comparación Productiva de Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Arroz y Sorgo Negro Forrajero*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_233.pdf

Food and Agriculture Organization. (FAO). (2002). *Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Chile. Citado en. Rivera et al. (2010). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays L.) En Condiciones de Iluminación Deficiente*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Garmendia J. (2005). *Suplementación Estratégica de Vacas de Doble Propósito Alrededor del Parto*. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/ix_seminario_pastosyforraje/Conferencias/C8-juliogarmendia.pdf

Guzmán J. (1986). *Pastos y Forrajes en Venezuela*. 2da Ed. Espasande S.R.L, Caracas, Venezuela. . Citado en. Rivera et al. (2010). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays L.) En Condiciones de Iluminación Deficiente*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Hidalgo L. (1985). *Producción de Forrajes en Condiciones de Hidroponía, Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale*. Chillan. Chile. Citado en. Villota Camacho G, M. (2013). *“Efecto de Dos Soluciones Nutritivas en la Producción y Calidad de Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Trigo y Cebada en el Cantón Mocha Provincia de Tungurahua”*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6807/1/T-ESPE-002476.pdf>

Henaó Álzate A, D. (2011). *Costos de Producción de un Litro de Leche*. Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ciencias Administrativas Agropecuarias Industrias Pecuarias Caldas (Antioquia). Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/389/1/Costos_produc](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/389/1/Costos_produc%00c3%00b3n_litro_leche.pdf)

HOWARD RESH. (2001). *“Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería”*. Editorial Océano. Barcelona- España. Citado en. Navarrete Flores R, O. (2008) *“Estudio de la Productividad de Dos Gramíneas (Hordeum Vulgare y Triticum Aestivum) y una Leguminosa (Viciasp.) Para Forraje Verde Hidropónico (FVH) Con Tres Cortes Sucesivos en la Granja ECAA”*. Consultado en Marzo del 2015.

Disponible para descarga en:
<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/253/1/T72017.pdf>

INFOAGRO. (2007). *El Cultivo del trigo*. 3ª parte. Consultado en. Marzo del 2015.
Disponible para descarga en:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>

Izquierdo J. (2001). *Manual Técnico “Forraje Verde Hidropónico” de FAO Para América Latina y el Caribe*. Ediciones FAO Santiago-Chile. Citado en. Navarrete Flores R, O. (2008) *“Estudio de la Productividad de Dos Gramíneas (Hordeum Vulgare y Triticum Aestivum) y una Leguminosa (Viciasp.) Para Forraje Verde Hidropónico (FVH) Con Tres Cortes Sucesivos en la Granja ECAA”*. Consultado en. Disponible para descarga en:
<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/253/1/T72017.pdf>

Mellenberg R, Roth C. (2000). *Hoja de Información de la Prueba de Mastitis California (CMT)*. Depto. De la Ciencia Animal, Universidad del Estado de Michigan y Depto., de la Ciencia Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison. Consultado en: (mayo del 2015). Disponible para descarga en:
http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/hoja-de-informacion-de-la-pruebe-de-mastitis-california_spanish.pdf

Mendoza Martínez G. Plata Pérez F. Espinosa Cervantes R. (2008). *Manejo Nutricional Para Mejorar la Eficiencia de Utiliza con de la Energía en Bovinos*. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Consultado en Marzo del 2015.
Disponible para descarga en:
<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/uciencia/abril2008/9--280.pdf>

Mila Prieto A. (2002). *Suelos, pastos y forrajes*. UNAD, Facultad de ciencias agrarias. Bogotá, D.C.

Moreno Osorio F, Molina Restrepo D (2007). *Buenas Prácticas Agropecuarias (bpa) en la Producción del Ganado de Doble Propósito Bajo Confinamiento, con Caña Panelera Como Parte de la Dieta*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1564s/a1564s03.pdf>.

Müller L. O. Santos P. Manfron V. Haut E. Binotto S. Medeiros e D. Dourado. (2005). *Produção e Qualidade Bromatológica de Gramíneas em Sistema Hidropônico*. Uruguiana, Revista da FZVA (Brasil), 12 (1): 88-97. Citado en. Rivera et al. (2010). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays L.) En Condiciones de Iluminación Deficiente*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Ocampo J, A, (2001). *Agricultura y Desarrollo Rural en América Latina*. Editorial Alfa-Omega, Naciones Unidas. CEPAL. Citado en. Rosas Vega G. (2011). *La Situación de los Sectores Agropecuario y Rural*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.google.com.co/url?Sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0cbsqfjaa&url=http%3A%2F%2Frevistas.javeriana.edu.co%2Findex.php%2Fdesarrollorural%2Farticle%2Fdownload%2F1276%2F764&ei=2tedvaj6hvphsqt2gogiaq&usq=afqjcnejkkbrqntkjaaved9pvkiro98dma>

Ortiz Salazar J. García Terán O. Morales Terán G. (2005). *Manejo de Bovinos Productores de Leche*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.lactodata.com/lactodata/docs/lib/man_bovino_prod_leche.pdf

Parra A. (1996). *Evaluación de Cultivares Criollos e Híbridos de Maíz (Zea maysL.) Para uso Forrajero Bajo Condiciones de Bosque Seco Tropical*. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 13(3): 251-260. Citado en. Rivera et al. (2010). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays L.) En Condiciones de Iluminación Deficiente*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en.

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Parsons D. (1994). Trigo, *cebada, avena. Trillas 2da edición*. México. Citado en. Rojas Riaño, M (2009). *Evaluación de los Parámetros de Producción y Calidad Nutricional de Forraje Verde Hidropónico de Avena y Trigo Producidos de Manera Artesanal en el Zoológico de Buin, Chile*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6720/T13.09%20r638e.pdf?Sequence=1>

Pérez CG, Bedolla CC, Castañeda VH. (2005). *Importancia del conteo de células somáticas en la cría sustentable de vacas productoras de leche*. Sustentabilidad. Vol. III, No 1. Universidad de Guadalajara, Jalisco., México. Citado en. REDVET. (2007). *Revista electrónica de Veterinaria. ISSN 1695-7504*. Volumen VIII Numero 9. Consultado en: (Mayo del 2015). Disponible para descarga en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>

Pérez J (1999). *“Manual de Cultivos Hidropónicos”*. Ediciones Culturales LTDA Santa Fe de Bogotá- Colombia. Citado en. Navarrete Flores R, O. (2008) *“Estudio de la Productividad de Dos Gramíneas (Hordeum Vulgare y Triticum Aestivum) y una Leguminosa (Viciasp.) Para Forraje Verde Hidropónico (FVH) Con Tres Cortes Sucesivos en la Granja ECAA”*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/253/1/T72017.pdf>

Pezo D. Holfmann F. Arze J. (1996). *Evaluación Bioeconómica de un Sistema de Producción de Leche Basado en el Uso Intensivo de Gramíneas Fertilizadas en el Trópico Húmedo de Costa Rica*. Agronomía Costarricense. Citado por. Vargas Rodríguez C, F, (2008). *Comparación Productiva de Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Arroz y Sorgo Negro Forrajero*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_233.pdf

Pineda M, J. (2007). *Tecnología Recomendada Para la iniciación, Transformación y Desarrollo de Ganaderías de Leche en honduras*. Proyecto DICTA-FENAGH. Consultado en marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.fenagh.net/Publicaciones/Documentos/normas%20tecnicas%20para%20la%20ganaderia%20de%20leche.pdf>

REDVET. (2007). *Revista electrónica de Veterinaria*. ISSN 1695-7504. Volumen VIII Numero 9. Consultado en: (Mayo del 2015). Disponible para descarga en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>

Resh, Howard M. (2001) *Cultivos Hidropónicos, Nuevas técnicas de Producción*. Departamento de Ciencia de las Plantas. Universidad de la Columbia Británica, Vancouver, Editorial Mundi Prensa. Citado en. Medinilla Guardado J. Vigil Orellana R. Platero Montoya C. (2010). *Evaluación Bioeconomica del Rendimiento en Canal de Conejos Neozelandés Blanco Alimentados con Tres Niveles de Forraje Verde Hidropónico de Maíz Blanco*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://ri.ues.edu.sv/490/1/10136470.pdf>

Rodríguez A. (2003). *Forraje Verde Hidropónico: Cómo Producir con Facilidad, Rapidez y Óptimos Resultados*. Editorial Diana. México. Citado en. Rojas Riaño, M (2009). *Evaluación de los Parámetros de Producción y Calidad Nutricional de Forraje Verde Hidropónico de Avena y Trigo Producidos de Manera Artesanal en el Zoológico de Buin, Chile*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6720/T13.09%20r638e.pdf?Sequence=1>

Rodríguez, G. (2003). *Forraje Verde Hidropónico*. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua México. Citado en. Navarrete Flores R, O. (2008) “*Estudio de la Productividad de Dos Gramíneas (Hordeum Vulgare y Triticum Aestivum) y una Leguminosa (Viciasp.) Para Forraje Verde Hidropónico (FVH) Con Tres Cortes Sucesivos en la Granja ECAA*”. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/253/1/T72017.pdf>

Rodríguez I. (2011). *Estrategias de Alimentación para Bovinos en el Trópico*. Mundo Pecuario, VII, Nº 3, 167-170, 2011. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33777/1/articulo6.pdf>

Rodríguez T, J. (2012). *Conservación de Forrajes*. Seminario 1. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://es.slideshare.net/juantomas21/conservacin-de-forrajes-28943917>

Rosas, N. (1994). *Cultivos Hidropónicos Montaje, Cultivo, Manejo*. ICFES. Santa fe de Bogotá. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Citado en. Rojas Riaño, M (2009). *Evaluación de los Parámetros de Producción y Calidad Nutricional de Forraje Verde Hidropónico de Avena y Trigo Producidos de Manera Artesanal en el Zoológico de Buin, Chile*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6720/T13.09%20r638e.pdf?Sequence=1>

Sánchez A. Álvarez O. (2003). *Confinamiento de los Sistemas Ganaderos Tradicionales, Alimentando con Recursos Locales*. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Citado en. García Zambrano W. (2013). *“Remplazo Parcial de la Cascara de Maracuyá con Mezclas de Concentrado Para Dietas de Novillos de Engorde en Estabulación*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6820/1/T-ESPE-002477.pdf>

Sánchez Cortazzo, A. Izquierdo, J (2001). *Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico*. FAO. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>

SAG. (2005). *Alternativas Nutricionales Para la Época Seca*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descargar en: <http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/doc-hon-feb/anes%20de.pdf>.

Sneath R, McIntosh F. (2003) *Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle on Farm*. Meat & Livestock Australia Ltd. Australia. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://webcache.googleusercontent.com/search?Q=cache:2rsw-b2xto4j:www.researchgate.net/profile/Juan_Esparza-Rivera/publication/237033169_Rendimiento_calidad_nutricional_contenido_fenico_y_capacidad_antioxidante_de_forraje_verde_hidropnico_de_maz_%28Zea_mays%29_producido_en_invernadero_bajo_fertilizacin_organica/links/00b4953c0b2765ee83000000.pdf+%amp;cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co

Tarrillo O H. (sf). *Forraje Verde Hidropónico, Forraje de Alta Calidad, Para la Alimentación Animal*. Citado en. Romero Valdés M. Córdova Duarte G. Hernández Gallo E. (2009). *Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41611810002>

Torre C. Caja G. (1998). *Utilización de Aditivos en Rumiantes: Vitaminas y Aminoácidos Protegidos*. Producción Animal, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/14-aditivos_vitaminas_y_aminoacidos_protegidos.pdf

Valdivia E. (1997). *Producción de Forraje Verde Hidropónico. Conferencia Internacional de Hidroponía Comercial*. Lima, Perú. Citado por. Vargas Rodríguez C, F. (2008). *Comparación Productiva de Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Arroz y Sorgo Negro Forrajero*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_233.pdf

Urías E. (1997). *Hidroponía. Como Cultivar Sin Tierra. Red de Hidroponía*. Lima, Perú. Citado en. Rivera et al. (2010). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays L.) En Condiciones de Iluminación Deficiente*. Consultado en. Marzo del 2015. Disponible para descarga en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Valencia Trujillo F, L. (2007). *Modulo Sistema de Producción Bovino Primera Edición*. @copyright Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje.

Vega Lozano J, A. (2010). *Alimentación de Bovinos*. Consultado en Marzo del 2015. Disponible para descarga en:

9 ANEXOS

Anexo 1. Mapa político de Turmequé.



([Http://www.boyacacultural.com/turmeque/divi.php](http://www.boyacacultural.com/turmeque/divi.php), 2015).

Anexo 2. Producción de forraje verde hidropónico.

A) Semilla de trigo en las bandejas, B) Germinado de las semillas, C) Germinado de las semillas día 6, D) Crecimiento radicular, E) Formación del forraje, F) Momento de cosecha, G) Modulo de producción



A



B



C



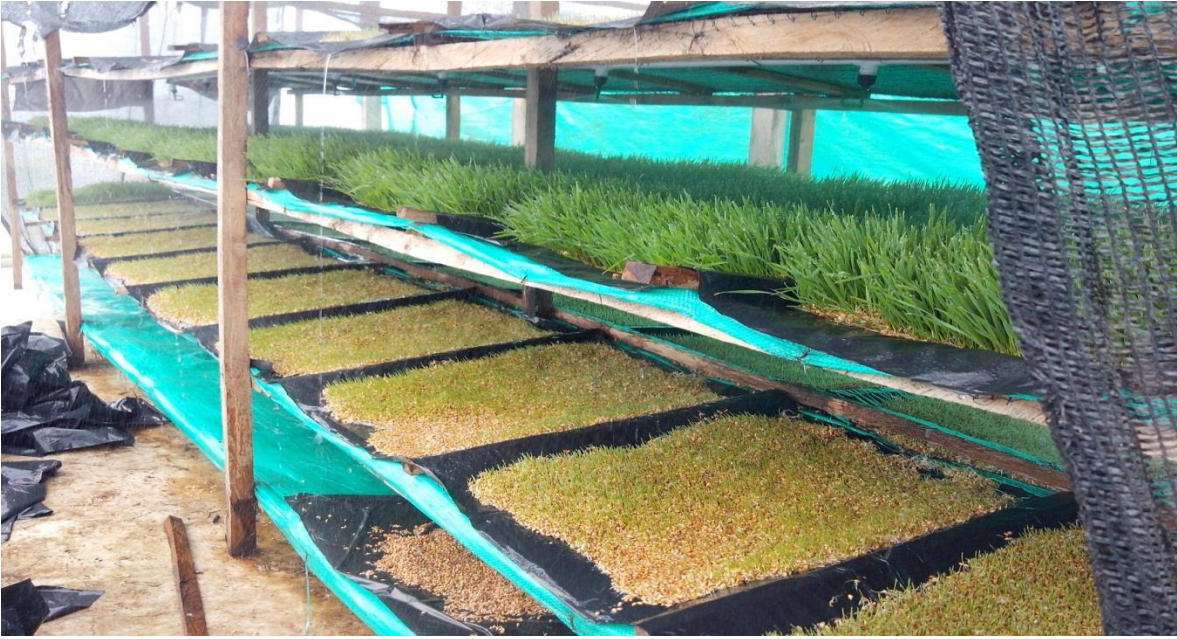
D



E



F



G

Anexo 3. Vacas en producción de leche grupo I.

A) animal 1, B) Animal 2



A



B

Anexo 4. Vacas en producción de leche grupo II.

A) animal 1, B) Animal 2



A



B

Anexo 5. Vacas en producción de leche grupo III.

A) animal 1, B) Animal 2

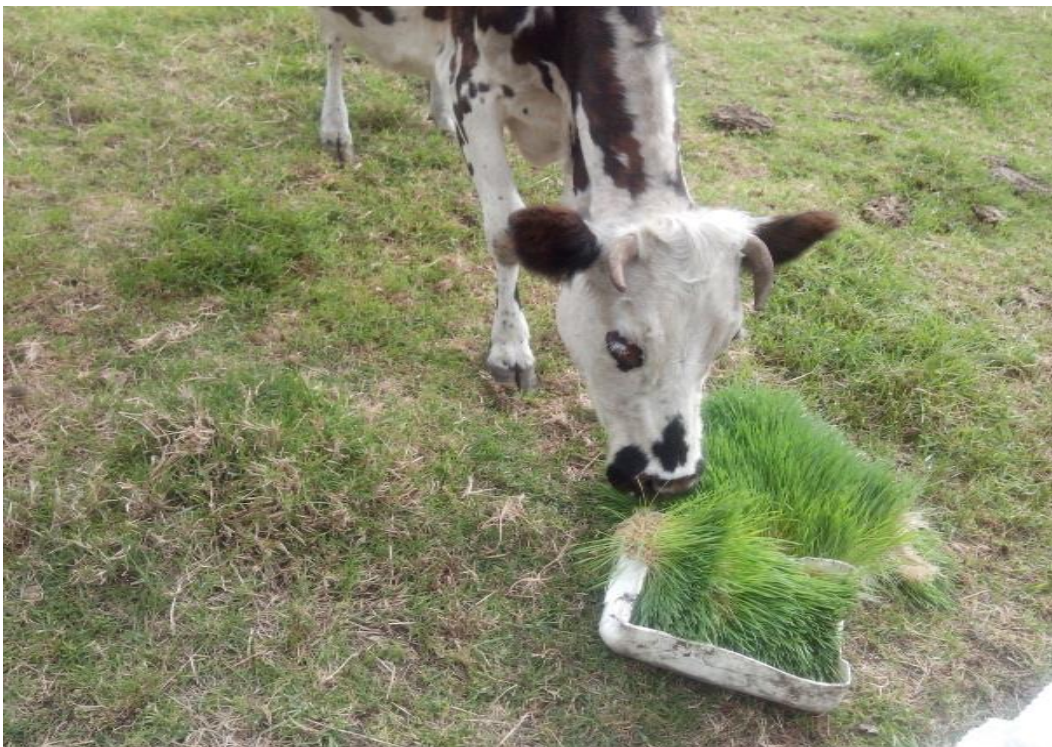


A



B

Anexo 6. Consumo de forraje verde Hidropónico.



Anexo 7. Elementos para realizar pruebas de mastitis.



Anexo 8. Toma de una muestra de 2 cc de leche en cada compartimiento de la paleta.



Anexo 9. Realización de pruebas de mastitis.



Anexo 10. Análisis bromatológico del forraje verde hidropónico de trigo.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA ZOOTECNIA
 LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL
 ANÁLISIS QUÍMICO DE ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS



RESULTADOS EN BASE SECA

SOLICITANTE: WILLIAM GUILLERMO ORJUELA VILLALOBOS
 FECHA DE RECEPCIÓN: MAYO 27 DE 2015
 FECHA DE ENTREGA: JUNIO 11 DE 2015

w w w . u p i c . e d u . c o

MUESTRA	MATERIA SECA	HUMEDAD	PROTEÍNA CRUDA	FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO (FDN)	FIBRA EN DETERGENTE ACIDO(FDA)	HEMICELULOSA	GRASA	CENIZAS
FORRAJE HIDROPONICO	34,5%	65,5%	19,5%	34,3%	19,2%	15,1	1,1%	11,2%

Nota: Este resultado es el promedio de análisis por triplicado.

El laboratorio no se hace responsable por el uso que se de a estos resultados.


 CARLOS EDUARDO RODRÍGUEZ MOLANO
 DIRECTOR LABORATORIO NUTRICIÓN ANIMAL



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL ADEBENAFACIENDA
 AVENIDA CENTRAL DEL NORTE - PBX 745026 TURJA
 REPOSICIÓN GRASA DE 2010 HEN