



**Implementación de un programa de suplementación estratégica en ganadería de leche.**

Rojas Bravo, Darío Javier y Vélez Villarreal, Stephanie Alejandra

Departamento de Ciencias de la vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Lucero Borja, Jorge Omar Mgs.

06 de Septiembre del 2021



## Document Information

---

Analyzed document	Rojas_Dario_Vélez_Stephanie_Implementación_de_un_programa_de_suplementación.docx (D111435493)
Submitted	9/2/2021 10:00:57 PM
Submitted by	Guamán Guamán Rocío Hoemí
Submitter email	rnguaman@espe.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	rnguaman.espe@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

Firma:



Directo +593904040404 000  
JORGE OMAR  
LUCERO BORJA

.....  
Ing. Lucero Borja Jorge Omar Mgs.

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **"Implementación de un programa de suplementación estratégica en ganadería de leche"** fue realizado por los estudiantes **Rojas Bravo Dario Javier** y **Vélez Villarreal Stephanie Alejandra** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 06 de septiembre del 2021

Firma:



Escaneo el código QR para verificar la autenticidad de la firma  
**JORGE OMAR  
LUCERO BORJA**

.....  
**Ing. Lucero Borja Jorge Omar Mgs.**  
C.C.:1711853190



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

### RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, Rojas Bravo Darío Javier y Vélez Villarreal Stephanie Alejandra, con cédulas de ciudadanía n° 1722358114 y 1724686207, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Implementación de un programa de suplementación estratégica en ganadería de leche** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 06 de Septiembre del 2021

Rojas Bravo Darío Javier

C.C.: 172235811-4

Vélez Villarreal Stephanie Alejandra

C.C.: 172468620-7



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros Rojas Bravo Darío Javier y Vélez Villarreal Stephanie Alejandra, con cédulas de ciudadanía n° 1722358114 y 1724686207, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Implementación de un programa de suplementación estratégica en ganadería de leche** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo, 06 de Septiembre del 2021

Rojas Bravo Darío Javier

C.C.: 172235811-4

Vélez Villarreal Stephanie Alejandra

C.C.: 172468620-7

### **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón mis logros a mi madre Norma Villarreal por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mi padre y hermanos quienes con su apoyo y palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis metas.

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de tesis a Dios a mi Madre que ha estado a mi lado en cada uno de los pasos que doy y mi padre que desde el cielo siempre ha estado conmigo, guiándome por el camino del bien y dándome la fortaleza para continuar día con día.

A mi familia y pareja que siempre han depositado en mí la confianza y fomentándome el deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida.

A todos y cada uno de ellos espero nunca defraudarlos y contar con su valioso apoyo sincero e incondicional.

### **Agradecimiento**

Mi eterno agradecimiento a Dios por brindarme lo más hermoso que es la vida, salud y mi familia que siempre me apoyo y me dieron ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo para poder culminar mis estudios.

A la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a los docentes que supieron transmitir sus conocimientos guiándonos para desarrollarnos como profesionales; en especial al Ing. Jorge Lucero quien fue mi tutor y apoyo para culminar mi proyecto final de carrera.

A Dario Rojas y su familia por brindarme acogida y apoyo; a la Sra. Carmen Yanchapaxi por ser parte de este proyecto, por brindarnos su confianza y darnos todo el apoyo necesario para que esta meta se cumpla.

## **Agradecimiento**

Para triunfar en la vida no es importante llegar primero, pero si saber superar cada una de las adversidades encontradas en este largo camino. Al culminar uno de mis objetivos quiero dar un afectuoso agradecimiento a:

La señora Carmen Yanchapaxi quien nos supo brindar su apoyo incondicional, su cariño de madre y todos los medios necesarios para culminar el presente trabajo.

A la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a los docentes que supieron transmitir sus conocimientos guiándonos para desarrollarnos como profesionales; en especial al Ing. Jorge Lucero quien fue mi tutor y apoyo para culminar mi proyecto final de carrera.

A la familia que es el pilar fundamental de cada uno de mis logros en especial a mi querida madre Marlene Bravo quien me brindo los valores su confianza, apoyo, sabiduría, consejos y todo su amor, a mis hermanas Katty Rojas, Mabel Rojas y mi pareja Stephanie Vélez que siempre estuvieron a mi lado, a mis tíos, primos y amigos por sus buenos deseos.

A la familia Vélez Villarreal que me abrigaron en su hogar como un integrante más de la familia y me supieron apoyar en cada paso que daba.

A cada uno de ellos de corazón.

**Índice General**

Caratula.....	1
Análisis Urkund .....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de Autoria .....	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	8
Índice General .....	10
Índice de Tablas .....	15
Índice de Ilustraciones .....	16
Índice de Figuras .....	16
Resumen .....	17
Abstract.....	18
Introducción.....	19

	11
Objetivos.....	21
General.....	21
Específicos.....	21
Revisión de la Literatura .....	22
Generalidades de la zona .....	22
Sistema de manejo de bovinos .....	23
Sistema intensivo o de confinamiento total.....	24
Alimentación del ganado .....	25
Alimentación de ganado en el cantón mejía .....	26
Importancia de una buena nutrición bovina .....	27
Alimentación del ganado lechero.....	27
Pastos y forraje del Cantón Mejía .....	28
Pasto Azul (Dactylis glomerata).....	29
Ray – Grass (Lolium perenne) .....	31
Alfalfa (Medicago sativa L) .....	31

Importancia de la suplementación.....	32
Producción de forraje verde hidropónico .....	34
Ventajas del forraje verde hidropónico.....	34
Alimentación en vacas lecheras con (FVH).....	35
Parámetros a considerar en la producción de forraje verde hidropónico.....	35
Luminosidad.....	36
Temperatura .....	36
Humedad .....	36
Aireación .....	37
Calidad de la leche .....	37
La Cinta Bovinométrica .....	38
Metodología.....	39
Localización de la investigación .....	39
Unidades experimentales .....	40
Ingredientes del balanceado Nutrifort Leche TDN 75 .....	41

Materiales, equipos e instalaciones para producción de forraje verde hidropónico .....	41
Instalaciones .....	43
Materiales utilizados para evaluar las unidades experimentales .....	45
Tratamiento y diseño experimental .....	46
Evaluación biológica en vacas lecheras .....	47
Metodología de evaluación.....	48
Resultados y Discusión.....	49
Peso Vivo (kg).....	49
Condición corporal.....	50
Producción láctea diaria.....	51
Consumo de balanceado diario.....	52
Materia Seca Total Consumida (kg/día) .....	53
Conversión (Alimento Consumido kg/l de Leche) .....	55
Consumo total de MS en % PV .....	56
Calidad de la leche .....	57

Análisis Económico.....	59
Implicaciones .....	64
Conclusiones .....	66
Recomendaciones.....	67
Bibliografía.....	68

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Calidad Nutricional del Pasto Azul .....	30
<b>Tabla 2</b>	Valor Nutricional del Ray – Grass en Diferentes Estados Fenológicos .....	31
<b>Tabla 3</b>	Valor Nutricional de la Alfalfa .....	32
<b>Tabla 4</b>	Contenido Nutricional (FVH).....	34
<b>Tabla 5</b>	Composición promedio de la leche (%) por raza .....	37
<b>Tabla 6</b>	Condiciones Meteorológicas del lugar de investigación .....	39
<b>Tabla 7</b>	Pesos Iniciales.....	40
<b>Tabla 8</b>	Composición declarada del balanceado Nutrifort Leche TDN 75 .....	41
<b>Tabla 9</b>	Manejo específico del experimento .....	43
<b>Tabla 10</b>	Dieta puesta a prueba en el Hato Ganadero .....	46
<b>Tabla 11</b>	Dieta Tradicional Manejada en el Hato Ganadero.....	47
<b>Tabla 12</b>	Análisis Económico .....	59

### Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> Interacción de Factores que definen el Sistema de Producción .....	24
<b>Ilustración 2</b> Localización de la Investigación .....	39

### Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Comportamiento del peso vivo (kg) en función de la dieta. ....	49
<b>Figura 2.</b> Comportamiento de la condición corporal en función de la dieta.....	50
<b>Figura 3.</b> Comportamiento de la producción láctea, l/d en relación al día de alimentación, en función de la dieta. ....	51
<b>Figura 4.</b> Comportamiento del consumo de balanceado (kg/día) en función de la dieta. ....	52
<b>Figura 5.</b> Comportamiento de la MS total consumida (kg/día) en función de la dieta. ....	53
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de la conversión (kg/leche) en función de la dieta. ....	55
<b>Figura 7.</b> Comportamiento del consumo total de MS (%PV) en función de la dieta. ....	56
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de la calidad de la leche (GRASA Y PROTEINA) procedente del ható sometido al programa de alimentación suplementado con forraje verde hidropónico.....	57

## Resumen

El presente proyecto se llevó a cabo en la hacienda de ganado bovino “El Mirador” ubicada en la parroquia Aloasí- cantón Mejía, provincia de Pichincha. Para su desarrollo se utilizaron 10 vacas mestizas de cruces Holstein, Brown Swiss y Jersey que fueron previamente seleccionadas tomando en cuentas los siguientes criterios: 2 a 10 meses de post parto, CC 2,5 a 3. A los 8 días previos al inicio del proyecto se realizó la desparasitación con Saguaymic plus y una aplicación de vigantol. El primer día, se realizó la toma del peso vivo de las 10 vacas que previamente fueron distribuidas en T1: Dieta puesta a prueba (60 kg pasto de corte + 10 kg silo de maíz + 0,5 kg/cada 4 l de leche de concentrado + 8 kg de FVH) y T2: Dieta tradicional (60kg/día pasto de corte + 10 kg/día silo de maíz + 1 kg/cada 4 l de leche de concentrado). El manejo de FVH, este se realizó con semillas de cebada, avena y trigo; en cada bandeja se colocó 1 kg de semilla. La fertilización se realizó con biol y al cabo de 14 días se cosecharon las plántulas (20 – 25 cm). Las variables fueron evaluadas cada semana hasta el día 32. Estas fueron: CC, peso inicial y final, consumo: FVH, de pasto de corte, de balanceado, de forraje seco (día/kg), producción de leche diaria (l/vaca), conversión (alimento/leche), calidad de la leche y análisis costo/beneficio. Finalmente, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables; sin embargo, fue posible determinar que el peso vivo y la CC se mantuvieron lo que indicó la viabilidad de la suplementación de FVH por el concentrado; puesto que reflejó una mayor relación costo/beneficio.

### Palabras clave:

- **GANADERÍA DE LECHE**
- **NUTRICIÓN ANIMAL**
- **FVH**
- **PRODUCCIÓN LECHERA**

### **Abstract**

The present project was carried out in the cattle ranch "El Mirador" located in the parish of Aloasí, canton Mejía, province of Pichincha. For its development, 10 crossbred cows of Holstein, Brown Swiss and Jersey crosses were used, which were previously selected taking into account the following criteria: 2 to 10 months post partum, CC 2.5 to 3. 8 days before the beginning of the project, deworming was performed with Saguaymic plus and an application of vigantol. On the first day, the live weight of the 10 cows was taken, which were previously distributed in T1: Test diet (60 kg of grass + 10 kg of corn silage + 0.5 kg/each 4 liters of milk concentrate + 8 kg of FVH) and T2: Traditional diet (60 kg/day of grass + 10 kg/day of corn silage + 1 kg/each 4 liters of milk concentrate). FVH management was carried out with barley, oat and wheat seeds; 1 kg of seed was placed in each tray. Fertilization was done with biol and after 14 days the seedlings were harvested (20 - 25 cm). The variables were evaluated every week until day 32. These were: CC, initial and final weight, consumption: FVH, pasture grass, feed, dry forage (day/kg), daily milk production (l/cow), conversion (feed/milk), milk quality and cost/benefit analysis. Finally, no statistically significant differences were obtained in any of the variables; however, it was possible to determine that live weight and CC were maintained, which indicated the viability of supplementation of FVH with concentrate, since it reflected a higher cost/benefit ratio.

### **Key words:**

- **DAIRY CATTLE**
- **ANIMAL NUTRITION**
- **FVH**
- **MILK PRODUCTION**

## Introducción

El cantón Mejía es una zona ganadera productora de leche, con el paso de los años se ha incrementado de número de cabezas de ganado, llegando a concentrar el 17 % a nivel provincial, contando con un total de 272,000. Según (Mejia, 2020) estas cabezas de ganado tienen como fin la producción lechera con una cifra de alrededor de 790,000 lts diarios en la provincia de Pichincha; evidenciando que la categoría de vacas de producción del hato lechero en el cantón Mejía alcanza un 21.04 %. Según (Alvarado Morales, 2016) la leche y los lácteos son productos de la canasta básica familiar ecuatoriana, ocupando el séptimo puesto en la distribución del ingreso de alimentos y bebidas (Guaman Aguirre, 2015). El índice de precios al consumidor refleja que esta actividad genera fuentes de ingresos para las familias ecuatorianas manera directa e indirecta; en síntesis, cantón Mejía a nivel nacional, genera la mayor producción de leche y derivados, teniendo un 4.2% de la producción nacional.

La cobertura agrícola del suelo en el cantón Mejía destinada a la producción de pasto según (Mejia, 2020) es de 34,944.43 m<sup>2</sup>, siendo este el principal y más económico alimento para proporcionar al ganado, ya que aportan un porcentaje de nutrientes y proteínas en la dieta de los animales, ayudando en la regulación de la digestión del ganado, pero no lo ideal para generar una adecuada producción y desarrollo fisiológico de los animales. Los datos del (INAMHI, 2014) sugieren tomar en cuenta que en los meses de julio, agosto y septiembre las precipitaciones en la zona casi desaparecen por completo afectando así el desarrollo de los pastos. En dichos meses los pequeños, medianos y grandes productores se ven en la necesidad de recurrir al uso y mejora constante de los suplementos tales como (balanceados, silos, fardos, pacas, etc.) y sales minerales, cuya inversión aumenta los costos de producción.

La escasez de alimento en el ganado vacuno en el cantón Mejía en épocas secas, ocasiona pérdida de peso y baja producción en vacas lactantes; esto se debe a que el pasto no

es tolerante a la sequía, además se reduce la tasa de crecimiento de la pastura que por lo general en verano debería ser de 5-20 kg/MS/ha/día; y en la zona es alrededor de 8 kg/MS/ha/día, afectando al rebrote del pasto provocando inclusive su desaparición, obligando a renovar potreros cada año y a utilizar una suplementación para mantener la producción de la leche y la condición corporal al animal. Por lo general se suministra 1 kg de balanceado por cada 3-5 litros de leche; volviendo una producción no rentable (Leon, Bonifaz, & Gutierrez, 2018). Por lo cual es necesario e imprescindible la búsqueda de una nueva suplementación que proporcione ventajas tanto en lo económico como en lo nutricional, para ello se implementó Forraje verde hidropónico siendo esta una técnica que brinda ventajas en el animal.

El forraje verde hidropónico (FVH), es una técnica de producción de alimento para el ganado que resulta propicia para mitigar los problemas encontrados en zonas donde las precipitaciones son casi nulas en épocas de verano. Ya que estas zonas son consideradas como marginales para el progreso del sector agropecuario porque no cumplen con las condiciones adecuadas para el desarrollo normal de las pasturas. Bajo esas condiciones la calidad nutricional y la cantidad de alimento son deficientes, provocando un desequilibrio nutritivo en el hato ganadero de la zona (López Aguilar, Murillo Amador, & Rodríguez Quezada, 2009).

## **Objetivos**

### ***General***

- Implementar una dieta nutricional para ganado de leche mediante la suplementación estratégica a base de forraje verde hidroponico con la finalidad de incrementar los resultados zootécnicos y mejorar la relación beneficio/costo.

### ***Específicos***

- Comparar las dietas a través de la evaluación de los parámetros zootécnicos en vacas lactantes.
- Determinar los efectos de las dietas sobre la calidad de la leche producida.
- Realizar un análisis financiero de la dieta propuesta de suplementación versus la dieta actual.

## Revisión de la Literatura

### Generalidades de la zona

La investigación fue desarrollada en una zona ubicada entre los 3 000 a 4 000 msnm. Tiene temperaturas entre 6 y 11 grados °C en la noche, el clima es frío y seco, pluviometría variable de 1 000-2 000 mm/año. El régimen de lluvias es igual que en los valles interandinos, en el verano las “garúas” y neblinas atenúan la sequía. La nubosidad es una característica de esta zona, un 25% de los días del año son nublados, limitándose la luminosidad la actividad fotosintética disminuye (Leòn , Bonifaz, & Gutierrez, 2018).

La provincia de Pichincha según la información del MAGAP tiene alrededor de 272.000 cabezas de ganado vacuno, es decir, que Mejía concentra el 17% de cabezas de ganado a nivel provincial. El incremento de la producción se debe no solo al incremento de ganado, sino también a la mejor calidad de pasto que tiene en la región. El principal producto que se produce es la leche, según (ESPAC, 2017) la producción total de leche a nivel nacional fue de 5135.405 litros. La región Sierra es la que más aporta con un 64,31% y la provincia de pichincha genera un total de 835.663 litros siendo así que el cantón Mejía según el Censo Agropecuario del 2000, produce 220.666 lt/día de leche. La industria lechera a nivel nacional abarca a cerca de 300.000 productores (principalmente pequeños) y entre empleos directos e indirectos a lo largo de toda la cadena genera cerca de 1.500.000 plazas de trabajo.

En 2018 la producción total de leche de Pichincha fue 790.000 lt/día de lo cual se destinó mayoritariamente a la venta y un mínimo porcentaje para autoconsumo (SIPA, 2020). La producción de la leche se destina al mercado formal (50%), informal (30%) y el restante se queda en finca para autoconsumo (20%) (Mejia, 2020). Proporcionalmente Mejía aporta con el 34% de la producción lechera de la provincia. La producción de leche en promedio en el estrato de UPA pequeña está en 13,5 l/vaca/día, en la mediana va desde el 8,3 a 14,3 l/vaca/día. En el

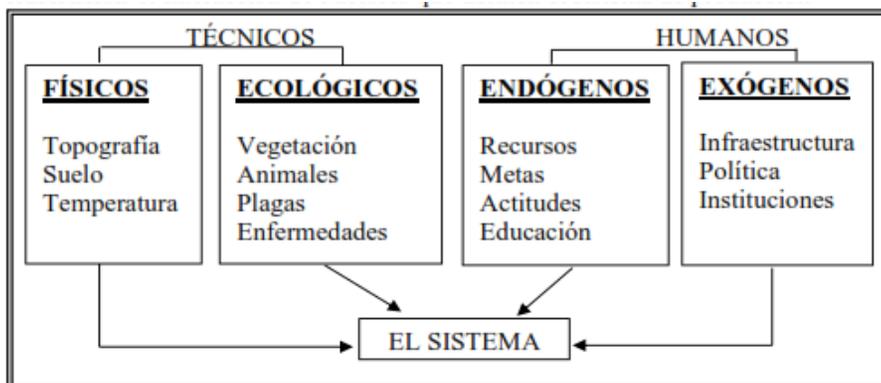
estrato grande (20 ha) la producción va desde 6,5 hasta 15,9 l/vaca/día (Requelme & Bonifaz, 2012) En el 2020, la composición del hato lechero en el cantón Mejía se encuentra representado para la categoría de vacas en producción alcanza un 21,04 % con un significativo porcentaje de terneras (20,58 %) y machos (21,04 %) que se crían para la venta. Como se puede ver desde el 2019 hay un incremento en la producción lechera esto se debe a mejora en los suplementos, a más de forrajes aportan energía, como es el caso de la melaza en épocas de escasez de forraje. La inversión en insumos agrícolas es importante, ya que eso redunda en una mayor producción. Los valores de estos insumos varían entre 7 hasta 54 kg/mes. Las sales minerales se suministran en la mayoría de las UPA's, a las vacas en producción y en pocas fincas a todo el rebaño. Se administra al momento del ordeño, en cantidades que oscilan entre 60 y 200g/día, lo cual de alguna manera está ayudando a que las categorías de vacas y terneras puedan tener una buena alimentación que les ayude a la producción de leche y desarrollo fisiológico (Mejia, 2020).

### **Sistema de manejo de bovinos**

Según (Requelme & Bonifaz, 2012) es un conjunto de componentes que pueden trabajar equitativamente, para lograr un propósito común en este caso que la producción láctea sea eficiente, esto gracias a que se realiza planificación de sistemas de pastoreo, siendo este elemental para que las pasturas sean productivas tanto en calidad como en cantidad.

## Ilustración 1

### *Interacción de Factores que definen el Sistema de Producción*



Nota. Interacciones del sistema de producción (FAO, 1993).

La ilustración da como referencia que la mayoría de factores son difíciles de controlar por el productor, es así que debemos controlar la parte de manejo para evitar una explotación deficiente.

### **Sistema intensivo o de confinamiento total**

En este sistema de explotación los animales se encuentran en un medio donde las condiciones de tipo técnico y económico hacen que el objetivo primario de la explotación sea el máximo rendimiento a bajo costo por animal.

### **Ventajas**

Mayor protección frente a inclemencias del tiempo

Eficiente control sanitario

Facilidad en la distribución del alimento

Más animales por unidad de superficie

Mayor facilidad para el manejo

Facilidad para la recolección del estiércol y su posterior uso como abono

Manejo de registros (Ruraltierras, 2012)

### **Alimentación del ganado**

La ingesta de alimentos lleva a cabo un papel preponderante en el rendimiento de las vacas lecheras y busca básicamente colmar los requerimientos nutricionales de los animales, asegurar la salud y funcionalidad digestivas, así como optimizar el aprovechamiento de los recursos accesibles y las raciones para obtener la más óptima interacción beneficio-costos (Alpízar Solís & Romero, 2017).

La ganadería en el Ecuador es dependiente del pastoreo, los pastos a más de constituir el alimento más económico disponible para la ingesta de alimentos del ganado, da todos los nutrientes necesarios para un óptimo funcionamiento animal, por lo tanto, todo lo que se logre hacer por mejorar la tecnología de producción de pastos redundará en forma directa en la producción de carne, leche o lana. Por otra parte, los animales criados a campo, son más saludables (Leòn , Bonifaz, & Gutierrez, 2018).

Las pasturas cumplen una función fundamental en la producción de ganado lechero, ya que al identificar las variedades de pastos adecuadas para las distintas zonas estos se desarrollan en lugares donde otros cultivos son muy sensibles a la humedad, pH o por su ubicación geográfica, satisfaciendo así los requerimientos nutricionales del animal (Fária, 2006).

En la era moderna, el ensilado ocupa puestos sin precedentes en la ganadería, debido a las ventajas y beneficios que este aporta, en cuyo proceso aumenta la digestibilidad de las fibras y el contenido de proteína microbiana.

Este proceso es uno de los muchos métodos de conservación de los forrajes jugando un papel importante en la alimentación del ganado ya que se puede contar con alimento poco tiempo después de haberlo ensilado sin importar el tiempo transcurrido, con lo cual darles a nuestros animales una dieta equilibrada y muy palatable que mejore la producción lechera al ser muy nutritivo y clave en época de escasez de alimento (Cardoso, 2013).

Otro método de conservación de forraje muy utilizado para una adecuada alimentación del ganado lechero, es la utilización de la henificación, convirtiendo al forraje verde en forraje más o menos seco, para ser conservado a lo largo de una época de tiempo y ser usado en la ingesta de alimentos, siendo uno de los procedimientos más efectivos para la conservación de forrajes. El producto obtenido de la deshidratación del forraje verde se conoce como heno (Londoño, 2011).

Este producto se maneja como un complemento alimentario en aquellas épocas donde el pasto escasea. Este alimento es considerado un alimento de alta fuente energética, y en los últimos años se han realizado la elaboración de heno de fuentes forrajeras como leguminosas con lo que se aumentaron los niveles de proteína y otros minerales, ya que el heno contiene de un 40 a 70 % de carbohidratos estructurales como celulosa y hemicelulosa lo que lo hace perfecto para la alimentación de animales rumiantes (Londoño, 2011).

### **Alimentación de ganado en el cantón mejía**

Según (López, 2013), La ingesta de alimentos en el cantón Mejía se fundamenta en la utilización de mezclas forrajeras complementada con alimentos balanceados. El desempeño del ganado se lo hace por pastoreo y la gran mayoría de las unidades de pastos disponen de agua para riego.

Esta forma de manejo (semi-intensivo) es atribuible a la combinación de tres factores esenciales: nutrición, genética y sanidad, lo cual da lugar a mayores respuestas productivas y mejoras significativas en la calidad de la leche.

### **Importancia de una buena nutrición bovina**

Una alta productividad en el ganado lechero depende en gran parte de la cantidad y calidad de nutrientes que aportan las especies forrajeras suministradas, pero lamentablemente en muchos lugares del país las áreas dedicadas al sistema de pastoreo tienen establecidos en sus potreros pastos nativos, que aunque se adaptan muy bien a diferentes zonas reflejan una baja producción de biomasa y pobre calidad nutricional, considerando también muchas veces el mal manejo que se les da durante la fase de establecimiento y producción dando como resultado la degradación progresiva del mismo (Sarabia, 2018).

Un punto muy importante al momento de hablar de la nutrición, es tomar en cuenta las variaciones extremas del clima, como los largos inviernos en zonas de cuatro estaciones, o sequías prolongadas que reducen la producción forrajera hasta en un 50%, bajando así la cantidad de proteína y digestibilidad de la pastura, lo que resulta en un bajo consumo voluntario por parte de los animales; viéndose reflejado en la baja de la producción lechera y la condición corporal. Bajo estas condiciones, la producción ganadera deja de ser competitiva y sustentable, convirtiéndose en componente de deterioro ambiental, generadora de pobreza, especialmente una vez que hablamos de pequeños y medianos productores (Sarabia, 2018).

### **Alimentación del ganado lechero**

Según sugiere (Alpízar Solís & Romero, 2017), el consumo de alimento es uno de los puntos críticos en los sistemas de producción ganadera; puesto que “establece la porción de

nutrientes disponible para el animal para su salud y producción”. Además, tanto la sub ingesta, como la sobre ingesta de alimentos, producen secuelas en el animal, en la finca y en el medio. Por otro lado, el suministro de agua es fundamental para el ganado lechero, puesto que participa en varios procesos vitales. Sus pérdidas, por medio de la respiración, evaporación, leche, orina y heces, son constantes, y depende también del contenido de agua en los alimentos, del agua metabólica y del agua de bebida. Además, el consumo de materia seca y de agua se relaciona estrechamente; por lo que prestar atención a los dos puntos es fundamental en la evaluación nutricional de los hatos.

Otro punto importante es la estimación del consumo de materia seca, más que del alimento –ofrecido como tal, ya que de esta manera se puede estimar el consumo adecuado de alimento para establecer dietas adecuadas para los animales. Así mismo, es fundamental estimar el consumo de diario de agua en los animales, cuyo promedio diario es de 75 litros. Estos parámetros están correlacionados ya que al existir un equilibrio aportan con ventajas tanto en la producción como en el confort animal (Alpizar Solís & Romero, 2017).

### **Pastos y forraje del Cantón Mejía**

En la parte baja del páramo (3 000-3 500 msnm) se pueden cultivar especies de clima frío como raigrás, pasto azul, trébol blanco, trébol rojo, avena forrajera y vicia, el crecimiento es más lento por lo que el rendimiento acumulado anual es menor que en los valles interandinos; los pastos naturales más comunes son el holco (*Holcus lanatus*) y el pasto oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), ambos son benéficos para la conservación de suelos, pero producen poco forraje y no responden en forma positiva a los fertilizantes (Leon, Bonifaz, & Gutierrez, 2018).

En la parte alta (3 600-4 000 msnm) esta zona constituye reserva ecológica nacional, se produce muy bien el pasto brasileño (*Phalaris* sp.), por ejemplo en los páramos del Illiniza, en el Pedregal en Machachi, en Salinas de Guaranda, en el Ángel, etc.; en forma natural existen extensos pajonales formados por paja de páramo (*Stipa ichu*), festuca (*Festuca* sp.), poa (*Poa* sp.), milín (*Bromus* sp.), hol-co (*Holcus lanatus*), *Paspalum*, *Agrostis* y *Calamagrostis*, orejuela (*Alchemilla orbiculata*), achicoria blanca (*Achyrophorus quitensis*), y llantén (*Plantago rigida*), en asociación con árboles y arbustos como romerillo (*Hipericum laricifolium*), mortiño (*Vaccinium mortinia*), sacha chocho (*Lupinus alopecuroides*), chuquiragua (*Chuquiragua insignis*), valeriana (*Valeriana* sp), quishuar (*Buddleja incana* R&P.), yagual (*Polylepis racemosa* H.B.K), colle (*Buddleja coriácea* H.B.K.), tilo (*Sambucus nigra* L.), chilca (*Baccharis latifolia* R&P.) (Leon, Bonifaz, & Gutierrez, 2018).

#### **Pasto Azul (*Dactylis glomerata*)**

Este tipo de pasto se caracteriza por ser perenne, por su crecimiento robusto, matas individuales, tallos florales que tienen una altura de hasta 1.3 m, hojas plegadas y vainas comprimidas. Es un pasto de una adaptación a suelos cuyo pH puede ir desde los 6 hasta los 6.5, este tipo de pasto se establece bien en casi todo tipo de suelos pero su mayor rendimiento se lo obtiene en suelos fértiles, profundos y bien drenados (Gonzalez, 2017).

Otra de las cualidades del pasto azul es su tolerancia a condiciones nubosas y exposición plena, siendo su altitud de producción de un rango que va desde los 1800 – 3000 msnm, con temperatura desde los 10 a 17°C con gran resistencia a la sequía y una precipitación de 800 a 1600mm (Gonzalez, 2017).

La calidad nutricional del pasto azul se define con un porcentaje de proteína cruda del 14 – 18 % y una digestibilidad del 65 – 75%, (Gonzalez, 2017).

**Tabla 1***Calidad Nutricional del Pasto Azul*

Composición	Unidad	Cantidad
Materia Seca	%	35,00
NDT	%	62,85
Energía Digestible	Mcal/kg	2,8
Energía Metabolizable	Mcal/kg	2,37
Proteína	%	14,28
Calcio	%	0,34
Fosforo Total Calcio	%	0,31
Grasa	%	4,57
Ceniza	%	8,00
Fibra	%	23,14

Nota. Esta tabla muestra la calidad nutricional del pasto azul (Gonzalez, 2017)

### Ray – Grass (*Lolium perenne*)

Este tipo de gramíneas se caracteriza por la factibilidad de realizarle cortes sucesivos, en este caso en particular su valor nutricional va de la mano con la morfología de la planta al momento del corte (Ballesteros Velastegui, 2013).

**Tabla 2**

*Valor Nutricional del Ray – Grass en Diferentes Estados Fenológicos*

Clase de Muestra	Materia Seca %	Ceniza %	Proteína %	Fibra %
Raygrass en Prefloración	15,25	2,38	3,75	5,04
Raygrass en Floración	16,92	2,12	1,95	7,42
Raygrass en Postfloracion	20,22	1,87	1,66	10,18

Nota. Esta tabla muestra el valor nutricional del ray-grass (Ballesteros Velastegui, 2013).

### Alfalfa (*Medicago sativa* L)

Es una de las leguminosas más importante del mundo, ya que su calidad de forraje es altamente variable siendo el estadio de corte el factor más importante, además hay que tomar en cuenta la variedad, localidad, temperatura y precipitación del año (Lloveras & Melines, 2015).

Esta constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e ingestibilidad, ya que en el pastoreo directo es una de las formas más económicas de aprovechamiento de una pradera, al ser una excelente planta forrajera que proporciona altos niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad (Sulca Quispe, 2015).

**Tabla 3**

*Valor Nutricional de la Alfalfa*

<b>Composición</b>	<b>Total como Ofrecido %</b>
Materia Seca	26,1
Ceniza	11,53
Fibra Cruda	28,4
Proteína	22,69
Proteína Digestible en Vacuno	17,3
Energía Digestible en Vacuno	2,69

Nota. Esta tabla muestra el valor nutricional de la alfalfa (Sulca Quispe, 2015).

### **Importancia de la suplementación**

La suplementación posibilita arreglar dietas desbalanceadas, incrementar la eficiencia de conversión de las pasturas; es también un instrumento para incrementar la capacidad de carga de los sistemas productivos, aumentando la eficiencia de implementación de las pasturas

en sus picos de producción e incrementando el grado de producción por unidad de área (kg/ha/año) (Ludeña, 2015).

Según (Leon, Bonifaz, & Gutierrez, 2018), La suplementación tiene relación con el pastoreo, por cuanto la suplementación puede tener impacto aditivo o sustitutivo de la proporción de materia seca que el animal obtiene en el pastoreo diario. De haber suficiente disponibilidad de forraje, se debería considerar que el animal que consume suplementación disminuirá el consumo del forraje (índice de sustitución) de la siguiente manera: por cada kilogramo de materia seca consumida como concentrado, el animal deja de consumir de 0,2-0,4 kg/MS de forraje en el potrero y cuando hay déficit de forraje como en verano, la suplementación no tiene efecto sustitutivo sino aditivo (complementario) al pastizal.

Los pastos son la primera fuente de ingesta de alimentos de los animales, sin embargo, no se puede fundamentar la ingesta de alimentos de la vaca lechera en pastos de mala calidad. Únicamente los pastos de elevado contenido nutritivo contribuirán a reducir la utilización de suplementos y a abaratar la producción de leche o carne, sin embargo, los pastos de alta calidad no otorgan la energía idónea a las vacas de elevado mérito genético y si no se le suministra energía suplementaria a las vacas de alta producción, se reducirá la producción de leche.

El sistema de producción más correcto para la zona interandina del suelo ecuatoriano es el pastoreo intensivo con suplementa estratégica, la cual es una combinación de los sistemas mencionados que se caracteriza por la utilización eficiente de las pasturas, de los cultivos suplementarios en ciertas épocas del año y de la sobrealimentación para de esta manera lograr expresar todo el potencial genético de nuestro hato (Leòn N. E., 2009).

### **Producción de forraje verde hidropónico**

Este procedimiento permite la producción intensiva de forraje fresco para animales de trabajo o engorda (ya sean vacas, caballos, cerdos, borregos, conejos, cuyes, gallinas, etc.), que maximiza el aprovechamiento de espacio y de recursos, con muy buenos resultados (Hydroenv, 2021).

#### ***Ventajas del forraje verde hidropónico***

Suministro constante durante todos los días del año

Se evitan alteraciones digestivas

Menor incidencia de enfermedades

Aumento de fertilidad

Aumento de la producción de leche etc.

Todas estas ventajas se dan gracias al gran aporte y contenido nutricional de estos forrajes tanto como de Maíz, Trigo, Avena y Alfalfa entre otros.

#### **Tabla 4**

##### *Contenido Nutricional (FVH)*

	Cebada	Trigo
Materia seca (%)	17	17
Proteína (%)	22	16,50
Energía (%)	75	69,50
Digestibilidad (%)	81	87

Nota. Datos obtenidos en el análisis de estudios realizados en producción de (FVH) en ganado bovino (Hydroenv, 2021).

### ***Alimentación en vacas lecheras con (FVH)***

Según la empresa Hydro-Environment, se debe suministrar entre 12 – 18kg de (FVH) por vaca, repartidos en dos raciones, recomendado hacerlo al momento del ordeño para suprimir otros suplementos como los concentrados.

Se ha determinado que aportando 1800 gr de proteína por día se genera un aumento en la producción lechera de entre 10 y 20 %, en comparación con dietas tradicionales.

La raza Holstein alimentadas con (FVH), mostraron resultados a la tercera semana, como brillantes en el pelaje, ganancia de 180 gr en promedio diario con respecto a su peso vivo , incremento en un 12% en producción de leche, disminución de mastitis en un 40 %, aumento en índice de fertilidad en un 16%.

En vacas de baja producción alimentadas con FVH durante 60 días, con una ración que va desde los 9 hasta los 20 kg diarios de FVH por cabeza. Donde desde la semana uno se evidencia un incremento del 23,7% en producción de leche.

En el caso de fertilidad los resultados obtenidos con FVH, son muy buenos en comparación con las dietas tradicionales, un 53% de vacas preñadas en primer servicio con dietas tradicionales, mientras que con FVH el 62% de vacas preñadas al primer servicio consumiendo 12 kg al día de FVH.

En vacas con dietas tradicionales la incidencia de mastitis presentada fue de 13.3%, mientras que en vacas alimentadas con 12kg de FVH al día presentaron un 4.4%.

### ***Parámetros a considerar en la producción de forraje verde hidropónico***

Hay muchas maneras de producción de forraje verde hidropónico, sin embargo, sea cual sea la técnica de producción, es muy común que se presenten contaminaciones por hongos,

sobre todo cuando las temperaturas son muy elevadas y la circulación del aire es deficiente o cuando los riegos son muy exagerados. (Hydroenv, 2021).

El éxito del cultivo de Forraje Verde Hidropónico radica en el control de las siguientes 4 variables:

### ***Luminosidad***

La semilla de FVH necesita estar en oscuridad para que germine después requerirá un mínimo de luz 2,800 y hasta 40,000 luxes (Hydroenv, 2021).

### ***Temperatura***

Influye en la germinación de la planta, ya que, a mayor temperatura, habrá una mayor absorción de agua y evaporación. Si este parámetro es muy variable, se verá reflejado al momento de la cosecha.

La temperatura se debe mantener lo más constante posible durante el día 18 a 25 °C y la noche, en un rango de 15 a 20 grados centígrados como ideal.

Utilizar un termohigrómetro para monitorear tu temperatura y humedad relativa.

### ***Humedad***

El agua es el factor más importante en la vida de las plantas. La humedad que necesita la planta se le proporcionara mediante el riego. El rango óptimo de la humedad relativa oscila entre 60 y 80%.

Con una humedad relativa mayor al porcentaje mencionado, existe el riesgo que proliferen las enfermedades por hongos.

Para lograr una humedad en estos rangos, lo ideal es trabajar dentro de un invernadero con anaqueles y con un sistema de riego por aspersión o por nebulizado. Y debemos monitorear constantemente los niveles de humedad relativa con ayuda de un termohigrómetro digital.

### ***Aireación***

Si hay poco movimiento de aire dentro del invernadero, se le estará proporcionando poco carbono a nuestro Forraje Verde Hidropónico.

Para lograr que se renueve el aire dentro del invernadero lo podemos hacer colocando ventilas laterales y cenitales o sencillamente colocando malla antiáfidos en las paredes de la instalación en donde produciendo (Hydroenv, 2021).

### ***Calidad de la leche***

La leche es el exclusivo material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento, debido a que, constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro conocido por el hombre. La aseveración de esta imagen nutritiva, está en la utilización extensiva que tiene la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria en las naciones desarrolladas (González, Molina Sánchez, & Coca Vázquez, 2010).

**Tabla 5**

*Composición promedio de la leche (%) por raza*

RAZA	GRASA	PROTEINA	LACTOSA	SNG	ST
Ayrshire	3,90	3,30	4,60	8,60	12,50
Pardo Suizo	4,00	3,50	4,80	9,00	13,00

Guernsey	4,60	3,60	4,80	9,20	13,80
Holstein	3,60	3,15	4,60	8,50	12,00
Jersey	4,80	3,80	4,80	9,40	14,20

---

*SNG= Sólidos no grasos; ST=Sólidos Totales*

Los componentes que influyen en la variabilidad responden a la interacción ambiental, fisiológica y genética. En los del medio ambiente se reconoce a la ingesta de alimentos, etapa del año y temperatura. En los fisiológicos se encuentra el periodo de lactación, las patologías como la mastitis y los hábitos de ordeño. En cuanto a los componentes de los genes la raza, las propiedades individuales en una misma raza y la selección genética (González, Molina Sánchez, & Coca Vázquez, 2010).

#### **La Cinta Bovinométrica**

Es una opción que nos posibilita estimar pesos rápidos de los animales en cualquiera de los periodos de producción, está indicado para estimar el peso vivo de bovinos de engorde y de ganado de leche (Carreño Sanchez, 2018).

La cinta métrica contiene datos para pesar cuatro tipos de ganado, por un lado puede pesar ganado cebú y criollo obteniendo el peso en kilos, libras y arrobas, a más de obtener el perímetro torácico del animal dado en cm. Por el otro lado se obtendrá el peso del ganado de doble propósito y lechero estimado en kilos, libras y arrobas con el perímetro torácico en pulgadas (Carreño Sanchez, 2018).

## Metodología

### Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en la hacienda el Mirador dedicada a la producción de leche, ubicada en el Barrio la Dolorosa en la parroquia de Aloasí; cantón Mejía que pertenece a la provincia de Pichincha, con coordenadas geográficas UTM4 entre las latitudes 9°960.374 a 9°940.117 y longitudes 751.679 a 772.550.



*Ilustración 2 Localización de la Investigación*

**Tabla 6**

*Condiciones Meteorológicas del lugar de investigación*

PARAMETROS	VALORES PROMEDIO
Temperatura °C	14,3
Altitud msnm	3300
Humedad relativa %	65

Nota. Esta tabla muestra las condiciones meteorológicas del lugar de investigación.

### Unidades experimentales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron 10 vacas mestizas cruces Holstein, Brown swiss y Jersey, previamente seleccionadas mediante registros y en periodo de lactancia.

La selección de animales fue realizada bajo tres criterios: vacas entre 2 a 10 meses post parto, grados de condición corporal de 2.5 a 3 clínicamente sanas, libres de parásitos y lesiones.

Ocho días antes del desarrollo de proyecto se realizó la desparasitación con el producto Saguaymic plus que su composición es triclabendazol 10gr y febendazol 10gr, vitaminización con el producto vigantol que contiene vitamina A, vitamina D3 y vitamina E a las vacas en lactancia de la unidad experimental.

Los pesos iniciales fueron los siguientes:

**Tabla 7**

*Pesos Iniciales*

Animales con tratamiento	Peso Kg	Animales sin tratamiento	Peso Kg
Sol	533	Flor	599
Estrella	533	Belén	545
Lola	469	Morelia	366
Sandy	569	Enma	482
Paloma	422	Ginebra	426

Nota. Esta tabla muestra los pesos iniciales de los animales con y sin tratamiento.

**Tabla 8**

*Composición declarada del balanceado Nutrifort Leche TDN 75*

Composición Garantizada	Cantidad mínima
Materia Seca	90%
Proteína	18%
Grasa mínimo	4 - 6 %
Fibra cruda máximo	12%
Cenizas máximo	12%
Humedad máximo	13%

Nota. Tabla obtenida de empresa Nutrifort.

#### **Ingredientes del balanceado Nutrifort Leche TDN 75**

Afrecho de cerveza; subproducto de maíz; maíz; pasta de soya; aceite de palma; carbonato de calcio; premezclas 405(1); sal; inhibidor de hongos y esporas; melaza (Fuente)

#### **Materiales, equipos e instalaciones para producción de forraje verde hidropónico**

Los materiales campo utilizados para la presente investigación fueron los siguientes:

Libreta de campo

Jeringa

Balanza

Tinas plásticas

Baldes

Cloro al 1%

Plástico negro

Bandejas de FVH

Cámara fotográfica

#### Equipos para el sistema de riego y controlar las condiciones de la zona

Tanque de 2000 ltrs

Manguera  $\frac{1}{2}$

Manguera de  $\frac{3}{4}$

Manguera de 1 pulgada

Bomba de 0,5 HP

36 Micro aspersores

8 T para tubería de  $\frac{1}{2}$

12 codos de  $\frac{1}{2}$

5 reducciones de  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{1}{2}$

5 uniones de  $\frac{1}{2}$

Boya para depósito de agua

Cable de luz gemelo 10

Cable de luz 10 mm

Higrómetro

Contactador 6 A de 110 v

Reletermico

Selector 2 posiciones

Temporizador

### Instalaciones

Hacienda el Mirador que cuenta con un galpón destinado para la producción de forraje verde hidropónico y cuenta con tres módulos para el desarrollo de este tipo de pasto.

**Tabla 9**

*Manejo específico del experimento*

Fecha	Procedimiento
Compra de semilla	Adquirir semillas certificadas
	Limpieza: Sumergir en agua limpia las semillas para eliminar basuras y granos quebrados.
Día 1 y 2: Limpieza, desinfección, lavado, remojo y oreado de la semilla	Desinfección: Desinfectar la semilla con una solución de hipoclorito de sodio al 1% en relación de 10 ml/1 ltr de agua durante 15 minutos.
	Lavado: Enjuagar y lavar la semilla con agua limpia.

Remojo y oreado: Dejar reposar la semilla

durante 24 horas.

- Primer remojo 12 horas
- Oreado 1 hora
- Segundo remojo 12 horas

Las semillas remojadas se deben colocar 1kg

Día 3: Siembra de la semilla en bandejas y

colocación en la cámara oscura

de semilla por cada bandeja para luego

ubicarlas en los módulos que estarán

cubiertos de plástico negro (cámara oscura).

Día 4: Germinación

Se evidencio la presencia de radícula en las

semillas.

Tomar en cuenta las condiciones adecuadas

para el desarrollo inicial.

Día 5 y 6: Desarrollo de la raíz

- Temperatura ideal: 18-25°C
- Humedad ideal: 60-80%

Día 7 y 8: Aparición primeras hojas y crecimiento vegetativo	Realizar la fertilización con una solución nutritiva en este caso biol.
Día 9-13: Desarrollo vegetativo	Las plántulas registran alturas de 20- 25 cm y forman el tapete radicular.  Se cosecha la relación por cada kilogramo de
Día 14: Cosecha del forraje verde hidropónico	semilla 6 Kilogramos de forraje verde hidropónico.

---

Nota. Esta tabla muestra el manejo específico del experimento.

#### **Materiales utilizados para evaluar las unidades experimentales**

Libreta de campo

Cámara fotografía

Ordeno mecánico

Medidor de leche (ltrs/vaca)

Cinta bovino métrica

Cuerdas

Tanques de leche

### Tratamiento y diseño experimental

Este presente estudio se realizó la prueba de implementación de forraje verde hidropónico como programa de suplementación estratégica en ganadería de leche y un tratamiento testigo donde se utilizó la dieta que ya se les proporcionaba antes.

En las cuales 5 vacas fueron implementadas la suplementación (forraje verde hidropónico pasto + 0,5 kilo de balanceado por cada 4 litros de leche +silo) y 5 vacas con tratamiento testigo donde se utilizó la dieta que ya se les proporcionaba antes (pasto+1 kilo de balanceado por cada 4 litros de leche+silo).

Teniendo en cuenta las siguientes variables como son:

Condición corporal de los animales

Producción de leche

Calidad de leche

Costo / Beneficio del proyecto

### Tabla 10

*Dieta puesta a prueba en el Hato Ganadero*

Dieta Nueva	
ALIMENTACION	PESO Kg
PASTO DE CORTE	60
SILO DE MAIZ	10
CONCENTRADO (BALANCEADO)	0,5Kg/ CADA 4 LT

FORRAJE VERDE HIDROPONICO 8

---

Nota. Esta tabla muestra la dieta puesta a prueba en el hato ganadero.

### Tabla 11

*Dieta Tradicional Manejada en el Hato Ganadero*

Dieta Antigua	
ALIMENTACION	PESO Kg / DIA
PASTO DE CORTE	60
SILO DE MAIZ	10
CONCENTRADO (BALANCEADO)	1 Kg /CADA 4 LT

Nota. Esta tabla muestra la dieta tradicional manejada en el hato Ganadero.

### Evaluación biológica en vacas lecheras

Peso inicial en kg

Peso final en kg

Consumo de forraje verde hidroponico dia/kg

Consumo de forraje dia/kg

Consumo de balanceado dia/kg

Consumo de forraje seco dia/kg

Producción de leche diaria L/vaca

Conversión alimenticia alimento/leche

## **Metodología de evaluación**

### Parámetros productivos

Se registró la producción diaria de leche en litros, durante la etapa de prueba de la implementación de Forraje verde hidropónico en la dieta de los animales.

Se registró el peso inicial y final de las vacas, para determinar si existe un incremento o descenso del mismo.

Se determinó la Conversión alimenticia, para conocer que tratamiento es el mejor asimilado.

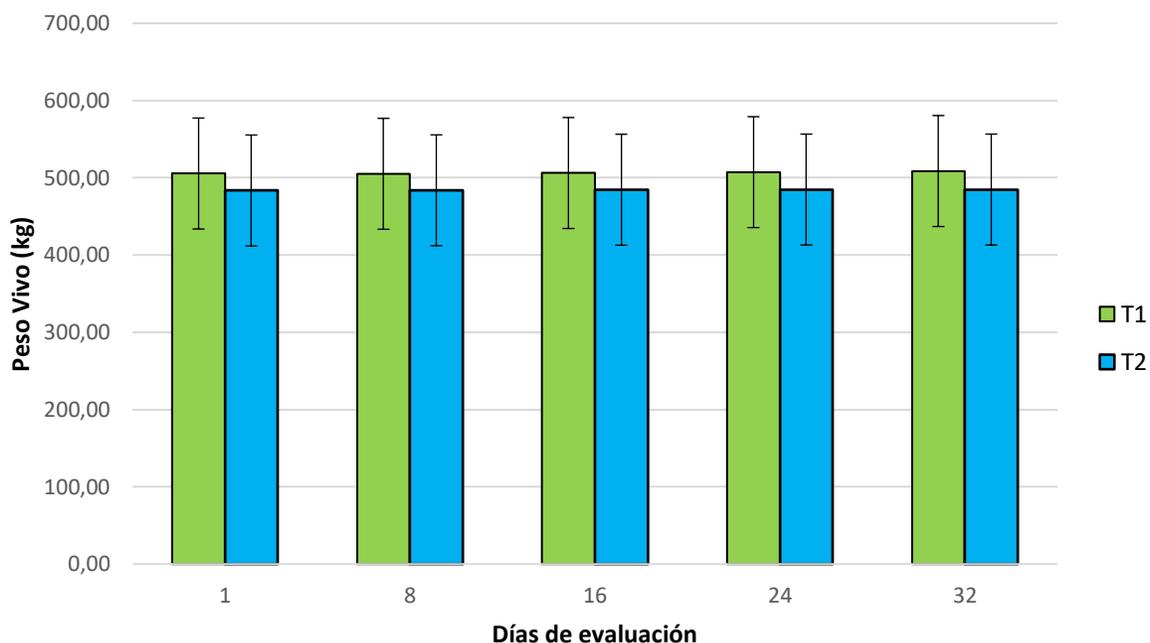
Se determinó el Costo/ Beneficio, para conocer si existe rentabilidad económica.

Se calculó el Costo unitario de producto, para determinar con cuál de los tratamientos el costo de producción es menor y es más eficiente económicamente.

## Resultados y Discusión

### Peso Vivo (kg)

**Figura 1.** Comportamiento del peso vivo (kg) en función de la dieta.



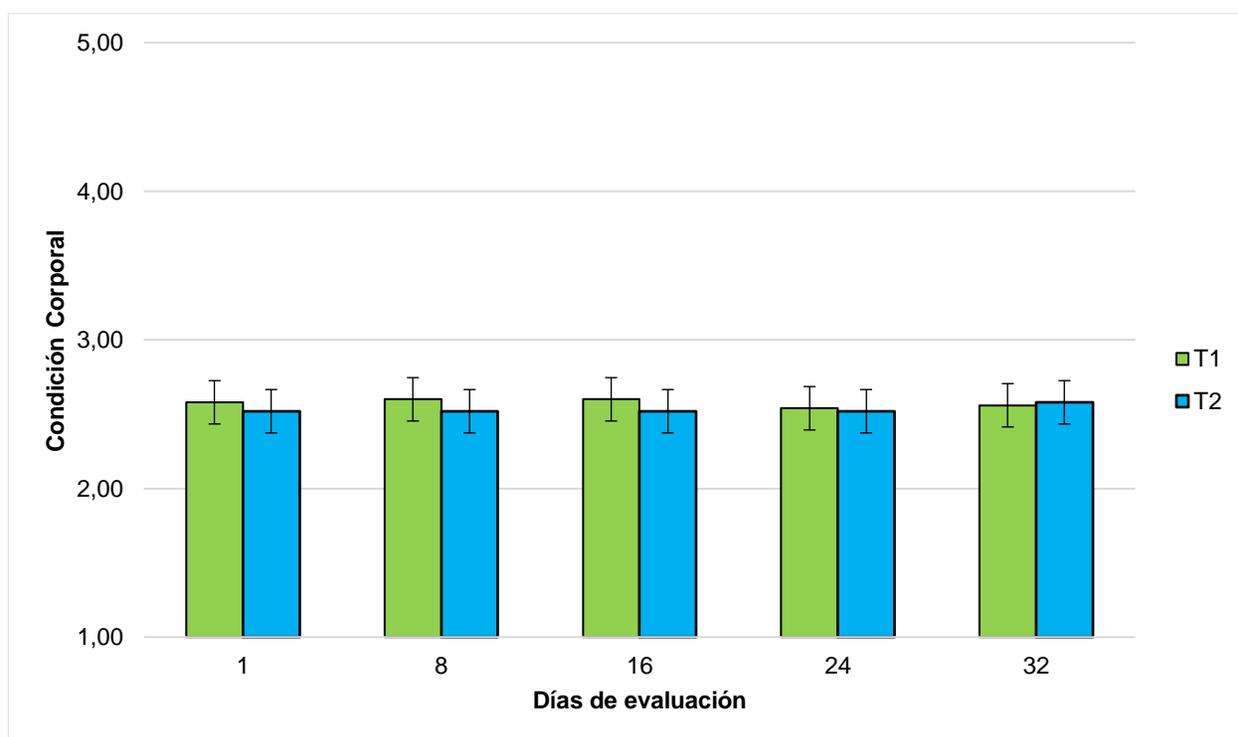
Nota: Análisis del peso vivo (kg) en función de la dieta. Día ( $p$ -valor=0,9512); Tratamiento ( $p$ -valor= 0,5592), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,9708),  $R^2$  =-0,038. EE =  $\pm$ 71,80.

En base al ADEVA correspondiente a peso vivo; en la figura 1, se observa que no existió efecto alguno por las variables independientes y la interacción DxT ( $p$ = 0,9708). Es decir que el peso de las vacas en el ensayo fue estable y sin diferenciarse entre tratamientos. El promedio de peso de las vacas fue de aprox. 500 kg, sin cambios en los 32 días que duró el ensayo, es probable que ese resultado se haya debido al reducido tiempo de evaluación, y a que la mayoría de las vacas no se encontraban en el primer tercio de lactancia, donde es bien conocido que se produce la drástica e inevitable bajada de peso.

Según (Nielsen, Friggens, Lovendahl, Jensen, & Ingvarsten, 2003), la tendencia creciente de incremento de peso es normal en vacas lactantes a partir del quinto mes de período de lactancia; por lo cual, al haber empleado ejemplares de un amplio rango de edad post parto, es posible que por esta causa no se nota diferencias en los tratamientos. Además, estos resultados pueden ser sustentados con lo obtenido por (Fazaeli, Golmohammadi, & Tabatabaei, 2020) quienes tampoco hallaron diferencias en el peso corporal de las vacas; puesto que este osciló entre 618.10 y 621.9 kg a lo largo de la experimentación.

### Condición corporal

**Figura 2.** Comportamiento de la condición corporal en función de la dieta.



Nota: Análisis de la condición corporal en función de la dieta Día ( $p$ -valor=0,4858); Tratamiento ( $p$ -valor= 0,2256), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,4495),  $R^2 = -0,027$ . EE =  $\pm 0,14$ .

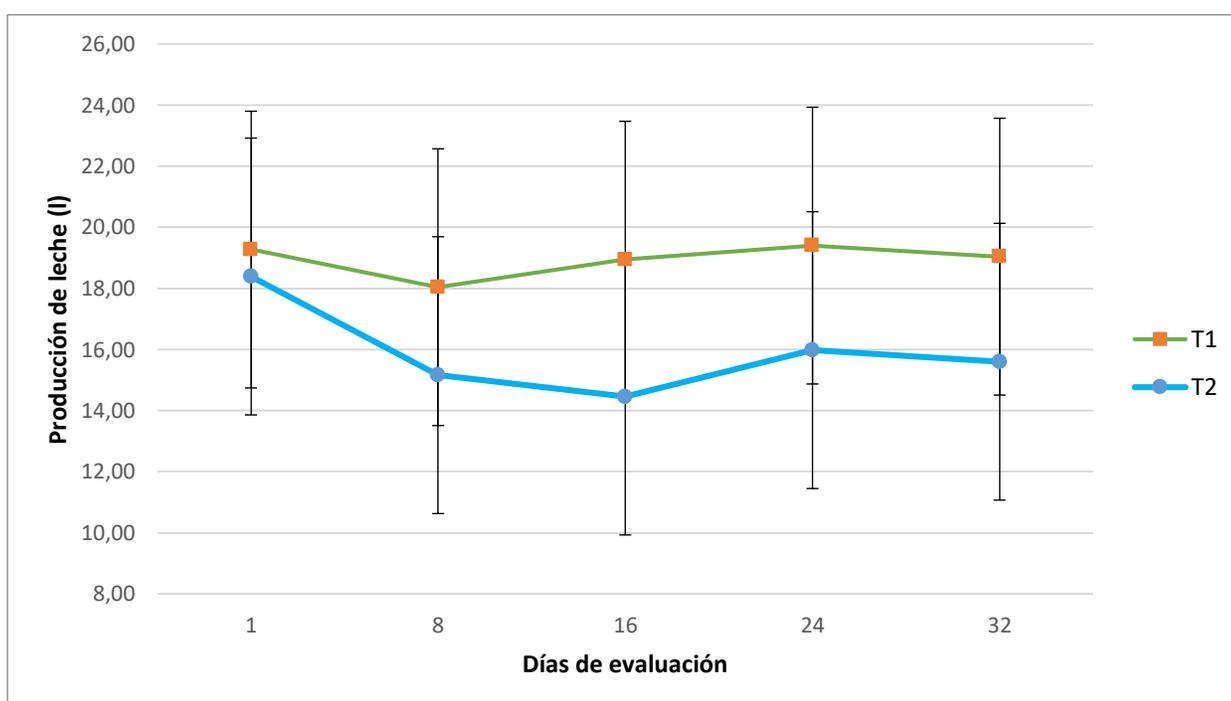
En base al ADEVA correspondiente a condición corporal; en la figura 2, se observa que no existió efecto alguno de las variables independientes y la interacción DxT ( $p= 0,4495$ ). Es

decir que la condición corporal de las vacas en el ensayo fue estable y sin diferenciarse entre tratamientos.

Esta variable se encuentra íntimamente ligada con el peso vivo de los animales; es por tal motivo, que se afirma la nulidad en cuanto a ganancias en el peso corporal y estabilidad en la condición corporal de las vacas utilizadas en el ensayo.

### Producción láctea diaria

**Figura 3.** Comportamiento de la producción láctea, l/d en relación al día de alimentación, en función de la dieta.



Nota: Análisis de la producción lechera en función de la dieta. Día ( $p$ -valor=0,6545); Tratamiento ( $p$ -valor= 0,4180), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,5473),  $R^2$  =0,058. EE =  $\pm 4,56$ . T1: con FVH, T2: Sin FVH

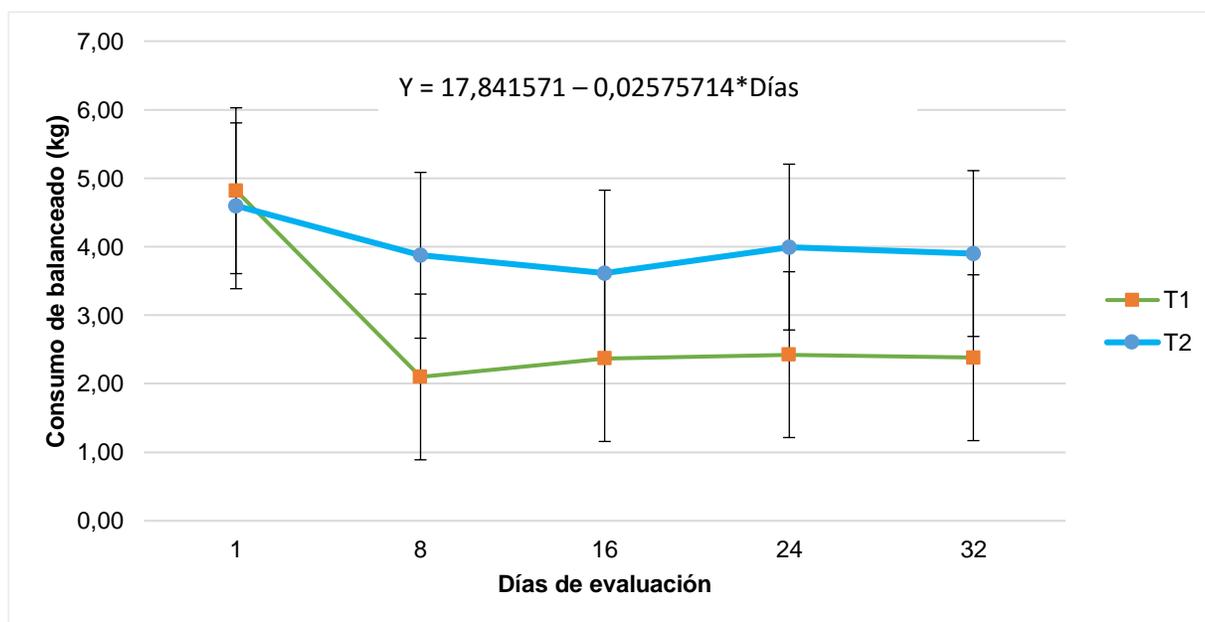
En base al ADEVA correspondiente a producción de leche en la figura 3, se observa que no existió efecto alguno de los factores día y tratamiento, y tampoco existió interacción DxT significativa ( $p= 0,5473$ ). Es decir que la producción lechera, las vacas en el ensayo fue estable y sin diferenciarse entre tratamientos.

Probablemente, estos resultados se deban a la reducida cantidad de vacas utilizadas en cada tratamiento y al estado fisiológico de las mismas; puesto que, se utilizaron vacas entre 2 a 10 meses post parto; por lo cual la heterogeneidad dentro de los grupos resulta ser bastante amplia, ya que las vacas consumen alimento conforme a sus necesidades fisiológicas, tal y como lo expresa (Nielsen, Friggens, Lovendahl, Jensen, & Ingvarsten, 2003). Por otra parte, (Kargo, Clasen, Nielsen, Byskov, & Norberg, 2021) expresan que no todos los cruces de razas poseen el mismo nivel o mayor producción de leche; motivo por el cual, el nivel de producción presentado podría ser una característica inherente a los animales del ensayo.

Sin embargo, cabe destacar que, aunque no se manifestaron diferencias en la producción de leche alimentadas con forraje de avena hidropónico, esta se mantuvo al mismo nivel que la dieta tradicional.

#### Consumo de balanceado diario

**Figura 4.** Comportamiento del consumo de balanceado (kg/día) en función de la dieta, en relación al día de alimentación.



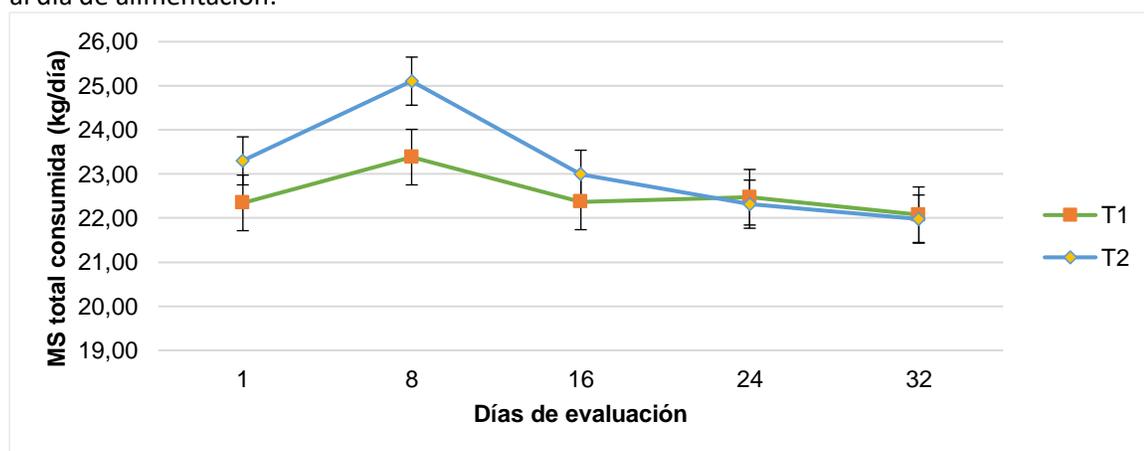
Nota: Análisis del consumo de balanceado en función de la dieta. Día ( $p$ -valor=0,0476); Tratamiento ( $p$ -valor= 0,4198), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,1781),  $R^2$  =0,249. EE =  $\pm$ 1,19.

En base al ADEVA correspondiente a consumo de balanceado; en la figura 4, se observa que no existió efecto del tratamiento; pero sí, del día ( $p= 0,0476$ ) aunque sin significancia en la interacción DxT ( $p= 0,1781$ ). No obstante, se ha determinado la ecuación respectiva para la observación del comportamiento de consumo de balanceado en función de los días de evaluación.

El comportamiento de esta variable se atribuye al ajuste realizado en la dieta que comúnmente se venía suministrando en la finca; que variaba por supuesto, en función de los litros de leche producidos por animal. Un aspecto relevante en este apartado es también, la reducción del concentrado; puesto que, resulto estadísticamente igual proporcionar 2 kg de balanceado a proporcionar la mitad del mismo, sin que esa reducción se haya traducido en menor producción, debido al remplazo de balanceado por forraje verde hidropónico.

### Materia Seca Total Consumida (kg/día)

**Figura 5.** Comportamiento de la MS total consumida (kg/día) en función de la dieta, en relación al día de alimentación.



Nota: Análisis de la MS total consumida (kg) en función de la dieta. Día ( $p$ -valor=0,2033); Tratamiento ( $p$ -valor= <0,0001), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,0023),  $R^2 = 0,54$ . EE =  $\pm 0,63$ .

En base al ADEVA en la figura 5, se observa que la MS total consumida (kg/día) tuvo un incremento notorio al inicio de las dietas; que fue reduciéndose de manera paulatina conforme avanzaba el ensayo; sin embargo, esta varió en función de la dieta ( $p = 0,0023$ ). Las vacas de la dieta tradicional (T2) iniciaron el ensayo con un mayor consumo de MS total consumida (kg/día) al grupo que fue destinado a la dieta con FVH (T1). En T2, es posible identificar un súbito aumento en la cantidad de MS total consumida en el día 8; que, posteriormente fue reduciéndose hasta finalizar el ensayo siendo similar al consumo de T1 al concluir el proyecto.

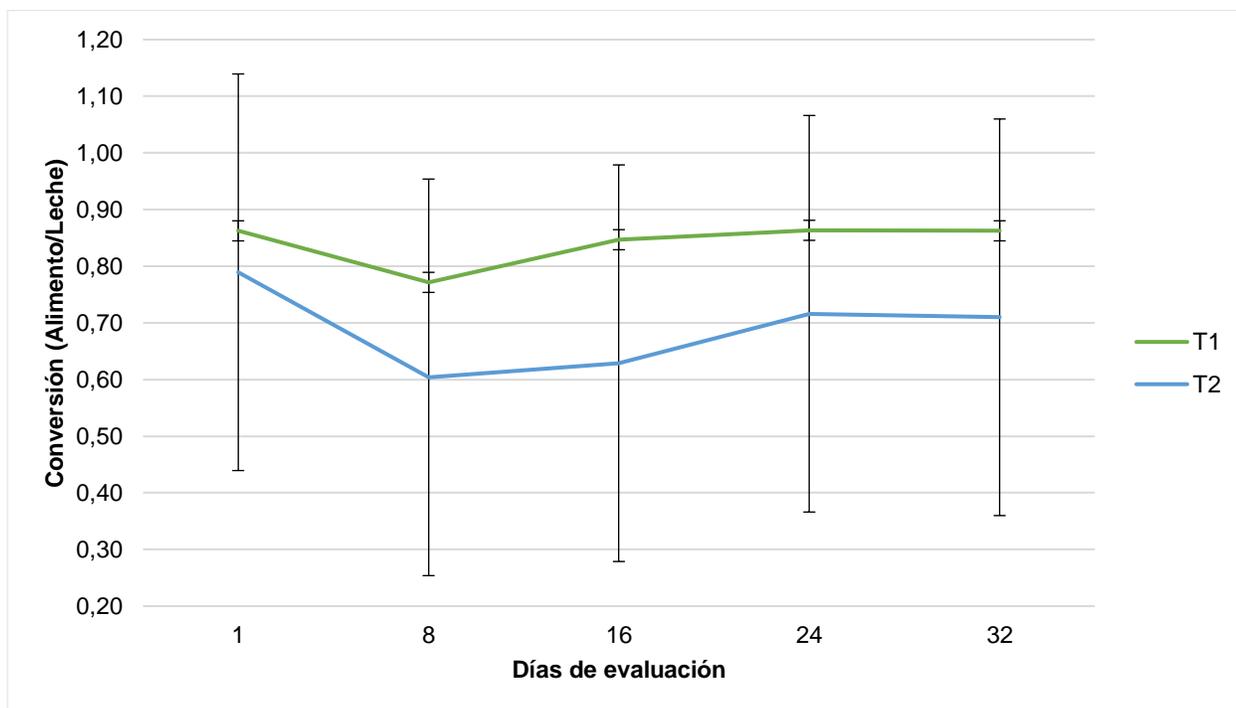
Gran parte de la reducción de la MS total consumida tuvo que ver con la disminución en la ración de balanceado conforme disminuía la producción de leche; por lo cual, es posible notar que, aunque la MS total consumida disminuyó; el peso vivo se mantuvo. Cabe mencionar, que los valores representados en esta gráfica son una estimación, conforme a lo expresado por (Hydroenv, 2021);

Esto se debe a la calidad de la dieta, ya que cuando esta mejora el aporte de nutrientes por unidad de alimento; el animal también; como resultado de esto consume menos cantidad de materia seca de los nutrientes que requiere. Estas cantidades, se regulan conforme al tamaño metabólico y la duración de la dieta, así como su digestibilidad (AFRC, 1993).

(Fazaeli, Golmohammadi, & Tabatabaei, 2020), en su estudio de suplementación de forraje hidropónico verde en vacas Holstein como suplemento del ensilaje de maíz, registraron consumo de materia seca entre 22,65 a 23,20 kg MS/día; valores que sustentan los hallados en este ensayo para la variable MS total consumida (kg/día).

### Conversión (Alimento Consumido kg/l de Leche)

**Figura 6.** Comportamiento de la conversión (kg/l de leche) en función de la dieta en relación al día de alimentación.



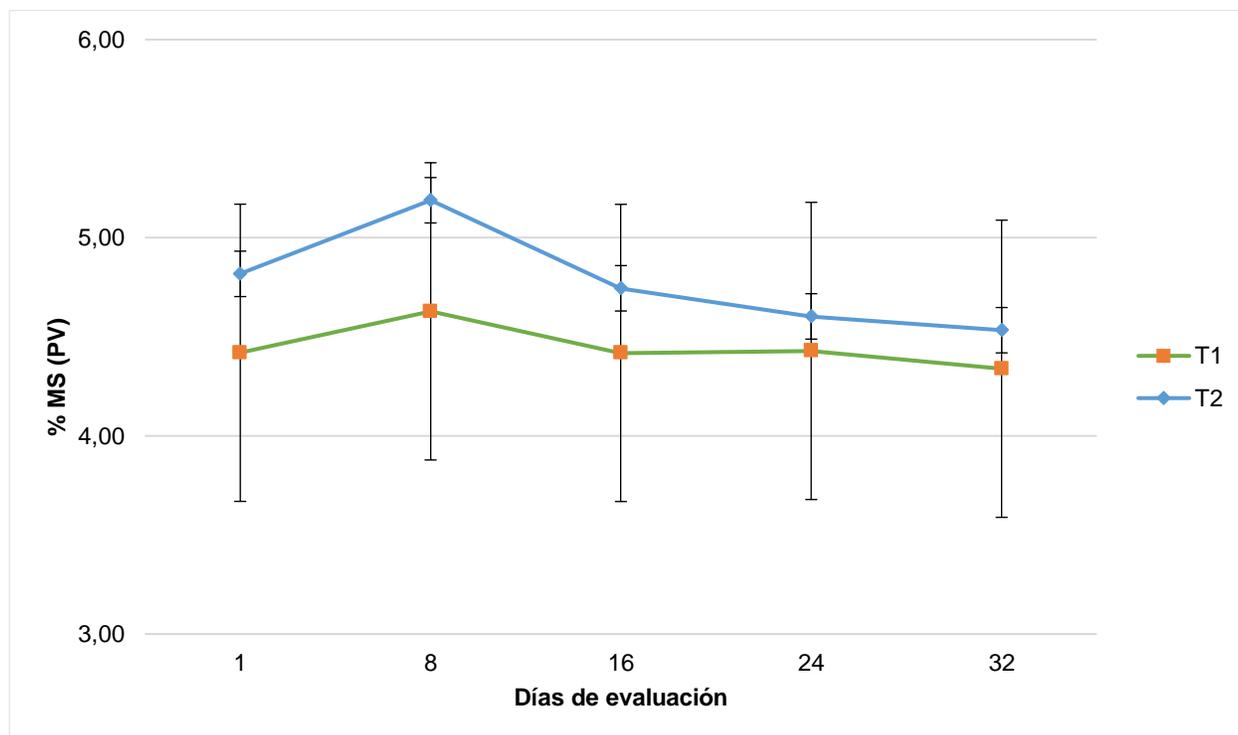
Nota: Análisis de la conversión (Alimento/leche) en función de la dieta. Día ( $p$ -valor=0,7002); Tratamiento ( $p$ -valor= 0,0874), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,7380),  $R^2$  =0,17. EE =  $\pm$ 0,35.

En base al ADEVA correspondiente a la conversión lechera en la figura 6, se observa que no existió efecto alguno de los factores día y tratamiento, y tampoco existió interacción DxT significativa ( $p= 0,7380$ ). Es decir que la conversión (Alimento consumido kg/l de leche) en las vacas en el ensayo fueron estables y sin diferenciarse entre tratamientos.

Un estudio realizado por (Fazaeli, Golmohammadi, & Tabatabaei, 2020) donde utilizaron FVH como suplemento en dietas de ensilado de maíz en vacas Holstein; la eficiencia alimenticia (producción de leche por kg de ingesta de MS) obtuvo un rango de 1,26, a 1.31 sin afectación significativa por los tratamientos. Lo que concuerda con este ensayo, sin embargo; dichos valores superan a los obtenidos en las dos dietas.

### Consumo total de MS en % PV

**Figura 7.** Comportamiento del consumo total de MS en %PV en relación al día de alimentación en función de la dieta.

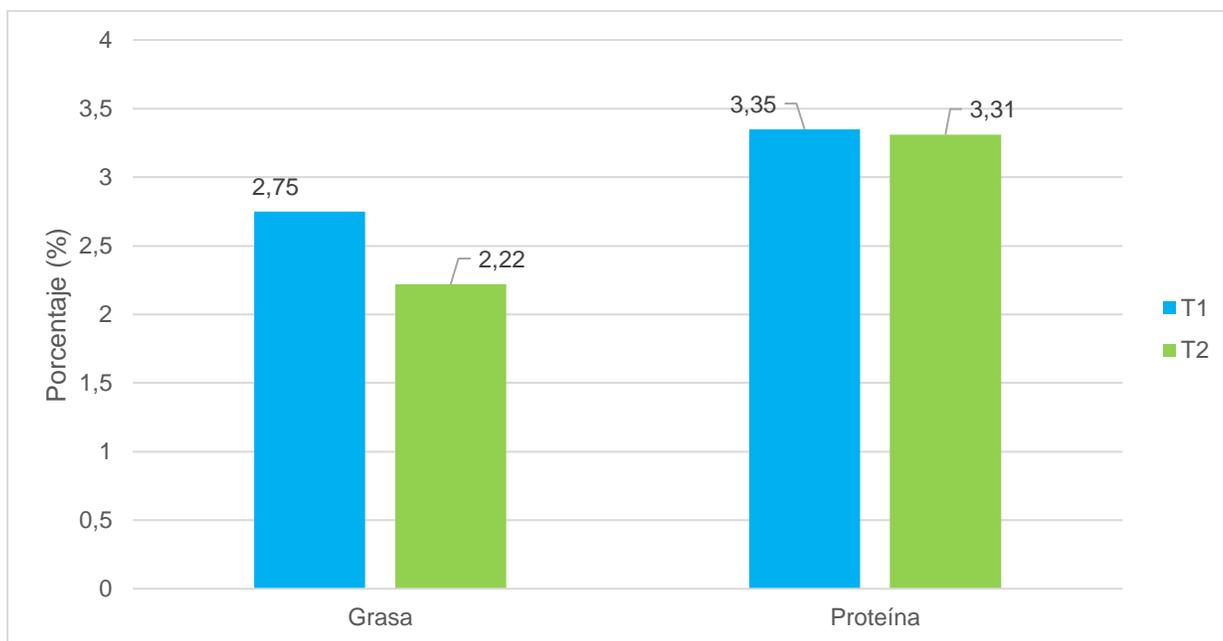


Nota: Análisis de la MS total consumida (kg) en función de la dieta. Día ( $p$ -valor=0,8595); Tratamiento ( $p$ -valor= 0,1175), Interacción DxT ( $p$ -valor= 0,5851),  $R^2$  =0,05. EE =  $\pm$ 0,75.

En base al ADEVA correspondiente al consumo total de MS (%PV) en la figura 7, se observa que no existió efecto alguno de los factores día y tratamiento, y tampoco existió interacción DxT significativa ( $p= 0,5851$ ). Es decir que el consumo de MS en %PV, en las vacas suplementadas con FVH fue estable y sin diferencia entre tratamientos.

## Calidad de la leche

**Figura 8.** Comportamiento de la calidad de la leche (GRASA Y PROTEÍNA) en función de la dieta.



Nota: Esta figura muestra los resultados obtenidos sobre la calidad de la leche de T1 (Dieta estratégica con suplementación de FVH) y T2 (Dieta tradicional) a través del análisis bromatológico.

La calidad de la leche (figura 8), presenta similar contenido de proteína en T1(3,35%) y T2 (3,31%); mientras que, en cuanto al tenor de grasa, en este se hallaron valores de 2,22% en T2 y 2,75% en T1.

(Pocoaca, 2012) determinó un porcentaje de proteína entre 2,80 y 3,21% a través de la suplementación de FVH en la producción en leche. Conforme a lo expresado por (Vargas, Murillo, & Hueckmann, 2016) la producción de proteína y grasa varían en función de varios factores como la etapa de lactancia, época del año, genética, edad del animal, problemas de mastitis, y la nutrición. Según (Vargas, Murillo, & Hueckmann, 2016) los promedios, de proteína, se encuentran entre 3,15% a 3,3% en razas Holstein Friesian (Gutiérrez, y otros, 2018), dentro de los cuales se encuentra el valor de proteína de este ensayo; que sin embargo, fue ligeramente mayor a los reportados por (Vargas, Murillo, & Hueckmann, 2016) quien utilizó

proporciones de cebada hidropónica con valores entre 2,91 y 3,07% en vacas Holstein mestizas. Lo que demuestra que, el FVH utilizado, no afectó la proteína microbiana postruminal así como lo demostró (Fazaeli, Golmohammadi, & Tabatabaei, 2020).

Según (Soto, 2020) los límites de variación en grasa se encuentran entre 2,5 a 6%. En este caso, se han reportado cantidades de grasa entre 2,90 a 3,3% por (Pocoaca, 2012) en alimentación suplementada con FVH; sin embargo, (Manoj, 2015) afirma que en términos de calidad, se puede llegar a obtener hasta un incremento de 0,3% en grasa, para vacas lecheras.

Los ácidos grasos en la leche se originan de diferentes fuentes: síntesis de novo en la glándula mamaria, reserva de grasa corporal y ácidos grasos producidos a partir de bacterias en el rumen (Agius, Pastorelli, & Attard, 2019). Por lo cual, el bajo porcentaje obtenido en este proyecto puede estar relacionado con los requerimientos de fibra cruda en vacas lecheras, que se encuentra contenida entre el 17% a 22% en la materia seca; de tal manera que, si esta disminuye a menos del 17%, el contenido de grasa en la leche también se ve afectado (Orejuela, 2015).

(Agius, Pastorelli, & Attard, 2019) manifestó que la transcripción de las enzimas que participan en la síntesis de la grasa de la leche puede, ser perjudicadas por el consumo de forrajes frescos que poseen altas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados. Otro aspecto relevante que podría sustentar el bajo contenido de grasa en la leche de las vacas en T2, es el concentrado; ya que, ejerce un efecto en la velocidad de consumo de estos componentes en la dieta, reduciendo el volumen de saliva ingerida (Pocoaca, 2012).

## Análisis Económico

**Tabla 12**  
*Análisis Económico*

Materiales para infraestructura			
Materiales	Unidades	Precio unitario	Precio total
Invernadero metálico	100	8	800
Módulos	2	80	160
Total			960

### Materiales para riego

Materiales	Unidades	Precio unitario	Precio total
Contactora GA 110v	1	9,5	9,5
Relé térmico 5-8	1	13	13
Selector 2 posiciones	1	1,83	1,83
Temporizador	1	14,16	14,16

Mano de obra	1	20	20
Tubería 1/2	100	0,14	14
tubería 3/4	50	0,23	11,5
Micro aspersores	36	2,25	81
Llave de media	1	2	2
Tanque de 2000	1	500	500
Bomba de agua	1	65	65
Accesorios	28	0,12	3,36
Cable solido de luz	10	0,45	4,5
Cable de luz gemelo	8	1	8
Total			747,85

#### Materiales para siembra de FVH

Materiales	Unidades	Precio unitario	Precio total
------------	----------	-----------------	--------------

Bandejas	200	2,5	500
Semilla de avena kg	25	0,38	9,5
Semilla de cebada kg	75	0,38	28,5
Semilla de trigo kg	100	0,38	38
Cloro	5	0,75	3,75
Tinas	3	12	36
Cedazo	1	0,75	0,75
Jeringuilla	4	0,12	0,48
Total			617,23

#### Gasto de servicios básico

Servicio	Meses	Precio por mes	Precio Total
Agua	1	15	12
Electricidad	1	20	16

Total	28
Valores totales	
Materiales de infraestructura	960
Materiales de riego	747,85
Materiales para siembra de FVH	620,23
Servicios básicos	35
Total	2363,08

## Dieta Nueva

Alimentación	Kg	Precio día	Precio mes
Pasto de corte	60	0,26	499,2
Silo	10	0,6	192
Balanceado	2,4	1,104	85,10
FVH	8	0,46	117,75

Total	80,4	2,42	894,05
-------	------	------	--------

Dieta Tradicional

Alimentación	Kg	Precio día	Precio mes
Pasto de corte	60	0,26	499,2
Silo	10	0,6	192
Balanceado	4,6	2,11	311,1
	74,5975	2,97485	1002,34

Nota: Esta tabla muestra el análisis económico de los tratamientos.

Mediante la tabla 12 se puede evidenciar que se tiene mayor rentabilidad en el tratamiento de la dieta con la suplementación estratégica de forraje verde hidropónico ya que se requiere 0.46 ctvs para la producción de 8 kilos de FVH; en comparación a un kilo de balanceado cuyo costo se encuentra en 0.46 ctvs y los animales consumen dependiendo la producción en relación por cada 4 litros de leche se les suministra 1 kilo de balanceado consumiendo así los animales T2 (dieta tradicional) un promedio de \$ 2.11 al día; mientras que los animales T1 (dieta con suplementación con FVH) un promedio de \$ 1,10 al día dándose a notar así en el proyecto una diferencia económica entre tratamientos de \$ 108.23 es decir que por cada animal del tratamiento de la suplementación con forraje verde hidropónico se ahorró \$21.65 en el mes que duró el ensayo.

Realizando una proyección en el ensayo vemos que los 10 meses de lactancia nos da una rentabilidad de \$1,082.5 por los 5 animales que consumen FVH, viéndose esta opción viable para ser aplicada en un mayor número de animales.

### **Implicaciones**

Conforme a la aplicación de programas de suplementación en ganadería de leche con forraje verde hidropónico; no se obtuvieron efectos significativos estadísticos entre los tratamientos; lo que supone, podría ser atribuido a la baja cantidad de animales utilizados para el desarrollo del ensayo o a su vez, el tiempo de aplicación de los tratamientos. De todas maneras esto también indica que reemplazar balanceado de manera parcial por forraje verde hidropónico no provocaría efectos negativos en la producción de leche, pero si reduciría el costo de producción por litro de leche.

La nutrición de ganado bovino lechero por otra parte, es bastante exigente; motivo por el cual además del pasto es necesario adicionar otras fuentes que la complementen y permitan obtener una producción eficiente de leche. Sin embargo, el manejo tradicional está basado en el manejo de pastos de corte y concentrado que encarecen los costos de producción; y, además poseen bajos niveles de MS.

Sin embargo, a pesar de no haber obtenido ganancia de peso en las vacas lactantes, se pudo mantener la producción a través de la sustitución del FVH por el concentrado; lo que le da un plus a este trabajo ya que constituye una alternativa altamente viable para futuros proyectos en ganadería de leche, por su rentabilidad y eficacia.

Las ganancias en este ensayo en promedio subieron a razón de 20 dólares por vaca en un mes de lactancia, esto significaría que en condiciones normales donde las lactancias pueden ser

alrededor de 10 meses las ganancias anuales por vaca serían 240 dólares, y conforme mayor sea el número de vacas alimentadas con forraje verde hidropónico, mayores serían las ganancias totales anuales.

### **Conclusiones**

Mediante la evaluación de las variables zootécnicas medidas en el hato lechero se determinó que la producción de leche con la dieta con suplementación de FVH no fue diferente de la dieta tradicional (Pastura + Concentrado).

Aunque todos los parámetros zootécnicos evaluados no presentaron diferencias; la calidad de la leche, sí, demostró un aumento relevante en el tenor del porcentaje de grasa frente al obtenido con la dieta tradicional.

En la parte económica se obtuvo mayor rentabilidad en T1 (Dieta con la suplementación con forraje verde hidropónico) puesto que el costo de la dieta tuvo un total de \$894,05 a diferencia del T2 el costo de la dieta fue de \$ 1002,34.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar ensayos con suplementación de FVH en hatos lecheros más numerosos y con un lapso de tiempo más prolongado.

Con la intención de potencializar el efecto de los FVH se deben emplear materias primas que no enmascaren los beneficios de este tipo de forrajes ya que el animal consume las primeras hojas, los restos de la semilla y la zona radicular, que constituyen una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteínas.

Al momento de formular una dieta debemos considerar el porcentaje de digestibilidad de las materias primas., para proporcionar una alimentación adecuada y sobre todo como en este ensayo abaratar costos.

## Bibliografía

AFRC. (1993). Energy and Protein Requirements of Ruminants. *Technical Committee of Responses*

*to Nutrients*, Alderman, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Agius, A., Pastorelli, G., & Attard, E. (2019). Cows fed hydroponic fodder and conventional diet:

effects on milk quality. *Archives Animal Breeding*, 62(2): 517–525.

Alpízar Solís, C., & Romero, J. (2017). Revisión de los aspectos para la evaluación de la nutrición y

alimentación en programas de salud de hato de ganado lechero. *Ciencias Veterinarias*,

25.

Alvarado Morales, R. (31 de 10 de 2016). Obtenido de [https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-](https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf)

[content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf](https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf)

Ballesteros Velastegui, M. (2013). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de EVALUACIÓN DE LA

BIOMASA Y CONTENIDO NUTRICIONAL DEL PASTO:

[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6027/1/Tesis-](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6027/1/Tesis-58%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20187.pdf)

[58%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20187.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6027/1/Tesis-58%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20187.pdf)

Cardoso, E. F. (2013). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Obtenido de EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN

DE LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2995/1/17T1174.pdf>

Carreño Sanchez, M. (2018). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Obtenido de EVALUACIÓN DE

PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN VACAS CHAROLÁIS:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8793/1/17T1556.pdf>

ESPAC. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Informe\\_Ejecutivo\\_ESPAC\\_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf)

FAO. (1993). *Análisis de sistemas de producción animal. Bases conceptuales*.

<http://www.fao.org/3/W7451S/W7451S00.htm#TOC>. Obtenido de

<http://www.fao.org/3/W7451S/W7451S00.htm#TOC>

Fária, J. (2006). <http://avpa.ula.ve/>. Obtenido de Manejo de Pastos y Forrajes en la ganadería de

doble propósito: [http://avpa.ula.ve/congresos/seminario\\_pasto\\_X/Conferencias/A1-](http://avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A1-)

[Jesus%20Faria%20Marmol.pdf](http://avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A1-Jesus%20Faria%20Marmol.pdf)

Fazaeli, H., Golmohammadi, H., & Tabatabaei, S. (2020). Effect of Replacing dietary corn silage with hydroponic barley green fodder on Holstein Dairy Cows Performance. *Iranian Journal of Applied Animal Science*.

González, G., Molina Sánchez, B., & Coca Vázquez, R. (2010). *www.uv.mx/apps/agronomia*.

Obtenido de CALIDAD DE LA LECHE CRUDA :

[https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf)

Gonzalez, K. (25 de julio de 2017). *Pasto Azul (Dactylis glomerata)*. Obtenido de Zootecnia y

Veterinaria es mi pasión : <https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/pasto-azul-dactylis-glomerata/>

Guaman Aguirre, A. X. (05 de 2015). Obtenido de

<https://core.ac.uk/download/pdf/143439831.pdf>

Gutiérrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., & Bonifaz, N. (2018).

MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LA PROTEINA DE LOS PASTOS EN BOVINOS DE

LECHE UTILIZANDO CUATRO FORMULACIONES DE BALANCEADOS. *La Granja*, 2(28).

Hydroenv. (2021). *Forraje verde hidropónico*. Obtenido de Hydroenv.com.mx:

[https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=125](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=125)

INAMHI. (01 de 2014). *Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador*

*continental en el*. Obtenido de INAMHI: [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/2014/01/Informe2014SNGR.pdf)

[content/uploads/2014/01/Informe2014SNGR.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/2014/01/Informe2014SNGR.pdf)

Kargo, M., Clasen, J., Nielsen, H., Byskov, K., & Norberg, E. (2021). Short communication:

Heterosis and breed effects for milk production and udder health traits in crosses

between Danish Holstein, Danish Red, and Danish Jersey. *Journal of Dairy Science*, 678-

682.

Leòn , R., Bonifaz, N., & Gutierrez, F. (2018). *Pasto y Forraje del Ecuador* . Quito: Universidad

Politécnica Salesiana.

Leòn, N. E. (2009). <https://bibdigital.epn.edu.ec/>. Obtenido de Sistema de mejora productiva de

leche en la provincia de pichincha :

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1691/1/CD-2683.pdf>

Leon, R., Bonifaz, N., & Gutierrez, F. (2018). *Siembra y producción de pasturas*. Quito:

ABYAYALA.

Lloveras, J., & Melines, A. (15 de abril de 2015). *La calidad en la alfalfa*. Obtenido de forratec:

<https://www.forratec.com.ar/uploads/100-20160301130717-pdfEs.pdf>

Londoño, M. (2011). <http://nutriciondebovinos.com.ar/>. Obtenido de SISTEMA DE

CONSERVACIÓN DE PASTOS Y FORRAJES:

[http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/A.\\_CONSERVACION\\_PASTOS\\_FORRAJES\\_TECNICAS\\_ENSILAJE\\_HENIFICACION.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/A._CONSERVACION_PASTOS_FORRAJES_TECNICAS_ENSILAJE_HENIFICACION.pdf)

López Aguilar, R., Murillo Amador, B., & Rodríguez Quezada, G. (02 de 2009). *El forraje verde*

*hidropónico (FVH)*. Obtenido de Una alternativa de producción de alimento para el

ganado en zonas áridas.: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-)

18442009000200009

López, M. (2013). *Municipio de Mejía*. Obtenido de GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA

LA GESTIÓN DEL: <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL\_DEL\_PDOT\_CANTONAL/PICHINCHA/MEJIA/IEE/MEMORIA  
\_TECNICA/mt\_mej%C3%ADa\_sistemas\_productivos.pdf

Ludeña, L. A. (2015). <http://dspace.unl.edu.ec/>. Obtenido de SUPLEMENTARIAS PARA VACAS:

<http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/10249/1/Tesis%20Lista%20Luis.pdf>

Manoj, E. (2015). Hydroponic fodder to revitalise dairy sector. *The Hindu*.

Mejia, M. d. (2020). *municipiodemejia*. Obtenido de municipiodemejia:

<https://municipiodemejia.gob.ec/assets/PDOT.pdf>

Nielsen, H., Friggens, N., Lovendahl, P., Jensen, J., & Ingvarsen, K. (2003). Influence of breed, parity, and stage of lactation on lactational performance and relationship between body fatness and live weight. *Livest. Prod. Sci*, 79. 119-133.

Orejuela, W. (2015). *EVALUACION DEL USO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE TRIGO COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL EN LA PRODUCCION DE LECHE DEL GANADO BOVINO EN TURMEQUE*. Tunjua: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Pocoaca, S. (2012). *Evaluación de dos niveles de forraje verde hidropónico en la alimentación de ganado lechero Holstein (mestizo)*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor San Andrés.

Requelme , N., & Bonifaz, N. (12 de 03 de 2012). Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047399006.pdf>

Requelme, N., & Bonifaz, N. (12 de Marzo de 2012). *Caracterizacion de sistemas de produccion*

*lechera de Ecuador*. Obtenido de

<https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/436>

Ruraltiemras. (2012). Obtenido de

[https://www.ruralitytierras.gob.bo/compendio2012/files/assets/downloads/page0207.p](https://www.ruralitytierras.gob.bo/compendio2012/files/assets/downloads/page0207.pdf)

df

Sarabia, H. M. (2018). <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/>. Obtenido de PRODUCCIÓN DE

FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:

<http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/17811/1/TRABAJO%20F>

[NAL%20HIRALIO%20MOYA%20Mizque.pdf](http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/17811/1/TRABAJO%20F)

SIPA. (07 de 2020). *Sistema de información pública agropecuaria*. Obtenido de

<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/precios-mayoristas>

Soto, R. (2020). *EVALUACIÓN DE TRES RACIONES TOTALMENTE MEZCLADAS (TMR) DE FORRAJE*

*HIDROPÓNICO MÁS FIBRA EN LA NUTRICIÓN DE VACAS LECHERAS Y SU RELACIÓN CON*

*SÓLIDOS TOTALES*. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar.

Sulca Quispe, A. (2015). *Produccion en forraje de cinco variedades de alfalfa(Medicago sativa L)*.

Obtenido de repositorio.unsch.edu:

[http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3122/TESIS%20AG1198\\_Sul.](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3122/TESIS%20AG1198_Sul.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3122/TESIS%20AG1198_Sul.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vargas, D., Murillo, J., & Hueckmann, F. (2016). Valor de la relación grasa/proteína y nitrógeno

ureico en leche de vacas lecheras de la zona norte de Alajuela y Heredia, Costa Rica.

*Ciencias Veterinarias*, 34(2); 67-80.