

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Evaluación entre dos sistemas de pastoreo para ganado  
lechero (*Bos taurus*) en Machachi, Pichincha  
Trabajo de Investigación**

**José Miguel Terán Flores**

**Ingeniería en Agroempresas**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniero en Agroempresas

Quito, 3 de diciembre del 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍA

HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Evaluación entre dos sistemas de pastoreo para ganado  
lechero (*Bos taurus*) en Machachi, Pichincha**

**José Miguel Terán Flores**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Raúl de la Torre, Ph.D.

Firma del profesor

---

Quito, 3 de diciembre del 2015

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: José Miguel Terán Flores

Código: 00103735

Cédula de Identidad: 1714336813

Lugar y fecha: Quito, 3 de diciembre del 2015

### **Agradecimientos**

Agradezco a mis padres José Miguel y Silvia, y a mi hermano Alfredo por su apoyo en el transcurso de mi carrera. Agradezco también a mis profesores Mario Caviedes, Eduardo Uzcátegui, Carlos Ruales, Antonio León y en especial a Raúl de la Torre por su guía y ayuda durante mis cinco años de estudio.

## Resumen

En la actualidad tanto en el Ecuador como en muchos países del mundo, el conseguir resultados económicos positivos por los métodos convencionales de pastoreo se ha vuelto sumamente difícil debido a los altos costos de los insumos utilizados. Otra complicación que enfrenta este sector es la reducción de las tierras disponibles para la ganadería debido al incremento poblacional siendo esta la razón por la cual surge el Sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV), que busca pasar de sistemas extensivos de pastoreo a sistemas muy intensivos logrando una mayor productividad por hectárea sin la utilización de fertilizantes químicos que son los insumos más caros para este negocio. En el presente estudio se evaluó el sistema PRV frente a un sistema de pastoreo convencional (SC) con fertilización química, teniendo dos cargas animales para cada sistema, 3 (C1) y 6 (C2) UBA/ha. En el proceso se midieron las variables: rendimiento de materia seca, contenido de proteína en el pasto así como ganancia de peso en las ocho vaconas utilizadas en cada uno de los tratamientos. La mayor producción de materia seca se dio en los tratamientos PRV, siendo el tratamiento SCC1 el que registró un rendimiento significativamente inferior a los demás tratamientos ( $P \leq 0.5$ ). El mayor contenido de proteína se dio en los tratamientos bajo la influencia del SC debido a la fertilización nitrogenada, siendo el más alto para el SCC1 con un 19.09% de proteína aunque sin diferencia significativa sobre el SCC2. En cuanto a la ganancia de peso de los animales, el promedio de ganancia fue más alto en los tratamientos PRVC1 con 124.00 kg y en el SCC1 con 109.63 kg por animal en los 5 meses de experimentación. La ganancia de peso de las vaconas por hectárea fue bastante uniforme en los cuatro tratamientos, pero al estimar el ingreso que se percibiría al combinar el número de animales de cada tratamiento con su peso final y el precio de un kilogramo de peso vivo, se obtiene una amplia ventaja a favor del sistema PRV con alta carga, seguido por el convencional también con carga alta.

### Abstract

At present time in Ecuador and in many countries worldwide, getting positive economic results by the conventional methods of grazing has become extremely difficult due to the high costs of the inputs used. Another complication this sector is facing is the reduction of the land available for livestock due to the increase of the population. These are some of the reasons why the Voisin Rational Grazing System (PRV) developed, system which seeks to move from extensive to highly intensive grazing, achieving increased productivity per hectare without the use of chemical fertilizers, the most expensive input used in this business. In this trial we sought to evaluate the PRV system versus a conventional rotation grazing system (SC) with chemical fertilization, having two different stocking rates for each system: 3 (C1) and 6 (C2) ABU / ha. During the process the variables measured were: dry matter yield, protein content in the grass and weight gain in the eight animals used on each of the treatments. The greatest production of dry matter took place in the PRV treatments while the treatment SCC1 recorded the lowest performance against the other treatments ( $P \leq 0.5$ ). The highest protein content was obtained in treatments under the influence of SC due to chemical nitrogen fertilization, being the highest for the SCC1 with 19.09% protein, but still without a significant difference with SCC2. As for the weight gain of the animals, the average gain was highest in the treatments PRVC1 with an average gain of 124.00 kg and the SCC1 with 109.63 kg per animal after the 5 months of experimentation. The weight gain of the animals per hectare was fairly uniform in the four treatments, but estimating the income that would be received by combining the number of animals in each treatment with their final weight and the price of a kilogram of live weight, a large advantage was obtained in favor of the PRVC2 system with high stocking rate, followed by the conventional system also with high stocking rate.

## Índice de Contenido

1. Introducción.....	10
1.1 Antecedentes.....	10
1.2 Justificación.....	13
2. Objetivos.....	16
2.1 Objetivo general: .....	16
2.2 Objetivos específicos:.....	16
3. Hipótesis.....	16
4. Revisión de literatura.....	16
4.1. Razas de ganado .....	16
4.2 Pastos y mezclas forrajeras.....	21
4.3 Sistemas de pastoreo.....	23
5. Materiales y métodos.....	28
5.1 Materiales y métodos de manejo del experimento .....	28
5.2 Métodos estadísticos.....	31
Diseño experimental.....	31
5.3 Variables de respuesta .....	31
5.3.1 Rendimiento de materia seca.....	31
5.3.2 Contenido de proteína en el pasto.....	32
5.3.3 Medición de ganancia de peso.....	32
6. Resultados.....	33
6.1 Rendimiento materia seca.....	33
6.2 Contenido de proteína en los pastos .....	35
6.3 Ganancia de peso de las vaconas .....	37
6.3.1 Ganancia de peso final.....	37
6.3.2 Ganancia de peso mensual de las vaconas.....	38
6.3.3 Ganancia de peso acumulada por período .....	40
6.4 Estimación de ganancias por venta de animales.....	43
6.5 Análisis costos de establecimiento y mantenimiento de los tratamientos .....	44
7. Discusión .....	46
7.1 Rendimiento materia seca.....	46
7.2 Proteína cruda.....	48
7.3 Ganancia de peso de las vaconas .....	50
8. Conclusiones.....	52

9. Recomendaciones .....	54
10. Referencias .....	55
11. Anexos .....	60
Anexo 1. Mediciones rendimiento forraje en fresco por m <sup>2</sup> .....	60
Anexo 2. Rendimiento de Materia Seca por hectárea (kg) .....	61
Anexo 3. Promedios de rendimiento de materia seca (ton /ha) .....	61
Anexo 4. Rendimiento de Materia Seca por hectárea (ton) .....	62
Anexo 5. Promedios finales contenido de proteína cruda en pastos (% de la materia seca) .....	63
Anexo 6. Contenido de proteína (%) .....	63
Anexo 7. Peso de las vaconas a lo largo del experimento .....	64
Anexo 8. Ganancias de pesos finales (kg) en cada tratamiento .....	65
Anexo 9. Ganancias de pesos finales (kg) .....	65
Anexo 10. Ganancias de peso promedio mensual (kg) en cada tratamiento .....	66
Anexo 11. Ganancias de pesos mensuales (kg) .....	66
Anexo 12. Promedios ganancias de peso acumulada por período en cada tratamiento ..	67
Anexo 13. Ganancia de peso acumulado por período (kg) .....	67
Anexo 14. Ganancia de peso (kg) por hectárea .....	68
Anexo 15. Gráfico ganancias de peso (kg)/ha por mes .....	68
Anexo 16. Producción (kg) de proteína por hectárea ( materia seca) .....	68
Anexo 17. Rendimiento de proteína por hectárea (kg) .....	69
Anexo 18. Pasto sobrante de los tratamientos .....	69
Anexo 19. Análisis de suelo de los lotes .....	70
Anexo 20. Imágenes .....	72

## Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de los pastizales y número de vaconas de acuerdo a la carga animal	29
Tabla 2. Fertilización utilizada en los tratamientos bajo el sistema convencional	31
Tabla 3. ANOVA para la variable producción de materia seca	33
Tabla 4. Prueba de Tukey al 5 % para producción de materia seca	34
Tabla 5. ANOVA para contenido de proteína	35
Tabla 6. Prueba de Tukey al 5 % para contenido de proteína (%)	36
Tabla 7. ANOVA para ganancias de pesos finales	37
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % para ganancias de pesos finales en las vaconas (kg)	38
Tabla 9. ANOVA para ganancia de peso mensual de las vaconas	39
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para ganancia de peso mensual de las vaconas	40
Tabla 11. ANOVA para ganancia de peso acumulada por período	40
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para ganancia de peso acumulada por período	41
Tabla 13. Ganancia de peso total por hectárea en cada tratamiento	41
Tabla 14. Suministro adicional de ensilaje en los tratamientos (kg)	42
Tabla 15. Suministro de ensilaje en base seca por tratamiento y por animal en los 5 meses	42
Tabla 16. Pesos Finales de las vaconas en cada tratamiento (kg)	43
Tabla 17. Estimación de ganancias por venta de los animales de cada tratamiento	44
Tabla 18. Costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de los tratamientos	45

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Producción de materia seca por tratamiento (ton/ha)	33
Gráfico 2. Contenido de proteína cruda durante el experimento (% de la MS)	35
Gráfico 3. Ganancia de peso mensual (promedio) de las vaconas en cada uno de los tratamientos	38
Gráfico 4. Curva de crecimiento para la mezcla forrajera presente en Machachi en verano	48

# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

Las vacas, son mamíferos herbívoros que fueron domesticados por el hombre hace aproximadamente 7000 a 8000 años en Asia. Estos fueron de los primeros animales en ser domesticados, puesto a que aparte de ayudar en la labranza de los suelos y en la carga, servían como una fuente de alimento para el ser humano (Reproducción Animal, 2002). La domesticación de la vaca ha traído grandes beneficios al ser humano y es por esta razón, que ha estado siempre relacionada con el desarrollo de la humanidad. Su domesticación luego se generalizó a lo largo de todo el mundo por los beneficios que esta aportaba y ya con el tiempo la cría de vacas se convirtió en una actividad económica de importancia (Botanical Online, 1999).

Hoy en día los agricultores crían vacas para hacer negocio de los productos que se obtienen de estas, tanto de su carne y cuero como de la producción de leche. En Ecuador, la ganadería es de vital importancia puesto que muchas personas obtienen beneficios de ésta. En el año 2013, en el Ecuador existían alrededor de 7.38 millones de hectáreas destinadas al labor agrícola. De estas hectáreas, el 19.8% correspondían a pastos naturales, un 48.14% a pastos cultivados y el 32.06% a cultivos permanentes, de ciclo corto, y de ciclo intermedio. Todos estos pastos son usados en su mayoría para mantener las 5.3 millones de cabezas de bovinos que hay en nuestro país (INEC, 2011).

En Ecuador, la producción de leche ha aumentado en los últimos años según los datos del INEC. Esto se debe a que ha habido un incremento también en el número de vacas que se ordeñan. Esta misma institución estimó en el 2011 que el número total de cabezas de

ganado a nivel nacional era de 5,358,904 de las cuales se ordeñaban alrededor de 1.127.363 vacas. Con esta cantidad de vacas se llegó a producir 6,375,323 litros de leche por día. Esto da como promedio nacional de producción 5.65 litros por vaca al día (INEC, 2011). El resto de cabezas de ganado está constituido por ganado para producción de carne, ganado lechero en el período seco. La producción ecuatoriana de reses para carne permite obtener un estimado de 485 millones de libras de carne anualmente, como resultado de las 970 mil reses que son faenadas en ese periodo de tiempo (ASOGANSO, 2014).

En cuanto a la producción de leche, la Sierra Ecuatoriana aporta con el 75.9% de la producción al producir 4,836,974 litros al día. Le sigue la Costa que representa el 16.6% de la producción nacional al producir 1,055,934 litros de leche al día. Por último se encuentra la región del Oriental que produce 482,415 litros de leche al día aportando con solo el 7.6% de la producción nacional. La Sierra Ecuatoriana no es solo el sector que más cantidad de leche produce, sino que también tiene el mejor promedio al producir 6.7 litros por vaca al día. En la Costa el promedio de producción es de 4.7 litros por vaca al día y el Oriente tiene un promedio de 3,6 litros por vaca al día (INEC, 2011). Pero así como varía la producción y número de animales por región, la cantidad de animales que se puede tener en cada región es diferente. En la Sierra la carga animal es de tres cabezas por hectárea, en la Costa de 2 animales por hectárea y en el Oriente se tiene un promedio de 0.75 cabezas de ganado por hectárea.

Hoy en día se está dando un incremento en el número de cabezas de bovinos en el país tanto en bovinos destinados para la leche como para bovinos destinados a la producción de carne. En tan solo cuatro años se incremento de 5.1 millones de cabezas (2009) a 5.3 para el año 2013 (INEC, 2011). Pero a la vez que se incrementa el número de

cabezas de ganado se va reduciendo cada vez el espacio disponible para la cría de estos animales, lo que ha llevado a que cada día se busquen mejoras en los sistemas de pastoreo y crianza para obtener mejores rendimientos. Con la revolución verde se logró mejorar el cultivo de pastos para el ganado debido a la aplicación de fertilizantes químicos para mejorar y acelerar el crecimiento de pastos, pero hoy en día los altos costos de los fertilizantes han obligado a buscar nuevas formas para mantener buenos pastos sin los altos costos de la fertilización química (Revolución Verde, 2008).

El crecimiento poblacional a nivel mundial ha reducido la cantidad de tierras que puede ser destinada a la agricultura, en especial a la crianza de ganado. Es por esta razón que los ganaderos han tenido que adaptarse y han pasado de sistemas extensivos de pastoreo a sistemas más intensivos, buscado poder criar mas animales por hectárea. Es así como nace el Sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV), la cual es considerada “una tecnología más eficiente, más moderna y más ecológica para la producción de utilidades limpias sobre la base del pasto” (Pinheiro, 2011).

El PRV nace de los estudios y experimentos del químico-físico francés André Voisin quien manejando una finca empezó a ocuparse de los pastos logrando establecer una rotación de pasturas que le permitió aumentar en un tercio el número de animales. Luiz Carlos Pinheiro, uno de sus muy apegados discípulos decidió seguir con los estudios y desarrollos en el sector agrícola y fue así como en 1970 creó la expresión de Pastoreo Racional Voisin para el sistema que había sido desarrollado por su maestro (Rúa, 2009).

Pero el sistema de pastoreo PRV, no solo es beneficioso por permitir criar más animales por unidad de superficie; sino que permite reducir costos de producción. Los altos

costos de los insumos y fertilizantes químicos y el bajo precio en los mercados para los productos agrícolas están siendo un problema para los agricultores actuales. Muchos agricultores no poseen una mayor rentabilidad debido a los altos costos y es por esta razón que un gran número de agricultores se han visto en la necesidad de cerrar sus negocios. Este sistema (PRV) permite reducir los costos de producción al no depender de los fertilizantes químicos. Pero hoy los agricultores y ganaderos no solo enfrentan problemas económicos por los elevados costos, sino también tienen problemas con movimientos ecologistas que buscan la protección del medio ambiente. El uso de agroquímicos en los suelos ha sido uno de los temas por los que más son cuestionados los agricultores así como por la deforestación para establecer pastizales. Con el uso del sistema de pastoreo PRV, los agricultores evitan los conflictos con este movimiento que se encuentra en constante crecimiento, al no aplicar químicos en los suelos y además dependen de menos cantidades de tierra para producir un mayor número de animales (Pinheiro, 2011). Con el Sistema de Pastoreo (PRV), se solucionarían problemas que ganaderos enfrentan hoy en día entre los que están altos costos de producción, espacio disponible para ganadería, conflictos con movimientos ecológicos y los bajos rendimientos por hectárea.

## **1.2 Justificación**

En la actualidad en el Ecuador así como en muchos países a nivel mundial, producir resultados económicos positivos por los métodos convencionales de pastoreo se ha vuelto sumamente difícil. Esto se debe principalmente a que los precios de los insumos industriales como son los fertilizantes y agroquímicos, maquinarias agrícolas han incrementado constantemente con el tiempo. Mientras tanto, los precios de los productos agrícolas producidos por los ganaderos han permanecido estables, o han evidenciado un

crecimiento muy pequeño en proporción a los costos para su producción. Esta situación ha llevado a que cada día sea mas difícil la producción tanto animal como vegetal (Rúa, 2009).

El Sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV) busca que la producción tanto de carne como de leche pueda ser rentable basándose simplemente en el pasto. Esta es hoy en día conocida como una Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio, puesto a que aparte de ser amigable con el medio ambiente al no utilizar fertilizantes químicos, busca obtener beneficios económicos reduciendo costos al utilizar fuentes gratis de energía para el pasto como es el sol a través de la fotosíntesis y a la actividad biológica del suelo sin uso de fertilizantes (Voisin, 1971). La práctica de este sistema de pastoreo va en contra de los sistemas convencionales, los cuales son conocidos por ser consumistas y reduccionistas. Al utilizar abundantes cantidades de fertilizantes químicos para mantener los pastos en un adecuado estado.

Al no utilizar fertilizantes ni agroquímicos, este sistema es amigable con el ambiente, ya que es conocido que el uso de agroquímicos es el principal contaminante en una agricultura convencional (Infoagro, 2012). Al tener pastos sin fertilizantes químicos o agroquímico alguno, es posible tener un proceso de producción orgánico de leche o carne, lo cual es algo buscado por los consumidores hoy en día. Muchas personas buscan el cuidado y protección del ambiente y este sistema de pastoreo al ser amigable llegará en algún momento a tener más aceptación por las personas dedicadas a la protección del ambiente (Monteverde, 2009).

El sistema PRV llega a tener un menor costo por unidad de producto y esto se debe a que su principal insumo que es la energía solar tiene un costo cero. Además este es un

sistema en el que se puede llegar a producir más por hectárea y esto se da por el hecho de que cualquier división en el campo influye en un aumento en la producción ("Tecnología PRV", 2006). Una buena división respecto a la forma de los potreros y las dimensiones que estos tengan da un máximo aprovechamiento de los pastos. Según estudios este sistema de pastoreo produce como mínimo tres veces más que la producción convencional de la región a la que se implante el proyecto (Pinheiro, 2011).

Además el sistema PRV empleado adecuadamente incrementa la fertilidad de los suelos dando incremento en los niveles de fósforo, potasio y materia orgánica. Al no existir muerte de los microorganismos benéficos del suelo; al no utilizar químicos que afecten su desarrollo ni existir agresión contra ellos; al no utilizar maquinaria pesada dentro de dichos campos y al ser un sistema intensivo con mas carga animal que los sistemas convencionales habrá mayores concentraciones de orina y de excrementos animales que se emplearán al campo (Voisin, 1971). Este sistema se centra en dar mayor tiempo de descanso a los pastos entre dos pastoreos para que alcancen a mantener todas sus reservas. Se debe dar un adecuado tiempo de ocupación, lo más corto posible para que el pasto cortado no sea nuevamente consumido por el animal. Este sistema aprovecha el pasto por medio del adecuado manejo y aprovechando las condiciones naturales para obtener un máximo rendimiento económico al poder reducir los costos y aumentar la producción (Monteverde, 2009).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general:**

-Evaluar la eficiencia del sistema de Pastoreo Racional Voisin en relación al sistema de pastoreo convencional en base a fertilización química.

### **2.2 Objetivos específicos:**

-Evaluar la ganancia de peso de los animales criados y alimentados bajo el sistema PRV y el sistema convencional.

-Medir el rendimiento y estimar la calidad del forraje producido, en términos de contenido de proteína cruda, en los dos sistemas de pastoreo.

-Comparar el efecto de dos cargas animales (3 y 6 UBA/ha) en ambos sistemas.

- Evaluar los costos y beneficios de los dos sistemas de pastoreo sometidos a las 2 cargas animales.

## **3. Hipótesis**

El Sistema de Pastoreo Racional Voisin será más productivo y eficiente que el sistema de pastoreo convencional en base a fertilización química.

## **4. Revisión de literatura**

### **4.1. Razas de ganado**

Las vaconas que se utilizó el experimento eran animales F1, es decir que son el resultado de la cruce entre dos o más razas de ganado. El cruzamiento de razas es el apareamiento de animales de dos o más razas, cuyo propósito esta en aumentar la

heterosigosis es decir la creación de híbridos. Los híbridos son procedentes del cruce ya sea de organismos de razas o especies distintas (Klug, Cummings, Spencer, & Fernández, 2006). En este caso estas vaconas son el resultado de la cruce entre las razas de ganado lechero Holstein Friesian, Jersey, Normando y Rojo Sueco.

El objetivo principal de la mejora genética tanto en el ganado lechero como en el ganado de carne es el aumentar la eficiencia en la producción de leche y carne. Con los años ha aumentado la aplicación de la genética para el mejoramiento de la producción ganadera y el principal salto se dio con la aparición de la inseminación artificial lo que permite tener la genética de diferentes razas, y cruces raciales provenientes de todo el mundo a la disposición de los ganaderos. La selección y cruzamiento son las alternativas más eficientes para alcanzar un incremento en la producción (Caraviello, 2004).

El cruzamiento entre diferentes razas es ventajoso para los productores ya que permite a estos obtener el vigor híbrido en sus animales. El vigor híbrido es el nombre que se le ha dado al aumento en vigor de la descendencia sobre la de los padres cuando se da la cruce entre individuos no emparentados. La descendencia F1 como es el caso de las vaconas a utilizarse en este experimento se cree presentaron un mayor vigor que animales que provengan de líneas puras debido a la variación genética que tendrán. Al unir las características más deseables de las razas utilizadas en el cruzamiento, no solo se obtiene una mayor fortaleza en la descendencia sino que también habrá una mayor viabilidad, crecimiento más rápido, mayor producción ya sea de carne y leche e incluso se mejorará la fertilidad (Lasley, 1991).

Holstein Friesian (Holandesa, Frisona):

Esta raza de ganado se originó en Holanda, en el norte de dicho país. Esta es una raza de ganado que presenta en el cuerpo una capa blanca y negra, pero también existen capas blancas con rojo. Las Holstein blanco con rojo son más populares en América que en Europa. El color negro o el rojo se encuentra típicamente distribuido por la cabeza y cuello hasta la espalda, el tórax y el tercio posterior (Holstein Friesian, 2012). Mientras tanto, el color blanco se manifiesta principalmente detrás de la espalda, a nivel de los flancos y parte baja del abdomen. En promedio las hembras alcanzan entre los 650-680 kg y una altura entre los 1.35-1.45 m, mientras que los machos alcanzan entre los 950-1050 kg y una altura de 1.45-1.52m (Pérez R. , 2006). Esta es la raza de ganado lechero más difundida en todo el mundo debido a su elevado volumen de producción lechera, siendo la raza más productiva. Existen dos variantes de esta raza, la Holandesa que se caracteriza por ser es más pequeña y gruesa, y la de EEUU y Canadá que es más angulosa y se caracterizan por ser menos gruesas. La variante de EEUU y Canadá tiene mayor rendimiento de producción que la Holstein Holandesa (Villena, Mata, & Jimenez, 2000).

Según la Asociación Holstein Friesian (2012), la producción media de las vacas frisonas controladas en Holanda es superior a los 5000 lt por lactancia, pero son común producciones de 10000 a 12000lt. En EEUU el promedio de producción de esta raza está entre los 11000 lt (Pérez R. , 2006) .El contenido graso de su leche está entre el 3-4 %. Esta proviene de un clima templado que va entre los  $-4^{\circ}\text{C}$  a los  $24^{\circ}\text{C}$  y puede adaptarse a otros climas bajo condiciones especiales como la estabulación.

### Jersey:

La raza Jersey tiene su origen en la isla de su mismo nombre la cual está ubicada en el canal de la Mancha entre Inglaterra y Francia. Esta es una de las razas reconocidas más antiguas con casi 600 años. Estos animales se caracterizan por ser ligeros, pues las hembras alcanzan una altura de 1.20 m y un peso promedio de 430 kg, mientras que los machos alcanzan 1.51 m y un peso de 680kg (Astiz, 2008). Estas son de un color cervato café o de café negruzco completo o con algunas manchas blancas pequeñas. Estas tienen una cabeza pequeña y tienen una hendidura cóncava frontal que es característica de la raza. Además esta raza de ganado tiene los ojos saltones y son conocidas por su buena conformación de ubre. Esta raza de vacas produce la leche más rica en grasa y sólidos totales, pues tiene un 4.7 % de grasa y un 3.7% de proteína. El promedio de producción de la raza es de 5265 lt por lactancia. Existen vacas que alcanzan una producción de 6170 litros (Pérez R. , 2006). Esta es una raza muy buena para el pastoreo debido a su tamaño pequeño, y es conocida por su buena adaptación climática. Esta raza se encuentra distribuida a lo largo de todo el mundo ya sea como raza pura así como cruces con razas nativas (Holstein Friesian, 2012).

### Normando:

La raza Normando es sumamente antigua, puesto a que proviene de la cruce entre tres razas provenientes de Normandía en el siglo XVIII. Las tres razas de dónde provino la Normando son: Cotentine, Augeronne y Cauchoise. Luego la raza se formo mediante la selección de esta cruce, buscando mejores aptitudes lecheras y buena conformación. Hoy en día esta raza se encuentra esparcida a lo largo de todo el mundo siendo muy popular en Europa y en algunos países de Sur América como Colombia. Cabe recalcar que en su país de origen es la tercera raza lechera más popular (Asonormando, 2012). Esta es una raza de

doble propósito puesto a que es buena productora de leche pero además tiene una morfología que es adecuada para la producción de carne. Esta raza se caracteriza por su color blanco salpicado por manchas cafés. Esta raza en promedio alcanza a producir 6900 litros por ciclo con una composición de 4.42% de grasa y un 3.6% de proteína. Su leche en ciertos lugares es muy valorada justamente por su alto porcentaje de grasa ideal para la elaboración de mantequilla (Astiz, 2008). Este es un animal que se adapta a las distintas condiciones puesto a que resiste climas variados, tanto fríos, húmedos, secos y cálidos. Además es importante mencionar que se adapta muy bien a lugares montañosos debido a su fortaleza y gran capacidad torácica y abdominal. Las vacas de esta raza alcanzan hasta el 1.40 m a la cruz. Se lo ha utilizado como una raza para realizar cruces debido a su fortaleza, calidad de leche y longevidad (Lanormande, 2015).

#### Rojo Sueco

La raza de ganado rojo sueco en el último tiempo ha tenido una buena acogida a nivel mundial debido a su alta producción, pero más que nada debido a su rasgo distintivo que es la salud de las pezuñas. Esta es una raza que tiene un alto porcentaje de raza Ayrshire, y se fue seleccionando en base a características como producción lechera, salud animal y buenas condiciones de patas y pezuñas. Hoy muchos ganaderos sufren con problemas de pezuñas en sus hatos por lo que el introducir esta raza les ha traído grandes beneficios, y esta es una característica por la cual se la emplea como un progenitor para realizar cruces. Una vaca adulta de la raza rojo sueco alcanza el 1.40 m hasta la cruz y llegan a un peso promedio de 650 kg. En promedio esta raza produce 8730 litros de leche y la leche está compuesta de un 4.3% de grasa y 3.5% de proteína. Esta es una raza que está recién empezando a aparecer fuera de Europa, pero sus características harán que con el

tiempo esta forme un papel importante en los hatos de países americanos (Viking Genetics, 2008).

#### **4.2 Pastos y mezclas forrajeras**

Para este experimento se utilizará una mezcla forrajera que se encuentra ya establecida en el campo. Esta mezcla está compuesta de aproximadamente un 40 % de Raygrass perenne (*Lolium perenne*), 40 % de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y un 20 % de trébol blanco (*Trifolium repens*). Al realizar una mezcla forrajera se obtiene determinados beneficios frente a la utilización de una solo especie forrajera para la alimentación animal. Entre las desventajas que encontramos al utilizar una solo especie forrajera se destaca el que se tiene una limitada adaptabilidad sobre un amplio rango de variaciones en los suelos y diferentes condiciones ambientales, un solo tipo de crecimiento o desarrollo vegetativo en un determinado tiempo. Además cabe recalcar que sin mezclas forrajeras no existe diversidad en la dieta de los animales (Ortega, Castillo, & Rivas, 2005).

Según estos autores, con mezclas forrajeras se obtiene como beneficio el aporte nutritivo y adaptabilidad al pastoreo que cada uno de los forrajes a utilizar posee. Entre las ventajas más deseadas que se obtiene de una mezcla forrajera está el incremento en las probabilidades de supervivencia, así como el éxito en el establecimiento y formación del pastizal. Esto se debe a que entre los pastos que se utilicen existen diferencias genéticas, morfológicas y fisiológicas. Otra ventaja con la que se puede contar al utilizar una mezcla forrajera es el poder extender el tiempo de pastoreo ya que cada forraje posee un ciclo de crecimiento diferente, donde algunos forrajes son más precoces que otros. Se puede igual mejorar la dieta de los animales y se estaría a la vez incrementando la biodiversidad de la pradera.

El ryegrass perenne es una especie que pertenece a la familia de las gramíneas; esta planta tiene los tallos de sección circular y la base es de color rojizo. Las hojas son alargadas y poseen nervaduras paralelas las cuales son bien marcadas; posee una inflorescencia formada por espiguillas sésiles que están dispuestas alternativamente a lo largo del raquis floral (Universidad Nacional de Colombia, 2013). El trébol blanco es una leguminosa perenne de 10-50 cm que posee tallos rastreros y enraizantes, con hojas trifoliadas y flores con una corola de color blanco. Se adapta a diversos suelos, climas y altitudes, pero su óptimo crecimiento se da en climas templados y húmedos (Unavarra, 2002). El kikuyo es un pasto robusto que se extiende por medio de rizomas. Su nombre viene del Kikuyu, la cual es una etnia del este de África de donde este pasto es originario. Hoy en día este pasto es considerado como una de las plantas más invasoras de los campos (OpEPA, 2014).

Cada una de los forrajes que se encuentran en la mezcla del pastizal es utilizado ya que aporta con determinadas cualidades. El ryegrass es una muy buena fuente de proteína, además de que éste tiene como característica importante su precocidad lo que facilita la renovación y resiembra de potrero; ya que este pasto brotará antes de su competencia en un corto tiempo. Otra cualidad importante del ryegrass es su alta palatabilidad para el ganado, es decir que es apetitoso y hay un alto consumo voluntario de los animales. Esta cualidad es importante puesto a que los animales no desperdician el pasto (Salgueiro & Diaz, 1990).

El kikuyo es un pasto que hoy en día es conocido como una planta invasora con una no muy alta calidad. Pero debido a que los costos y trabajo para erradicarlo en su totalidad de un pastizal son altos y complicados se lo ha incorporado en las mezclas con pastos de mejor calidad. Pero a pesar de no ser un pasto tan bueno en cuanto a calidad, puede traer

ventajas para una mezcla forrajera con ryegrass y trébol blanco. El ryegrass y el trébol blanco aportan con los beneficios nutritivos mientras que el kikuyo aporta con persistencia debido a su resistencia a sequías y al sobre pastoreo. En épocas de sequía la presencia de este pasto en un campo determinará que exista o no escasez de alimento para el ganado (OpEPA, 2014).

El trébol blanco trae consigo un gran aporte para una mezcla forrajera. Este, primeramente, es muy resistente al pastoreo, pero su mayor importancia radica en que es una excelente fuente de proteína. Al ser una leguminosa, el trébol es muy beneficioso para un sistema de pastoreo orgánico como el PRV debido a la fijación de nitrógeno. Las leguminosas como el trébol forman asociaciones mutualistas con bacterias fijadoras de nitrógeno que habitan en los nódulos de las raíces. De esta manera el trébol blanco incrementa la fertilidad del suelo lo que es muy importante para la agricultura y ganadería (Nabors, 2006).

### **4.3 Sistemas de pastoreo**

Los sistemas de pastoreo son alternativas de uso de los pastizales por los animales en pastoreo. La finalidad de un sistema de pastoreo es mantener y producir forrajes de calidad durante el mayor período de tiempo. Además, un sistema de pastoreo busca mantener balances favorables entre las especies forrajeras presentes en el terreno y así lograr su eficiente utilización y por ende una producción ganadera rentable (Vallentine, 2001).

### **Sistema de pastoreo rotativo convencional**

Uno de los sistemas de pastoreo más utilizados alrededor del mundo hoy en día es el sistema de pastoreo rotativo. Esto se debe a que permite el mejor manejo de los factores de producción para desarrollar un sistema de producción intensivo. Este sistema de pastoreo consiste en la división del área de pastoreo para los animales en 3 o más potreros donde los periodos de permanencia y descanso permiten el rebrote apropiado para la especie forrajera. La división de los lotes permite una optimización en la uniformidad de cosecha del pastizal. Cabe recalcar que una de las desventajas de este sistema es que se requieren de más fuentes de agua ya que en cada potrero debe de existir acceso al agua para los animales (Peroza, Pirela, & Caraballo, 2006).

Estos mismos autores, establecen que este sistema rotativo se divide en dos modalidades. Puede ser un sistema rotacional sistemático o no sistemático. En el caso del sistema rotacional sistemático, los potreros son todos de igual o similar tamaño entre sí, lo que da como resultado que los días de permanencia del ganado en este, así como los periodos de descanso sean iguales para todos. Mientras tanto, en el sistema rotativo no sistemático los potreros no tienen el mismo tamaño y por lo tanto los días de permanencia de ganado así como los días de reposo para el potrero son diferentes para cada potrero dependiendo de su superficie. Se considera que es mucho más eficiente el sistema rotacional sistemático pero debido a las condiciones geográficas muchas veces este no se puede implementar.

La cantidad de potreros en la que se divide el terreno depende del tipo y manejo del ganado, de la especie forrajera establecida en el campo, así como de los recursos

disponibles para la división. Se recomienda diseñar los potreros de tal manera que los periodos de permanencia del ganado en cada uno de estos sea de 5- 7 días. En el manejo de pastoreo rotativo, se considera que el tiempo de descanso debe ser de alrededor de 27 a 30 días. En general este sistema de pastoreo se complementa con una fertilización química en base a lo que determinen los análisis del suelo (Esqueda, 1998).

### **Sistema PRV**

El sistema de pastoreo PRV, es un sistema que está recién empezando a ser utilizado en distintos lugares alrededor del mundo a pesar que este fue establecido para el año de 1970 por el brasilero Luiz Carlos Pinheiro siguiendo las investigaciones hechas por su profesor francés André Voisin. Este sistema está cobrando importancia debido a que es un sistema orgánico por lo que los costos de producción se reducen significativamente. Este sistema no solo es más económico sino que también es considerado amigable con el medioambiente, cualidades que hoy en día lo hacen muy llamativo para los ganaderos. Además, se ha determinado que con este sistema se puede incrementar el número de cabezas por hectárea, habiendo registros de hasta 7 a 8 animales adultos por hectárea (Pinheiro, 2011).

Según Pinheiro, al ser un sistema que no usa fertilización químicos, los pastos requieren de más tiempo de reposo para su rebrote. Estudios reportan que el reposo para el trébol blanco no puede ser inferior a los 45 días, el kikuyo requiere de 33 días y el ryegrass necesita 43 días (Villalobos & Arce, 2013). Un vaquero, o ganadero debe de ser capaz de observar cuando el pasto está en su punto óptimo de consumo, el mismo que varía de acuerdo a las condiciones climáticas y ambientales de un sector, a la vez de la especie

forrajera utilizada (Pinheiro, 2011). Es por esta razón, que se decidió en esta investigación dar 60 días de reposo a los potreros bajo el sistema de manejo PRV.

Pero el sistema PRV no solo considera que el tiempo de reposo de los pastos debe ser incrementado, también considera que el tiempo de ocupación debe ser reducido. Se ha establecido que el tiempo máximo de ocupación debe de ser de tres días ya que de estar más días el ganado en el potrero habrá un sobrepastoreo. Al tener poco tiempo de ocupación pero con alta carga animal y más tiempo de reposo los pastos crecen abundantemente sin requerir fertilización química. Al haber una alta carga animal existe más cantidad de estiércol que funciona como abono (Guevara, Guevara, & Curbelo, 2003). En promedio un bovino aporta con 25 kg de excremento y 14 litros de orina al día. Tomando en cuenta solo el estiércol se ha calculado que un bovino de 500 kg regresa al suelo 82,08 kg de N, 12.80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 35,6 kg de K<sub>2</sub>O y 31,90 kg de Ca al año. En consecuencia, con una alta carga animal por hectárea el estiércol aportará una cantidad anual sumamente alta de nutrientes al suelo sin requerir de químicos (Pinheiro, 2011). Los fertilizantes son productos químicos que acidifican el suelo, y cuyos iones de los cuales están compuestos en altas concentraciones se convierten en tóxicos para microorganismos vivos, y estos son los que convierten el mismo excremento del ganado en nutrientes suficientes para los pastos (Sosa, 2005). Según este autor, al incorporar 20.000 kg/ha de estiércol fresco de vacuno con 80 % de humedad se aporta al suelo con 50.8 kg de nitrógeno, 33.6 kg potasio y 32.4 kg de fósforo asimilable.

Para un óptimo pastoreo por parte de los animales, no solo se requiere de pastos que sean de buena calidad y palatables. El pastizal donde se encuentran los animales también debe poseer determinadas características para un adecuado comportamiento y comodidad

para los animales. Un animal bajo condiciones de estrés produce menos que un animal el cual se encuentra cómodo en su medio ambiente. Esta reducción en la producción se da no solo en la producción de leche en vacas sino que también afecta la ganancia de peso de los animales. Condiciones que se deben de tomar en cuenta para brindar comodidad a los animales son la disponibilidad de comida en todo momento, a la vez que disponibilidad abundante de agua a distancias cortas del sitio de pastoreo y, por último, la presencia de árboles en los pastizales para que aporten con sombra a los animales (Giraldo & Bolivar, 2006).

Una fuente abundante de agua limpia es de vital importancia para una adecuada producción de ganado. El agua limpia es indispensable para la supervivencia de la mayoría de organismos vivos y en el caso de los animales se debe a que su cuerpo está compuesto de un 70 a 75% de agua. La restricción de agua a los animales reduce la cantidad de ingesta de alimento, lo que afecta directamente la producción. Se considera que es muy difícil especificar la cantidad exacta de agua requerida diariamente por un animal de hacienda y esto se debe a que la cantidad de agua requerida depende de la cantidad de alimento consumido por el animal, el tipo de alimento, la temperatura ambiental, la humedad relativa y además el nivel de producción del animal. Al no conocer con exactitud cuánta agua debe consumir un animal al día, se recomienda tener siempre a su disposición una fuente de agua para que éste la consuma según lo necesite. Se ha establecido que como mínimo un animal productor de hacienda como son las vacas deben de tener acceso a agua al menos una vez al día, y es mucho mejor si tienen acceso permanente para su consumo a voluntad (Church, 1978).

Pero los animales no requieren solo de agua para su producción. Es importante proporcionar ciertas condiciones a los animales en pastoreo para que estos estén más cómodos en el medio ambiente. Hoy en día han tomado mucha importancia los sistemas silvopastoriles, en los cuales se siembran árboles o arbustos en los pastizales para que estos en el caso de ser leguminosas aporten con nitrógeno al suelo y forraje a los animales, pero, principalmente, provean de sombra. La presencia de sombra en los pastizales ayuda a regular las temperaturas del lugar; cuando existen muy altas temperaturas los animales dejan de comer y gastan mucho tiempo descansando en la sombra y haciendo viajes a tomar agua. Al aportar con sombra al pastizal los animales gastan más tiempo pastando y por ende tienen una mayor ganancia de peso por día y mayor producción de leche (Pérez, Soca, & Díaz, 2008). Según estudios realizados, una vaca criada en adecuadas circunstancias de raza Holstein pesa un promedio de 320 kg a los 16 meses, y alcanza los 450 a los 20 meses (Salisbury, VanDemark, & Lodge, 1978).

## **5. Materiales y métodos**

### **5.1 Materiales y métodos de manejo del experimento**

La presente investigación se llevó a cabo en la hacienda Cuscungo ubicada en Machachi, Pichincha, a 2900 msnm, utilizando seis hectáreas de terreno sembradas con una mezcla forrajera con un 40 % de ryegrass perenne (*Lolium perenne*), 40 % de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y un 20 % de trébol blanco (*Trifolium repens*).

Dado que el experimento perseguía evaluar dos sistemas de pastoreo: 1) Pastoreo Racional Voisin (PRV) y 2) pastoreo rotativo convencional (PC), el área de seis hectáreas

de potrero fue dividido en dos lotes de tres hectáreas cada una y asignadas a cada uno de los 2 sistemas de pastoreo.

A efectos de estudiar las dos cargas animales propuestas (C1: 3 UBA/ha y C2: 6 UBA/ha) cada lote de tres hectáreas correspondiente a cada sistema de pastoreo fue dividido en dos partes: una con la superficie de dos hectáreas para recibir la C1 y la otra con una hectárea de superficie para la C2. De esta manera, los potreros con sus respectivas superficies y número de animales en pastoreo de acuerdo a la carga animal en los dos sistemas de pastoreo quedaron distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla 1. Distribución de los pastizales y número de vaconas de acuerdo a la carga animal**

	<b>C1</b>	<b>C2</b>
<b>PC</b>	superficie: 2 ha 3 UBA/ha 8 vaconas/2ha	superficie: 1 ha 6 UBA/ha 8 vaconas/ha
<b>PRV</b>	superficie: 2ha 3 UBA/ha 8vaconas /2ha	superficie: 1 ha 6 UBA/ha 8 vaconas/ha

Considerando que la UBA (Unidad Bovina Adulta) es la denominación correspondiente a un animal adulto de 440 kilos de peso, en la C1, para las tres UBAs por hectárea, se utilizaron 4 vaconas equivalentes de 16 a 22 meses de edad y 330 kilos de peso en promedio, mientras que en la C2, las 6 UBAs por hectárea fueron cubiertas por 8 vaconas de las características mencionadas. Las vaconas utilizadas en el experimento fueron F1's, resultado de la cruce entre las razas Normando x Holstein, Normando x Jersey, Rojo Sueco x Normando, Jersey x Holstein, y Rojo Sueco x Holstein. Para la

distribución de las 32 vaconas entre los cuatro sistemas a evaluar, se hicieron lotes de 4 vaconas con similar edad, cruce de razas y peso. Finalmente, con cada lote se hizo una distribución aleatoria.

Los potreros asignados al sistema PC para ambas cargas fueron sub divididos en seis unidades para ser consumidas durante seis días (período de ocupación) luego de 30 días de reposo (período de descanso). Por su parte, los potreros asignados al sistema PRV para ambas cargas se subdividieron en 21 unidades, cada una pastoreada por tres días luego de un período de descanso o reposo de 60 días. Los potreros del sistema convencional fueron fertilizados después de cada pastoreo, en base del análisis de suelo practicado en el laboratorio de Agrocalidad, con las dosis y productos que aparecen en la tabla 2. Los resultados del análisis mostraron altos contenidos iniciales de N,P,K, lo mismo que de Ca,Mg,Fe,Mn,Cu y Zn. Debido a que en los potreros con la carga C2 en el sistema convencional (SCC2) se encontraron bajos niveles de fósforo en el segundo y tercer meses, fue necesario suministrar este elemento duplicando la dosis del fertilizante fosfato diamónico en esos meses.

Los potreros bajo el sistema PRV no recibieron fertilización química alguna, dependiendo únicamente del nitrógeno provisto por la leguminosa y los nutrientes recibidos del estiércol. Para la división de los potreros en los tamaños requeridos se utilizaron postes de madera y alambre de púas en el sistema convencional y cercas eléctricas en el sistema PRV.

**Tabla 2. Fertilización utilizada en los tratamientos bajo el sistema convencional**

Mes	SCC1 (2 ha )	SCC2 (1 ha)
<b>1</b>	1 saco 50 kg Urea/ ha	1 saco 50 kg Urea/ ha
<b>2</b>	1 saco 50 kg DAP (18-46-0)/ ha	2 sacos 50 kg DAP (18-46-0)/ ha
<b>3</b>	1 saco 50 kg DAP (18-46-0)/ ha	2 sacos 50 kg DAP (18-46-0)/ ha
<b>4</b>	1 saco 50 kg Urea Verde/ ha	1 saco 50 kg Urea Verde/ ha
<b>5</b>	1 saco 50 kg Urea/ ha	1 saco 50 kg Urea / ha

## 5.2 Métodos estadísticos

### Diseño experimental

Para esta experimentación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial  $2^2$ , que constó de cuatro tratamientos representados por dos factores: factor A para evaluar los dos sistemas de pastoreo y factor B para las dos cargas animales, con seis bloques correspondientes a los seis meses en lo que se realizaron las mediciones. Los tratamientos estudiados fueron, en consecuencia, los siguientes:

- 1) SCC1 Sistema convencional carga animal baja
- 2) SCC2 Sistema convencional carga animal alta
- 3) PRVC1 Sistema PRV carga animal baja
- 4) PRVC2 Sistema PRV carga animal alta

## 5.3 Variables de respuesta

### 5.3.1 Rendimiento de materia seca

Para medir el rendimiento de materia seca en cada tratamiento se cortó al azar 6 metros cuadrados de pasto y se pesó el forraje cortado (con esta medida se conoció la cantidad de materia verde por metro cuadrado). Luego de cada metro cuadrado se tomaron

al azar 60 gramos del pasto fresco y se procedió a secar dicha muestra. Con el peso seco de las submuestras se calculó la cantidad de materia seca por hectárea.

### **5.3.2 Contenido de proteína en el pasto**

Para medir el contenido de proteína en el pasto se tomó una muestra de los pastos de cada tratamiento. Estas muestras después de haber sido secadas se enviaron a un laboratorio para hacer su análisis de nitrógeno. Al igual que para las otras variables, el contenido de proteína se midió una vez al mes, una medición inicial más cinco mediciones de los meses de experimentación.

### **5.3.3 Medición de ganancia de peso**

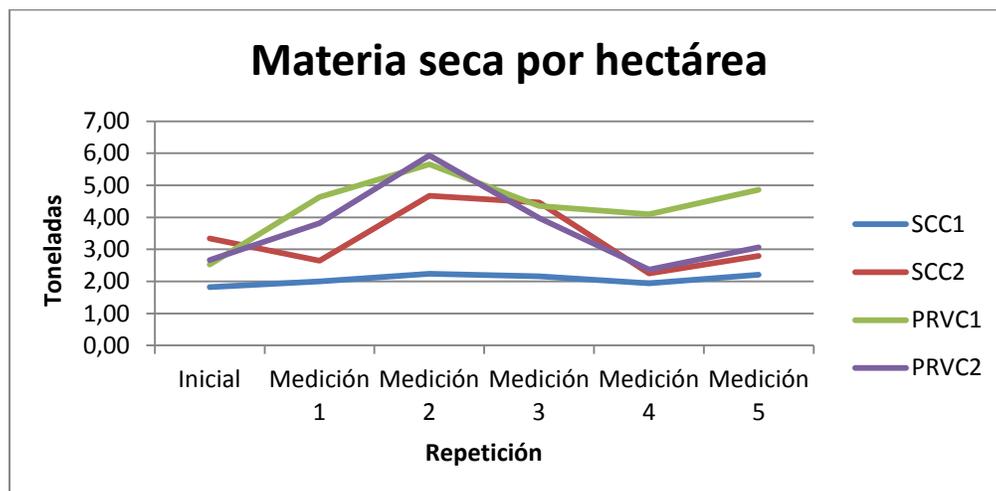
Para evaluar la ganancia de peso en los diferentes sistemas, se tomó un peso inicial de las vaconas antes de empezar la experimentación y luego una vez al mes hasta el final del experimento, con un total de seis mediciones por animal. Se realizó el análisis en base a la ganancia de peso final, ganancia de peso mensual, y ganancia de peso acumulada por periodo de las vaconas.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de variancia para cada variable con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos. En el caso existir diferencias significativas se realizó una prueba de separación de medias por medio de la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## 6. Resultados

### 6.1 Rendimiento materia seca

Gráfico 1. Producción de materia seca por tratamiento (ton/ha)



El gráfico 1, muestra la producción de materia seca de los diferentes tratamientos a lo largo de los cinco meses de experimentación.

Tabla 3. ANOVA para la variable producción de materia seca

ANOVA					
FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	23	35.39			
Bloques (mediciones)	5	11.41	2.28	4.56*	2.9
Trat	3	16.47	5.49	10.97*	3.29
A	1	9.89	9.89	19.76*	4.54
B	1	0.51	0.51	1.03	4.54
AxB	1	6.07	6.07	12.13*	3.68
E. Exp	15	7.50	0.50		

\*P ≤ .05

CV            21.09%  
 Sy            0.18  
 Sd            0.50

La medición de esta variable es aceptable puesto que el coeficiente de variación (CV) fue 21.09%. Analizando los resultados del ANOVA para esta variable se puede observar que se detectaron diferencias significativas entre mediciones y entre tratamientos. La interacción de los factores AxB también fue significativa, lo mismo que el efecto del factor A (sistemas de pastoreo). El efecto del factor B (carga animal) no fue significativo, lo que quiere decir que la carga animal no influye en la producción de materia seca en los potreros. Lo interesante es que al combinar ambos factores si se influye en la producción de materia seca a pesar que el factor B por si solo no influya en esta medición.

**Tabla 4. Prueba de Tukey al 5 % para producción de materia seca**

Tratamiento	SCC1	SCC2	PRVC2	PRVC1
Promedio	2.06	3.36	3.64	4.35
	c	b	ba	a

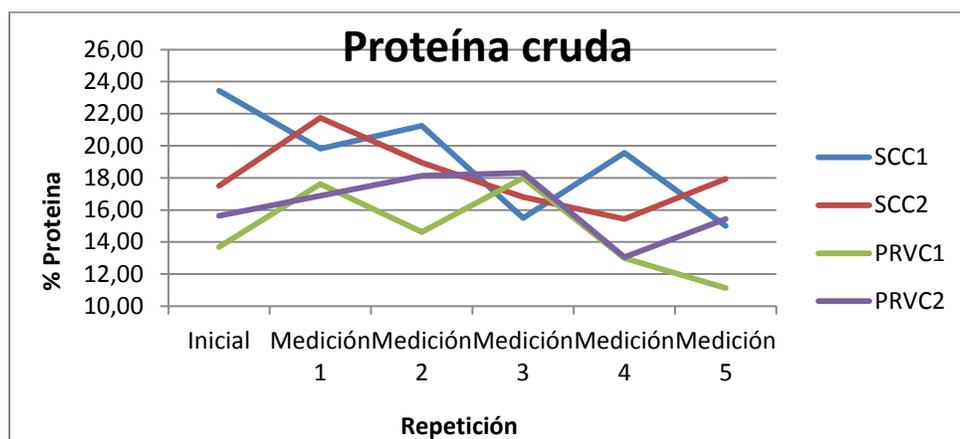
Una vez realizada la Prueba de Tukey al 5%, se logró determinar que numéricamente el mejor tratamiento fue el sistema PRVC1 a pesar de que no exhibió diferencia estadística significativa frente al tratamiento PRVC2, el cual, a su vez, no difirió significativamente del tratamiento SCC2. El peor tratamiento en cuanto a producción de materia seca fue el SCC1, el mismo que resultó significativamente menor que los tres tratamientos restantes.

A pesar del rendimiento aparentemente alto del SCC2 (3.36 ton/ha), en los meses 3,4 y 5 hubo necesidad de suplementar al forraje del potrero con ensilaje. Esto se debe a que los animales debían permanecer 6 días en cada potrero del SCC2 y este solo abastecía con alimento suficiente hasta el 3 día. En cambio, en el sistema PRV, los animales

permanecían solo 3 días en cada potrero y hasta ese punto la producción de forraje era suficiente y, cuando el pasto se acababa al finalizar el día 3, los animales ya eran movidos a un potrero nuevo.

## 6.2 Contenido de proteína en los pastos

**Gráfico 2. Contenido de proteína cruda durante el experimento (% de la MS)**



El gráfico 2, muestra el porcentaje de proteína cruda del forraje en cada uno de los tratamientos a lo largo de los cinco meses.

**Tabla 5. ANOVA para contenido de proteína**

ANOVA	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	23	201.50			
Bloques (mediciones)	5	53.80	10.76	2.05	2.9
Trat	3	68.91	22.97	4.37*	3.29
A	1	58.40	58.40	11.12*	4.54
B	1	0.42	0.42	0.08	4.54
AxB	1	10.09	10.09	1.92	3.68
E. Exp	15	78.79	5.25		

\* $P \leq .05$

CV	13.47%
Sy	0.57
Sd	1.62

El CV, para el contenido de proteína fue de 13.47 % que es inferior al 20% considerado aceptable. Analizando el ANOVA, se observan diferencias significativas entre tratamientos y para el efecto del factor A (sistemas de pastoreo), lo que quiere decir que el sistema convencional con fertilización química o el sistema PRV orgánico si influyen en el contenido de proteína que se presente en los pastos. No se encontraron diferencias significativas entre las mediciones como tampoco en el efecto del factor B (carga animal), lo que quiere decir que la carga animal no influyó en el contenido de proteína de los pastos de cada tratamiento. La interacción entre los factores AxB tampoco fue significativa, es decir que el combinar carga animal con sistema de pastoreo no influye sobre el contenido de proteína en los pastos.

**Tabla 6. Prueba de Tukey al 5 % para contenido de proteína (%)**

Tratamiento	PRVC1	PRVC2	SCC2	SCC1
Promedio	14.68	16.24	18.06	19.09
	c	cb	ba	a

La diferencia en el contenido de proteína entre los tratamientos PRVC2 y PRVC1 no fue significativa, pero si entre este último y los dos tratamientos del sistema convencional.

## 6.3 Ganancia de peso de las vaconas

### 6.3.1 Ganancia de peso final

**Tabla 7. ANOVA para ganancias de pesos finales**

ANOVA	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	31	34225.97			
Bloques (mediciones)	7	2089.72	298.53	1.03	2.49
Trat	3	26059.34	8686.45	30.02*	3.07
A	1	344.53	344.53	1.19	4.32
B	1	22207.78	22207.78	76.74*	4.32
AxB	1	3507.03	3507.03	12.12*	4.32
E. Exp	21	6076.91	289.38		

\*P ≤ .05

CV        18.80%  
 Sy        4.25  
 Sd        12.03

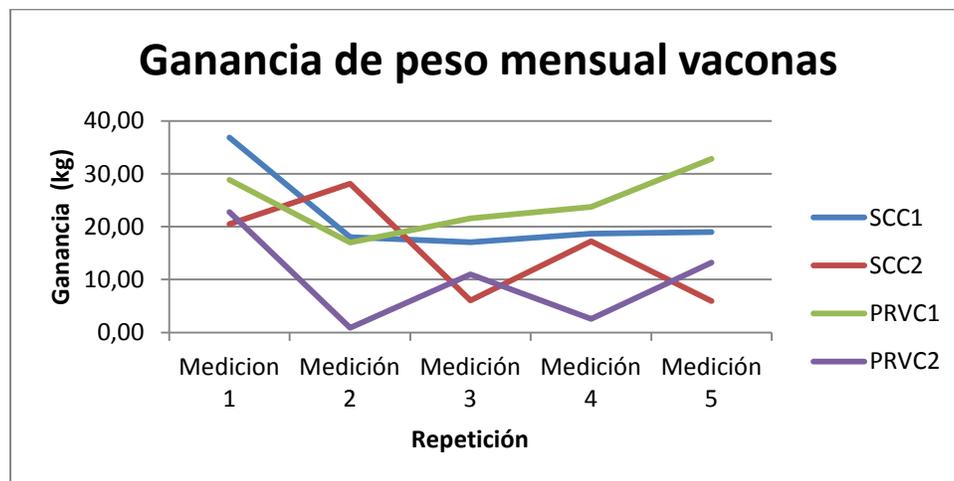
El coeficiente de variación, fue de 18.80 % lo cual es aceptable para esta variable. Una vez realizado el ANOVA se concluye que esta variable mostró diferencias significativas para tratamientos, para el factor B, y para la interacción entre los factores AxB. Al ser significativo el efecto del factor B la carga animal (3 o 6 UBA por hectárea) afecta directamente a la ganancia de peso final de los animales, mientras que la interacción significativa de AxB indica que el efecto de la carga animal sobre la ganancia de peso depende del sistema de pastoreo. Para esta variable el efecto del factor A (sistema de pastoreo) no fue significativo, lo cual indica que el sistema de pastoreo utilizado no influye en la ganancia de peso de los animales. Tampoco se encontró diferencias significativas entre las mediciones.

**Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % para ganancias de pesos finales en las vaconas (kg)**

Tratamiento	PRVC2	SCC2	SCC1	PRVC1
Promedio	50.38	77.88	109.63	124.00
	c	b	a	a

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó que numéricamente, el tratamiento PRVC1 registró el valor más alto para ganancia de peso final a pesar de no existir diferencia significativa frente al tratamiento SCC1, el cual a su vez difirió significativamente del tratamiento SCC2. El peor tratamiento fue el PRVC2 cuyo promedio fue significativamente más bajo que el de los otros tres tratamientos.

### 6.3.2 Ganancia de peso mensual de las vaconas

**Gráfico 3. Ganancia de peso mensual (promedio) de las vaconas en cada uno de los tratamientos**

El gráfico 3 muestra la ganancia de peso promedio mensual de las vaconas en los diferentes tratamientos a lo largo de los 5 meses de experimentación.

**Tabla 9. ANOVA para ganancia de peso mensual de las vaconas**

ANOVA					
FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	19	1766.51			
Bloques (mediciones)	4	448.65	112.16	2.02	3.26
Trat	3	651.48	217.16	3.91*	3.49
A	1	8.61	8.61	0.16	4.75
B	1	555.19	555.19	10.00*	4.75
AxB	1	87.68	87.68	1.58	4.75
E. Exp	12	666.38	55.53		

\* $P \leq .05$

CV            41.19%  
 Sy            1.86  
 Sd            5.27

El CV para la variable ganancia de peso por periodo resultó ser más alto de lo que se espera para un experimento en campo, 41.19%, lo que indica una alta variabilidad de los pesos animales. Una vez realizado el ANOVA se concluyó que la ganancia de peso por periodo en vaconas muestra diferencias significativas para tratamientos, los cuales son atribuidos al efecto del factor B, puesto que la carga (3 o 6 UBA/ ha) afectó directamente la ganancia de peso en los diferentes periodos. Por el contrario el efecto del factor A no fue significativo, lo que indica que el sistema de pastoreo no influye en la ganancia mensual de los animales. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre las mediciones (períodos), indicando con esto que la ganancia de peso de las vaconas fue bastante uniforme en los cinco periodos.

**Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para ganancia de peso mensual de las vaconas**

Tratamiento	PRVC2	SCC2	SCC1	PRVC1
Promedio	10.08	15.58	21.93	24.80
	c	cb	ba	a

Realizada la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, se determinó que numéricamente el mejor tratamiento para ganancia de peso mensual fue el sistema PRVC1 aunque sin exhibir diferencia estadística significativa con el tratamiento SCC1, el cual, a su vez, no difirió significativamente del SCC2. Como en el caso anterior las vaconas del PRVC2 registraron el menor incremento de peso, aunque sin diferir estadísticamente de los incrementos de las vaconas del tratamiento SCC2, pero sí de los correspondientes a las vaconas de los tratamientos SCC1 y PRVC1.

### 6.3.3 Ganancia de peso acumulada por período

**Tabla 11. ANOVA para ganancia de peso acumulada por período**

ANOVA	GL	SC	CM	FC	Ft
Total	19	16477.24			
Bloques (mediciones)	4	9739.92	2434.98	16.85*	3.26
Trat	3	5003.66	1667.89	11.54*	3.49
A	1	623.01	623.01	4.31	4.75
B	1	3895.54	3895.54	26.96*	4.75
AxB	1	485.11	485.11	3.36	4.75
E. Exp	12	1733.66	144.47		

\* $P \leq .05$

CV            20.66%  
 Sy            3.00  
 Sd            8.50

La medición de esta variable es aceptable ya que el CV fue de 20.66 %. Analizando los resultados del ANOVA para esta variable se puede apreciar que se presentaron diferencias significativas entre mediciones y entre tratamientos. Dentro de tratamientos, el efecto del factor B fue significativo, mientras que el efecto del factor A no lo fue, lo cual indica que la carga animal afectó directamente a la ganancia de peso acumulada por período. La interacción AxB tampoco resultó significativa, sugiriendo que la ganancia de peso entre los sistemas de pastoreo no difiere en cada una de las cargas animales y viceversa.

**Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para ganancia de peso acumulada por período**

<b>Tratamiento</b>	<b>PRVC2</b>	<b>SCC2</b>	<b>PRVC1</b>	<b>SCC1</b>
Promedio	33.71	54.73	71.48	72.79
	c	b	a	a

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% muestran que los promedios de los dos tratamientos de carga animal baja (SCC1 y PRVC1) registraron los valores más altos de esta variable, sin que exista diferencia estadística significativa entre ambas, pero si sobre aquellos correspondientes a los tratamientos de carga animal alta. El tratamiento PRVC2 exhibió la menor ganancia de peso acumulada por período, con un valor que resultó significativamente inferior al de los promedios de los demás tratamientos.

**Tabla 13. Ganancia de peso total por hectárea en cada tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia de Peso total (kg /ha)</b>
<b>SCC1</b>	438.50
<b>SCC2</b>	623.00
<b>PRVC1</b>	496.00
<b>PRVC2</b>	403.00

La tabla 13, presenta la ganancia de peso total por hectárea registrada en cada tratamiento luego de los 5 meses de experimentación. En todos los tratamientos la ganancia por hectárea fue bastante similar, excepto en SCC2, que registró una ganancia sobre los 600 kilogramos lo cual se debe a que en este tratamiento se suministró ensilaje de avena y vicia adicional desde el mes dos, ya que los potreros por si solos no suministraban suficiente alimento a los animales pasado el tercer día de ocupación. El tratamiento PRVC2 igual recibió un suministro adicional de ensilaje pero solo para el mes 5. Los demás tratamientos obtuvieron una ganancia muy similar tomando en cuenta que solo recibieron como alimento el pasto presente en los potreros.

**Tabla 14. Suministro adicional de ensilaje en los tratamientos (kg)**

Tratamiento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total (kg ensilaje)
SCC1	-	-	-	-	-	
SCC2	-	-	960.00	2720.00	2880.00	<b>6560.00</b>
PRVC1	-	-	-	-	-	
PRVC2	-	-	-	-	960.00	<b>960.00</b>

**Tabla 15. Suministro de ensilaje en base seca por tratamiento y por animal en los 5 meses**

Tratamiento	kg de ensilaje en seco suministrado (en los 5 meses)	kg suministrado por animal (UBA) en los 5 meses
SCC1	-	-
SCC2	2915.56	485.92
PRVC1	-	-
PRVC2	426.67	71.11

## 6.4 Estimación de ganancias por venta de animales

A pesar de que la ganancia de peso por hectárea fue un poco inferior en los tratamientos de alta carga hay que resaltar como aspecto positivo que al tener más animales por hectárea se reducen riesgos de pérdida ya que la inversión se encuentra más distribuida. Además, a pesar de que los animales en estos tratamientos con alta carga tengan menos peso, se gana más dinero al venderlos ya que se vende el doble de animales a un peso que todavía es significativo (Tabla 17).

**Tabla 16. Pesos Finales de las vaconas en cada tratamiento (kg)**

		Sistema de pastoreo		
		Convencional	PRV	
Carga animal UBA/ ha	C1 3	377.00	390.00	446.25
		473.00	465.00	
		436.00	466.00	
		451.00	412.00	
		398.00	478.00	
		374.00	429.00	
		444.00	434.00	
		575.00	538.00	
		<b>441.00</b>	<b>451.50</b>	
	C2 6	433.00	428.00	395.63
		382.00	343.00	
		368.00	405.00	
		414.00	410.00	
		364.00	310.00	
		435.00	350.00	
		400.00	384.00	
		476.00	428.00	
<b>409.00</b>	<b>382.25</b>			
	425.00	416.88		

**Tabla 17. Estimación de ganancias por venta de los animales de cada tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso final promedio vaconas (kg)</b>	<b>Cabezas/ha</b>	<b>Peso total kg/ha</b>	<b>Precio venta \$/kg</b>	<b>Ganancia \$ bruta</b>	<b>Gastos en compra de ensilaje *</b>	<b>Ganancia \$ neta</b>
<b>SCC1</b>	441.00	4	1764.00	1.76	3104.64	-	3104.64
<b>SCC2</b>	409.00	8	3272.00	1.76	5758.72	984.00	4774.72
<b>PRVC1</b>	451.50	4	1806.00	1.76	3178.56	-	3158.56
<b>PRVC2</b>	382.25	8	3058.00	1.76	5382.08	144.00	5238.08

\*Los gastos en ensilaje se calcularon tomando en cuenta que en el mercado los 40 kg de ensilaje cuesta \$6.

Se ve como a pesar de que los animales en los tratamientos de alta carga (SCC2 y PRVC2) fueron los que menor peso ganaron, al haber más animales por hectárea al venderlos se obtiene un mayor ingreso económico, a pesar que se debió suministrar ensilaje adicional que tiene un alto costo.

### **6.5 Análisis costos de establecimiento y mantenimiento de los tratamientos**

En cada mes el costo de mantenimiento fue más alto en el sistema convencional debido a la fertilización química, mientras que en los tratamientos bajo el sistema PRV el costo de mantenimiento estuvo representado solo por el costo de la persona responsable del manejo del ganado. Los costos de establecimiento de cada uno de los tratamientos fueron más altos para los tratamientos bajo el sistema PRV puesto a que al requerirse una mayor división del terreno fue necesario utilizar más jornales, postes y alambre para el establecimiento que en el otro sistema. Una vez sumados los costos de establecimiento y los costos de mantenimiento los tratamientos más costosos resultaron ser los de sistema convencional debido al alto costo de los fertilizantes químicos que se deben usar.

Tabla 18. Costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de los tratamientos

	Rubro	Unidad	Cantidad	Valor Unit	Total
SCC1	Establecimiento				
	Postes	Postes	32	0.50	16.00
	Alambre	kg	9.9	1.82	18.02
	Jornal	Jornal	2	12.00	24.00
	<b>Subtotal</b>				<b>58.02</b>
	Mantenimiento				
	Jornal	Jornal	32	12.00	384.00
	Fertilización				
	Urea	Quintales	2	34.00	68.00
	Urea Verde	Quintales	1	34.20	34.20
	18-46-0	Quintales	2	35.50	71.00
	<b>Subtotal</b>				<b>557.20</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>615.22</b>
SCC2	Establecimiento				
	Postes	Postes	35	0.50	17.50
	Alambre	kg	9.68	1.82	17.62
	Jornal	Jornal	2	12.00	24.00
	<b>Subtotal</b>				<b>59.12</b>
	Mantenimiento				
	Jornal	Jornal	32	12.00	384.00
	Fertilización				
	Urea	Quintales	2	34.00	68.00
	Urea Verde	Quintales	1	34.20	34.20
	18-46-0	Quintales	4	35.50	142.00
	<b>Subtotal</b>				<b>628.20</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>687.32</b>
PRVC1	Establecimiento				
	Postes	Postes	65	0.50	32.50
	Alambre	kg	19.58	1.82	35.64
	Jornal	Jornal	3	12.00	36.00
	<b>Subtotal</b>				<b>104.14</b>
	Mantenimiento				
	Jornal	Jornal	32	12.00	384.00
	<b>Subtotal</b>				<b>384.00</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>488.14</b>
PRVC2	Establecimiento				
	Postes	Postes	70	0.50	35.00
	Alambre	kg	19.8	1.82	36.04
	Jornal	Jornal	3	12.00	36.00
	<b>Subtotal</b>				<b>107.04</b>
	Mantenimiento				
	Jornal	Jornal	32	12.00	384.00
	<b>Subtotal</b>				<b>384.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>491.04</b>	

## **7. Discusión**

### **7.1 Rendimiento materia seca**

Es importante establecer que los pastos deben de ser aprovechados por el animal cuando estos se encuentren en su punto óptimo. El punto óptimo de un pasto se conoce como el momento en el cual este termina su crecimiento y inicia su periodo de maduración. Los pastos al iniciar su rebrote son pobres en fibra pero son ricos en compuestos nitrogenados solubles que pueden producir diarrea (Pinheiro, 2011). En este punto de crecimiento la fotosíntesis llevada a cabo por el pasto suministra la energía necesaria para el crecimiento y desarrollo de la planta lo que trae consigo la acumulación de materia seca (Ramirez, Herrera, Leonard, & Verdecia, 2010). Cuando un pasto alcanza su tiempo de reposo ideal logra producir más materia seca, tiene una composición más equilibrada con mayor fibra y proteína aprovechables por el animal. En su punto óptimo de reposo, los pastos tienen un mejor balance nutricional y al tener un alto porcentaje de materia seca se obtiene mayor cantidad de alimento por hectárea. Es importante recalcar que el tiempo óptimo de reposo varía para cada especie y variedad de pasto, además de que éste se ve influenciado por las condiciones del lugar donde es cultivado (Pinheiro, 2011).

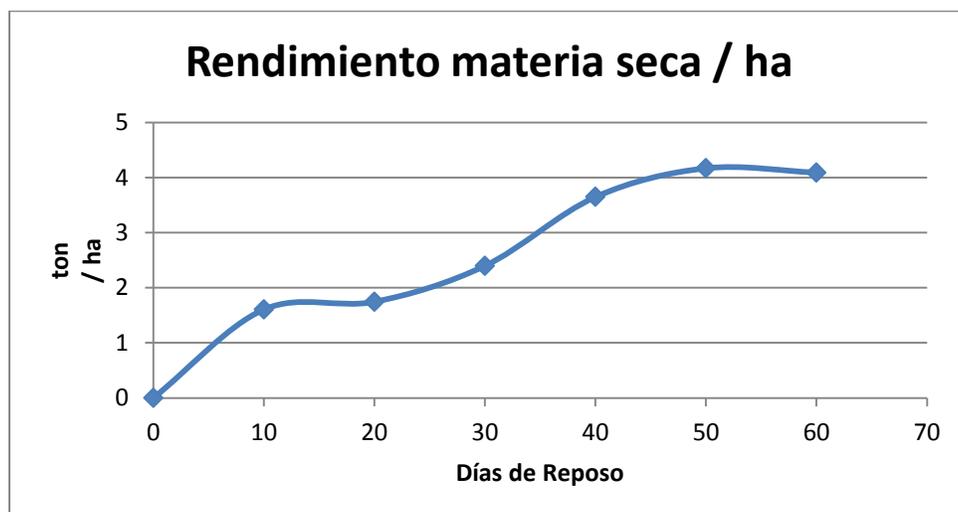
Esta es la razón por la cual en el presente experimento se obtuvo que los tratamientos con mayor producción de materia seca por hectárea fueron los tratamientos bajo el sistema PRV, mientras que los tratamientos bajo el sistema convencional fueron los que menos materia seca por hectárea produjeron. El tratamiento PRVC1 produjo en promedio 4.35 ton/ha de materia seca, le siguió el PRVC2 con 3.64 ton/ha, seguido por el SCC3 con 3.36 ton/ha y por último el tratamiento SCC1 con 2.06 ton /ha. Estos resultados

se deben a que los tratamientos bajo el sistema PRV tenían un tiempo de reposo de 60 días, mientras que los tratamientos bajo el sistema convencional tenían tan solo 30 días de reposo y, tal como establece Pinheiro (2011), existe mayor cantidad de materia seca en pastos con más tiempo de reposo.

Los mismos resultados se dieron en un experimento realizado en Cuba (Ramirez, Herrera, Leonard, & Verdecia, 2010); a los 30 días de reposo se obtuvo un rendimiento de aproximadamente 3 ton/ha de materia seca, a los 60 días se obtuvo alrededor de 6 ton/ha y a los 90 días, que fue el punto óptimo de crecimiento para el pasto *Brachiaria brizantha* x *Brachairia ruziziensis*, se obtuvo alrededor de 10.5 ton/ha. Pasado el punto óptimo, debido al exceso de madurez en el pasto la producción de MS empezó a decaer, llegando a 10 ton/ha en el día 105.

Para determinar el punto óptimo de crecimiento para la mezcla forrajera del presente experimento, se estableció la curva de crecimiento de esta mezcla durante el periodo de verano cuando se llevó a cabo la experimentación. A los 10 días se obtuvo un rendimiento de 1.60 ton/ha, para el día 20, 1.75 ton/ha, para el día 30, 2.40 ton/ha, para el día 40, 3.65 ton/ha. Se determinó que el punto óptimo de crecimiento de esta mezcla es a los 50 días cuando se obtuvo una producción de 4.17 ton/ha, ya que luego a los 60 días la producción de MS empezó a decaer hasta las 4.09 ton/ha (Gráfico 4). Al conocer que el punto óptimo de esta mezcla forrajera en el sector de Machachi es 50 días se entiende por qué los tratamientos bajo el sistema PRV con 60 días de reposo obtuvieron mayor rendimiento de materia seca por hectárea que los tratamientos bajo el sistema convencional con solo 30 días de reposo.

**Gráfico 4. Curva de crecimiento para la mezcla forrajera presente en Machachi en verano**



En el presente experimento los tratamientos bajo el sistema PRV tuvieron una producción más alta de forraje por unidad de superficie sobre el sistema convencional con fertilización lo que lleva a la conclusión de que en este caso, para la producción de MS fue más importante el tiempo de reposo que el uso de fertilizantes nitrogenados.

## 7.2 Proteína cruda

El porcentaje de proteína presente en los pastos es uno de los principales parámetros para medir la calidad de los pastos. Los ganaderos buscan suministrar altas cantidades de proteína a sus animales para poder mejorar de esta forma sus rendimientos tanto de carne como de leche. En el presente experimento se obtuvo que los tratamientos que presentaron un mayor porcentaje de proteína cruda fueron aquellos bajo el sistema convencional frente a los que se encontraban bajo la influencia del sistema PRV. Esto se debe a que los tratamientos bajo el sistema convencional recibieron fertilización química cada vez que los animales salían de los potreros. Al suministrar cantidades de N por medio de los diferentes fertilizantes químicos aplicados, Urea (46%) y DAP (18%), los pastos presentaron un

incremento en el contenido de proteína. Por su parte, los tratamientos bajo el sistema PRV tuvieron como fuente de nitrógeno solo el aporte de la leguminosa (trébol blanco), la orina y excremento del mismo ganado, que posee solo un 4.5 % de N (Pinheiro, 2011); el porcentaje de proteína promedio para el tratamiento SCC1 fue de 19.09%, seguido por el tratamiento SCC2 con 18.06%, seguido por el PRVC2 con un 16.24% y por último el tratamiento PRVC1 con un 14.68%. Es evidente que el aplicar altas dosis de N por medio de la fertilización química se incrementa la cantidad de proteína en el pasto. Algo importante de señalar es la diferencia que existió entre los tratamientos PRVC1 y el PRVC2; en el PRVC2 el nivel de proteína fue más alto principalmente por la carga animal. La carga animal en este tratamiento fue el doble (6 UBA/ha) que la del PRVC1 (3 UBA/ha), y con carga animal más alta hubo mayor cantidad de estiércol devuelto al suelo.

Los mismos resultados se obtuvieron en un experimento realizado en Paraguay, donde se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada en la producción de biomasa y calidad del pasto *Setaria anceps* S. cv. kazungula. En este experimento los fertilizantes fosfatados no presentaron influencia alguna en el porcentaje de proteína en los pastos ya que solo el N está relacionado directamente con el contenido de proteína. En cuanto a la cantidad de fertilizante nitrogenado, en el tratamiento control con 0 de fertilización nitrogenada se obtuvo un 10.92% de proteína, con 50 kg/ha de nitrógeno se obtuvo 11.05% de proteína, con 100 kg/ha de nitrógeno se obtuvo 11.85 % de proteína y por último con 200 kg de/ha de nitrógeno se obtuvo 12.47 % de proteína (Heyn & Valinotti, 1996). Lo mismo sucedió en un experimento realizado en Venezuela con el pasto *Andropogon gayanus*; al aplicar 400 kg de nitrógeno por hectárea se obtuvo un 11.3% de proteína, con 300 kg/ ha se obtuvo 9.6 %, con 200 kg/ ha se obtuvo 7.8% de proteína, y

para los 100kg/ ha como para el control con cero aplicación de nitrógeno la cantidad de proteína en los pastos fue de 6.8% (Carrillo, Rodriguez, Manríque, & Vásquez, 2000). Se evidenció como a mayor aplicación de fertilizante nitrogenado es mayor la proteína en los pastos tal y como sucedió en el experimento actual donde los tratamientos bajo el sistema convencional fueron superiores en cuanto a la cantidad de proteína frente a los tratamientos bajo el sistema PRV debido a la aplicación de fertilizante químico nitrogenado que recibieron.

### **7.3 Ganancia de peso de las vaconas**

En ciertos lugares del mundo, como en nuestro país, los ganaderos utilizan como principal fuente de alimento para el ganado los forrajes en los campos. Esto se debe a que los pastos son la fuente de alimentación más barata para la producción tanto de leche como de carne. Es por esta razón que hoy en día se busca obtener mayor rendimiento, mejor calidad y resistencia en los pastos para mejorar los rendimientos tanto en la producción láctea como en la producción de carne en ganado bovino. Pero la eficiencia de los pastos para la producción de leche y carne se puede ver afectada por la carga animal a la que es sometido el pastizal. Con una muy baja carga animal gran parte del pasto en una parcela no será aprovechada antes del movimiento del ganado y en el caso de existir una carga animal muy alta, existirá un sobre pastoreo con lo que el pasto se demorará mucho más tiempo en recuperarse. Es por esta razón que para cada sector, época, variedad y especie de pasto es necesario determinar una carga animal óptima (Pinheiro, 2011).

En un experimento llevado a cabo en la provincia de Corrientes, Argentina, se determinó cómo la carga animal influye de forma directa a la ganancia de peso. Esto se debe a que a medida que aumenta el número de cabezas por hectárea existe mayor

competencia por el forraje disponible. A una más alta carga animal, la ganancia de peso de las vacas es inferior a la ganancia cuando existe una carga animal más baja. En este experimento cuya duración fue de 5 meses, se encontró que a una mayor carga animal es menor la ganancia de peso por animal, pero se obtiene mayor ganancia por hectárea, mientras que a bajas cargas, la ganancia por animal es mayor pero la ganancia por hectárea es menor (Pando, 2010). Para el tratamiento con carga animal alta (5,4 cabezas/ha) después de los 5 meses la ganancia de peso final para los animales fue en promedio 115 kg. Para el tratamiento cuya carga animal equivalía a 4,2 cabezas/ ha, la ganancia de peso final fue en promedio 121 kg y para el tratamiento de carga animal 3 cabezas/ha la ganancia de peso final en promedio fue de 141 kg. A medida que se incrementa el número de cabezas por hectárea el peso promedio final es menor. Lo mismo sucede en cuanto a la ganancia mensual de los animales, para el tratamiento de 5,4 cabezas/ha la ganancia promedio mensual fue de 23 kg, para el tratamiento de 4,2 cabezas/ ha fue de 24.2 kg y por último para el de 3 cabezas/ ha la ganancia promedio mensual fue de 28.2 kg. A pesar de que los pesos finales de los animales fueron inferiores a mayor carga, así como la ganancia mensual era menor; a mayor carga animal se obtuvo mayor ganancia por hectárea. En el tratamiento de 5,4 cabezas/ ha la ganancia por hectárea fue de 621kg, para 4,2 cabezas/ha la ganancia por hectárea fue de 506 kg y por último para el tratamiento de 3 cabezas /ha la ganancia por hectárea fue de 424kg (Pando, 2010).

Los mismos resultados se obtuvieron en el experimento actual donde los animales de los tratamientos SCC1 y PRVC1 con baja carga animal (3 UBA/ha) presentaron una mayor ganancia de peso final luego de los 5 meses de experimentación frente a los animales de los tratamientos SCC2 y PRVC2 de alta carga animal (6 UBA/ha). La ganancia

de peso final promedio de los animales para el tratamiento PRVC1 fue de 124.00 kg, seguido por promedio de los animales en el tratamiento SCC1 con 109.63 kg, luego por los animales del tratamiento SCC2 con 77.88 kg y por último está la ganancia promedio de los animales en el tratamiento PRVC2 con 50.38 kg. Lo mismo sucedió en la ganancia de peso mensual, los animales en el tratamiento PRVC1 ganaron en promedio 24.80 kg al mes, seguido por el tratamiento SCC1 con 21.93 kg/mes, seguido por el tratamiento SCC2 con 15.50 kg/mes y por último está el tratamiento PRVC2 donde el promedio de ganancia de peso mensual fue solo de 10.08 kg.

En cuanto a la ganancia de peso por hectárea, el tratamiento de alta carga animal PRVC2 terminó ganando menos kg por hectárea (Tabla 13), pero el tratamiento SCC2 registró la mayor ganancia de peso atribuido al suministro de ensilaje por tres meses (Tabla 19). Las cargas animales altas utilizadas en el experimento de Argentina fueron mucho más bajas que la utilizada en el experimento actual por lo que el pasto producido en estos tratamientos (PRVC2 y SCC2) no fue suficiente para satisfacer la demanda de tantos animales (6 UBA por hectárea).

## **8. Conclusiones**

- Una forma de reducir costos de producción sería mediante la utilización del sistema de pastoreo PRV que se basa en utilizar una alta carga animal por hectárea sin el empleo de fertilización química. Esto se debe a que el fertilizante químico y el alimento balanceado son los insumos que más influyen en los costos de producción.

-En cuanto a la evaluación del rendimiento de materia seca de los pastos, se determinó que existe mayor rendimiento en los tratamientos bajo el sistema de PRV (4.00 ton/ha) frente a los tratamientos bajo el sistema convencional (2.71 ton/ha).

-En lo que se refiere al contenido de proteína cruda en los pastos, se confirmó que con la aplicación de fertilizantes nitrogenados se incrementa la cantidad de proteína del forraje. En los sistemas PRV el contenido de proteína fue menor con un 15.46% en promedio, frente a 18.58% del sistema convencional, pero este contenido se mantuvo más uniforme a lo largo del tiempo.

-La carga animal influye directamente a la ganancia de peso. Los tratamientos con carga animal de tres UBAs por hectárea ganaron más peso que los animales en los tratamientos donde se tenían seis UBAs por hectárea.

-A pesar de que los pesos individuales hayan sido mayores en los tratamientos con baja carga animal, se obtuvo mayor ganancia económica por hectárea en los tratamientos de alta carga ya que al vender ocho animales más pequeños se gana más que al vender cuatro animales un poco más pesados.

-Sumados los costos de establecimiento y mantenimiento, en el sistema PRV estos fueron 24.8% más bajos que en el sistema convencional.

-Económicamente resultó más rentable la cría de ganado bajo el sistema PRV con alta carga bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento.

-Se logró evidenciar además que el sistema PRV en épocas de crisis como sequías prolongadas permite mantener los animales en buen estado aunque en casos extremos pueda ser necesario la incorporación de alimentos externos como ensilaje.

## **9. Recomendaciones**

-Es aconsejable realizar cualquier experimentación durante todo un año a fin de comparar el comportamiento de los pastos y el desempeño de los animales en las dos estaciones climáticas: lluviosa y seca.

-Como se mencionó anteriormente, los cambios en el suelo no se dan de un día para otro. Por esta razón este tipo de estudios deben realizarse durante períodos más largos. Lo ideal para el experimento actual hubiera sido seguir con las mediciones por al menos otros seis meses para evidenciar con mayor precisión las diferencias entre el sistema PRV y el sistema convencional.

-Se debería proceder a evaluar estos sistemas de pastoreo con terneros y vacas en producción, probando la reducción del período de ocupación a un día y en pastizales con mayor cantidad de leguminosas.

-Gestionar a futuro la certificación orgánica de carne y/o leche para obtener mayores beneficios y satisfacer la demanda creciente que se evidencia por estos productos en el mercado.

## 10. Referencias

- ASOGANSD, *Ecuador Produce Anualmente 485M De Libras De Carne De Sus Reses*. (9 de Enero de 2014). Recuperado el 5 de Octubre de 2014, de ASOGAN:  
<http://www.asogansd.com/ecuador-produce-anualmente-485m-de-libras-de-carne-de-sus-reses/>
- Asonormando. (2012). *Ganado Normando*. Recuperado el 08 de Marzo de 2015, de Asociación Colombiana De Criadores:  
<http://www.asonormando.com/menuSup.php?id=19>
- Astiz, C. (2008). *Manual De Diferenciación Racial: Manual Para La Comprensión Y Diferenciación Racial De Las Especies Ganaderas (mamíferos)*. Zaragoza: Servet.
- Botanical-online "La Vaca"*. (1999). Recuperado el 30 de Abril de 2013, de Botanical-online.com: <http://www.botanical-online.com/animales/vaca.htm>
- Caraviello, D. (2004). *Reproducción Y Genética 610 Adiveter.com*. (U. D. Wisconsin, Ed.) Recuperado el 5 de Marzo de 2017, de Adiveter.com:  
[http://www.adiveter.com/ftp\\_public/A30806.pdf](http://www.adiveter.com/ftp_public/A30806.pdf)
- Carrillo, V., Rodríguez, M., Manríque, U., & Vásquez, D. (2000). Efecto de la Fertilización Nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. . *Zootecnia Tropical*. Recuperado de [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/z11802/texto/efecto.htm](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/z11802/texto/efecto.htm) , II (18), 237-254.
- Church, D. C. (1978). *Livestock Feeds and Feeding* (Tercera ed.). Portland, Oregon: O & B Books.
- Esqueda, M. H. (1998). *Especies Y Variedades Forrajeras Para Praderas Irrigadas En El Estado De Chihuahua*. (I. N. Agropecuarias, Ed.) Chihuahua , Mexico.
- Giraldo, L., & Bolívar, D. (2006). "Evaluación De Un Sistema Silvopastoril De Acacia Decurrens Asociada Con Pasto Kikuyo Pennisetum Clandestinum, En Clima Frío De Colombia. *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias*, Recuperado de EBSCO Web.
- Guevara, R., Guevara, G., & Curbelo, L. (2003). Pastoreo Racional Voisin Para La Producción Sostenible.

Heyn, R., & Valinotti, P. (1996). EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y FOSFATADA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL PASTO SETARIA (Sillar/o oncepsS.) (V. Kazungula.1. (PRONIEGA, Ed.) *Investigación Agraria. Recuperado de : <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/viewFile/165/161> , 1 (1), 35-40.*

*Holstein Friesian "OTRAS RAZAS LECHERAS"*. (2012). Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de Blogspot.com: <http://holsteinfriesian19.blogspot.com/p/otras-razas-lecheras.html>

INEC. (2011). *Datos Estadísticos Agropecuarios*. Recuperado el 30 de Abril de 2013, de Inec.gob.ec.: [http://www.inec.gob.ec/espac\\_publicaciones/espac-2011/INFORME\\_EJECUTIVO%202011.pdf](http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf)

*Infoagro*. (2012). Recuperado el 4 de Diciembre de 2014, de Infojardin, Fertilizantes Químicos: [http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos\\_de\\_abonos\\_2.htm](http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos_de_abonos_2.htm)

Klug, W. S., Cummings, M., Spencer, C., & Fernández, M. (2006). *Conceptos De Genética*. Madrid: Prentice Hall.

Lanormande. (2015). *"Características" Lanormande Sitio Internet Oficial Raza*. Recuperado el 8 de Marzo de 2015, de Lanormande.com: [http%3A%2F%2Fwww.lanormande.com%2Fweb%2Fpresentacion\\_general\\_de\\_la\\_raza\\_normando.html](http%3A%2F%2Fwww.lanormande.com%2Fweb%2Fpresentacion_general_de_la_raza_normando.html)

Lasley, J. F. (1991). *Genética Del Mejoramiento Del Ganado* (Segunda ed.). México DF: Editorial Mexicana.

Mejía, A., Ochoa, R., & Medina, M. (Enero- Marzo de 2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). Recuperado de : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942014000100004&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942014000100004&script=sci_arttext). (E. d. Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias (GRICA), Ed.) *Pastos y Forrajes* .

Monteverde, S. (2009). *Academia "Fundamentos Del Pastoreo Racional Voisin."* . Recuperado el 5 de Octubre de 2014, de Academia.edu: [http://www.academia.edu/3217495/Fundamentos\\_del\\_Pastoreo\\_Racional\\_Voisin](http://www.academia.edu/3217495/Fundamentos_del_Pastoreo_Racional_Voisin)

Nabors, M. (2006). *Introducción a la Botánica*. España: Pearson.

- OpEPA. (2014). -"Kykyo" *OpEPA Organización Para La Educación Y Protección Ambiental*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2014, de [http://www.opEPA.org/index.php?Itemid%3D30%26id%3D242%26option%3Dcom\\_content%26task%3Dview](http://www.opEPA.org/index.php?Itemid%3D30%26id%3D242%26option%3Dcom_content%26task%3Dview)
- Ortega, L., Castillo, J., & Rivas, F. (2005). *Criadores Ovinos Mexico "Praderas Mixtas De Gramíneas. Una Alternativa Para El Pastoreo De Ovinos En El Trópico Seco."*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Serie Forrajes y Pastizales: <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/forrajesypastizales/praderasmixtasdegramineas.pdf>
- Pando, L. (2010). *Efecto de la carga animal sobre la interacción animal pastura. Biblioteca digital de la Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias.* (UCA, Ed.) Recuperado el 27 de Octubre de 2015, de [uca.edu.ar: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-carga-interaccion-animal-pastura.pdf](http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-carga-interaccion-animal-pastura.pdf)
- Pérez, E., Soca, M., & Díaz, L. (2008). "Comportamiento Etológico De Bovinos En Sistemas Silvopastoriles En Chiapas, México." . *Pastos Y Forrajes, recuperado de EBSCO. Web. , 31 (2), 161-171.*
- Pérez, R. (Enero de 2006). "Características Fenotípicas De Las Principales Razas Bovinas, Especializadas En La Producción De Leche." . *Bibliotecavirtual.dgb, Recuperado de <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/619/1/CARACTERISTICASFENOTIPICASDELASPRINCIPALESRAZASBOVINASESPECI.pdf>.*
- Peroza, A., Pirela, M., & Caraballo, A. (Enero de 2006). "Selección Y Diseño El Sistema De Pastoreo De Su Finca." . *Revista Digital Del Centro Nacional De Investigaciones Agropecuarias De Venezuela, Recuperado el 22 de MARzo del 2015 de : [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n10/arti/perozo\\_a/arti/perozo\\_a.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n10/arti/perozo_a/arti/perozo_a.htm).*
- Pinheiro, C. M. (2011). *Pastoreo Racional Voisin: Tecnología Agroecológica Para El Tercer Milenio.* Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.
- Ramírez, J., Herrera, R., Leonard, I., & Verdecia, D. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis*. (I. d.

Animal, Ed.) *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, Recuperado de:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193014943014> , 44 (1), 65-72.

*Reproducción Animal / Ciclo Estral En Vacas. Mundo-Pecuario.* (2002). Recuperado el 29 de Abril de 2013, de Mundo-pecuario: [http://mundo-pecuario.com/tema252/reproduccion\\_bovinos/ciclo\\_estral\\_vacas-1497.html](http://mundo-pecuario.com/tema252/reproduccion_bovinos/ciclo_estral_vacas-1497.html)

*Revolución Verde . Tecnum.* (2008). Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de Tecnum.es.:  
<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/06Recursos/120RevVerde.htm>

Rúa, M. (2009). "*Leyes Universales André Voisin*" *Producción Animal*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de Producción Animal.com.ar: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/115-Voisin.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/115-Voisin.pdf)

Salgueiro, J., & Diaz, M. D. (1990). *Producción de Carne con Pastos y Forrajes*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Salisbury, G. W., VanDemark, N. L., & Lodge, J. R. (1978). *Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle*. San Francisco: W.H. Freeman.

Sosa, O. (Agosto de 2005). "Les Estiercoles Y Sus Usos Como Enmiendas Orgánicas." *.fcagr.unr.edu.ar. Revista Agromensajes , Recuperado el 4 de diciembre del 2014 de :*  
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16%2F7AM16.htm> .

*Tecnología PRV, CULTURA EMPRESARIAL GANADERA.* (2006). Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de Cattle Enterprise Culture:  
<http://www.culturaempresarialganadera.org/page/prv>

Unavarra. (2002). *Universidad Pública De Navarra, "Flora Pratense Y Forrajera Cultivada De La Península Ibérica."* . Recuperado el 22 de Febrero de 2015, de Unavarra.es: [http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif\\_repe\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif_repe_p.htm)

*Universidad Nacional de Colombia, "Ryegrass Anual."* (2013). Recuperado el 16 de Noviembre de 2014, de Sistema De Toma De Decisión Para La Selección De Especies Forrajeras. STDF:

[http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha\\_56.pdf](http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_56.pdf)

Vallentine, J. F. (2001). *Grazing Management*. San Diego: Academic.

Viking Genetics "Raza Sueca Rojo O SRB." *Viking Genetics International*. (2008).

Recuperado el 8 de Marzo de 2015, de Suecaroja.net.:

[http://www.suecaroja.net/sueca\\_roja.html](http://www.suecaroja.net/sueca_roja.html)

Villalobos, L., & Arce, J. (2013). producción de biomasa y costos de producción de pastos. *Agronomía Costarricense* (37), 91-103.

Villena, F. E., Mata, R., & Jimenez, J. (2000). *Manual Práctico De Ganadería*. España: Cultura.

Voisin, A. (1971). *Productividad de la Hierba*. Madrid, España: Tecnos S.A.

## 11. Anexos

### Anexo 1. Mediciones rendimiento forraje en fresco por m<sup>2</sup>

Tratamiento	Medición Inicial (kg)	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
SCC1	0.88	0.60	0.60	0.70	0.48	0.60
	0.90	0.92	1.10	0.45	0.50	1.00
	0.80	0.65	0.85	0.55	0.90	0.60
	0.85	0.60	0.80	0.67	0.55	0.90
	0.74	1.10	1.05	0.90	0.70	0.55
	0.80	1.00	1.25	0.73	0.90	0.75
<b>Promedio</b>	<b>0.83</b>	<b>0.81</b>	<b>0.94</b>	<b>0.67</b>	<b>0.67</b>	<b>0.73</b>
SCC2	1.36	1.00	1.30	1.70	0.60	1.20
	1.00	1.30	1.45	1.40	0.85	1.10
	1.62	1.80	1.90	1.60	0.80	1.10
	1.26	1.36	2.20	1.65	0.90	1.20
	1.40	1.45	2.30	1.40	0.75	1.30
	1.35	1.53	2.50	1.70	1.05	0.80
<b>Promedio</b>	<b>1.33</b>	<b>1.41</b>	<b>1.94</b>	<b>1.58</b>	<b>0.83</b>	<b>1.12</b>
PRVC1	0.50	1.75	2.50	1.70	0.75	1.10
	0.72	2.30	4.20	1.30	1.60	1.00
	1.55	2.80	2.70	1.25	1.45	1.30
	0.90	2.25	3.20	2.10	1.70	1.85
	1.10	1.55	1.60	1.85	1.30	1.50
	1.40	2.40	1.80	1.35	1.60	2.00
<b>Promedio</b>	<b>1.03</b>	<b>2.18</b>	<b>2.67</b>	<b>1.59</b>	<b>1.40</b>	<b>1.46</b>
PRVC2	1.48	2.60	3.00	1.60	0.50	1.50
	0.52	2.30	2.40	1.55	0.78	1.25
	0.84	1.29	2.90	1.90	0.83	1.10
	0.96	1.32	2.10	1.30	1.20	0.50
	1.16	1.40	4.10	1.20	0.75	1.20
	1.06	1.90	2.00	0.75	1.15	1.10
<b>Promedio</b>	<b>1.00</b>	<b>1.80</b>	<b>2.75</b>	<b>1.38</b>	<b>0.87</b>	<b>1.11</b>

### Anexo 2. Rendimiento de Materia Seca por hectárea (kg)

Tratamiento	Inicial	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
SCC1	1824.63	1995.35	2241.69	2161.11	1942.24	2212.22
SCC2	3340.26	2641.41	4676.18	4466.88	2250.42	2791.67
PRVC1	2522.27	4627.92	5655.00	4354.98	4091.11	4861.11
PRVC2	2669.98	3818.53	5935.42	3977.08	2368.62	3066.39

### Anexo 3. Promedios de rendimiento de materia seca (ton /ha)

		Sistema de pastoreo		
		Convencional	PRV	
Carga Animal UBA/ ha	C1 3	1.82	2.52	$\bar{x}$ 3.21
		2.00	4.63	
		2.24	5.66	
		2.16	4.35	
		1.94	4.09	
		2.21	4.86	
		$\bar{x}$ 2.06	$\bar{x}$ 4.35	
	C2 6	3.34	2.67	$\bar{x}$ 3.50
		2.64	3.82	
		4.68	5.94	
		4.47	3.98	
		2.25	2.37	
		2.79	3.07	
	$\bar{x}$ 3.36	$\bar{x}$ 3.64		
	$\bar{x}$ 2.71	$\bar{x}$ 4.00		

**Anexo 4. Rendimiento de Materia Seca por hectárea (ton)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Inicial</b>	<b>Medición 1</b>	<b>Medición 2</b>	<b>Medición 3</b>	<b>Medición 4</b>	<b>Medición 5</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Promedio</b>	<b>S (Desv. Est)</b>
<b>SCC1</b>	1.82	2.00	2.24	2.16	1.94	2.21	12.38	2.06	0.17
<b>SCC2</b>	3.34	2.64	4.68	4.47	2.25	2.79	20.17	3.36	1.00
<b>PRVC1</b>	2.52	4.63	5.66	4.35	4.09	4.86	26.11	4.35	1.04
<b>PRVC2</b>	2.67	3.82	5.94	3.98	2.37	3.07	21.84	3.64	1.29
Sumatoria	10.36	13.08	18.51	14.96	10.65	12.93	80.49	3.35	
Promedio	2.59	3.27	4.63	3.74	2.66	3.23			

### Anexo 5. Promedios finales contenido de proteína cruda en pastos (% de la materia seca)

		Sistema de Pastoreo		
		Convencional	PRV	
Carga Animal UBA/ ha	C1 3	23.44	13.69	$\bar{x}$ <b>16.89</b>
		19.81	17.63	
		21.25	14.63	
		15.50	18.00	
		19.56	13.00	
		15.00	11.13	
		$\bar{x}$ <b>19.09</b>	$\bar{x}$ <b>14.68</b>	
	C2 6	17.50	15.63	$\bar{x}$ <b>17.15</b>
		21.75	16.88	
		18.94	18.13	
		16.81	18.31	
		15.44	13.06	
17.94		15.44		
	$\bar{x}$ <b>18.06</b>	$\bar{x}$ <b>16.24</b>		
	$\bar{x}$ <b>18.58</b>	$\bar{x}$ <b>15.46</b>		

### Anexo 6. Contenido de proteína (%)

Tratamiento	Inicial	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Sumatoria	Promedio	S (Desv. Estandar)
SCC1	23.44	19.81	21.25	15.50	19.56	15.00	114.56	19.09	3.28
SCC2	17.50	21.75	18.94	16.81	15.44	17.94	108.38	18.06	2.15
PRVC1	13.69	17.63	14.63	18.00	13.00	11.13	88.06	14.68	2.69
PRVC2	15.63	16.88	18.13	18.31	13.06	15.44	97.44	16.24	1.97
Sumatoria	70.25	76.06	72.94	68.63	61.06	59.50	408.44	17.02	
Promedio	17.56	19.02	18.23	17.16	15.27	14.88			

## Anexo 7. Peso de las vaconas a lo largo del experimento

Tratamiento	ID Animal	Medición Inicial (kg)	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Promedio
SCC1	Cs 3 22 JBsH	287.00	323.00	338.00	345.00	360.00	377.00	338.33
	Cs 3 23 HrH	355.00	397.00	414.00	428.00	452.00	473.00	419.83
	Cs 3 28 XH	330.00	367.00	374.00	394.00	395.00	436.00	382.67
	Cs 3 30 JJHr	345.00	378.00	395.00	407.00	435.00	451.00	401.83
	Cs 3 37 HrNH	310.00	341.00	348.00	366.00	382.00	398.00	357.50
	Cs 3 55 SuNH	262.00	310.00	329.00	355.00	370.00	374.00	333.33
	Ga 3 012 Sm	335.00	375.00	395.00	409.50	424.00	444.00	397.08
	Nany 3 14 JH	427.00	455.00	497.00	522.00	558.00	575.00	505.67
<b>Promedio</b>		<b>331.38</b>	<b>368.25</b>	<b>386.25</b>	<b>403.31</b>	<b>422.00</b>	<b>441.00</b>	<b>392.03</b>
SCC2	Cs 3 29 HrH	362.00	356.00	392.00	402.00	424.00	433.00	394.83
	Cs 3 35 HrN	282.00	316.00	349.00	358.00	377.00	382.00	344.00
	Cs 3 36 SuHr	305.00	331.00	348.00	344.00	366.50	368.00	343.75
	Cs 3 38 N Ni	319.00	349.00	382.00	389.00	411.00	414.00	377.33
	Cs 3 39 SuJH	305.00	319.00	351.00	360.00	365.00	364.00	344.00
	Cs 3 40 SuHB	350.00	378.00	405.00	414.50	426.00	435.00	401.42
	Ga 3 015 HrT	310.00	328.00	356.00	364.00	383.00	400.00	356.83
	Nokia 3 006	416.00	436.00	455.00	455.00	472.00	476.00	451.67
<b>Promedio</b>		<b>331.13</b>	<b>351.63</b>	<b>379.75</b>	<b>385.81</b>	<b>403.06</b>	<b>409.00</b>	<b>376.73</b>
PRVC1	Cs 3 56 SuH	277.00	301.00	324.00	338.00	361.00	390.00	331.83
	Cs 3 41 NX N	339.00	384.00	394.00	413.00	433.50	465.00	404.75
	Cs 3 42 SuH	331.00	360.00	389.00	408.00	440.00	466.00	399.00
	Cs 3 48 XJHT	317.00	344.00	345.00	375.00	393.00	412.00	364.33
	Cs 3 50 HrJh	349.00	393.00	397.00	434.50	414.00	478.00	410.92
	Cs 3 60 Hr2S	287.00	317.00	344.00	364.00	400.00	429.00	356.83
	Ga 3 013 Hr	309.00	325.00	351.00	373.00	405.00	434.00	366.17
	Nancy 3 01 S	411.00	427.00	443.00	454.00	503.00	538.00	462.67
<b>Promedio</b>		<b>327.50</b>	<b>356.38</b>	<b>373.38</b>	<b>394.94</b>	<b>418.69</b>	<b>451.50</b>	<b>387.06</b>
PRVC2	Cs 3 19 X	364.00	387.00	396.00	404.00	407.00	428.00	397.67
	Cs 3 34 XJH	294.00	329.00	325.00	334.00	334.00	343.00	326.50
	Cs 3 44 SuHr	348.00	372.00	373.00	389.00	387.00	405.00	379.00
	Cs 3 51 H	337.00	359.00	365.00	378.00	390.00	410.00	373.17
	Cs 3 61 Hr2N	292.00	306.00	308.00	316.00	302.00	310.00	305.67
	Cs 3 62 SuHr	287.00	302.00	307.00	317.00	337.50	350.00	316.75
	Ga 3 014 HrN	354.00	374.00	370.00	377.00	376.00	384.00	372.50
	Nica 3 13 Su	379.00	408.00	400.00	417.00	419.00	428.00	408.50
<b>Promedio</b>		<b>331.88</b>	<b>354.63</b>	<b>355.50</b>	<b>366.50</b>	<b>369.06</b>	<b>382.25</b>	<b>359.97</b>

### Anexo 8. Ganancias de pesos finales (kg) en cada tratamiento

		Sistema de Pastoreo		
		Convencional	PRV	
Carga Animal UBAV/ ha	C1 3	90.00	113.00	$\bar{x}$ 116.81
		118.00	126.00	
		106.00	135.00	
		106.00	95.00	
		88.00	129.00	
		112.00	142.00	
		109.00	125.00	
		148.00	127.00	
	$\bar{x}$ 109.63	$\bar{x}$ 124.00		
	C2 6	71.00	64.00	$\bar{x}$ 64.13
		100.00	49.00	
		63.00	57.00	
		95.00	73.00	
		59.00	18.00	
		85.00	63.00	
		90.00	30.00	
		60.00	49.00	
	$\bar{x}$ 77.88	$\bar{x}$ 50.38		
	$\bar{x}$ 93.76	$\bar{x}$ 87.19		

### Anexo 9. Ganancias de pesos finales (kg)

Tratamiento	Vacona 1	Vacona 2	Vacona 3	Vacona 4	Vacona 5	Vacona 6	Vacona 7	Vacona 8	Sumatoria	Promedio
SCC1	90.00	118.00	106.00	106.00	88.00	112.00	109.00	148.00	877.00	109.63
SCC2	71.00	100.00	63.00	95.00	59.00	85.00	90.00	60.00	623.00	77.88
PRVC1	113.00	126.00	135.00	95.00	129.00	142.00	125.00	127.00	992.00	124.00
PRVC2	64.00	49.00	57.00	73.00	18.00	63.00	30.00	49.00	403.00	50.38
Sumatoria	338.00	393.00	361.00	369.00	294.00	402.00	354.00	384.00	2895.00	90.47
promedio	84.50	98.25	90.25	92.25	73.50	100.50	88.50	96.00		

### Anexo 10. Ganancias de peso promedio mensual (kg) en cada tratamiento

		Sistema de Pastoreo		
		Convencional	PRV	
Carga Animal UBA/ ha	C1 3	36.88	28.88	– 23.36
		18.00	17.00	
		17.06	21.56	
		18.69	23.75	
		19.00	32.81	
		– 21.93	– 24.80	
	C2 6	20.50	22.75	– 12.83
		28.13	0.88	
		6.06	11.00	
		17.25	2.56	
5.94		13.19		
	– 15.58	– 10.08		
	– 18.76	– 17.44		

### Anexo 11. Ganancias de pesos mensuales (kg)

Tratamiento	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Sumatoria	Promedio
SCC1	36.88	18.00	17.06	18.69	19.00	109.63	21.93
SCC2	20.50	28.13	6.06	17.25	5.94	77.88	15.58
PRVC1	28.88	17.00	21.56	23.75	32.81	124.00	24.80
PRVC2	22.75	0.88	11.00	2.56	13.19	50.38	10.08
Sumatoria	109.00	64.00	55.69	62.25	70.94	361.88	18.09
Promedios	27.25	16.00	13.92	15.56	17.73		

### Anexo 12. Promedios ganancias de peso acumulada por período en cada tratamiento

		Sistema de Pastoreo		
		Convencional	PRV	
Carga Animal UBA/ ha	C1 3	36.88	28.88	$\bar{x}$ <b>72.13</b>
		54.88	45.88	
		71.94	67.44	
		90.63	91.19	
		109.63	124.00	
		$\bar{x}$ <b>72.79</b>	$\bar{x}$ <b>71.48</b>	
	C2 6	20.50	22.75	$\bar{x}$ <b>44.22</b>
		48.63	23.63	
		54.69	34.63	
		71.94	37.19	
77.88		50.38		
	$\bar{x}$ <b>54.73</b>	$\bar{x}$ <b>33.71</b>		
	$\bar{x}$ <b>63.76</b>	$\bar{x}$ <b>52.60</b>		

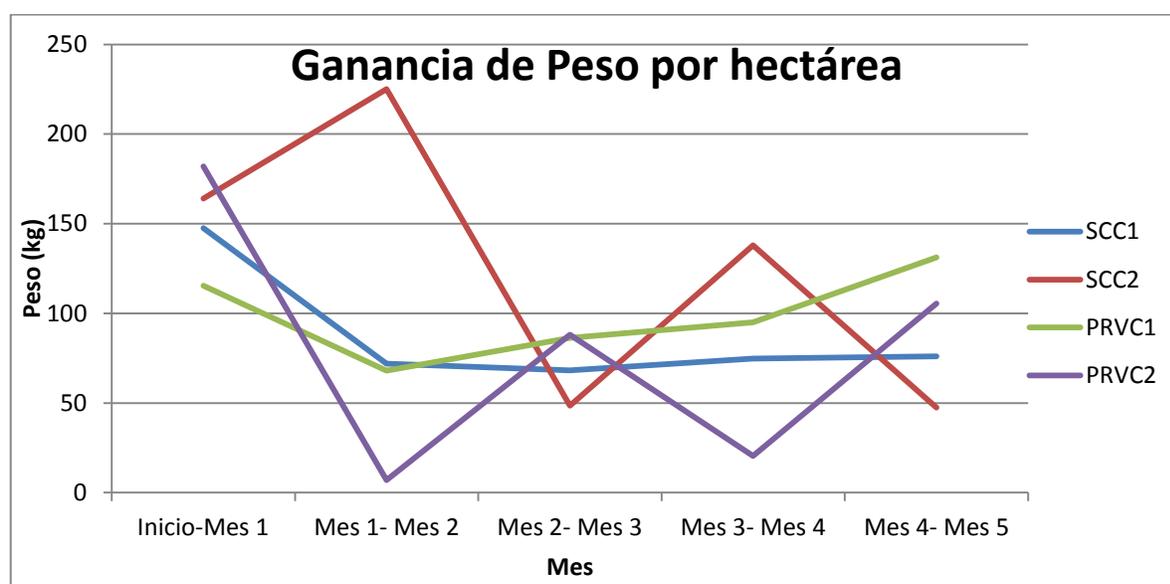
### Anexo 13. Ganancia de peso acumulado por período (kg)

Tratamiento	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Sumatoria	Promedio
SCC1	36.88	54.88	71.94	90.63	109.63	363.94	72.79
SCC2	20.50	48.63	54.69	71.94	77.88	273.63	54.73
PRVC1	28.88	45.88	67.44	91.19	124.00	357.38	71.48
PRVC2	22.75	23.63	34.63	37.19	50.38	168.56	33.71
Sumatoria	109.00	173.00	228.69	290.94	361.88	1163.50	58.18
Promedios	27.25	43.25	57.17	72.73	90.47		

### Anexo 14. Ganancia de peso (kg) por hectárea

Tratamiento	Inicio-Mes 1	Mes 1- Mes 2	Mes 2- Mes 3	Mes 3- Mes 4	Mes 4- Mes 5	Total
SCC1	147.50	72.00	68.25	74.75	76.00	438.50
SCC2	164.00	225.00	48.50	138.00	47.50	623.00
PRVC1	115.50	68.00	86.25	95.00	131.25	496.00
PRVC2	182.00	7.00	88.00	20.50	105.50	403.00

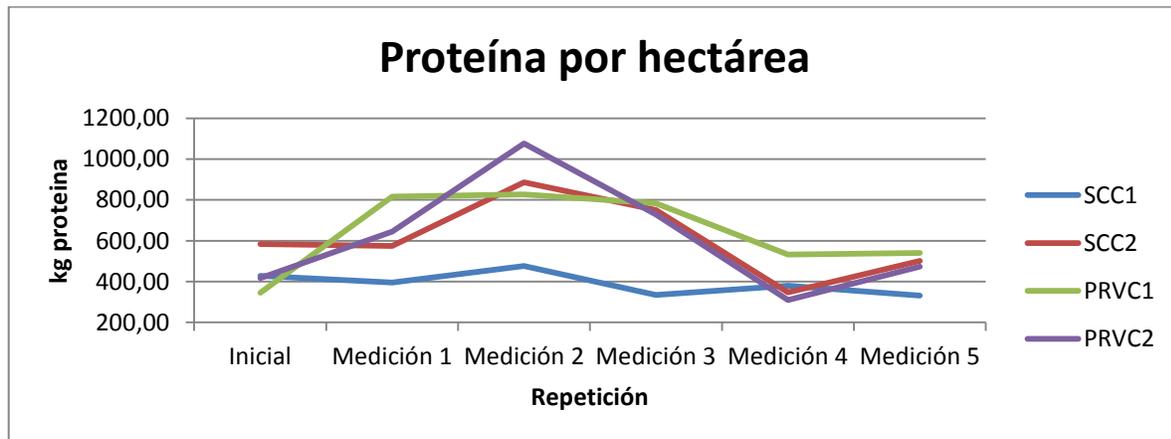
### Anexo 15. Gráfico ganancias de peso (kg)/ha por mes



### Anexo 16. Producción (kg) de proteína por hectárea ( materia seca)

Tratamiento	Inicial	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
SCC1	427.65	395.33	476.36	334.97	379.95	331.83
SCC2	584.55	574.51	885.55	750.99	347.41	500.76
PRVC1	345.24	815.67	827.04	783.90	531.84	540.80
PRVC2	417.18	644.38	1075.79	728.30	309.40	473.37

### Anexo 17. Rendimiento de proteína por hectárea (kg)



### Anexo 18. Pasto sobrante de los tratamientos

Tratamiento	Inicio-Mes 1	Mes1 -Mes 2	Mes 2-Mes 3	Mes 3-Mes 4	Mes 4 -Mes 5	Total (kg pasto)
SCC1	-	-	-	-	-	
SCC2	-	-	-	-	-	
PRVC1	-	-	2925.60	3864.00	4029.60	<b>10819.20</b>
PRVC2	-	-	-	-	-	

## Anexo 19. Análisis de suelo de los lotes

### Lote 1 (SCC1)

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150819	Lote 1	pH	Potenciométrico	---	5,79
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	8,86
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,44
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	44,9
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,67
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	8,22
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2,00
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	553,9
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	23,84
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	10,12
Zinc	Absorción Atómica	ppm	6,76		

### Lote 2 (SCC2)

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150820	Lote 2	pH	Potenciométrico	---	5,82
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	9,10
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,46
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	27,0
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,87
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	7,98
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2,11
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	560,4
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	24,00
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	9,49
Zinc	Absorción Atómica	ppm	7,21		

## Lote 3 (PRVC1)

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150821	Lote 3	pH	Potenciométrico	---	5,72
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	9,25
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,46
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	12,8
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,44
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	8,98
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2,19
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	549,8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	21,81
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	10,66
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	9,46

## Lote 4 (PRVC2)

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-150822	Lote 4	pH	Potenciométrico	---	5,83
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	8,90
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,45
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	28,0
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,85
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	7,54
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	2,15
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	561,8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	24,52
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	9,78
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	7,58

## Anexo 20. Imágenes

Corte de un metro cuadrado del forraje para su pesaje



Pesaje de un metro cuadrado de forraje



Muestras de pasto en proceso de secado para determinar materia seca y posteriormente concentración de proteína en el pasto



Pesaje de las vacas en báscula



Bebedero en el tratamiento PRVC2, atrás estiércol de ganado bien distribuido debido a alta carga animal



Vacas del tratamiento PRVC2 en pleno pastoreo



Vaonas del tratamiento SCC1



Pastos y vaonas del tratamiento PRVC1



Pastos tratamiento SCC2sin un adecuado rebrote





# José Miguel Terán Flores

Email: [joseteran7@hotmail.com](mailto:joseteran7@hotmail.com)

Quito, Ecuador •

Tel: 2231246

Celular: 0994984299

## Perfil

- Emprendedor, responsable y organizado, compromiso y aptitud positiva para el trabajo individual o en grupo
- Alto conocimiento en agricultura, ganadería y administración de empresas agrícolas
- Idiomas: Español (lengua nativa ), Ingles (avanzado)
- Conocimientos Informáticos: Cliente de Correo Electrónico, Hoja de Cálculo, Presentaciones, Procesador de Palabra, Mensajería Instantánea, Navegador Web, Redes Sociales; Videoconferencia, Servidor Web, Sistemas Operativos, Contabilidad, Economía, Estadística.

## Educación

**Universidad San Francisco de Quito**  
Quito-Ecuador

Septiembre 2010- Diciembre 2015

INGENIERÍA EN AGROEMPRESAS

Campos de estudio: Protección Vegetal, Fisiología Vegetal, Manejo Integrado de Plagas, Fitomejoramiento, Cultivos Costa, Cultivos Sierra, Floricultura, Cultivos Protegidos, Fruticultura, Manejo Poscosecha, Agrobiotecnología, Suelos y Conservación de Suelos, Fertilidad y Manejo de Suelos, Producción de Animales Mayores y Menores, Nutrición y Reproducción Animal, Proyectos Agropecuarios, Economía Agrícola, Comercio Exterior Agrícola, Procesamiento de Productos Lácteos, entre otras.

**Colegio Americano de Quito**  
Quito-Ecuador

1999-2010

Graduado en el 2010, Bachillerato- Biología y Química

**Colegio Menor San Francisco de Quito**  
Quito- Ecuador

1995-1999

## Cursos

**Expopapa y Hortalizas**

Mayo 2011

Ambato- Centro Agrícola Ambato

- Congreso sobre el manejo y control de plagas en papa

**Simposio en Fisiología Vegetal**

Octubre 2014

Quito- Universidad San Francisco

**Curso de Inseminación Artificial en Bovinos**

Junio 2015

Machachi- SELECT ECUADOR.CIA

## Experiencia Laboral

---

**IAESTE Agency for Agriculture and Fisheries (ALV) (Bélgica)** Junio 2014- Agosto 2014

Inspector de calidad de semillas. Encargado de realizar inspecciones de los cultivos en el campo, además de control de enfermedades, impurezas y germinación de semillas en laboratorio.

**Fundación FEVI** Mayo 2013- Julio 2013

(Fundación para la Educación y el Voluntariado Internacional) Asistente en el control del huerto orgánico, participé en el manejo de los cultivos y con los sistemas de irrigación

**Hacienda Cuscungo (Ecuador)**

Junio 2012- Agosto 2012

Asistente en la producción de leche y en cultivo de papas

**Hacienda Gualilahua Alto (Ecuador)**

Mayo 2011- Julio 2011

Asistente en la producción de leche

---

## Personal

Deportes de Aventura, montar bicicleta, montañismo y escalada. Aficionado a la pesca y a los caballos