

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
CAMPUS TECNOLOGICO LOCAL SAN CARLOS**

**UTILIZACION DE RAMIO (*Boehmeria nivea*) COMO ALTERNATIVA
DE ALIMENTACIÓN EN UN SISTEMA DE PRODUCCION LECHERO
DE BAJURA EN SAN CARLOS, COSTA RICA**

ADOLFO ROJAS UGALDE

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía como
requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en
Agronomía.

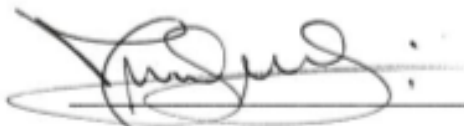
Costa Rica, 2019

**UTILIZACION DE RAMIO (*Boehmeria nivea*) COMO ALTERNATIVA
DE ALIMENTACIÓN EN UN SISTEMA DE PRODUCCION LECHERO
DE BAJURA EN SAN CARLOS, COSTA RICA**

ADOLFO ROJAS UGALDE

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Milton Villarreal Castro., Ph. D.


Asesor principal

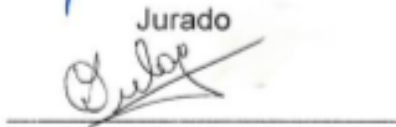
Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M. Sc.


Jurado

Ing. Agr. Wilfrido Paniagua Madrigal, MGA.


Jurado

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.


Coordinadora

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M. Sc.


Director

Escuela de Agronomía

Costa Rica, 2019

DEDICATORIA

A mis padres que me han apoyado durante toda mi vida, son los responsables de mis triunfos e impulsores de mis futuras metas, José Luis Rojas y María Elena Ugalde, muchas gracias.

A mis sobrinos Alessandro, Tiago y Arianny que nos han recordado lo que es vivir como niño y me han enseñado que con una sonrisa y una travesura se olvidan hasta las peores afecciones del mundo, muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme la fortaleza y perspicacia necesaria para culminar mi carrera y ejecutar esta tesis. Agradezco a mis padres y hermanos por el apoyo brindado en todo momento.

A mis compañeros de generación que son y fueron de mucho apoyo durante toda la carrera

Un agradecimiento muy especial a mi novia Vanessa, por todo el apoyo, por creer en mi durante mi carrera y durante mi tesis. También por apoyarme siempre con el proceso de ejecución de esta, muchas gracias.

Agradezco a todos los profesores (as) de la escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede San Carlos, que de una u otra manera formaron parte de mi instrucción como profesional y como persona.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
TABLA DE CUADROS.....	vi
TABLA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes:.....	1
1.2. Justificación:	2
1.3. Objetivo general.....	3
1.4. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis de investigación	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Sector lechero.....	5
2.1.1 Panorama mundial del sector lechero.....	5
2.1.2 Panorama nacional del sector lechero	6
2.2 Costos de producción	7
2.3 Tipografía de los sistemas de producción lecheros	7
2.4 Alimentación de bovinos de leche.....	9
2.4.1 Lípidos	11
2.4.2 Azúcares	11

2.4.3 Proteína soluble	12
2.4.4 Proteínas ligadas a fibra	12
2.4.5 Pectinas	12
2.4.6 Hemicelulosa	12
2.4.7 Celulosa	13
2.4.8 Lignina	13
2.4.9 Minerales	13
2.5 Factores que afectan la producción y calidad la de leche.....	15
2.6. Componentes de la leche	15
2.6.1 Grasa	15
2.6.2 Proteína	16
2.6.3 Sólidos totales.....	16
2.6.4 Células somáticas.....	16
2.6.5 Urea en leche (MUN)	17
2.5 Ramio	17
2.5.1 Taxonomía e historia.....	17
2.5.2 Morfología	17
2.5.3 Multiplicación del ramio.....	18
2.5.4 Adaptación del ramio	18
2.5.5 Plagas y deshierbe.....	19
2.5.6 Fertilización	19
2.8.7 Cosecha	20
2.5.8 Capacidad forrajera del ramio.....	21
3.1 MATERIALES Y METODOS	22

3.1 Ubicación y descripción del área de estudio	22
3.1 Periodo de estudio	22
3.2 Material experimental.....	22
3.3 Descripción de los tratamientos	22
3.4 Unidad experimental	24
3.5 Manejo de las pasturas	25
3.6 Manejo del ramio	25
3.7 Variables de Respuesta	25
3.6.1 Producción de leche diaria.....	25
3.6.2 Composición de la leche	26
3.8 Diseño experimental	26
3.9 Modelo estadístico	27
3.10 Análisis de datos.....	28
4 RESULTADOS.....	29
3.1 Producción y calidad	29
4.2 Rendimientos y costos de producción	35
5. DISCUSIÓN	41
6. CONCLUSIONES	45
7. RECOMENDACIONES	46
8. BIBLIOGRAFÍA	47
9. ANEXOS	52

TABLA DE CUADROS

Cuadro: 1 Extracción de nutrientes de la planta de ramio (<i>Boehmeria nivea</i>)	20
Cuadro: 2 Descripción de los tratamientos para el ensayo de ramio como alternativa de alimentación en vacas lecheras Platanar de San Carlos	23
Cuadro: 3 Descripción de las variables de respuesta para el ensayo de ramio como alternativa de alimentación en Hacienda el Hule, Platanar de San Carlos.	26
Cuadro: 4 Descripción de las fuentes de variación y grados de libertad para el experimento de la utilización del ramio como alternativa en la alimentación de vacas lecheras, Platanar de San Carlos.....	27
Cuadro: 5 Producción promedio de leche por animal por día (kilogramos). Platanar, San Carlos. 2018-2019.	29
Cuadro: 6 Contenido promedio de grasa en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	30
Cuadro: 7 Contenido promedio de proteína en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	31
Cuadro: 8 Contenido promedio de Lactosa en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	32
Cuadro: 9 Contenido promedio de sólidos totales en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.	33
Cuadro: 10 Conteo promedio de células somáticas (células somáticas/mililitro). Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	34
Cuadro: 11 Concentración promedio de urea en leche (miligramo/decilitro). Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	34
Cuadro: 12 Estimación del rendimiento del forraje del ramio en Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	36

Cuadro: 13 Analisis de valor nutritivo del ramio a 40 ± 5 días Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	37
Cuadro: 14 Analisis de costos de produccion de materia seca del ramio por hectarea por año. Platanar, San Carlos 2018-2019.....	38
Cuadro: 15 Analisis de los costos diarios de las dietas Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	38
Cuadro: 16 Composicion nutricional de las dietas evaluadas en Materia Seca Platanar, San Carlos. 2018-2019.....	39

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Descripción de la metodología usada para la obtención de material fresco y constante de ramio (<i>Boehmeria nivea</i>).....	24
--	----

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la sustitución de ramio por alimentos concentrados en dietas de vacas lecheras de un sistema de producción especializado de bajura, sobre la producción diaria de leche y variables de calidad (concentración de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales) también se evaluaron las variables de urea en leche MUN, conteo de células somáticas y se analizó el componente económico de cada dieta para determinar cómo ésta impacta en la rentabilidad del sistema de producción. Esta investigación se realizó en la Región Huetar Norte, en la Hacienda el Hule, ubicada en la localidad de San Juan de Florencia, San Carlos, Costa Rica. Se evaluó un total de tres tratamientos. Un tratamiento Testigo, un tratamiento con 10 % de sustitución de concentrado por ramio en base seca y un tratamiento con 20 % de sustitución de concentrado por ramio en base seca. El diseño experimental correspondió a un rectángulo latino cross-over 3x3 repetido dos veces. Para este ensayo se utilizaron seis vacas de encaste Jersey y Holstein con características productivas similares, en el primer tercio de la lactancia. Se alimentaron las primeras tres vacas a las cuales se les aplicaron todos los tratamientos en diferentes periodos de evaluación, se dio un periodo de una semana de adaptación a la dieta y otra semana de recolección de los datos; posteriormente se alimentó el segundo grupo de tres animales siguiendo las mismas características. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas ($P>0.05$) para las variables estudiadas. Además, se encontró que las dietas más rentables fueron las que tenían una mayor inclusión de ramio en ellas. Por lo tanto se concluye que la utilización de ramio como sustitución de hasta un 20% de alimentos concentrados no altera los componentes de producción ni de calidad, pero hace más rentables las dietas diarias hasta en un 15,38%.

ABSTRACT

In the present study, the effect of the grain substitution by ramie in the dairy cows diets of the specialized production system of milk performance and the quality performance (concentration of fat, protein, lactose and total solids) was evaluated. There are also evaluated the variables of milk urea nitrogen (MUN), the content of somatic cells and also the economic component of each diet to determine how this impacts on the profitability of the production system. This investigation was carried out in the Huetar Norte Region, in Hacienda el Hule, located in San Juan de Florencia downtown, San Carlos, Costa Rica. A total of three treatments were evaluated. The control treatment, treatment two, with 10% substitution of grain by ramie in dry matter and treatment three, with 20% substitution of grain by ramie in dry matter. The experimental design corresponds to a cross over Latin rectangle 3x3 repeated twice. For this experiment was used six cows with similar productive characteristics in their first third of lactation. In the first group all the treatments were applied in different evaluation periods, during a period of one week of adaptation to the diet and another week of data collection; The second group the animals were fed following the same instruction. The statistical analysis showed no significant differences ($P > 0.05$) for any of the variables studied. It was also found that the most profitable diets were those that had a greater inclusion of ramie in them. It has concluded that the use of ramie as substitution up to 20 % of grain does not alter the components of production performance or quality performance of milk, but it make them more profitable up to 15.38%.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes:

La actividad lechera en Costa Rica ha evolucionado dinámicamente durante el tiempo, según González (2013) la tendencia de la estructura del hato productivo costarricense desde el año 2000 hasta el 2011, reflejó un incremento de las fincas lácteas de doble propósito y de lechería especializada en relación con las ganaderías de carne, esto como respuesta a una creciente demanda de consumo lácteo cercana al 7% anual.

En el último censo agropecuario (INEC, 2014), se reporta que, en Costa Rica, de las tierras dedicadas a la actividad agropecuaria, un 43% se usan como pasturas, con un hato productivo de alrededor de un millón doscientos mil animales, de los cuales un 57% es hato lechero, abarcando tanto las fincas doble propósito como lechería especializada. Según el censo ganadero de CORFOGA (2000), el hato de doble propósito y lechería especializada representaba apenas un 37%, lo que denota la importancia y el crecimiento que ha tenido la actividad en los últimos años.

El consumo *per cápita* de lácteos en Costa Rica se mantiene constante desde el año 2000 hasta la fecha, que de acuerdo con Barrientos y Villegas (2010), ronda los 188 kg siendo uno de los más altos en Centroamérica, esto debido al autoabastecimiento del 100% que tienen los costarricenses en cuanto a productos lácteos se refiere.

La producción y comercialización de la leche en Costa Rica está controlada por alrededor de siete compañías que producen, procesan y distribuyen casi la totalidad de la leche consumida en el país; según González (2013), un 84% de estas empresas están aglomeradas en alguna cooperativa y el restante 16% no lo están, siendo la Cooperativa Dos Pinos la que controla el mercado con un 81% de la distribución total de la leche comercializada en Costa Rica. Alrededor del 38% del total, se transforma en subproductos lácteos (queso, leche en polvo, helados entre otros) y el restante 62% se vende como leche fluida. Aunado a esto, Barrientos y Villegas (2010), mencionan a San Carlos como la zona de mayor producción de

leche en Costa Rica, con un 43% del total, destacando la importancia del Cantón en cuanto a producción de leche.

Según datos de MEIC (2013), en el año 2012 las importaciones de leche hacia Costa Rica no superaron los 5,48 millones de dólares, principalmente provenientes de México y USA, mientras que las exportaciones llegaron a los nueve millones de dólares en promedio, principalmente con destino a Guatemala y El Salvador. Esto indica que hay un saldo positivo en la balanza comercial del país.

La situación del mercado internacional se complica año con año debido a que, en el 2015 comenzaron a eliminarse los aranceles por importación de productos lácteos; para el 2022 el arancel será de 0% (González 2013). Es por esta razón que el sector lechero tiene retos importantes en materia de reducción de costos de producción y disminución de la dependencia de importación de insumos para la producción de leche (granos principalmente), así como retos en la intensificación de nuevos forrajes de alta calidad nutricional y bajos costos de producción.

El ramio (*Boehmeria nivea*) es una planta que ha demostrado tener cualidades para la alimentación animal (tanto en bovinos como para otras especies), por ser una planta de alto valor nutritivo, de alta producción de materia seca por hectárea y de buena aceptabilidad general para el ganado bovino, tanto en fresco como en ensilados (Pérez *et al.* 2013). Además, este mismo autor resalta que el ramio es una planta resistente a la sequía y adaptable a una gran variedad de climas, ofreciendo así una ventaja competitiva como planta forrajera en el trópico húmedo.

1.2. Justificación:

En Costa Rica existe una gran cantidad de productores de leche, que según González (2013), generan en la actividad lechera cerca de 46.147 empleos directos, representando el 5,4% del empleo del sector privado, siendo esta una actividad de alto impacto en la economía del país.

Al analizar la estructura de costos del sector lácteo productivo, se percibe que el principal rubro de gastos es el de alimentación de los animales, representando en promedio el 51% de toda su estructura de costos (González 2013). Esto puede variar según las razas y el sistema de producción empleado por el productor. Estos altos costos de producción se deben en parte a la alta dependencia de la importación de materias primas para la elaboración de los alimentos balanceados con los que se sustenta la producción. Los alimentos balanceados representan cerca del 85 % del total de costos de alimentación.

Con el objetivo de mitigar estos altos costos de alimentación, disminuir la dependencia de la importación de materias primas y mejorar la competitividad de nuestras lecherías ante el escenario de apertura de mercados internacionales, se pretendió usar el ramio (*B. nivea*) como una alternativa económica y con mejores propiedades nutricionales que las pasturas convencionales, de manera tal que pudiese ser un recurso forrajero en sistemas de lechería especializada semi estabulada en climas tropicales en bajura.

1.3. Objetivo general

Evaluar la viabilidad bio-económica del ramio (*Boehmeria nivea*) como una alternativa de alimentación en un sistema de producción lechero especializado de bajura.

1.4. Objetivos específicos

- Medir el efecto del ramio (*Boehmeria nivea*) en la producción diaria de leche de un sistema de producción especializada de bajura.
- Medir el efecto del ramio (*Boehmeria nivea*) en la calidad de la leche de un sistema de producción lechero especializado de bajura.
- Medir los rendimientos y costos de producción del ramio bajo condiciones tropicales.

1.5. Hipótesis de investigación

El uso del ramio (*Boehmeria nivea*) en la alimentación de vacas lecheras en sistemas especializados de bajura, mantiene tanto la producción diaria de leche por vaca, como la calidad de esta.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Sector lechero

2.1.1 Panorama mundial del sector lechero.

El mercado mundial de lácteos se ha mantenido constante durante las últimas dos décadas en cuanto a crecimiento se refiere; sin embargo, la participación de Centroamérica a las importaciones de leche a nivel mundial varió significativamente en el mismo periodo. Según Madriz (2013), la participación de importaciones de Centroamérica incrementó de un 12% en 1994 a un 56% en el 2013. Esto resalta el dinamismo en la producción que ha tenido la región en los últimos años, así como la volatilidad del mercado centroamericano Madriz (2013); también se señala que Costa Rica es el segundo país que menos productos lácteos importa de Centroamérica, solo superado por Nicaragua. No obstante, este panorama podría cambiar en los próximos años, debido a la eliminación de barreras arancelarias costarricenses en el 2022.

Un aspecto de suma importancia a tomar en cuenta en el sector es la fuerte dependencia de granos importados (maíz, destilados de maíz y soya, principalmente), que componen en promedio un 77% de los ingredientes de los alimentos comerciales, determinando en gran medida el precio final de los alimentos balanceados (González 2013). Esta situación podría generar costos de producción más altos, haciendo al sector menos competitivo en un mercado internacional exigente.

Adicionalmente, WingChing *et al.* (2008), mencionan que la producción lechera en el trópico se desarrolla en microclimas específicos para cada localidad, dependiendo de las variables climáticas que presente la zona y que estas variables pueden afectar positiva o negativamente la producción. Por ejemplo, en condiciones de baja temperatura se puede favorecer la rumia y el consumo de forrajes contribuyendo en gran medida la producción de leche, mientras que, por el contrario, las altas temperaturas y alta humedad relativa provocan estrés calórico en los animales, haciendo que no expresen todo su potencial genético y que reduzcan su consumo de alimentos.

2.1.2 Panorama nacional del sector lechero

El sector lechero del país tiene un gran impacto en la economía costarricense, especialmente por la cantidad de subproductos que se derivan de la producción lechera, dando valor agregado al producto principal y convirtiéndose así en una de las industrias más importantes de Costa Rica. Según González (2013), la producción lechera en el país generó cerca de un 11,8% del valor agregado agropecuario en el año 2012, colocando al sector lácteo en el puesto número tres de este ranking, solo superado el café y el banano.

Una de las principales ventajas que tiene Costa Rica en el sector lechero es una carga animal promedio de 1,6 unidades animales por hectárea (UA/ha), superior promedio que en ganado de carne (0,77 UA/ha). La raza más utilizada en el país para la producción de leche en sistemas especializados es la Jersey (seguida por la raza Holstein) lo que hace que en Costa Rica se produzca leche de alta calidad, con altos sólidos, bajos contenidos de células somáticas y bajo condiciones asépticas. Este hecho caracteriza a Costa Rica a nivel Centroamericano y mundial (González 2013).

Sin embargo, no todo es positivo cuando hablamos del sector productivo de Costa Rica, ya que según un análisis de los indicadores económicos del periodo 2014-2015 realizado por Gutiérrez (sf), en temas de competitividad, Costa Rica se encuentra en el puesto 51 a nivel mundial de entre 144 economías, además se queda muy atrás en otros temas de vital importancia como lo son infraestructura (puesto 73), desarrollo de mercado financiero (puesto 92), y tamaño de mercado (puesto 82). Aunado a esto, el autor también resalta que en Costa Rica hay un crecimiento económico muy bajo (4.15% en el periodo 2000-2014); además hay una tendencia a subir las tasas de interés lo que genera un ambiente de desconfianza en el sector empresarial y productivo. Al analizar el ambiente económico nacional de 2018 con el reporte del Foro Económico Mundial (2018), se nota que Costa Rica bajó 3 puestos pasando del lugar 51 al 54; esto sumado a la crisis fiscal, genera una mayor incertidumbre en los sectores productivos en general.

2.2 Costos de producción

Sin lugar a duda el análisis económico de una producción agropecuaria es de gran importancia, saber cuáles son los puntos críticos en cuanto a costos de producción y manejar estos números adecuadamente permite al finquero la toma de decisiones y la mejora de su actividad lucrativa. En Costa Rica los rubros dentro de la estructura de costos pueden variar según sea el sistema productivo y/o los insumos que se utilicen. Villalobos (2011) analizó los rubros y costos de producción de cuatro fincas lecheras especializadas y llegó a la conclusión de que, en promedio, las cuatro fincas tenían un 40% de sus costos atribuidos a la alimentación de los animales y un 23% a los costos a mano de obra, siendo estos dos los más importantes en la estructura de costos. Un análisis detallado permite concluir que existe un rango de variación, desde el 36% hasta el 46% en la participación de los costos de alimentación; esto deja claro que la alimentación es el rubro de mayor importancia en las producciones lecheras especializadas y que es posible reestructurarlo con el objetivo de hacer las producciones lecheras más rentables.

2.3 Tipografía de los sistemas de producción lecheros

La gran variedad de sistemas de producción que existen en Costa Rica hace ambiguo hablar de uno en específico, puesto que tienen características que deben ser especificadas. Por esta razón, Vargas *et al.* (2013) hace un conglomerado de todos estos sistemas de producción, y las distribuye en cinco grandes grupos, clasificando y describiendo cada una de ellas de la siguiente manera:

- 1) Lechería especializada extensiva de bajura: Este sistema de producción integra el 34,4% de los hatos del país, principalmente ubicados en San Carlos, Upala y Sarapiquí. Cuenta con precipitaciones cercanas a los 4000 mm anuales y presenta altas temperaturas. Se caracteriza por utilizar baja carga animal y poco uso de alimentos balanceados. Disponen principalmente de animales de doble propósito o especializado y se produce leche de menor calidad en cuanto a componentes como grasa, proteína y sólidos totales.

- 2) Lechería especializada semi-intensiva de altura: Este conglomerado integra un 25,2% de los hatos, corresponde a lecherías semi-intensivas con ganado especializado, estas presentan menor temperatura y precipitaciones cercanas a los 2700 mm anuales. Estos hatos producen menos de la mitad de los sólidos por hectárea en comparación con las lecherías intensivas de altura (conglomerado 5), pero utilizan menos concentrado, suplementos y fertilizantes; lo que consecuentemente implica una menor carga animal. Esto significa que la diferencia entre estos radica en la eficiencia de uso del recurso tierra y no tanto en la eficiencia por animal.
- 3) Lechería especializada intensiva de bajura: Integra un 15,4% de los hatos y corresponde a lecherías intensivas con ganado especializado, ubicadas en zonas medias y bajas de San Carlos, Tillarán y Sarapiquí, donde las temperaturas son altas y las precipitaciones superiores a los 4000 mm anuales. En este conglomerado hay una alta incidencia de sistemas semi-estabulados (completos o combinados con pastoreo), los cuales predominan sobre el pastoreo continuo. Aunque la carga animal es similar a las lecherías intensivas de altura (conglomerado 5), las diferencias observadas en producción están ligadas mayormente a las diferencias en producción por vaca.
- 4) Lechería de Doble Propósito de bajura: Integra el 17,4% de los hatos. Se caracteriza por estar conformado casi exclusivamente por hatos de doble propósito, con ganado no especializado producto de cruces. Estos hatos se ubican principalmente en las zonas bajas y húmedas de la región norte (San Carlos y Sarapiquí) y otros en la península de Nicoya. Estos se establecen con temperatura promedio superior a 25 °C y precipitaciones cercanas a los 3300 mm anuales. Suelen hacer menor uso de concentrado, suplementos, fertilizantes, mano de obra y administración. Presenta una menor carga animal y dependen en mayor grado del pastoreo.
- 5) Lechería especializada intensiva de altura. Integra el 7,6% de los hatos y corresponden a lecherías intensivas altamente tecnificadas, generalmente establecidas sobre los 1600 msnm, con ganado puro especializado y con la

mayor producción por hectárea. Estas fincas se ubican principalmente en lugares como Zarcero, Varablanca, Coronado y Pacayas, con precipitación cercana a los 2600 mm anuales, y temperaturas promedio por debajo de los 19 °C. Es muy común el alto uso de alimentos balanceados, suplementos, fertilizantes, mano de obra y administración. Dentro de este conglomerado hay una proporción significativa de sistemas semi-estabulados o sistemas combinado; asimismo, presentan la carga animal más alta.

2.4 Alimentación de bovinos de leche

Los bovinos poseen un sistema digestivo muy eficaz denominado poligástrico, con capacidad de convertir productos vegetales que no podrían ser aprovechados por otros animales o el mismo ser humano, en productos de origen animal con un alto valor nutricional como son la leche y la carne. El rumen es un sistema de cultivo microbiano, que contiene bacterias y protozoarios en altas concentraciones, estos microorganismos son los responsables de la degradación de la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas, haciendo posible la digestión de los forrajes y subproductos agrícolas fibrosos (Escobosa y Ávila sf).

Los requerimientos de los bovinos de leche varían según sea su peso vivo, nivel de producción, condición fisiológica, condiciones ambientales, y el porcentaje de grasa en leche. Con base en estos parámetros se pueden suplir los nutrientes de la mejor forma posible, siempre buscando un balance entre calidad y costo de las materias primas (Elizondo 2002).

Dentro de los requerimientos más importantes a cubrir en las raciones están los de energía y proteína que, aunque no son los únicos, son los pilares para la formulación de la mayoría de las dietas de bovinos de leche.

Escobosa y Ávila (sf) definen la energía como la capacidad de realizar un trabajo, pero en términos de los organismos vivos se le conoce como bioenergía. Las plantas adquieren energía del sol y los bovinos a su vez se alimentan de las plantas, ya que son capaces de transformar la energía capturada por estas, y convertirla en energía bioquímica que utilizan para la producción de sustancias de origen animal (leche y carne). En nutrición animal, los sistemas de alimentación (requerimientos

energéticos de los animales y concentración energética de los alimentos), utilizan como unidad de medida la caloría (cal), pero al ser los requerimientos bovinos considerablemente altos, es común el uso de los prefijos Kilo y Mega (Kcal y Mcal). Alternativamente, se utiliza el julio (“jule”) como unidad de medida de energía.

La energía en los rumiantes se pierde a lo largo de su metabolismo generándose así diferentes conceptos:

1. Total de nutrientes digeribles (TND): Solo contempla pérdidas debidas al proceso de digestión.
2. Energía digerible (ED): Contempla las pérdidas de energía en las heces. Existe una estrecha relación entre el contenido de TND de un alimento y su contenido de ED.
3. Energía metabolizable (EM): Contempla la pérdida de nutrientes en las heces, orina y gases.
4. Energía Neta (EN_L y EN_M): Es el remanente una vez se quitan todas las pérdidas por Incremento calórico (calor generado en el metabolismo de productos y desechos y calor por la fermentación entérica. Esta se puede dividir en energía neta de lactancia (EN_L) y en energía neta de mantenimiento (EN_M).

La proteína se la define como el contenido de nitrógeno (N) de una muestra, multiplicado por un factor que en la mayoría de los casos es 6,25. Se aplica este factor porque las proteínas tienen, en promedio, 16% de nitrógeno (N). Aunque existen valores específicos para cada proteína. La proteína bruta incluye todas las formas de N proteico más no proteico. La proteína verdadera estima el N que forma parte de las proteínas y separa aquél que está como N en otros compuestos (nitrógeno no proteico) (Guaita 2014).

Según Mejía y Mejía (2007), el conocimiento del potencial nutritivo de los alimentos, y especialmente de los forrajes, es importante para la formulación y balanceo de raciones. Los alimentos y/o forrajes están constituidos por varias fracciones, las cuales pueden clasificarse en lípidos, azúcares, nitrógeno no proteico, proteína soluble, proteína ligada a la fibra, pectinas, hemicelulosa,

celulosa, lignina y minerales. La cantidad de cada una de estas fracciones depende de la especie, estado de crecimiento y de la influencia ambiental.

2.4.1 Lípidos

Son componentes de gran importancia para el animal, que a pesar de estar presentes entre un 2% y un 4% del total de las dietas de los bovinos, contribuyen directamente con el 50% de la grasa butirosa de la leche siendo el componente con más densidad energética de la ración. La concentración de lípidos es relativamente baja en forrajes, variando entre un 4% y un 9% mientras que en semillas como las de algodón y soya puede superar el 20%. La forma en que se presentan los lípidos en los alimentos es como triglicéridos (más comúnmente presentes en granos) y como glucolípidos (presentes en forrajes). Los lípidos, específicamente los triglicéridos, son hidrolizados en rumen por acción de la flora ruminal dando origen a una molécula de monoacylglycerol y a dos ácidos grasos los cuales son transportados al torrente sanguíneo y aprovechados como fuente de energía. Los lípidos tienen 2,25 veces más energía que los hidratos de carbono, por lo cual la utilización de estos tiene ventajas significativas en la producción. Además, se dice que los lípidos se consideran alimentos fríos, lo que quiere decir que no generan calor en el proceso de digestión y metabolismo (Santini 2014).

2.4.2 Azúcares

Los azúcares son la forma más simple de los carbohidratos, y representan la forma más rápidamente digestible de energía. Comprenden monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los hidratos de carbono en sus distintas formas estructurales y no estructurales representan el 65%-75% de la materia seca (MS) de las plantas y por tanto también de los alimentos. El almidón se acumula en las semillas como reserva. Los cereales de grano pueden contener hasta un 80% de la MS en carbohidratos. Las dietas de vacas lecheras deben estar balanceadas por sus contenidos de hidratos de carbono estructurales (fibra en forrajes) y no estructurales (azúcares solubles y almidón en granos y subproductos), para así optimizar la fermentación ruminal (Trigueros sf)

2.4.3 Proteína soluble

La solubilidad de la proteína dentro del rumen es uno de los factores que más incide en su degradabilidad. Cuanto mayor es la solubilidad, mayor es la degradabilidad ruminal. Inversamente, la proteína menos soluble puede escapar a la degradabilidad en el rumen y ser digerida en el tracto digestivo posterior. Hay que tener en cuenta que no necesariamente toda la proteína que escapa a la degradación ruminal es mejor que la proteína bacteriana (Guaita 2014).

2.4.4 Proteínas ligadas a fibra

La proteína ligada a fibra es considerada como indegradable ya que contiene proteínas asociadas con lignina y taninos. La proteína asociada con la fibra detergente neutra (FDN) es normalmente proteína ligada a la pared celular que también incluye la proteína indigestible encontrada en el residuo ácido detergente. La proteína insoluble en la solución detergente neutra (PIDN) es digestible, aunque lentamente. La proteína insoluble en una solución detergente ácida (PIDA) es la fracción de ésta que permanece en el residuo de la fibra detergente ácida (FDA) (Zegarra 2011).

2.4.5 Pectinas

La pectina es una cadena de moléculas de ácido galacturónico unidas por enlaces formando cadenas largas de poligalacturonasa, además se intercalan, en proporción variable residuos de ramnosa y también de galactosa y arabinosa. La pectina actúa como cemento intercelular, manteniendo las células unidas y proporcionando una textura crujiente a frutas y verduras (Trigueros sf).

2.4.6 Hemicelulosa

La hemicelulosa es un polisacárido de composición irregular (heteropolisacárido), poco soluble y estrechamente ligado a la celulosa. En conjunto, constituye las fibras alimentarias. La hemicelulosa está formada por distintos azúcares (pentosas) y además tiene una estructura ramificada y no fibrosa. Es uno de los componentes de la pared celular de las plantas y es de gran

importancia ya que su contenido está relacionado con la digestibilidad de los alimentos para la alimentación de bovinos (Trigueros sf).

2.4.7 Celulosa

La celulosa es uno de los polisacáridos más importantes. Está formada por un gran número de moléculas de glucosa (de 300 a 3.000 unidades) unidas entre sí por un enlace (homopolisacárido). Las cadenas se disponen paralelamente y se unen entre sí mediante enlaces de hidrógeno muy fuertes, formando fibrillas, cadenas muy largas y difíciles de disolver. Aproximadamente la mitad de las paredes celulares de las plantas están formadas por celulosa, por lo que se relaciona (junto con otros componentes de la pared celular) con la digestibilidad de los alimentos (Trigueros sf).

2.4.8 Lignina

La lignina es un componente importante de los forrajes y tiene una influencia significativa en la degradación de la fibra en la alimentación de los rumiantes. Está formada por una estructura polimérica de unidades de fenilpropano. Por lo tanto, la lignina es también un polímero cuya molécula, muy compleja y de estructura tridimensional, está formada por una sola unidad, el fenilpropano, repetida varias veces. Desarrolla en todos los vegetales la función de unir y adherir las fibras entre sí, dando densidad y resistencia a la planta. Es un material incrustante, ya que recubre las fibras. La lignina, que aumenta de forma considerable en las paredes celulares durante el proceso de maduración de la planta, es resistente a la degradación bacteriana. La degradación de los polisacáridos fibrosos disminuye cuando ésta aumenta en las fibras. Los únicos organismos capaces de degradar la lignina son algunos hongos. Debido a esto es que el contenido de lignina se relaciona negativamente con la digestibilidad de los forrajes (Trigueros sf).

2.4.9 Minerales

Los minerales se consideran como el tercer grupo de nutrientes limitante en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en productos

animales como leche, carne, crías, piel, lana, etc. Algunas de las funciones más importantes de los minerales para la producción de los rumiantes son conformación de la estructura ósea y dental (Ca, P y Mg), equilibrio ácido-básico y regulación de la presión osmótica (Na, Cl y K), sistema enzimático y transporte de sustancias (Zn, Cu, Fe y Se), reproducción (P, Zn, Cu, Mn, Co, Se y I), digestión de la celulosa, asimilación de nitrógeno no proteico (NNP) y síntesis de vitaminas del complejo B y procesos metabólicos (Na, Cl y K) entre otros (Salamanca 2010).

2.4.9.1 Macrominerales

Los macrominerales son calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio y azufre. El fósforo al igual que el calcio está presente en todas las funciones vitales del cuerpo, además tiene funciones estructurales de suma importancia, o bien, forma parte de la molécula de ATP que es el componente crucial para el transporte de energía en el metabolismo del animal (Escobosa y Ávila sf).

El calcio es el mineral que más comúnmente presenta síntomas de carencias en bovinos de leche (hipocalcemia) debido a su dinámica dentro del organismo. Este elemento se encuentra usualmente fuera de las células y se almacena en huesos y dientes principalmente. Es clave para el sistema nervioso y muscular (contracción muscular), además es clave para la coagulación de la sangre y participa en diversos procesos enzimáticos. Uno de los puntos más importantes es que el calcio está presente en gran proporción en la leche, por lo que es de suma importancia suministrar una cantidad de calcio constante durante todo el ciclo productivo y evitar así el debilitamiento de huesos en los animales (Escobosa y Ávila sf).

2.4.9.2 Microminerales

Son minerales que se necesitan en cantidades muy pequeñas, dentro de los cuales podemos encontrar el hierro, el cobre, el zinc, el molibdeno, el yodo, el flúor el cobalto y el selenio (Salamanca 2010).

2.5 Factores que afectan la producción y calidad la de leche

Según Saborío (2011), entre los factores más significativos que pueden influenciar tanto la producción como el contenido de sólidos en leche están los siguientes:

1. Raza: Este factor puede variar la producción de leche y la cantidad de sólidos por litro de leche. Por ejemplo, las vacas Jersey tienen promedios más bajos de producción diaria que la raza Holstein, pero tiene más sólidos totales.
2. Dieta: La dieta de las vacas es la principal fuente de variación en producción, tanto en cantidad como calidad de la leche. Dietas altas en granos inducen la producción de ácido propiónico en mayor concentración que los demás ácidos grasos volátiles del rumen, esto puede provocar (si hay una dieta mal balanceada) una reducción en la grasa de la leche. También en sistemas de pastoreo, la disponibilidad de forraje es determinante en la cantidad de leche producida, ya que es proporcional al consumo de forraje.
3. Salud ruminal: Una dieta alta en granos, puede provocar acidosis en el rumen de las vacas productoras de leche, esta situación deriva en una disminución abrupta del contenido de grasa en la leche, por lo que hay que tener precaución de balancear las dietas con las proporciones adecuadas.
4. Etapa de lactancia: El porcentaje de sólidos en leche es inversamente proporcional a la cantidad de leche producida por el animal, esto por un efecto de dilución de sustancias suspendidas en los coloides de la leche. Por lo tanto, en etapas terminales de lactación se puede aumentar la cantidad de sólidos presentes en la leche.

2.6. Componentes de la leche

2.6.1 Grasa

Según Agudelo y Bedoya (2005), la grasa láctea se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche. Esta se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos. El contenido de grasa puede variar por

factores como la raza y alimentación, además, no se mantiene constante en las etapas de lactación.

2.6.2 Proteína

La proteína contenida en la leche compone el 3,5% de todos los componentes (variando desde el 2,9% al 3,9%). Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (que componen el 80% de las proteínas) y proteínas séricas (que componen el restante 20%). La caseína es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos. Además, existen tres tipos de caseínas (α , β y Kapa caseína). En cuanto a las proteínas séricas, tenemos que la albúmina es la proteína de la leche que sigue en cantidad a la caseína (con un 0,5%) y también esta las globulinas de la leche, que son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre, pero también es posible que parte de estas se produzca en las células del parénquima mamario (Agudelo y Bedoya 2005).

2.6.3 Sólidos totales

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en una emulsión, compuesta de sustancias definidas como sólidos totales (grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales), disueltos en casi un 80% de agua presente en la leche. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, así como el medio ambiente y el estado sanitario de los animales (Agudelo y Bedoya 2005).

2.6.4 Células somáticas

El conteo de células somáticas (CCS) es el número de células por mililitro de leche, es por consiguiente un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche. El CCS, es usado como un indicador de la salud de la glándula mamaria. Se denomina a las células de la leche, a aquellas células propias del cuerpo (somáticas) en la leche. Estas provienen de la sangre y del tejido de la glándula mamaria. El contenido de células somáticas en la leche permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido

a su cercana relación con la composición de la leche, es un criterio muy importante de calidad de este producto (Bedolla y Hernández 2008).

2.6.5 Urea en leche (MUN)

El uso del nitrógeno ureico en leche (MUN), es una práctica utilizada por los nutricionistas o extensionistas en ganado lechero. En este sentido, se usan los valores de referencias determinados en varias universidades norteamericanas. Valores que fluctúan entre 8 a 16 mg/dl. Estos rangos, que son generados en zonas templadas, presentan discrepancias, entre diferentes estudios, en su interpretación y en sus márgenes máximos y mínimos. En condiciones tropicales estos rangos podrían variar debido al uso del pastoreo, como fuente mayoritaria de alimentación en nuestros sistemas de producción (Gonzales y WingChing 2016).

2.5 Ramio

2.5.1 Taxonomía e historia

El ramio pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Urticales, familia Urticaceae, género *Boehmeria* y especie *nívea*. Debe su nombre (Ramio) a su raíz del idioma malayo “Rami” que se puede traducir al español como “Cáñamo”, pero es conocido en otras latitudes como “Ramie”, “Chinagrass”, “Kurkunda” y “Rhea”. Es una planta originaria de Asia oriental, en China y Japón ha sido conocida y utilizada durante muchos siglos, ya que de él se extrae una de las fibras más antiguas que se conocen con características parecidas al lino. Incluso los egipcios ya la importaban desde oriente aproximadamente 5000-3000 a.C (Pérez *et al* 2013; Boschini y Rodríguez 2002; Salazar 2010).

2.5.2 Morfología

El ramio posee un tallo herbáceo con ciclo perenne y puede llegar a medir de 1,5 m a 3 m de altura. Sus hojas blanquecinas y vellosas son grandes, acorazonadas, aterciopeladas y dentadas, sus dimensiones son de 7 cm a 15 cm de ancho y de 7 cm a 15 cm de largo (Anexo 1), y son apreciadas por sus altos contenidos de proteína (20% al 24%) y por ello son apetecidas para el consumo

animal, ya que son altamente palatables para los herbívoros. Sus flores amarillentas se disponen en panojas en las axilas de las hojas y sus frutos son de forma ovalada, pequeños y muy numerosos ya que en un gramo puede haber hasta 7 000 semillas (Anexo 1). El ramio posee rizomas que actúan como estructuras para almacenamiento (Anexo 2) y como medio de multiplicación vegetativa (Pérez *et al.* 2013) (Anexo 3).

2.5.3 Multiplicación del ramio

El ramio se reproduce mediante rizomas, estacas y/o semillas. La propagación por semillas no es la más conveniente, ya que las pequeñas plántulas muestran un lento crecimiento desde la implantación hasta el primer corte, y su germinación es muy baja. De igual manera, la siembra por estacas no es muy utilizada debido a su bajo índice de éxito. Por su parte, los rizomas constituyen un buen medio para la propagación vegetativa, ya que reducen el tiempo de establecimiento a la primera cosecha. Los rizomas se deben cortar en trozos de 10 a 15 cm de longitud, colocar en surcos de 10 cm a 12 cm de profundidad y tapar adecuadamente. Estas labores se deben realizar en horas de menor insolación y con el suelo bien húmedo. Para sembrar una hectárea de ramio se requieren aproximadamente 30 000 a 40 000 plantas o rizomas (Pérez *et al.* 2013; Sing citado por Salazar 2010; Ramírez citado por Salazar 2010).

2.5.4 Adaptación del ramio

Boschini y Rodríguez (2002) afirman que el ramio es una planta tropical que tolera sequías moderadas, se desarrolla mejor entre los 200 y los 1800 msnm, y expresa todo su potencial en temperaturas entre los 17 °C y los 33 °C.

En el trópico de Centroamérica y Sudamérica se ha adaptado de manera excelente, especialmente en zonas con altitudes bajas y climas tropicales (Pérez *et al.* 2013).

Para obtener buenos rendimientos de ramio se recomiendan precipitaciones entre los 1500 mm y 3000 mm anuales bien distribuidos. Además, requiere un pH

de 5,5 a 6,5 rico en materia orgánica, con textura arenosa y/ franca con capacidad de drenaje (Fernández citado por Salazar 2010).

Curley (1963) sostiene que suelos con buenas características fisicoquímicas y biológicas producen altos rendimientos de ramio en periodos cortos de tiempo, por lo que es necesario disponer de suelos adecuados si se quieren obtener rendimientos altos.

2.5.5 Plagas y deshierbe

Al ser una planta poco estudiada en plantaciones extensivas, donde se exija al máximo su potencial, no se sabe con certeza cuales son las plagas que más la afectan. Se sabe que es una planta muy rustica, y con alta resistencia a plagas y enfermedades en general, esto debido muy posiblemente a que contiene ácido tánico. Sin embargo, se tienen registro de que ha sido afectada por plagas como *Colletotrichum Boehmeria*, *Cercospora Boehmeria* y algunos insectos que destruyen el forraje (Curley 1963).

El deshierbe es una de las operaciones más importantes en una plantación de ramio; esto se hace casi exclusivamente cuando las plántulas están en crecimiento luego de establecer la plantación. La deshierba se realiza manual o con azadón hasta que la planta pueda crecer lo suficiente y pueda competir exitosamente contra las malezas (Ramírez citado por Salazar 2010).

2.5.6 Fertilización

El ramio al ser una planta que produce altos rendimientos de forraje por ha/año es de esperar que extraiga altas cantidades de nutrientes. Sing citado por Salazar (2010) presenta niveles de extracción de nutrientes anuales de parte del ramio (Cuadro 1).

Cuadro: 1 Extracción de nutrientes de la planta de ramio (*Boehmeria nivea*)

Elementos	Extracción (kg/ha)
Nitrógeno (N)	213,76
Fosforo (P ₂ O ₅)	59,37
Potasio (K ₂ O)	130,34
Calcio (CaO)	383,97
Magnesio (MgO)	90,35

Fuente: (Sing citado por Salazar 2010)

Estudios realizados por la Estación de Investigación de Ramio (Ramie Reseach Station) en Sorbhog (India), sugieren aplicaciones de nitrógeno, fosforo y potasio en cada ciclo de corte, así como mantener una relación de bases adecuada en el suelo, especialmente de Ca y Mg. Utilizar desechos de granja o compost como materia prima para el suelo es fundamental para obtener buenos resultados y para mantener las condiciones fisicoquímicas del suelo. Durante las labores de corta y acarreo hay una cantidad importante de hoja y/o tallos que quedan en la plantación, lo que ayuda enormemente a aportar materia orgánica a la plantación (Sing citado por Salazar 2010).

2.8.7 Cosecha

Es importante identificar el momento apropiado para la cosecha, para forrajes se recomienda entre 45 días y 84 días de rebrote (Boschini y Rodríguez 2002), mientras que para fibra se recomienda hacer 4 cortes al año o lo que es lo mismo a los 90 días aproximadamente (Salazar 2010). Ramírez citado por Salazar (2010) propone observar las características presentes en las plantas para obtener un punto de maduración para cada objetivo de cosecha. Dentro de las características a tomar en cuenta para la cosecha están las siguientes:

- Las hojas centrales e inferiores de la planta se tornan amarillentas y empiezan a caer al madurar la planta.

- Los tallos se tornan huecos y de una coloración marrón claro al madurar la planta.

- Aparecen nuevos brotes sobre la superficie del suelo al madurar la planta.

El método de cosecha usualmente se hace manual al tratarse de plantaciones pequeñas, pero también se puede cosechar de manera mecánica en plantaciones más extensas y en producciones más intensivas. En ambas situaciones se realiza la cosecha casi a la altura del suelo (Sing citado por Salazar 2010).

2.5.8 Capacidad forrajera del ramio

Elizondo y Boschini (2002) realizaron un trabajo para determinar la calidad nutricional de la planta de ramio en diferentes órganos (hojas, tallos y planta entera) con fin de determinar su capacidad como planta forrajera. Este estudio dio como resultado que en hojas el porcentaje de proteína a 42 días de corte fue de un 22% y en planta entera a esos mismos días de corte fue de 15%. Por lo que se considera una planta de alto valor proteico. Además, estos mismos autores señalan que la fibra neutro detergente está en el rango de 47%-54 % en todas las frecuencias de corte, por lo que se espera que tenga una digestibilidad y consumo aceptable si se utiliza como planta forrajera.

3.1 MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y descripción del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en Hacienda el Hule, esta finca pertenece a José Luis Rojas Araya y está ubicada en San Juan, distrito de Florencia, cantón San Carlos, provincia Alajuela. La finca se encuentra en una altitud de 100 msnm, en la zona de vida de bosque tropical húmedo, con una temperatura promedio de 31 °C, una humedad relativa de 80-90%, con cinco a ocho horas-luz por día, y una precipitación anual de 3000 mm (Solano y Villalobos sf). La posición geográfica de la finca es 10°24'38.19" Latitud Norte, 84°26'37.58" Longitud Oeste. En esta finca se ejecutó el presente trabajo para evaluar el ramio como alternativa de alimentación de vacas lecheras.

3.1 Periodo de estudio

El periodo de estudio fue realizado de enero a agosto del año 2018, durante el cual se llevó a cabo el trabajo de campo y el análisis de datos.

3.2 Material experimental

Se utilizaron vacas de encaste Jersey y Holstein, con número de partos similar (entre 2 y 4 partos), días de lactancia similares (35 ± 10 días), y con una producción de leche diaria promedio de 18 ± 2 kg leche/vaca/día (Ver Anexo 4).

Los animales tuvieron las mismas condiciones de pastoreo rotacional, se ordeñaron dos veces al día con máquina por el mismo operario y se les suplementó la misma cantidad de minerales.

3.3 Descripción de los tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos (Cuadro 2):

- Tratamiento 1 (Testigo): Consistió en el uso de una dieta convencional de concentrado comercial (Vap Feed®^{1/}) en una relación 3:1 (kg de leche

1/Humeda=13%, Proteína cruda=16%, Extracto Etereo=3%, Fibra cruda=10%, Energía digestible= 3.4 Mcal/kg, Calcio=0.4%, Fosforo= 0.3%, Sal Comun (NaCl)=0.3%.

2/ Humedad=5%, Fosforo= 15%, Calcio=22%, Azufre=3%, Magnesio= 4%, Flour= 0.15%, Zinc= 12000 mg/kg, Cobre=4500 mg/kg, Yodo=300mg/kg, Cobalto=40mg/kg, Selenio=150 mg/kg, Vitamina A=3x10⁶ UI/kg, Vitamina D=5 x10⁵, Vitamina E=100UI/kg.

producida: kg de alimento balanceado) y 100 g por animal por día de Suplemento Mineral Balanceado Somex[®] 2/.

- La dieta se fraccionó tres veces al día en partes iguales y se suministró en una canoa asegurando el consumo individual.
- Tratamiento 2: Sustitución del 10% (base materia seca) del concentrado comercial suministrado según lo especificado anteriormente por la cantidad equivalente de ramio. La suplementación mineral se mantuvo igual que en el tratamiento 1. El ramio fue suministrado picado fresco, utilizando una picadora convencional y una canoa asegurando el consumo individual.
- Tratamiento 3: Sustitución del 20% (base materia seca) del concentrado comercial suministrado por la cantidad equivalente de ramio. La suplementación mineral se mantuvo igual que en el tratamiento 1 y 2. El suministro del ramio se hizo igual que en el tratamiento 2.

Cuadro: 2 Descripción de los tratamientos para el ensayo de ramio como alternativa de alimentación en vacas lecheras en Hacienda el Hule, Platanar de San Carlos 2018-2019.

Descripción	Tratamiento		
	T1 (Testigo)	T2	T3
	Dieta convencional (Relación 3:1* Vapp Feed)	10% Sustitución de la dieta convencional (Base seca) por ramio	20% Sustitución de la dieta convencional (Base seca) por ramio

*Relación 3:1 (leche: concentrado) por cada 3 litros de leche producidos se alimenta con 1 kg de alimento Vapp Feed.

1/Humeda=13%, Proteína cruda=16%, Extracto Etereo=3%, Fibra cruda=10%, Energía digestible= 3.4 Mcal/kg, Calcio=0.4%, Fósforo= 0.3%, Sal Común (NaCl)=0.3%.

2/ Humedad=5%, Fósforo= 15%, Calcio=22%, Azufre=3%, Magnesio= 4%, Flour= 0.15%, Zinc= 12000 mg/kg, Cobre=4500 mg/kg, Yodo=300mg/kg, Cobalto=40mg/kg, Selenio=150 mg/kg, Vitamina A=3x10⁶ UI/kg, Vitamina D=5 x10⁵, Vitamina E=100UI/kg.

Es importante mencionar que el ramio suministrado tuvo los mismos días de corte para cada animal y para cada periodo. Para este estudio se trabajó con ramio edad de rebrote de 40 ± 5 días. Para tener todos los días del estudio ramio disponible de aproximadamente 40 días de edad, se cosecharon secciones de la plantación equivalentes a la cantidad de ramio necesario para 10 días, estimando una producción promedio de 3 kg de materia verde por metro cuadrado; así, se cosecharon cuatro secciones con intervalos de diez días. Esto se hizo 40 días antes de empezar las mediciones (Figura 1).

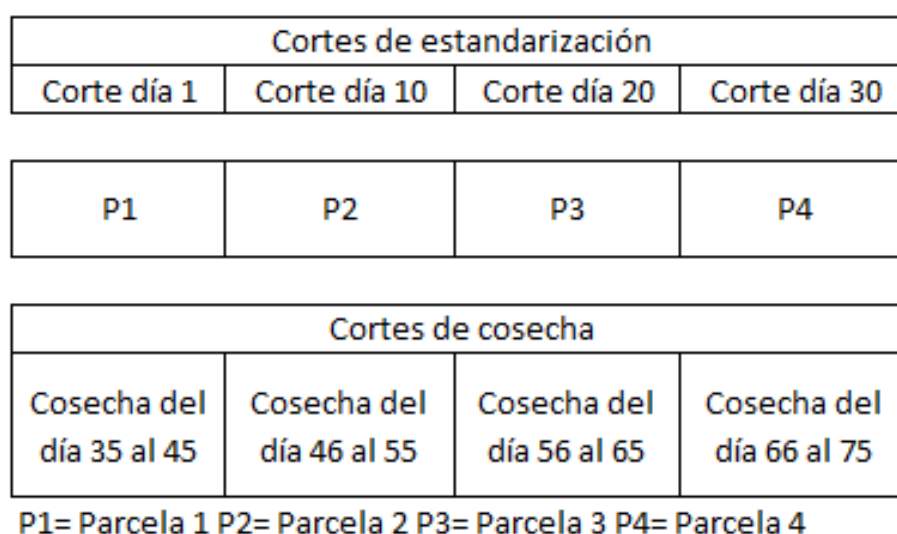


Figura 1: Descripción de la metodología usada para la obtención de material fresco y constante de ramio (Boehmeria nivea) San Carlos 2018-2019.

3.4 Unidad experimental

Se utilizaron seis vacas, tres en un primer ensayo y otras tres en un segundo ensayo. Cada ensayo consistió en el uso de tres animales a los que se les asignaron los tres tratamientos experimentales en tres periodos consecutivos, por lo que cada animal se consideró como una repetición de cada tratamiento. Entre un periodo y otro se permitió una fase de adaptación. Seguido de la semana de adaptación, se tuvo una semana de medición. Este procedimiento se repitió con un segundo grupo de tres animales.

3.5 Manejo de las pasturas

Las pasturas del ensayo fueron de Estrella Africana y Mombasa, en una rotación de 30 días con fertilización de fórmula completa para cada ciclo con 2 qq/ha de fórmula completa (12 24 12). EL consumo estimado para cada animal fue de 25 kg/día de materia verde.

3.6 Manejo del ramio

El ramio se sembró a 50 cm entre hileras y a 10 cm entre planta con una densidad de 200 000 plantas/ha. A la siembra se usó fertilizante fórmula completa (12 24 12) a 3 qq/ha. Posteriormente se hizo un control de malezas al mes y medio después de la siembra. Se inició la primera cosecha a los 3 meses después de la siembra, para posteriormente cortar cada 45 días. En cada ciclo de producción se usó fertilizante fórmula completa (12 24 12) a 2 qq/ha. Para estimar el rendimiento se pesó el total del forraje cosechado a 45 días y se dividió entre el área sembrada; este procedimiento se repitió en cada una de las parcelas, dando un estimado de producción de 5 kg/m² de materia fresca en promedio de las cuatro parcelas muestreadas durante ocho ciclos al año aproximadamente. En cuanto al promedio de materia seca estimado fue de aproximadamente 18 %.

3.7 Variables de Respuesta

Se evaluaron dos tipos de variables de respuesta: Producción diaria de leche y composición de la leche. Los datos de producción y muestras de leche para evaluación de componentes fueron tomadas dos veces al día durante el ordeño de la mañana y el ordeño de la tarde (anexo 5). Los análisis de la leche se realizaron en el laboratorio de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L, en Ciudad Quesada.

3.6.1 Producción de leche diaria

Esta variable se midió dos veces al día, en ordeños con doce horas de separación uno del otro; se utilizó una pesadora de leche marca Waikato (USA). A partir de ambos datos se obtuvo la producción total diaria/animal.

3.6.2 Composición de la leche

Se registraron las concentraciones de los principales componentes de la leche: grasa, proteína, sólidos totales, células somáticas; adicionalmente se determinó la concentración de MUN (milk urea nitrogen) de la leche muestreada. Las muestras colectadas por la mañana fueron mantenidas en refrigeración (2°C - 5°C), posterior a la toma de la muestra de la tarde, ambas muestras fueron transportadas a los laboratorios de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos en Ciudad Quesada para los análisis correspondientes. A partir de los valores de estas dos muestras diarias por animal, se obtuvo un valor promedio para cada componente (Cuadro 3).

Cuadro: 3 Descripción de las variables de respuesta para el ensayo de ramio como alternativa de alimentación en Hacienda el Hule, Platanar de San Carlos.

Variable	Abreviatura	Frecuencia de Medición	Unidad de Medición	Método de medición
Producción de leche Diaria	PD	Dos Veces al Día	kg	Pesadora marca Waikato
	C-G	Dos Veces al Día	Porcentaje	MilkoScan FT1
Calidad de leche (Grasa, proteína, Sólidos Totales) Células Somáticas y MUN)	C-P	Dos Veces al Día	Porcentaje	MilkoScan FT1
	C-ST	Dos Veces al Día	Porcentaje	MilkoScan FT1
	C-CS	Dos Veces al Día	cs/ml	MilkoScan FT1
	C-M	Dos Veces al Día	mg/dL	MilkoScan FT1

3.8 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un Cuadrado Latino 3x3 Cross-over repetido dos veces. De acuerdo a este diseño se consideró el “período” como columna y “el animal” como fila en cada cuadrado. En la intersección de filas y columnas se asignaron los tratamientos (dietas experimentales) de manera tal que

cada animal recibió un tratamiento diferente en cada uno de los períodos. Este diseño se repitió con un segundo grupo de tres animales.

3.9 Modelo estadístico

El modelo estadístico para un rectángulo latino 3X3 Cross-over repetido es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + A_j + T_k + Q_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} : Respuesta de la variable evaluada en el i -ésimo período, j -ésimo animal, k -ésimo tratamiento y l -ésimo cuadrado

μ : Efecto medio de todos los tratamientos

P_i : Efecto del i -ésimo período de medición.

A_j : Efecto del j -ésimo animal.

T_k : Efecto del k -ésimo tratamiento.

Q_l : Efecto del l -ésimo cuadrado

ε_{ijkl} : Es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ijkl}

En el Cuadro 4 se presentan los grados de libertad y fuentes de variación considerados en el diseño experimental.

Cuadro: 4 Descripción de las fuentes de variación y grados de libertad para el experimento de la utilización del ramio como alternativa en la alimentación de vacas lecheras, Platanar de San Carlos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad.
Filas (Periodo)	2
Columnas (Animales)	5
Tratamientos (Dietas)	2
Error	8
Total	17

3.10 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó mediante la técnica de Modelos Lineales y Mixtos (MLMix) con corrección de heterocedasticidad. La comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Comparación Múltiple de Bonferroni con un nivel de significancia de 5%. Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico Info Stat/P (Di Rienzo et al. 2017).

4 RESULTADOS

3.1 Producción y calidad

La producción de leche no se vio afectada por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P>0,05$) (anexo 6).

En el cuadro 5 se muestran los promedios de producción que se obtuvieron en cada uno de los tratamientos analizados. No se presentó diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, los cuales obtuvieron 19.05, 18.72 y 18.35 kg/vaca/día, respectivamente (anexo 6). Esto sugiere que el ramio podría ser utilizado como suplemento para vacas lecheras de bajura hasta en un 20 % de sustitución de la materia seca sin ver afectado su nivel productivo.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Qiuzhong *et al* (2018), quienes sustituyeron ramio por alfalfa hasta en un 100 % con un nivel de inclusión de la dieta total de hasta un 12 % utilizando vacas Holstein cuyos promedios sobrepasaban los 30 kg/vaca/día, esto sin encontrar diferencias significativas en los promedios de producción de leche de los tratamientos analizados. Sin embargo, los promedios obtenidos por dicho autor son superiores a los del presente estudio, esto debido entre otros factores al componente racial de los animales estudiados y a la dieta suministrada.

Cuadro: 5 Producción promedio de leche por animal por día (kilogramos). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Producción (kg)			
Tratamiento	Media kg/vaca/día	N	Error Estándar
Testigo (T1)	19, 05 ^a	18	0,74
10% (T2)	18, 72 ^a	18	0,74
20% (T3)	18, 35 ^a	18	0,74

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

El porcentaje de grasa en leche no se vio afectada por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P>0,05$) (anexo 7).

En el cuadro 6 se muestran los promedios del contenido de grasa en porcentajes para cada tratamiento. Se observa que no se presentó diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, ya que se obtuvieron 4.21, 4.27 y 4.20 % respectivamente (anexo 7). De acuerdo con estos resultados, el alimento concentrado podría ser sustituido hasta en un 20 % sin afectar la concentración de grasa en leche en un sistema similar al estudiado.

En el trabajo reportado por Qiuzhong *et al* (2018), con sustitución de ramio por alfalfa hasta en un 100%, no se presentaron diferencias significativas entre los valores de grasa debido a tratamiento; en dicho estudio los valores fueron inferiores a los del presente estudio (entre el 3.25% y el 3.61%). Esto se debe al componente racial de cada ensayo y al promedio de leche de los animales estudiados, ya que el autor reporta animales raza Holstein y promedios superiores a 30 kg/animal/día.

Cuadro: 6 Contenido promedio de grasa en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Grasa (%)			
Tratamiento	Media %	N	Error Estándar
Testigo (T1)	4.21 ^a	18	0,18
10% (T2)	4.27 ^a	18	0,18
20% (T3)	4.20 ^a	18	0,18

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

El porcentaje de proteína en leche no se vio afectado por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P > 0,05$) (anexo 8).

En el cuadro 7 se muestran los promedios de concentración de proteína en porcentajes para cada uno de los tratamientos. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, cuyos valores fueron de 3.19, 3.05 y 3.09 %, respectivamente (anexo 8). Estos resultados sugieren la posibilidad de sustituir los alimentos concentrados por ramio hasta en un 20 % sin efecto detrimental en la calidad de la leche.

Qiuzhong *et al* (2018), no encontraron efecto sobre la concentración de proteína en leche al sustituir el 100 % de la alfalfa por ramio; los valores para proteína de dicho estudio fueron de entre el 3.32% y el 3.61%

Cuadro: 7 Contenido promedio de proteína en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Proteína (%)			
Tratamiento	Media %	N	Error Estándar
Testigo (T1)	3.19 ^a	18	0,07
10% (T2)	3.05 ^a	18	0,07
20% (T3)	3.09 ^a	18	0,07

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

El porcentaje de lactosa en leche no se vio afectado por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P > 0,05$) (anexo 9).

En el cuadro 8 se muestran los promedios de concentración de lactosa en porcentajes para cada uno de los tratamientos. Se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, que obtuvieron valores de 4.72, 4.70 y 4.67 %, respectivamente (anexo 9). Una vez más la sustitución de alimento concentrado por ramio, hasta niveles de 20 %, no parece afectar estadísticamente la calidad de la leche, en este caso la concentración de lactosa.

Tampoco en esta variable Qiuzhong *et al* (2018) encontró efectos al sustituir alfalfa por ramio hasta en un 100 %. Los valores reportados en dicho trabajo fueron de entre 4.98% y el 5.16% de lactosa en leche.

Cuadro: 8 Contenido promedio de Lactosa en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Lactosa (%)			
Tratamiento	Media %	N	Error Estándar
Testigo (T1)	4.72 ^a	18	0.03
10% (T2)	4.70 ^a	18	0.03
20% (T3)	4.67 ^a	18	0.03

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

El porcentaje de sólidos totales en leche no se vio afectado por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P > 0,05$) (anexo 10).

En el cuadro 9 se muestran los promedios de concentración de sólidos totales en porcentajes para cada uno de los tratamientos. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3 cuyos valores fueron 12.58, 12.74 y 12.79 %, respectivamente (anexo 10). Consecuentemente con los resultados mostrados anteriormente sobre los efectos de los tratamientos sobre la concentración de grasa, proteína y lactosa en leche, la sustitución de alimento concentrado por ramio, hasta en un 20%, no parece afectar la calidad de la leche bajo las condiciones del presente estudio.

Qiuzhong *et al* (2018) tampoco encontró efectos sobre esta variable al sustituir alfalfa por ramio hasta en un 100 %; los valores reportados por dichos autores fueron de entre 11.69% y 12.14%. Estos valores son menores a los encontrados en el presente estudio. Esto se debe a la menor cantidad de grasa presente en la leche de las vacas Holstein como se discutió anteriormente, ya que la grasa afecta directamente el contenido de sólidos totales en la leche.

Cuadro: 9 Contenido promedio de solidos totales en leche (porcentaje). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Solidos totales (%)			
Tratamiento	Media %	N	Error Estándar
Testigo (T1)	12.58 ^a	18	0,24
10% (T2)	12.74 ^a	18	0,24
20% (T3)	12.79 ^a	18	0,24

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

El conteo de células somáticas por mililitro en leche no se vio afectado por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P > 0,05$) (anexo 11).

En el cuadro 10 se muestran los promedios de células somáticas en miles de células somáticas por mililitro para cada uno de los tratamientos. Se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, que obtuvieron valores de 165.03×10^3 , 166.87×10^3 y 207.02×10^3 cs/ml respectivamente (anexo 11).

La sustitución de alfalfa por ramio hasta en un 100 %, no afecto el conteo de células somáticas (Qiuzhong *et al* 2018), en dicho trabajo se reportaron valores de entre 20.3×10^3 cs/ml y 34.7×10^3 cs/ml. Los datos reportados por el autor son más bajos que los encontrados en el presente estudio. Esto se debe a que durante el presente experimento se registraron dos datos con conteos de células somáticas muy elevados, lo que afecto el promedio. Por otra parte, la variabilidad obtenida fue muy alta (error estándar = $127,06 \times 10^3$).

Cuadro: 10 Conteo promedio de células somáticas (células somáticas/mililitro). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Células somáticas (cs/ml)			
Tratamiento	Media x10 ³ cs/ml	N	Error Estándar
Testigo (T1)	165.03 ^a	18	127.06
10% (T2)	166.87 ^a	18	127.06
20% (T3)	207.02 ^a	18	127.06

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

La concentración de urea en leche (MUN) no se vio afectada por la alimentación con ramio en sustitución de concentrado ($P > 0,05$) (anexo 12).

En el cuadro 11 se muestran los promedios de urea en leche (MUN) en miligramos por decilitro para cada uno de los tratamientos. Se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3, que obtuvieron valores de 16.4, 17.83 y 16.86 (mg/dL) respectivamente (anexo 12). El aporte de ramio en la dieta, en sustitución del concentrado hasta un 20 %, no altero la concentración de urea en leche (MUN).

Similares resultados encontraron Qiuzhong *et al* (2018) al sustituir alfalfa por ramio sin encontrar diferencias significativas, quienes reportaron valores de entre 12.5 mg/dL y 13.5 mg/dL.

Cuadro: 11 Concentración promedio de urea en leche (miligramo/decilitro). Platanar, San Carlos. 2018-2019.

MUN (mg/dL)				
Tratamiento	Media	mg/dL	N	Error Estándar
Testigo (T1)	16.40 ^a		18	2,92
10% (T2)	17.83 ^a		18	2,92
20% (T3)	16.86 ^a		18	2,92

Medias con una letra común leídas verticalmente no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

El uso del ramio ha sido reportado con buenos resultados en diferentes especies animales; se utilizan tanto en rumiantes como en monogástricos. La forma de ofrecer el ramio a los animales varía desde ser ofrecido picado en fresco, en heno o convertido en harinas, se usa tanto para sustituir forrajes o para sustituir alimentos balanceados en diferentes porcentajes de sustitución (Li *et al* 2019).

Robles y Daqui (2005) utilizaron harina de ramio para alimentar pollos de engorde durante un periodo de 42 días y con niveles de sustitución de alimento balanceado del 0%, 5%, 10% y 15 % y encontraron que las mejores ganancias de peso se encontraban con la sustitución de un 5 % de alimento balanceado por harina de ramio.

Claire *et al* (2006) utilizo hojas de ramio en ceba de cerdos, tanto en heno como en hojas frescas, esto en combinación del alimento balanceado, y encontraron que la utilización la hoja de ramio en fresco no solo da mejores ganancias de peso y mejores conversiones alimenticias, sino que también fue la dieta más barata de todas.

Por otra parte, Tang *et al* (2019) experimentaron con diferentes formas de ofrecer el ramio a cabras para engorde, usándolo en combinación con alimento balanceado y rastrojo de arroz, alimentando cabras en confinamiento durante 60 días, y con dos formas de ofrecer el ramio, en silo y en heno. Estos autores encontraron que el heno de ramio tiene tendencia a mejorar la digestibilidad de los nutrientes en comparación al silo de ramio por lo tanto obtuvieron mejores rendimientos en canal y mejores ganancias de peso.

4.2 Rendimientos y costos de producción

En el cuadro 12 se muestran los rendimientos de materia verde y materia seca por hectárea por año, según las condiciones del cultivo presentes en el estudio. Estos valores se consideran muy altos, pues sugieren tasas de crecimiento de 296 kg/MS/ha/día, cercano al doble de lo que se podría considerar como bueno en una producción de pasto.

Los tonelajes obtenidos difieren de los reportados por la FAO (2005), que indica que el ramio produce 300 t/ha/año de materia fresca en promedio a nivel mundial. Los datos reportados para Costa Rica son de 760 y 605 t/ha/año de materia fresca con cosecha a los 45 y 75 días, respectivamente (Pérez *et al* 2013).

Cuadro: 12 Estimación del rendimiento del forraje del ramio en Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Estimación de producción de ramio		
Producción promedio (kg MF/m ²)	Producción promedio (t MF/ha/año)	Producción promedio (t MS/ha/año)
5	456	82

kg MF/m² = Kilogramos de materia fresca por metro cuadrado. t MF/ha/año = Toneladas de materia fresca por hectárea por año. t MS/ha/año = Toneladas de materia seca por hectárea por año.

En el cuadro 13 se muestran los resultados del análisis del valor nutritivo del ramio a los 40 ± 5 días de corta. Los resultados obtenidos para energía digestible (ED), proteína cruda (PC), total de nutrientes digestibles (TND), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA), lignina (Lig), hemicelulosa (Hem), celulosa (Cel), cenizas (Cen), extracto etéreo (EE) y materia seca (MS) fueron 2.24 Mcal/kg, 22.54, 50.99, 52.15, 37.02, 6.68, 15.13, 29.83, 15.67, 1.6 y 18 %, respectivamente.

Los resultados obtenidos; excepto el contenido de proteína cruda, coinciden en su mayoría con los obtenidos por Elizondo y Boschini (2002), que reportan contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y cenizas (Cen) de 12.32, 15.77, 47.85 y 16.77 %, respectivamente. Los contenidos de materia seca (MS) son significativamente diferentes entre sí, por ser un factor que se ve afectado por condiciones ambientales, así como de manejo y edad de cosecha principalmente. También, la proteína cruda (PC) difiere a la reportada, esto se puede deber que la fertilización utilizada en ambas investigaciones no fue la misma. Factores como la fertilización y edad de cosecha pueden alterar los valores nutricionales de las plantas, especialmente proteína.

Por otro lado, Suryanah et al (2017), reporta un porcentaje de proteína cruda (PC) de 24.5% para ramio con 45 días de corta, lo que coincide de mejor manera con los resultados encontrados.

Cuadro: 13 Analisis de valor nutritivo del ramio a 40 ± 5 días Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Mcal/kg	% Base Materia seca									
	PC	TND	FDN	FDA	Lig	Hem	Cel	Cen	EE	MS
2.24	22.54	50.99	52.15	37.02	6.68	15.13	29.83	15.67	1.6	18

Fuente: Cortesía del Dairy Research Center (USDA). Universidad de Wisconsin, Madison, USA.

PC= Proteína cruda. ED= Energía Digestible. TND= Total de nutrientes digestibles. FDN= Fibra detergente neutra. FDA= Fibra detergente acida. Lig= Lignina. Hem= Hemicelulosa. Cel= Celulosa. Cen= Ceniza. EE= Extracto etéreo. MS = Materia seca

En el cuadro 14 se muestran los costos de producción del ramio por hectárea por año, así como el precio por kilogramo de materia seca puesto en canoa. Se incluyeron dentro de la estimación de costos los rubros de establecimiento, manejo agronómico y corta y acarreo. En el anexo 13 se presenta el detalle de cada rubro y cuáles son los elementos que lo componen. Es importante mencionar que el rubro de establecimiento se diluyó en un periodo de 15 años, que fue la vida útil asignada de la plantación de ramio. Se estimó la vida útil de la plantación en 15 años aun cuando hay registros de plantaciones produciendo por 40 años (Salcedo 2009), lo cual destaca el gran potencial productivo y la longevidad de una plantación de ramio.

El costo de producción por kilo de materia seca de ramio fue de \$51.39, lo cual es un costo más bajo que lo reportado por Alpizar y Arias (2018) quienes estimaron costos de producción del botón de oro para la alimentación de bovinos de leche y reportaron un costo por kilogramo de materia seca de \$96.46. Esto en parte se puede deber a la diferencia de rendimientos de una especie y otra, ya que los autores reportan para el botón de oro 30.52 t/MS/ha/año en cuyo caso el ramio casi lo triplicaría. Esto hace que el ramio tenga una dilución de costos de producción

al producir altos volúmenes de materia seca por hectárea, así como más ciclos por año.

Además, podemos notar que la corta y el acarreo es el rubro que representa el mayor porcentaje de los gastos totales con un 83 %. Esto coincide con lo reportado por Alpízar y Arias (2018) que encontraron que el 82.5 % de los costos recaían sobre la corta y el acarreo de la planta de botón de oro. Sin embargo, esto puede verse como una ventaja, ya que en ambos casos la corta y el acarreo se hace de manera manual, dejando un gran potencial de mejora en el caso del ramio. Si esta labor se hiciera de manera mecanizada harían más eficientes los procesos y se reducirían aún más los costos de producción al ser el rubro que más impacto tienen sobre el costo total; por otra parte, el costo de acarreo es muy variable dependiendo de las condiciones del sistema y distancias del cultivo al punto de alimentación.

Cuadro: 14 Analisis de costos de produccion de materia seca del ramio por hectarea por año. Platanar, San Carlos 2018-2019.

Descripción del costo	Costo total	Costo total	Costo por kilo	Costo por kilo	%
	¢	US \$	¢	US \$	
Establecimiento	124 300	211.46	1.51	0.0025	2.9
Manejo agronómico	590 000	1 003.74	7.19	0.012	13.9
Corta y acarreo	3 500 000	5 954.4	42.69	0.072	83.2
Total	4 214 300	7 169.6	51.39	0.087	100

Tipo de cambio al 23/5/2019.

En el cuadro 15 se muestran los costos de las dietas utilizadas para alimentar los animales en cada tratamiento, como es de esperar la dieta más económica es la del tratamiento 3, ya que contiene un nivel de sustitución de alimento balanceado más alto. Con esta dieta se ahorró el 15.38 % de los costos de alimentación. Este

resultado es superior al reportado por Alpizar y Arias (2018) que con un nivel de 25% de sustitución de alimento balanceado por botón de oro lograron ahorrar un 9% de los costos de las dietas sin afectar los parámetros productivos de sus animales.

Cuadro: 15 Analisis de los costos diarios de las dietas Platanar, San Carlos. 2018-2019.

Descripción de la dieta	Costo ¢	Costo \$	Diferencia ¢	Diferencia \$	Diferencia %
Testigo	1 710	2.9	0	0	0
10 % Sustitución	1583	2.69	127	0.21	7.42
20 % Sustitución	1447	2.46	263	0.44	15.38

Dieta testigo= Alimento balanceado + mineral. 10% Sustitución= Ramio + Alimento balanceado + mineral. 20% Sustitución= Ramio + Alimento Balanceado + mineral.

El ahorro de un 15.38 % de los costos de alimentación es importante, más aún viendo la situación actual del sector lechero, cuya dependencia de granos es cada vez más importante y con altos costos de producción que no dejan de dispararse, es necesario tomar medidas que ayuden a reducir costos sin afectar los parámetros productivos, con el fin de hacer más rentables los sistemas de producción.

Cuadro: 16 Composición nutricional de las dietas evaluadas en Materia Seca Platanar, San Carlos. 2018-2019.

	Testigo	10 % Sustitución	20 % Sustitución
Ingredientes de la dieta			
Vapp Feed (kg)	6,3	5,67	5,04
Ramio (kg)	0	0,65	1,30
Mineral Somex (g)	100	100	100
Total (kg/ms)	6,3	6,3	6,3
Composición nutricional de la dieta			
ED (Mcal/kg)	21,42	20,73	20,05
Proteína (kg/día)	1,0	1,1	1,1

En el cuadro 16 se muestran los ingredientes de la dieta de los tratamientos evaluados en este estudio. Es importante aclarar que en el cuadro no está incluido el pasto de piso, que se considera que es el mismo para todos los animales, ya que están bajo las mismas condiciones. Se estima que el consumo de pasto de piso por animal fue de 25 y 5 kg/MF/día y kg/MS/día, respectivamente. Por lo tanto, el dato de consumo de materia seca total fue de 11.4 kg/MS/animal/día, lo que corresponde aproximadamente al 2.53% del peso vivo de los animales estudiados.

5. DISCUSIÓN

Los promedios de producción de los animales alimentados con ramio son relativamente altos, comparados con otros sistemas de producción similares. Vargas *et al* (2013) reportan promedios de producción de 9.5 kg/animal/día para sistemas de producción intensivos de bajura los cuales poseen condiciones climáticas y de manejo muy similares al sistema de producción del presente estudio. Por otra parte, Vargas (2016), reporta que a nivel nacional los promedios para los animales con un componente racial similar a los estudiados son de 20 kg/animal/día, sin embargo, este último incluye animales que se encuentran bajo sistemas de producción de todo tipo y en escenarios de manejo y condiciones climáticas diferentes.

A pesar de que los datos obtenidos en el presente estudio no presentan diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables analizadas, se pueden observar tendencias en cada variable, que pueden ser explicadas por diferentes factores.

En la variable de producción se puede observar una leve tendencia a bajar la producción de leche conforme se aumenta la inclusión de ramio en la dieta. Esto se puede explicar por la disminución de energía en la dieta como se observa en el cuadro 16, que conforme aumenta la inclusión de ramio, disminuye la energía de esta.

En los datos de concentración de grasa, más específicamente en el tratamiento dos, se puede observar que hay una pequeña tendencia a aumentar la concentración de grasa en relación al testigo, esto podría deberse a que esta variable se ve afectada por muchos factores, principalmente por la alimentación. Dietas con mayor inclusión de forrajes favorecen la producción de ácido acético, que es un ácido graso volátil producido en el rumen con características lipogénicas siendo precursor de la concentración de grasa en leche (Saborío 2011); no obstante, dicha tendencia no se observó en el tratamiento tres en el cual la inclusión de ramio fue mayor. La inclusión de ramio podría haber producido una sustitución de forraje

cosechado durante el pastoreo, en cuyo caso el consumo de fibra tendería a ser relativamente constante entre los tratamientos.

En contraste a lo anterior tenemos que la concentración de lactosa en leche tiene una tendencia a disminuir conforme se aumenta la ración de ramio en la dieta. Esto se puede explicar por la relación que existe entre la alimentación con granos y la proporción acetato:propionato; los granos en general promueven una fermentación ruminal con una mayor producción de propionato. El propionato es un ácido graso glucogénico precursor de lactosa en leche y por tanto está asociado con una mayor síntesis en leche. El propionato se ve favorecido en rumen al ofrecer alimentos concentrados al animal, a diferencia del acetato que se favorecido con la alimentación con forrajes; al existir una mayor inclusión de fibra en la dieta en forma de ramio y una disminución en la cantidad de alimento concentrado, la relación Ac:Pr varía, provocando que se aumente el contenido de grasa y a la vez se disminuya el contenido de lactosa, tal y como sugieren las tendencias de los datos obtenidos (Saborío 2011).

Esta tendencia también se puede percibir en la concentración de sólidos totales, que al igual que la grasa, aumenta al subir la inclusión de ramio en la dieta. Esto podría tener implicaciones desde el punto de vista económico, ya que en Costa Rica la mayoría de las plantas procesadoras de leche pagan al productor por concentración de sólidos totales. Al tener mayor concentración de sólidos totales en la leche, se obtendría mejor precio por kg de leche vendido. Saborío (2011) afirma que un punto porcentual de sólidos significa un cambio en el pago de la leche de un 8 %, lo que equivale a perder o ganar aproximadamente 20 colones por kilo de leche entregada.

En el presente trabajo, a pesar de que las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas ($P>0,05$; cuadro 9), se obtuvo una leve tendencia hacia un aumento en la concentración de sólidos totales en leche conforme el nivel de inclusión de ramio aumentó. Por otra parte, la producción de leche/animal/día, disminuyó levemente con la mayor inclusión de ramio ($P>0,05$; cuadro 5). Al calcular la producción en kilogramos de sólidos totales/vaca/día

(combinación de un leve incremento en concentración de sólidos totales pero con una leve disminución en kilogramos de leche/animal/día, conforme el nivel de ramio incrementó), se podría concluir que la ventaja al usar ramio en sustitución de alimento concentrado, ocurre principalmente en la reducción en el costo de alimentación, con un ingreso adicional insignificante por concepto de la diferencia en la concentración de sólidos totales.

En relación al conteo de células somáticas, a pesar de que se observa una tendencia creciente conforme aumenta la inclusión de ramio en la dieta, no hay razones para creer que la alimentación con ramio afecte el conteo de células somáticas. Por otro lado, la alta variabilidad que presentan los datos no permite predecir con precisión una tendencia real de esta variable.

Los niveles de urea en leche (MUN) están por encima de los reportados como adecuados, ya que Gonzales y WingChing (2016) afirman que el rango adecuado debe de estar entre 10 y 14 mg/dL.

Además, aunque no hay diferencias significativas entre los valores de MUN, se percibe una tendencia; los valores de MUN son más altos en los tratamientos con mayor inclusión de ramio. Esto se puede deber al alto contenido de proteínas del ramio, tal y como se observa en el cuadro 16; las dietas con mayor inclusión de ramio tienen más gramos de proteína que el tratamiento testigo, pudiendo influenciar levemente el contenido de Urea en leche. La urea es el producto final del metabolismo de las proteínas; es así como los aminoácidos pueden producir amoniaco al ser metabolizados; este metabolito es posteriormente convertido en urea por el hígado para ser transportado vía circulación sanguínea y ser reciclado en el rumen nuevamente (entra al rumen por difusión a través de sus paredes o a través de la saliva) o excretarse en forma de orina (Gonzales citado por Bonifaz y Gutiérrez 2013). El amoniaco en sangre puede alcanzar tejidos y su concentración en leche tiene relación directa con su concentración en sangre.

Tratando de hacer una comparación del Ramio con otra planta forrajera a la que se le ha reportado un alto potencial de uso en alimentación animal en condiciones tropicales debido a su buen valor nutritivo, tal es el caso del botón de

oro (*Tithonia diversifolia*), los datos obtenidos en el presente trabajo sugieren que el ramio podría duplicar o triplicar los rendimientos del botón de oro, ya que para dicho forraje se reportan rendimientos que van desde los 203 a los 275 t/MF/ha/año (Lezcano *et al* 2012; Alpízar y Arias, 2018). También Arronis (2015) reporta rendimientos de botón de oro menores a los autores antes mencionados, que van desde las 90 a 130 t/ha/año con 27 % de materia seca con corta entre los 45 y los 55 días.

6. CONCLUSIONES

- Alimentar con ramio (*Boehmeria nivea*) los animales de un sistema de producción lechero de bajura no tienen efectos sobre su producción de leche diaria.
- Alimentar con ramio (*Boehmeria nivea*) los animales de un sistema de producción lechero de bajura no tienen efecto sobre ninguno de los componentes de calidad de la leche (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, conteo de células somáticas y MUN).
- Los altos rendimientos y bajos costos de producción del ramio (*Boehmeria nivea*) sugieren buena viabilidad para proyectos que incluyan el uso de este forraje en los programas de alimentación de vacas en sistemas de producción especializado de bajura.
- La calidad nutricional del ramio (*Boehmeria nivea*) lo convierte en un forraje de alto valor nutricional que tiene mucho potencial en un sistema de producción especializado de bajura.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar más investigación sobre el manejo agronómico del ramio (*Boehmeria nivea*), con el fin de ajustar la edad de corte óptima, así como la densidad de siembra de acuerdo al tipo de sistema productivo, esto permitiría evaluar más eficientemente el comportamiento del ramio como planta forrajera.
- Evaluar los rendimientos del ramio (*Boehmeria nivea*) bajo diferentes niveles de fertilización, con alternativas de abonos verdes o en combinación de ambas, con el fin de alcanzar mejores rendimientos y hacer más eficiente su producción.
- Aumentar el nivel de sustitución de ramio (*Boehmeria nivea*) por alimento balanceado por encima del 20%, con el fin de llegar al punto de inflexión en el que comprometa la producción, la calidad de la leche, o ambas; lo que permitiría sugerir el punto de máxima sustitución de alimento concentrado por ramio con máximo beneficio económico.
- Hacer investigación en métodos de conservación de forrajes, así como en métodos mecanizados que hagan más eficiente la corta y el acarreo del ramio (*Boehmeria nivea*).
- Determinar experimentalmente el fraccionamiento de proteína cruda de ramio sometido a diferentes sistemas de manejo (densidades de siembra, edades de cosecha, regímenes de fertilización), para determinar sus contenidos y proporciones de proteína ruminal mente degradable (PRD) y proteína rominamente no degradable (PRND), que permita probar en fases posteriores, diferentes niveles de energía de rápida disponibilidad en rumen y sus respuestas en producción de leche.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, DA; Bedoya, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de investigación. 2(1): 38-42.
- Alpizar, A; Arias, L.M. 2018. Evaluación del uso de *Tithonia diversifolia* como suplemento de vacas jersey en etapa productiva. Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica. Heredia. Costa Rica.
- Arronis, V. 2015. Banco forrajero de Botón de oro (*Tithonia Diversifolia*). En línea. InfoAgro, 2. Consultado el 2 de junio de 2019 Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/Desplegables/BancoForrajeroDeBotónDeOro.pdf>
- Barrientos, O; Villegas, L. 2010. Sector agropecuario, cadena productiva de la leche políticas y acciones. Secretaria Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). San José, Costa Rica.
- Bedolla, JL; Hernández, JM. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. Revista electrónica de veterinaria. 9(9).
- Bonifaz, N; Gutiérrez, F. 2013. Correlación de niveles de urea en leche con características fisicoquímicas y composición nutricional de dietas bovinas en ganaderías de la provincia de pichincha. En línea. La granja. Revistas ciencias de la vida. (18):33-42.
- Boschini, C; Rodríguez, AM. 2002. Rendimiento del ramio (*Boehmeria nivea* (L) GAUD) cultivado para forraje. Agronomía mesoamericana. 13(1) 31-36.
- Claure, P; Flores, Z; Moreno, R. 2006. Utilización del ramio (*Boehmeria nivea* L.) en la alimentación del cerdo. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- CORFOGA (Corporación Ganadera). 2000. Análisis del censo ganadero 2000. Corporación Ganadera. San José, Costa Rica.
- Curley, MA. 1963. Estudio de las condiciones Economicos-agricolas del cultivo del ramio y recomendaciones para su incremento en Guatemala. Tesis Lic. San Carlos, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 13-23p.

- Elizondo, J. 2002. Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NRC para ganado de leche. *Agronomía mesoamericana*, 13(1):41-44.
- Elizondo, J; Boschini, C. 2002. Calidad nutricional de la planta de ramio (*Boehmeria nivea* (L) *gaud*) para alimentación animal. *Agronomía mesoamericana*. 13(2):141-145.
- Escobosa, A; Ávila, S. sf. Alimentación. Facultad de medicina veterinaria UNAM. Producción de leche con ganado bovino. Pachuca. México.
- FAO. 2005. Animal Feed Resources Informaion System. *Boehmeria nivea*. En línea. Consultado el 24 de mayo de 2019. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/Data/361.htm>.
- Foro Económico Mundial. 2018. The Gloval Competitiveness Report. (en línea) Ginebra, Suiza. Consultado el 14 nov 2018.
- Gonzales Blanco, JP; Wingching Jones, R. 2016. Relación del valor de urea en leche con parámetros reproductivos y productivos en vacas Holstein, Jersey y sus cruces. *Cuadernos de Investigación UNED* 8(2):175-183
- Gonzáles Echeverría, JM. 2013. Situación actual y perspectivas del sector lácteo costarricense. Visión de la cámara nacional de productores de leche. (en línea) in congreso nacional lechero (San Carlos, Costa Rica). Memoria. Alajuela, Costa Rica. Consultado el 8 mar. 2017.
- Gutiérrez Sanabria, L. sf. Análisis de la competitividad del sector lácteo costarricense. Visión de la cámara nacional de productores de leche. (en línea) in congreso nacional lechero (San Carlos, Costa Rica). Memoria. Alajuela, Costa Rica. Consultado el 11 nov. 2018.
- Guaita, S. 2014. Algunas consideraciones acerca del análisis de alimentos para rumiantes. Instituto Nacional de Innovación y Trasferencia de Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). 2014. VI Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística y Censo. San José, Costa Rica.

- Lezcano, Y; Soca, M; Ojeda, F; Roque, E; Fontes, D; Montejo, I; Cubillas, N. 2012. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 275–282.
- Li, Y; Liu, Y; Li, F; Sun, A; Lin, Q; Huang, X; Yin, Y. 2019. Effects of dietary ramie powder at various levels on growth performance, antioxidative capacity and fatty acid profile of finishing pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr.* (103):564–573.
- Madriz Carrillo, JA. 2013. Situación actual y perspectivas del sector lácteo costarricense. Visión de la cámara nacional de productores de leche. (en línea) in congreso nacional lechero. (Heredia, Costa Rica) Memoria. Heredia, Costa Rica. Consultado el 20 jun. 2017.
- MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio). 2013. Caracterización del sector lácteo en Costa Rica. Ministerio de Economía, Industria y Comercio San José, Costa Rica.
- Mejía Haro, J; Mejía Haro I. 2007. Nutrición proteica de productores de carne en pastoreo. *Acta Universitaria.* 17(2):45-54.
- Pérez, A; Wencomo, H; Armengol, N; Reyes, F. 2013. *Boehmeria nivea* (L.) Gaud. *Pastos y Forrajes.* 36(4):398-403.
- Qiuzhong, D; Zhenping, H; Shuai; G; Zhicai, L; Zhongshan, W; Duanqin, W. 2018. Substitution of fresh forage ramie for alfalfa hay in diets affects production performance, milk composition, and serum parameters of dairy cows. *Tropical Animal Health and Production.* (51): 469-472.
- Robles, J.A; Daqui, A. 2005. Evaluación del Efecto de la Harina de Ramio en la Alimentación Avícola. Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil. Santa Cecilia. Ecuador.
- Saborío, A. 2011. Factores que influyen el contenido de sólidos totales en la leche. *ECAG informa.* (56): 70-73.
- Salamanca, A.2010. Suplementación de minerales en la alimentación bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria.* 11(9).

- Salazar Rosero, SN. 2010. Caracterización de la fibra de ramio (*Boehmeria nivea*) y estudio del efecto de tiempo de cosecha sobre sus propiedades mecánicas. Tesis ingeniería agroindustrial. Quito, Ecuador, Escuela politécnica nacional, 10-26p.
- Salcedo, S. 2009. La fibra del ramio. Universidad nacional de ingeniería. Lima. Perú.
- Santini, F. 2014. Conceptos básicos de la nutrición de Rumiantes. Instituto Nacional de Innovación y Trasferencia de Tecnología Agropecuaria. San José, Costa Rica.
- Solano, J; Villalobos, R. sf. Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
- Suryanah, S; Rochana, A; Susilawati, I; Indiriani, N.P. 2017. Ramie (*Boehmeria nivea*) Plant Nutrient Quality as Feed Forage at Various Cutting Ages. *Animal Production* 19(2): 111-117.
- Tang, SX; He, Y; Zhang, PH; Jiao, JZ; Han, XF; Yan, QX; Tan, ZI; Wang, HR; Wu, DQ; Yu, LH; Wang, M; Zhou, CS; Kang, JH. 2019. Nutrient digestion, rumen fermentation and performance as ramie (*Boehmeria nivea*) is increased in the diets of goats. *Animal feed Science and technology*. 247: 15-22.
- Trigueros, I. sf. Los azúcares en la alimentación de vacas lecheras. Ed y F Man. Madrid, España.
- Vargas, B. 2016. Estrategias de Mejoramiento Genético para Ganado Lechero. In XXII Congreso Nacional Lechero. San José, Costa Rica. Cámara Nacional de Productores de leche.
- Vargas, B; Solís, O; Sáenz, F; León, H. 2013. Caracterización y clasificación de hatos lecheros en Costa Rica mediante análisis multivariado. *Agronomía Mesoamericana*. 24(2):257-275.
- Villalobos, L. 2011. Análisis de ingresos y costos en cuatro fincas de ganado de la zona de Monteverde, Costa Rica. *ECAG informa*. (56):55-59.
- WingChing, R; Pérez, R; Salazar, E. 2008. Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero SDA/UCR. *Agronomía Costarricense*. 32(1):87-94.

Zegarra, J. 2011. Fracciones proteicas ligadas a la fibra en forrajes para ganado lechero en la Región Arequipa. Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú. En línea. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/fracciones-proteicas-ligadas-a-la-fibra-en-forrajes-para-ganado-lechero-arequipa.html>.

9. ANEXOS

Anexo 1: Hojas e inflorescencia de planta de ramio (*Boehmeria nivea*)



Anexo 2: Rizomas de planta de ramio (*Boehmeria nivea*).



Anexo 3: Plantacion de ramio (Boehmeria nivea).



Anexo 4: Descripción de los animales

Animal	Componente Racial	Numero Lactancias	Días de lactancia	Promedio Producción (Kg/Dia)
210	50%J 50%H	4	30	19
211	50%J 50%H	4	32	20
219	75%J25%H	3	25	17
229	40%J60%H	2	40	19
240	75%J25%H	2	42	18
244	40%J60%H	2	31	18
Promedio		2,8	33,3	18,5

Anexo 5: Hoja de toma de datos.

Hoja de toma de datos									
		Producción de leche		Componentes de calidad					
Fecha	Identificación del animal	Primer ordeño (kg)	Segundo ordeño (kg)	Grasa Primer Ordeño (%)	Grasa Segundo Ordeño (%)	Proteína Primer Ordeño (%)	Proteína Segundo Ordeño (%)	Solidos Totales Prim Ord (%)	Solidos Totales Seg Ord (%)

Anexo 6: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para producción de leche según tratamiento durante el periodo de evaluación.

Pruebas de hipótesis marginales

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Per	2	8	0,36	0,7084
TRT	2	8	0,47	0,6426

X1 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Per Medias E.E.

2	19,03	0,74	A
1	18,66	0,74	A
3	18,43	0,74	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

X1 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRT Medias E.E.

A	19,05	0,74	A
B	18,72	0,74	A
C	18,35	0,74	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 7: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para concentración de grasa en leche según tratamiento durante el periodo de evaluación

Pruebas de hipótesis marginales

<u>Source</u>	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
Per	2	8	0,47	0,6412
TRT	2	8	0,32	0,7355

X2 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Per Medias E.E.

3 4,28 0,18 A

1 4,20 0,18 A

2 4,19 0,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

X2 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRT Medias E.E.

B 4,27 0,18 A

A 4,21 0,18 A

C 4,20 0,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 8: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para concentración de proteína en leche según tratamiento durante el periodo de evaluación

Pruebas de hipótesis marginales

<u>Source</u>	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
Per	2	8	3,17	0,0968
TRT	2	8	1,25	0,3376

X3 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Per Medias E.E.

2	3,19	0,07	A
3	3,17	0,07	A
1	2,98	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

X3 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRT Medias E.E.

A	3,19	0,07	A
C	3,09	0,07	A
B	3,05	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para concentración de lactosa en leche según tratamiento durante el periodo de evaluación

Pruebas de hipótesis marginales

<u>Source</u>	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
Per	2	8	2,86	0,1154
TRT	2	8	2,50	0,1436

X4 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Per Medias E.E.

2	4.72	0,03	A
3	4.70	0,03	A
1	4.67	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

X4 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRT Medias E.E.

A	4.72	0,03	A
C	4.70	0,03	A
B	4.67	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para concentración de sólidos totales en leche según tratamiento durante el periodo de evaluación

Pruebas de hipótesis marginales

<u>Source</u>	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
Per	2	8	0,12	0,8858
TRT	2	8	1,21	0,3464

X5 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Per Medias E.E.

3 12,74 0,24 A

1 12,71 0,24 A

2 12,67 0,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

X5 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRT Medias E.E.

C 12,79 0,24 A

B 12,74 0,24 A

A 12,58 0,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 11: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para células somáticas según tratamiento durante el periodo de evaluación

Pruebas de hipótesis marginales

<u>Source</u>	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
Per	2	8	0,71	0,5192
TRT	2	8	1,39	0,3027

X6 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

<u>Per</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
1	190809,50	125780,01	A
2	188439,98	127507,95	A
3	160361,53	128591,80	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

X6 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

<u>TRT</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
C	207702,71	127069,78	A
B	166871,08	127413,81	A
A	165037,22	127376,37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 12: Análisis de Varianza con la prueba LSD Fisher para MUN (mg/dL) según tratamiento durante el periodo de evaluación

Pruebas de hipótesis marginales

<u>Source</u>	<u>numDF</u>	<u>denDF</u>	<u>F-value</u>	<u>p-value</u>
Per	2	8	0,86	0,4595
TRT	2	8	0,62	0,5597

X7 - Medias ajustadas y errores estándares para Per

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Per Medias E.E.

3 17,92 2,92 A

2 16,95 2,92 A

1 16,21 2,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

X7 - Medias ajustadas y errores estándares para TRT

LSD Fisher (Alfa=0,05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRT Medias E.E.

B 17,83 2,92 A

C 16,86 2,92 A

A 16,40 2,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 13: Propuesta de manejo y producción de ramio (*Boehmeria nivea*) para un sistema de producción de lechería especializado de bajura en San Carlos, Costa Rica.

Costos /ha/año						
	Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Ciclos/ año	Total
Establecimiento	Quemante (Glifosato)	Litros (producto)	5	₡ 2.857,00	1	₡ 14.285,00
	Aplicación de quemante	Horas hombre	3	₡ 1.200,00	1	₡ 3.600,00
	Mano de Obra	Horas hombre	1500	₡ 1.200,00	1	₡ 1.800.000,00
	Fertilizante a la siembra (3 Sacos/ha)	Quintales (qq)	3	₡ 16.900,00	1	₡ 50.700,00
Total						₡ 1.868.585,00
Dilución a 15 años						₡ 124.572,33
Manejo agronómico	Fertilizante (2 sacos/ha/ ciclo)	Quintales (qq)	2	₡ 16.900,00	12	₡ 405.600,00
	Herbicidas / Insecticidas y foliares	Horas hombre	2	₡ 1.200,00	12	₡ 28.800,00
		Litros (producto)	1	₡ 13.000,00	12	₡ 156.000,00
Total						₡ 590.400,00
Corta y acarreo	Mano de obra	Horas hombre	243	₡ 1.200,00	12	₡ 3.499.200,00
Total						₡ 4.214.172,33

