

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

**PRÁCTICA DIRIGIDA EN LA FINCA SAN FRANCISCO UBICADA EN LOS CANTONES
DE SAN NICOLAS Y DULCE NOMBRE DE LA UNIÓN DE LA PROVINCIA DE CARTAGO,
DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE LECHE.**

Carlos Esteban Ramírez Jiménez

**Práctica dirigida presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciado en Zootecnia.**

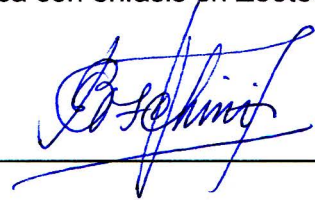
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2017

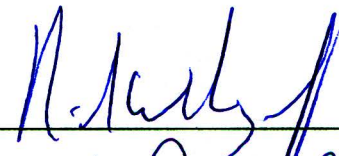
Tribunal Examinador

Esta Práctica Dirigida fue aceptada por la comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

Ing. Carlos Boschini Figueroa. M. Sc.
Director de la Práctica



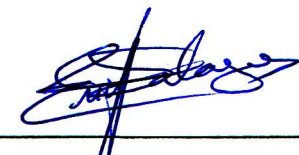
Ing. Rodolfo WingChing Jones. M.Sc.
Miembro del tribunal



Ing. Luis Pineda Cordero. M. Sc.
Miembro del tribunal



Ing. Erick Salazar Flores. MBA.
Miembro del tribunal



Ing. Sebastián Dorado Montenegro M. Sc
Miembro del tribunal



Bach. Carlos Ramírez Jiménez.
Sustentante



DEDICATORIA

Este trabajo será dedicado a Dios, dueño de mi vida, por darme la fortaleza y la perseverancia para continuar a pesar de las adversidades y además por poner a las personas correctas en mi vida para conseguir este triunfo.

En especial dedicado a Karla Viviana Ramírez Jiménez, quien no dudó nunca de mí y fue además de mi hermana, quien me permitió cursar mis estudios universitarios.

A mis papás y mi hermano, por guiar mis pasos y ayudarme a salir adelante por este camino que hoy da como fruto un profesional de bien.

Por último y no menos importante a mi novia Karla Zeledón Sánchez, que me ayudó incontables veces a estudiar, realizar asignaciones, labores académicas y además por ser mi compañera de giras. Me ayudó a lidiar el día a día.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta aquí y me permitirá seguir en la nueva etapa como profesional.

Agradezco a mi familia que estuvo para mí siempre en los momentos de crisis.

A mis amigos, Gerson Lazo, Mario Torres, Steven Navarro, por apoyarme en el estudio y enseñarme a no solo a estudiar sino a aprender.

A mi novia y sus padres, por ayudarme en la obtención del título y preocuparse por mí como si fuera su hijo.

A mis profesores, especialmente Luis Pineda y Pablo Chacón, por ayudarme a descubrir esta pasión por los sistemas de producción forrajera.

A Erick Salazar Flores, por enseñarme a trabajar en finca como un profesional y complementar los conocimientos teóricos y prácticos.

A Don Carlos Boschini Figueroa, porque más que un profesor es un tutor de la vida profesional y un amigo que guió mis pasos siempre.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Tribunal Examinador	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general:	3
Objetivos específicos:	3
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
Sistemas de pastoreo	4
○ Pastoreo contínuo o libre:	4
○ Pastoreo rotacional:	4
Pastoreo racional	5
Leyes de pastoreo racional de Voisin (1959)	5
Forrajes de la finca	6
Balance forrajero	7
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	9
Determinación de biomasa y calidad bromatológica	10
Los cortes	10

Contenido	Página
El pastoreo.....	11
Curva de extracción de nutrientes	11
Análisis de las silopacas.....	11
El pasturómetro de altura	11
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA FINCA	13
Ubicación geográfica y clima	13
Distribución de la finca.....	14
Personal de la finca.....	17
Instalaciones y equipo	18
Manejo de la finca	18
Ordeño	19
Alimentación	20
Fertilización de potreros	21
Reproducción	22
Tratamientos	22
Enfermedades comunes.....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
En los forrajes.....	23
En los registros.....	36
En el campo.....	37
En crianza	38
En producción	39
En reproducción.....	39
En gerencia	39

Contenido	Página
En maquinaria agrícola.....	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
ANEXOS.....	45
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Características productivas y de manejo de pasto kikuyo en lecherías de altura.....	6
2.	Características bromatológicas del pasto kikuyo en lecherías de altura.	7
3.	Dimensiones de los lotes (hectáreas) medidos con GPS.....	16
4.	Balance nutricional de la dieta empleada para producción en la finca San Francisco	21
5.	Promedio de la producción materia seca en kg/ha y utilización del forraje, según el método y época de cosecha.....	23
6.	Correlación de Spearman entre los datos tomados con el pasturómetro de altura y cantidad de materia fresca y seca por unidad de superficie. Cartago. 2016.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1.	Descripción climatológica de la Finca San Francisco, según la estación meteorológica del IMN en RECOPE ubicada en el cerro de Ochomogo, Cartago (IMN 2016).....	13
2.	Distribución de los lotes, fincas y cortes en la Finca lechera San Francisco...	14
3.	Mapa de distribución de las zonas de pastoreo en la Finca San Francisco....	15
4.	Organigrama de la Finca San Francisco - Inversiones Agropecuarias INCEPA S.A.	17
5.	Diagrama del movimiento de animales según su estado fisiológico.	19
6.	Orden en el cual los animales entran al ordeño.....	20
7.	Rendimiento de biomasa fresca de Kikuyo a diferentes edades de crecimiento, de tres potreros diferentes, en kg/m ² . Cartago, Costa Rica. 2016.....	24
8.	Rendimiento de materia seca de Kikuyo a diferentes edades de crecimiento, de tres potreros diferentes, en kg/m ² . Cartago, Costa Rica. 2016.....	25
9.	Porcentaje de materia seca en tres potreros de Kikuyo, a diferentes edades de crecimiento. Cartago, Costa Rica. 2016.....	26
10.	Producción de proteína cruda del pasto Kikuyo, en tres potreros durante diferentes edades de rebrote. Cartago, Costa Rica. 2016	27
11.	Promedio del número de hojas por eje de crecimiento en tres potreros de corta en Kikuyo, durante diferentes edades de rebrote. Cartago. 2016.	28
12.	Valores modales del número de hojas en Kikuyo durante diferentes edades de crecimiento y en tres diferentes potreros. Cartago. 2016.....	29
13.	Promedio del número de nudos sin hoja por eje de crecimiento durante diferentes edades de rebrote en Kikuyo de tres potreros de corte. Cartago. 2016.....	30
14.	Longitud media de los tallos de Kikuyo durante tres edades de crecimiento en tres potreros de pastoreo. Cartago. 2016.	31
15.	Contenido porcentual de proteína cruda durante tres edades de crecimiento en dos potreros de pastoreo. Cartago. 2016.	32

Figura	Título	Página
16.	Cantidad de proteína cruda producida durante tres edades de crecimiento en dos potreros de pastoreo, en gramos por metro cuadrado (g/m ²). Cartago. 2016	33
17.	Nutrientes acumulados en las plantas del potrero Ester Der a lo largo del periodo de crecimiento. Cartago. 2016.....	34
18.	Estimación de la producción de materia fresca presente en la pastura (kg/m ²) dependiendo del número de anillos leídos en el pasturómetro.	36
19.	Ejemplo de registros implementados en la plataforma de Google Drive®.	37
20.	Imágenes de los pasos para realizar análisis de compactación.....	38
21.	Renovador de potreros.....	38
22.	Terneras recién destetadas de la raza Holstein.....	39
23.	Aplicación a un lote con tanqueta estercolera.	40
24.	Segadora de tractor (A) y Acordonadora de pasto (B).....	40
25.	Embaladora de pasto	41
26.	Emplasticadora de silopacas.....	41
27.	Moto segadora Plathus	41

Anexos	Título	Página
1.	Ejemplo de cálculo de fertilización ajustado al área y al análisis de suelo actual de cada lote de corte.....	45
2.	Ejemplo de las fichas de fertilización adecuadas a cada lote con componentes específicos para la elaboración del biofertilizante.....	45
3.	Total de distribución de las 120 hectáreas de la Finca San Francisco.....	46

RESUMEN

La presente práctica dirigida se realizó con el fin de desempeñar las diferentes actividades profesionales propias de una explotación lechera y conocer la variabilidad del comportamiento del forraje a través del tiempo, adicionalmente se realizó la calibración de un pasturómetro de altura. Estas evaluaciones se efectuaron en la Finca San Francisco que se dedica a la producción de leche y se ubica en los cantones de San Nicolás y Dulce Nombre de La Unión de la provincia de Cartago.

Para llevar a cabo la práctica se trabajó por seis meses en la explotación, por medio de labores profesionales cotidianas. Para el análisis de forrajes se estratificó la finca en zonas y además se clasificó según el tipo de manejo que recibiera, los que se cosechan por maquinaria se llamaron cortes y los que cosechan los animales se llamaron pastoreo. Para la estimación de biomasa se utilizó la técnica de Botanal[®] y se realizaron mediciones con un pasturómetro de altura.

Lo producido al final del invierno por los lotes de corte fue de 12 723,9 KgMS/ha y lo no cosechado en ese lugar fue de 228,2 KgMS/ha. Lo producido por los potreros de pastoreo en ese mismo tiempo fue de 13 106,6 KgMS/ha. Lo no cosechado por el animal fue de 6864,0 KgMS/ha, por lo que existe un 1,7 % de no aprovechamiento en los cortes versus un 52,37 % en los lotes de pastoreo.

Se realizaron análisis bromatológicos en el Laboratorio de Alimentos Balanceados en Dos Pinos y los análisis foliares y de suelos en el CIA (Centro Investigaciones Agronómicas). Las zonas de corte se muestrearon a los 21, 28, 35 y 42 días, mientras que las zonas de pastoreo únicamente a los 14, 21 y 28 días de recuperación. Adicional al muestreo de biomasa y de calidad bromatológica, se hizo un análisis fenológico en el que se contabilizaron hojas, longitud de tallos y cantidad de nudos desnudos.

El comportamiento del forraje está estrechamente ligado al clima, por lo que en invierno se necesita producir un excedente de forraje para el siguiente verano ya que la precipitación es seis veces más en invierno. A través del balance forrajero se concluye que a mayor edad mayor contenido de materia fresca, sin embargo, no necesariamente mayor producción de materia seca, esto debido al alongamiento de los tallos.

El pasto kikuyo se debe cosechar entre 5 y 6 hojas (35 días de descanso), debido a que se obtienen más gramos de proteína por metro cuadrado. No obstante, el conteo de hojas no funciona para determinar el momento de cosecha sino para conocer el momento fisiológico en el cual se encuentra la planta, incluso de esta forma se puede apreciar si la maquinaria destruyó en exceso el potrero y de ser así, se tendrá que dejar más días de descanso. El conteo de hojas se realiza por moda y no por promedio, sin embargo, la distribución es normal por lo que la moda es representativa de la población de plantas.

En cuanto al pasturómetro, los resultados obtenidos no eran de índole normal, por lo que se analizaron con estadística no paramétrica y para obtener la calibración se utilizó la correlación de Spearman la cual fue de 94 % con la materia fresca y un R^2 de 88 del cual se derivó de $Y=-0,08+0,06X$ donde Y es la materia fresca y X los anillos de pasturómetro desplazados.

La alimentación, la sanidad y la reproducción son las actividades que más impactan la rentabilidad. La primera se ve fuertemente influenciada por el pasto en el caso de los rumiantes y es la más desconocida por los productores.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de pastoreo en Costa Rica se manejan con pasturas tropicales, estos dependen de factores climáticos como la precipitación, intensidad lumínica, altitud, el viento, entre otros (Pineda 2010). Si bien, bajo condiciones tropicales no hay una estacionalidad marcada como en los climas templados, las condiciones climáticas varían durante el año lo que afecta la producción de biomasa de los forrajes. Durante la fase de crecimiento vegetativo la temperatura condiciona principalmente la tasa de aparición de hojas, la tasa de elongación, la senescencia y el largo final de la hoja (Romero 2008), por lo que el manejo de las edades de cosecha es fundamental para el desempeño adecuado de los pastos (Urbano et al. 2008).

El Efecto del Niño Oscilación Sur “ENOS” genera un efecto importante en el país ya que produce un aumento en la intensidad y duración de la estación de sequía (Quirós 2014), lo que perjudica la producción de leche debido a las limitaciones alimentarias y el encarecimiento de los costos de producción por la baja producción de las pasturas, con los consiguientes problemas en la ganadería (Martínez 1999).

Según Sánchez et al. (2000) las pasturas en el trópico se caracterizan por poseer un valor de proteína inferior y fibra detergente neutro mayor a las pasturas de otras latitudes, esto conlleva a que los animales consuman menos materia seca y por consiguiente una cantidad menor de energía (NRC 2001). El manejo de los forrajes debe considerar la fenología de la planta para cosecharla en el momento adecuado con un mayor contenido de nutrimentos y a la vez, suficientes reservas de carbohidratos en su raíz para un rebrote vigoroso (Tejos 1994).

La rentabilidad de las lecherías se basa en la capacidad de los pastos para producción de biomasa de calidad, ya que son el alimento más barato que se puede suministrar (Ponce 2004). Por esto, es de suma importancia la evaluación continua de los sistemas de producción forrajera para brindar la oportunidad de adaptación a las condiciones climáticas, solo así se encontrará el mejor rendimiento para mantener el negocio adecuadamente (Ponce 2004).

En Costa Rica, para afrontar la pronta desgravación de impuestos de importación de leche y productos lácteos, se necesita un cambio en el manejo de pastos, con el fin

de disminuir el consumo de alimento balanceado y así producir leche a menor precio, para asegurar la permanencia de las lecherías como actividad productiva en el país.

El objetivo de esta práctica dirigida fue desempeñar las diferentes actividades profesionales propias de una explotación lechera y conocer la variabilidad del comportamiento del forraje a través del tiempo, al construir y evaluar la curva de crecimiento de pasto kikuyo (*Kikuyocloa clandestina*), bajo condiciones específicas de la finca San Francisco durante la época lluviosa (julio-diciembre) del 2016. Adicionalmente, se elaboró la calibración de un dispositivo para estimar la biomasa forrajera disponible por medio del instrumento conocido como pasturómetro de altura, con el propósito de introducir en la rutina de manejo de las pasturas la medición periódica de su rendimiento a través del año o ciclo productivo.

Objetivos

Objetivo general:

Contribuir en el desarrollo de las actividades productivas de la finca lechera San Francisco.

Objetivos específicos:

1. Determinar la disponibilidad de forraje durante la época lluviosa del 2016 que posee la finca San Francisco, por medio de la realización de un balance forrajero y una curva de crecimiento del pasto kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*).
2. Estimar la calidad nutricional del forraje a través de las diferentes fases de la curva de crecimiento de pasto Kikuyo.
3. Colaborar en el desarrollo de las diferentes actividades técnicas y profesionales propias de la producción lechera.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La obtención necesaria de forrajes para alimentación animal y el alto grado de suministro de granos compromete la rentabilidad de las explotaciones pecuarias (Tobia y Vargas 2000). Por lo tanto, es importante la búsqueda y evaluación de los cultivos forrajeros para la alimentación de vacas de alta producción lechera que requieren dietas totales, con altas concentraciones de energía y proteína (Boschini 2006), sin embargo, esto es un reto debido a las limitaciones proteicas, energéticas y de digestibilidad que presentan los pastos tropicales (Sanchez et al. 2000). La fibra, según Cruz y Sánchez (2000), se compone de cuatro fracciones: una fracción indigestible, una fracción con el componente estructural, la fracción digerida en rumen y la fracción que promueve la rumia.

Comúnmente en los sistemas estabulados se confina el ganado y se manejan los potreros por medio de corte; se necesitan construcciones, equipo de cosecha, manejo de animales y lluvias y/o riego. Si hay recursos es un sistema rentable, sin embargo, en la mayoría de los sistemas en Costa Rica no es así sino que se basan en pastoreo, donde el animal sale a cosechar su alimento al campo (Londoño y Álvarez 2011).

Sistemas de pastoreo

Para Rúa (2009) dos de los sistemas que más se utilizan para una cosecha son el pastoreo continuo y el rotacional, pero en realidad es sencillamente una estrategia de utilización de las pasturas con el fin de maximizar las cosechas.

- **Pastoreo continuo o libre:**

Consiste en dejar pastar al ganado en áreas grandes sin intentar controlar o racionar su alimentación. Los animales pueden elegir, seleccionar su dieta y en consecuencia, consumen las plantas que les resultan más palatables entre las que hay disponibles (Lasanta 2010).

- **Pastoreo rotacional:**

Consiste en el otro esquema de manejo de repastos, es un sistema de aprovechamiento de pasturas que pretende optimizar la utilización de la biomasa y asegurar su permanencia por medio de una división de potreros en parcelas más pequeñas, de manera que en todo momento existen áreas cosechadas por los animales y áreas en descanso y recuperación (Londoño et al. 2011).

Pastoreo racional

El pastoreo racional no es un sistema de cosecha, sino más bien es el concepto para el manejo de los sistemas de pastoreo. Suele confundirse con el pastoreo rotacional debido a que la intención del mismo es utilizar todos los recursos de manera racional, pero no todo sistema rotacional trabaja bajo los conceptos ideales de cosecha. Para esto, en 1959, André Voisin desarrolló una serie de principios que aseguran la cosecha de forraje en su máximo rendimiento. A estos principios se le conoce como las Leyes de Pastoreo Racional de Voisin.

Leyes de pastoreo racional de Voisin (1959)

Lo fundamental de un sistema de corta no es la forma de aplicarlo sino más bien, comprenderlo para realizar ajustes en la finca de acuerdo a las condiciones específicas que esta demande, a esto se le llama pastoreo racional, término que suele confundirse con pastoreo rotacional. Independientemente de la metodología de cosecha del forraje que se utilice, existen cuatro leyes fundamentales de pastoreo racional que se deben cumplir en la finca.

1- *Periodo de descanso*

Para que el forraje cosechado por el animal pueda dar su máxima productividad, es necesario que entre dos cosechas sucesivas realizadas por el animal, haya pasado el tiempo suficiente para que el pasto pueda realizar su “llamarada de crecimiento” (el periodo en donde los pastos incrementan exponencialmente su producción de biomasa) y almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un rebrote vigoroso (Voisin 1959).

El primer error es esperar un número de días, hojas, área o número de animales específico para cumplir este tiempo, ya que, el forraje al estar tan relacionado con el clima, ser tan variable y dependiente de la zona, nunca se podrá estandarizar una medida con precisión. Lo esperado es poseer el conocimiento de la ubicación, el clima y el comportamiento de sus pastos para cumplir con esta primera ley.

2- *Periodo de ocupación*

El tiempo de ocupación de un potrero debe ser lo suficientemente corto para que el animal no coseche dos veces una misma planta durante un ciclo de pastoreo (Voisin 1959). Esta ley hace alusión a ajustar el tiempo que los animales están en el potrero para evitar lo que se conoce como sobrepastoreo o el subpastoreo de la zona (Romero 2008).

3- Grupos de pastoreo

Es necesario que los animales de requerimientos nutricionales más elevados puedan cosechar la mayor cantidad de pasto y que este sea de la mejor calidad posible (Voisin 1959).

No se trata de darle a los animales con menos requerimientos los potreros más deficientes, sino tener conciencia que existen animales con más requerimientos nutricionales que otros y estos deben cubrirse con la alimentación (Elizondo 2002).

4- Máxima productividad estable

Para que una vaca pueda dar un rendimiento regular es preciso que no permanezca más de tres días en el mismo potrero y el rendimiento será máximo cuando no esté más de un día (Voisin 1959).

Forrajes de la finca

El balance forrajero es fundamental para una finca, es decir, conocer cuánta cantidad de pasto tiene y la calidad de este, para ajustar los requerimientos nutricionales de las vacas de producción. En el Cuadro 1 se muestra una serie de características importantes para un pasto de zonas altas de Costa Rica, ubicadas entre los 1700 a 3300 msnm, como en el kikuyo (Boschini y Pineda 2016).

Cuadro 1. Características productivas y de manejo de pasto kikuyo en lecherías de altura.

Indicador	Villalobos et al. (2013)	Sánchez (2009)	Andrade (2006)
Recuperación(días)	31	30	28
Rotación por año	11,8	12	13
Producción por ciclo (kg/ha MS)	3360	2000	7238
Producción anual (ton/ha MS)	29	24	94
Fertilización nitrogenada (kg/ha de N)	518	250	-

Aunque estos datos varían con facilidad de una zona a otra y dependen del manejo recibido son fundamentales para tener un parámetro de comparación y ayudan a mejorar el manejo del pasto. Sin embargo, la toma de datos es vital en cada finca para que posea una base de datos, así a lo largo del tiempo se podrá conocer el comportamiento específico de sus pasturas. Como el manejo varía, también la parte

nutricional cambia con respecto a las explotaciones. En el Cuadro 2 se muestran algunos valores de uso común en la zona alta costarricense y su calidad nutricional.

Cuadro 2. Características bromatológicas del pasto kikuyo en lecherías de altura.

Indicadores*	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	Mcal/kg ENL	Lig (%)	CNE (%)	Ref.
Kikuyo	19,00	20,60	57,15	30,30	2,31	3,65	13,30	Sossa (2015)
Kikuyo	19,40	21,00	60,00	-	1,3	-	10	Sánchez (2009)
Kikuyo	-	22,38	58,00	-	1,48	2.67	9	Andrade (2006)

*MS, materia seca; PC, Proteína cruda; FDN, Fibra detergente neutro; FDA, Fibra detergente ácido; ENL, energía neta de lactancia; Lig, Lignina; CNE, Carbohidratos no estructurales.

Balance forrajero

Para la interpretación y aplicación de los resultados obtenidos es fundamental conocer términos como: unidad animal (U.A.) la cual es una equivalencia estándar para la finca. Refleja requerimientos de alimentación que necesita un animal adulto para mantenimiento (Rua 2009).

La carga animal se puede definir como la cantidad de unidades animales que puede resistir una pastura en un área determinada, normalmente suele referirse a una superficie y a un año (U.A/ha) (Esqueda et al. 2011). Por otra parte, existe otro término denominado carga instantánea que constituye la carga animal en un potrero en un momento específico (Rua 2009).

No solo es importante la cantidad de forraje estimado sino la calidad del mismo, esta varía según la edad de cosecha, además cambia según las condiciones climáticas (Pineda 2010). Por eso es necesario conocer la variación de los nutrientes a través del tiempo con el fin de cosechar en un momento óptimo, el cual será cuando exista calidad nutricional con suficiente biomasa para el animal. Esto se obtiene en una curva de crecimiento, la cual muestra la relación entre la edad del pasto y la calidad bromatológica del mismo.

Para conocer la cantidad de forraje de una finca existen según Fernández (2004) formas destructivas y no destructivas. En las destructivas se obtienen datos muy precisos ya que la totalidad del potrero se corta y se pesa, por lo que se obtiene de manera directa la biomasa, mientras que en los no destructivos, solo se muestrean

ciertos puntos. Según Varano (2007), existen 3 métodos no destructivos los cuales son: el método Botanal[®], el pasturómetro de altura (disco o *rising plate meter*) y el pasturómetro de capacitancia.

El método de Botanal[®] permite estimar los datos de disponibilidad de materia seca de la pastura con una regresión lineal en un área determinada a través de frecuencias (observaciones visuales) y la toma de una serie de muestras destructivas y no destructivas del potrero (Acevedo y Hernández 2007).

El pasturómetro de altura o disco es un método que mide la altura del forraje. El instrumento consiste en una placa circular de acrílico que se desliza sobre una escala. Este comprime levemente la vegetación y se detiene al obtener cierta resistencia. De esta manera, la densidad del pasto influye en la altura registrada. Este registro se relaciona con la biomasa aérea disponible (Varano 2007).

El pasturómetro de capacitancia funciona con la diferencia de capacitancia, que es la capacidad de almacenar energía eléctrica potencial (Salazar 2012), entre el aire y el material vegetal presente en el potrero. Consiste en un bastón con dos conductores (una barra delgada, cuyo extremo sobresale en la parte inferior del bastón y un tubo de metal que la rodea). El instrumento obtiene registros de capacitancia en el aire y el potrero. La diferencia entre estos se relaciona con la biomasa aérea disponible (Varano 2007).

Aunque existen diferentes formas de medir la cantidad y calidad de forraje, no se utilizan en la mayoría de explotaciones de Costa Rica, debido a ignorancia, la falta de recursos económicos, técnicos o de personal, lo que no permite afirmar que efectivamente se realiza un pastoreo racional.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La práctica dirigida se realizó entre el 1 de julio y el 23 de diciembre del 2016, en la finca lechera San Francisco, ubicada en la provincia de Cartago, en los cantones de La Unión y San Nicolás, con altitudes de 1546 a 1900 msnm y una precipitación media anual de 1403 mm, distribuida principalmente entre los meses de mayo a noviembre. La temperatura media es de 18°C y la humedad relativa media es de 87 % según IMN (2016) estación meteorológica de RECOPE ubicada en el cerro de Ochomogo de Cartago. La finca en cuestión maneja razas Jersey, Holstein y el híbrido de estas dos (Chumeca). La Finca está asociada a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos y toda la leche se le entrega a esa empresa.

Para la realización de esta práctica se estableció un horario de visita de lunes a viernes de 7: 00 am a 7: 00 pm y una vez al mes se asistía a partir de las 3: 30am, esto con el objetivo de entender el rol de dicha explotación. Se realizaron labores junto al trabajador encargado de la explotación, dentro de las que se puede mencionar el ordeño, la pesa de leche, la prueba de california, el arreo, la alimentación de los animales, las palpaciones, las inseminaciones, el lavado de las instalaciones, el lavado de maquinaria agrícola, la reparación de maquinaria agrícola, la fertilización, cosecha y proceso de ensilaje de los pastos, transporte del henilaje, recolección de registros como celos, inseminaciones, partos, datos de crías recién nacidas, calostros, pesajes, tratamientos, recibo de leche, entre otros.

Se realizó un programa de inventarios de insumos, medicinas, alimentos fertilizantes, entre otros. Por otra parte, se atendieron animales enfermos por mordeduras de serpientes, cetosis, anemias, metritis, distocias, abortos, retenciones de placenta, fiebres de leche, mastitis ambiental, renqueras y abscesos.

Se realizó un balance forrajero para el cual se separaron los dos sistemas de cosecha que se utilizan en la finca, uno fue el corte con maquinaria (corte) y el otro es la cosecha por los animales (pastoreo). Una vez que se conocieron los dos sistemas se mapeó la finca y se estratificó en secciones para cada sistema. Se seleccionaron un total de siete zonas aleatoriamente para representar la finca.

De estas zonas tres se seleccionaron para realizar el estudio de los cortes (La Isla, Zanahorial y La Acera), otras dos fueron seleccionadas para realizarlo en apartos de pastoreo (La Viuda #3 y el Bajo #3), una zona se seleccionó para realizar la curva de

extracción de nutrientes (Ester Der) y el último lote (El nica noche) se seleccionó junto a otros cortes para análisis de las silopacas.

El estudio consistió en determinar la cantidad de materia fresca por unidad de área, calidad bromatológica de la misma y la caracterización de las plantas por medio de conteo de hojas, nudos sin hoja, longitud de los tallos, cantidad de plantas por metro cuadrado y altura del forraje.

A estos datos se les realizó un análisis de varianza con el fin de buscar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las edades y entre los potreros y no entre los sistemas de cosecha, con un 95 % de confiabilidad. Todos los datos de caracterización fenológica se analizaron con estadística descriptiva. Para el análisis de comparación entre el pasturómetro y la biomasa presente se realizó una correlación de Spearman ya que estos datos no se comportaron de forma normal. Para el análisis estadístico se utilizó el *software* Infostat®.

Determinación de biomasa y calidad bromatológica

Los cortes

Se utilizaron tres zonas planas para muestrear los pastos de corte. La isla con un tamaño de 2,5 ha, ubicada en la parte alta de la finca, el Zanahorial con un tamaño de 2,3 ha, ubicada en la parte media de la finca y La Acera ubicada en la parte baja, con un tamaño de 2,6 ha. Los potreros Zanahorial y La Acera se muestrearon 4 veces, a la edad de 21, 28, 35 y 42 días y el potrero La Isla se muestreó adicionalmente a los 49 días.

Cada lote se muestreó una vez por edad de rebrote, para determinar la biomasa con la técnica del Botanal®, por medio de un marco de 50 cm x 50 cm. Se midió la altura en cm y se le hicieron mediciones con el Pasturómetro (número de anillos movilizados). Esto se realizó 25 veces a cada edad de rebrote para un total de 125 observaciones por lote. En la parte fenológica se contó el número de plantas por metro cuadrado y se consideraron como planta todos los puntos de crecimiento con un solo punto de anclaje (raíz), lo que determinó la cantidad de hojas vivas, longitud del tallo y los nudos desnudos que poseía. Se realizaron 625 observaciones para cada variable por potrero.

Se tomó una muestra compuesta de cada uno de los lotes a cada edad de muestreo, se cuarteó y se envió al Laboratorio de Alimentos Balanceados de Dos Pinos para conocer la composición bromatológica.

El pastoreo

Las zonas llamadas de pastoreo fueron dos: La Viuda (potrero # 3) con un tamaño de 0,8 ha, ubicada en la parte alta de la finca y El Bajo (potrero # 3) ubicada en la parte media, con un tamaño de 0,9 ha. Se muestrearon tres veces, a la edad de 14, 21 y 28 días.

Cada potrero se muestreó una vez por edad de cosecha con la técnica del Botanal[®] y se cosechó todo el forraje disponible a ras de suelo. La altura en cm y las mediciones con el pasturómetro se realizaron 25 veces por potrero. Además en la parte fenológica se contó el número de individuos, la cantidad de hojas vivas, longitud del tallo y los nudos desnudos que poseía para un total de 375 observaciones por potrero por cada variable.

Además se tomó una muestra de las zonas El Bajo # 3 y La Viuda # 3, de la sección superior de la planta para simular lo que la vaca ingiere habitualmente, para cada edad con el fin realizar el análisis bromatológico.

Curva de extracción de nutrientes

Con el fin de determinar la cantidad de nutrientes que absorbe el cultivo, se realizó un muestreo en el lote de corta llamado Ester Der, el cual consistía en tomar muestras al azar de un tamaño conocido (marco de 50 cm x 50 cm) a diferentes edades a los días 21, 35, 42 y 49 días y otro en el potrero el Bajo #3 del día 14, 21 y 28 días de edad y enviarlas al CIA para un análisis foliar, con el que se conocerían las diferentes proporciones de los nutrientes que poseería la planta a través del tiempo.

Análisis de las silopacas

Se tomó una muestra aleatoria en el momento de la cosecha (julio, 2016) y una segunda muestra (diciembre, 2016), de tres silopacas en potreros diferentes, con el propósito de conocer las variaciones que hay en los nutrientes del pasto durante el proceso de ensilaje.

El pasturómetro de altura

El nombre comercial es Folding Plate Pasture Meter, se creó en Nueva Zelanda por la marca Jenquip[®]. Entre las adaptaciones que se le hicieron al instrumento está el cambio del plato por uno similar solamente con menos peso, el cual pasó de 300g a 30g, pero conservó las mismas dimensiones del plato original, debido a que este instrumento lo diseñó el fabricante para pastos de porte erecto, al ser el kikuyo de comportamiento rastrero, el plato solía aplastar el pasto lo que introducía un sesgo en los resultados.

Además se le adicionaron más anillos con el fin de evitar el sesgo en pastizales altos, (se incrementó la carrera del plato). Se realizó una ecuación de regresión con el objetivo de ajustar las medidas del Pasturómetro a la biomasa en materia fresca que se tiene por metro cuadrado con la técnica de Botanal[®].

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA FINCA

Ubicación geográfica y clima

La finca lechera San Francisco se ubica en la provincia de Cartago, en los cantones de La Unión y San Nicolás, está asociada a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos y toda la leche se le entrega a dicha empresa. Maneja razas Jersey, Holstein y el híbrido de estas dos (Chumeca).

Los veranos en esta explotación se caracterizan por disminuir el potencial de producción de forraje y calidad, por ende es inminente una caída en la producción de leche (Villalobos 2006). Sin embargo, en la última década se propusieron alternativas para solventar la alimentación en la época seca.

En la Figura 1, se aprecian las épocas de menor precipitación, comprendida entre diciembre y abril, además, el momento de mayor radiación solar y humedad. Después del mes de abril hay una precipitación mayor a 150 mm y las demás variables tienden a ser constantes por el resto del año, excepto la precipitación.

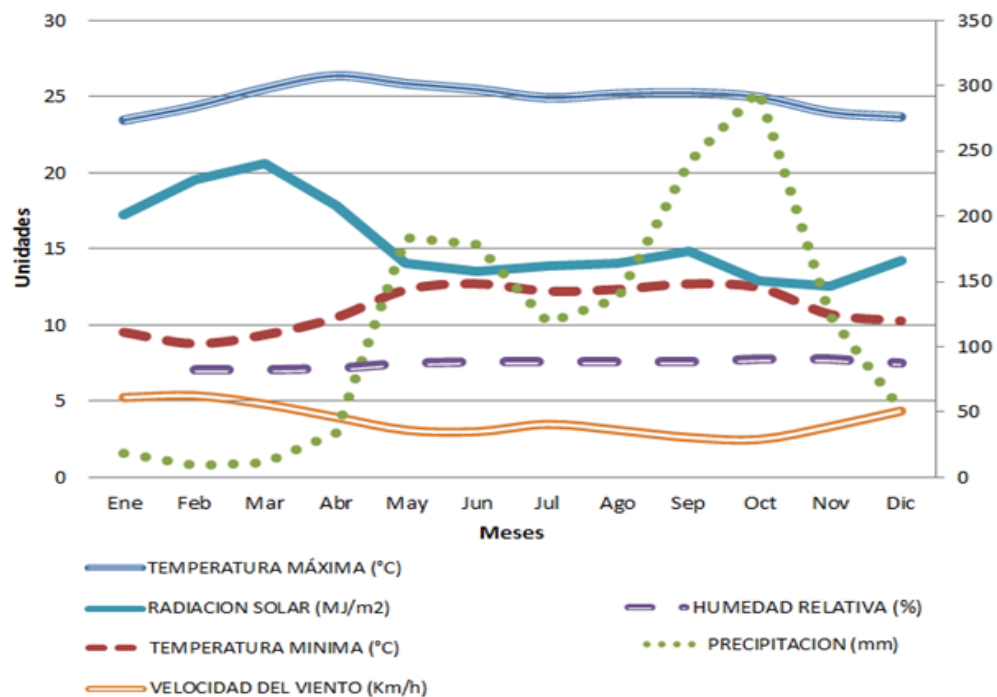


Figura 1. Descripción climatológica de la Finca San Francisco, según la estación meteorológica del IMN en RECOPE ubicada en el cerro de Ochomogo, Cartago (IMN 2016).

La importancia de la precipitación se debe a la relación tan cercana con el crecimiento del forraje, por ejemplo, la utilización del potrero se iniciará un mes después de que comiencen las lluvias (Pineda 2010). El comportamiento de la humedad va de la mano de la precipitación, sin embargo, en esta región se aprecia una humedad relativa constante debido a que la finca se encuentra rodeada de bosque. Otro factor influyente en el forraje es la temperatura, ya que cuando la temperatura incrementa, la tasa metabólica de la planta también, esto al combinarse con la época (lluviosa o seca) se traduce en un crecimiento acelerado en el invierno pero una senescencia acelerada en el verano (Pineda 2010).

Distribución de la finca

La Finca San Francisco consta de 120 ha, dividida en 4 grandes secciones, llamadas El Ruiz, Finca La Viuda, Finca San José y Finca San Francisco. A la vez cada finca se separa por lotes, cada uno subdividido en una cantidad diferente de apartos (Figura 2).

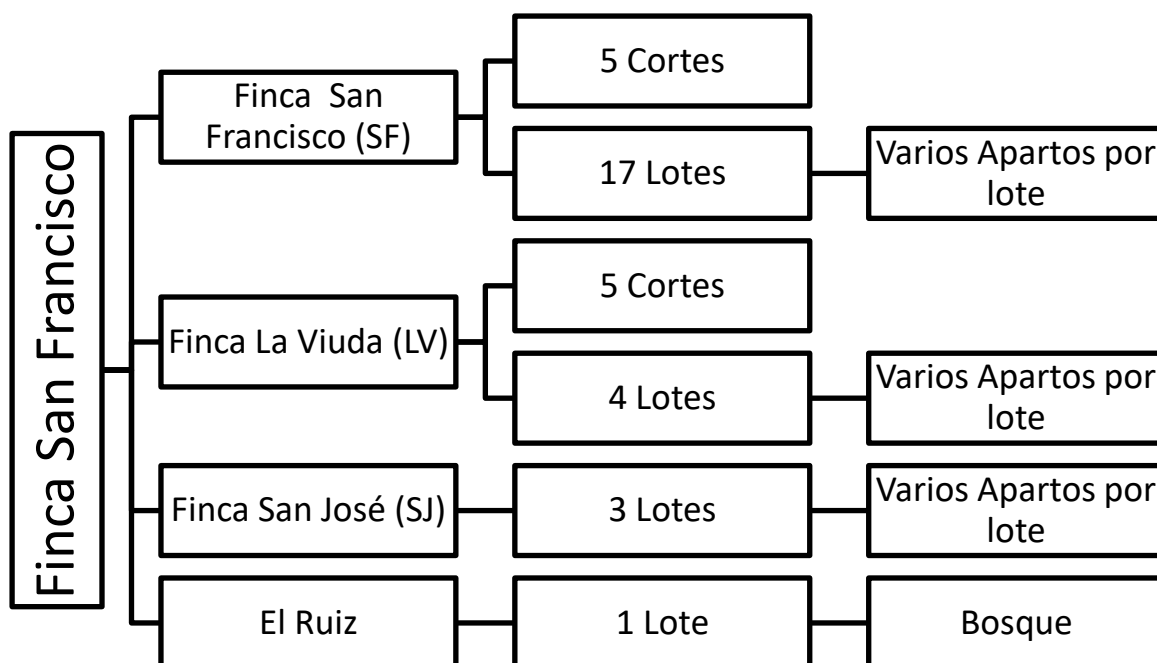


Figura 2. Distribución de los lotes, fincas y cortes en la Finca lechera San Francisco.

En la Figura 3 se aprecian los lotes según su nombre y su ubicación, donde la carretera principal la cual comunica San Nicolás con Dulce Nombre de Tres Ríos, pasa entre el lote Nica am corte y lote La Acera. Para complementar la información de la

Figura 3, en el Cuadro 3 se aprecian las dimensiones en hectáreas de cada uno de los apartos en los que se divide la Finca San Francisco, Finca La Viuda y Finca San José.



Figura 3. Mapa de distribución de las zonas de pastoreo en la finca San Francisco.

Adaptado de GoogleEarth

Cuadro 3. Dimensiones de los lotes (hectáreas) medidos con GPS.

Lotes	Finca	ha	Utilización
San José	SJ	5,93	Pastoreo
Socola	SJ	4,69	Pastoreo
Ternereras	SJ	1,00	Pastoreo
Viuda	LV	8,43	Pastoreo
Isla	LV	3,37	Pastoreo
Nica 2 potreros	LV	3,51	Pastoreo
Zanahorial pastoreo	LV	4,03	Pastoreo
Lote naciente	SF	0,97	Pastoreo
Lote cuchillo	SF	1,26	Pastoreo
Fresnos	SF	1,21	Pastoreo
Reservorio	SF	1,27	Pastoreo
Galápago	SF	4,25	Pastoreo
Torre 1	SF	1,93	Pastoreo
Callejón	SF	1,83	Pastoreo
Torre 2	SF	1,65	Pastoreo
Bajo del anono	SF	3,41	Pastoreo
Zanja boñiga	SF	1,06	Pastoreo
Bajo calle	SF	1,63	Pastoreo
Esther pastoreo	SF	1,08	Pastoreo
Nica 1 día	SF	1,75	Pastoreo
Poros	SF	1,60	Pastoreo
Bajo Esther	SF	3,39	Pastoreo
Nica 1 terneras	SF	2,27	Pastoreo
Esther terneras	SF	7,08	Pastoreo
Isla corta	LV	2,53	Corte
Viuda corta	LV	2,86	Corte
Zanahorial corte	LV	2,34	Corte
Corte Nica 2	LV	3,27	Corte
Loma linda corte	LV	8,00	Corte
Corte Nica 1 día	SF	1,25	Corte
La Acera	SF	2,60	Corte
Corte Nica 1 noche	SF	2,19	Corte
Corte Esther izq.	SF	1,62	Corte
Corte Esther derecha	SF	1,27	Corte

Personal de la finca

Para el desarrollo de la empresa lechera se cuenta con un gerente general y un administrador zootecnista. Además de once trabajadores organizados de la siguiente manera: un encargado, dos alimentadores y un ayudante de ordeño, dos ordeñadores, un ternero y cuatro trabajadores de campo (Figura 4).

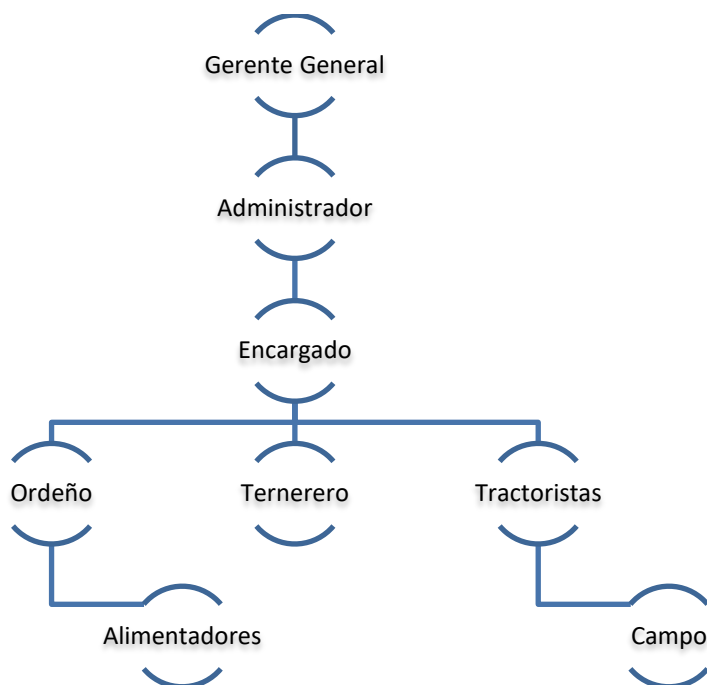


Figura 4. Organigrama de la Finca San Francisco - Inversiones Agropecuarias INCEPA S.A.

El gerente general se encarga de la administración de las inversiones y finanzas, además es el que dirige la empresa, toma las decisiones y dicta los lapsos para las inversiones.

El administrador toma todas las decisiones zootécnicas y económicas necesarias para el desempeño correcto de la explotación. Por otra parte también ejecuta todas las herramientas administrativas que se requieran, como el análisis de registros, pago de planillas, inventarios, entre otros.

El encargado es el trabajador con máxima autoridad cuando no se encuentra el administrador, está en capacidad de realizar todas las tareas de la finca, con excepción de las del administrador. Además, es quien lidera entre los trabajadores y vela por su buen desempeño. Entre sus funciones está el manejo de maquinaria agrícola para las diferentes actividades diarias.

Los alimentadores y ayudantes de ordeño están en la obligación de traer los animales del potrero, alimentarlos en la sala de alimentación y llevarlos al potrero y paletean los potreros. Una de las funciones de los alimentadores es separar los animales para que se ordeñen según el protocolo que está establecido, además ordeñan cuando el encargado de lechería debe hacer Prueba de California o pesa de leche. En el caso de que sea el de terneras también es el encargado de sus tratamientos, alimentación, salud y limpieza.

Los ordeñadores son los encargados de las vacas de producción y de velar por la salud de los animales, entre sus funciones está la de poner tratamientos en caso de enfermedad, hacer recorte funcional de pezuñas, secados, alistar equipos de ordeño, lavado de tanques y el tanque de la leche es su responsabilidad.

Las personas de campo son los encargados de construir y reparar cercas, tubos rotos, realizar trabajos de mantenimiento de la finca e incluso ayudan en el manejo de maquinaria agrícola cuando se necesita tener funcionando dos o tres tractores.

Instalaciones y equipo

La finca cuenta con dos lecherías. Con el fin de que las vacas no se desplacen tanto cada una tiene sus vacas de producción con su rotación separada. La sala de ordeño es en fosa, en forma de espina de pescado. En la lechería donde se ordeñan más animales se tienen dieciocho puestos de ordeño y en la otra ocho. Además, junto a cada lechería existe una sala de alimentación con cepos, una bodega para alimentos y otra para productos varios (fertilizantes, herramientas y combustibles). Cada lechería cuenta con un cuarto para el semen, uno de medicamentos, un cuarto del tanque de leche y patios de espera con bebederos. Existe una bodega de maquinaria en la que se guarda todo el equipo agrícola, también se cuenta con un tanque almacenador de purines para cada finca.

Manejo de la finca

La finca se divide en tres grandes secciones de uso, La Viuda, en ella se encuentran 60 vacas de ordeño y 30 vacas secas en promedio. Se maneja una rotación con las secas como seguidoras (comen lo que deja el grupo de ordeño). Los animales de ordeño se alimentan a las 4:00 a. m. y se ordeñan a las 6:00 a. m. y por la tarde a las 4:00 p. m. y a las 6:00 p. m. respectivamente. Las vacas secas se alimentan en galerón una única vez al día a las 9:00 a. m.

La otra sección de la finca se llama San José, en esta se encuentran las novillas para inseminar, las cuales tienen su propia rotación. Además, las vacas prontas que tienen su rotación cercana a los galerones de San José y las terneras recién nacidas hasta los 3 meses de edad en cunas. Posterior al destete (3 meses) hasta los 7 meses tienen un área definida para pastoreo rotacional independiente (Figura 5).

La última parte se denomina San Francisco, donde están la mayoría de animales de producción. En esta sección alimentan a la 1:30 a. m. y ordeñan a las 3:00 a. m. y a la 1:30 p. m. y 3:00 p. m. respectivamente. Las terneras de 8 a 15 meses reciben concentrado en el potrero y se movilizan los martes al galerón de alimentación a las 10:00 a. m., donde se revisan, se alimentan, se les dan tratamientos vitamínicos o minerales, de forma oral y/o inyectable.

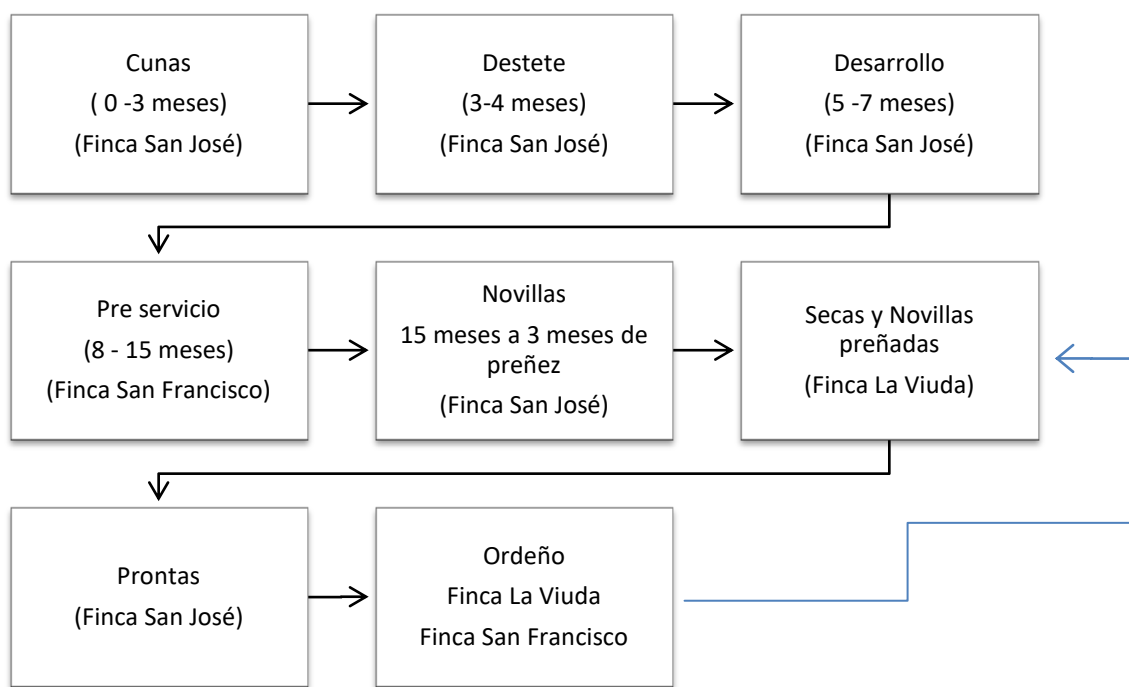


Figura 5. Diagrama del movimiento de animales según su estado fisiológico.

Ordeño

El protocolo de ordeño consiste en pasar primero animales de primer parto y en celo, luego los de segundo parto que no tengan registro de mastitis y por último el resto de animales sanos, para dejar al final animales enfermos, con antibiótico o con mastitis (Figura 6).

Esta selección se realiza al soltar del cepo en orden y dirigir a los animales al patio pre ordeño. Una vez que entran los 18 animales a ordeño una persona limpia todos

los cuartos con una solución de yodo (pre sellado) y luego con una servilleta se seca, la otra persona saca los primeros 2 chorros de leche con el fin de abrir los pezones y no ordeñar cualquier suciedad que esté en la punta del pezón (despunta), además con un recipiente de fondo negro se determina la presencia de grumos en los siguientes dos chorros de leche. Luego de estas actividades se colocan las máquinas de retiro automático y se sellan los animales con una solución de yodo una vez que finaliza el ordeño.

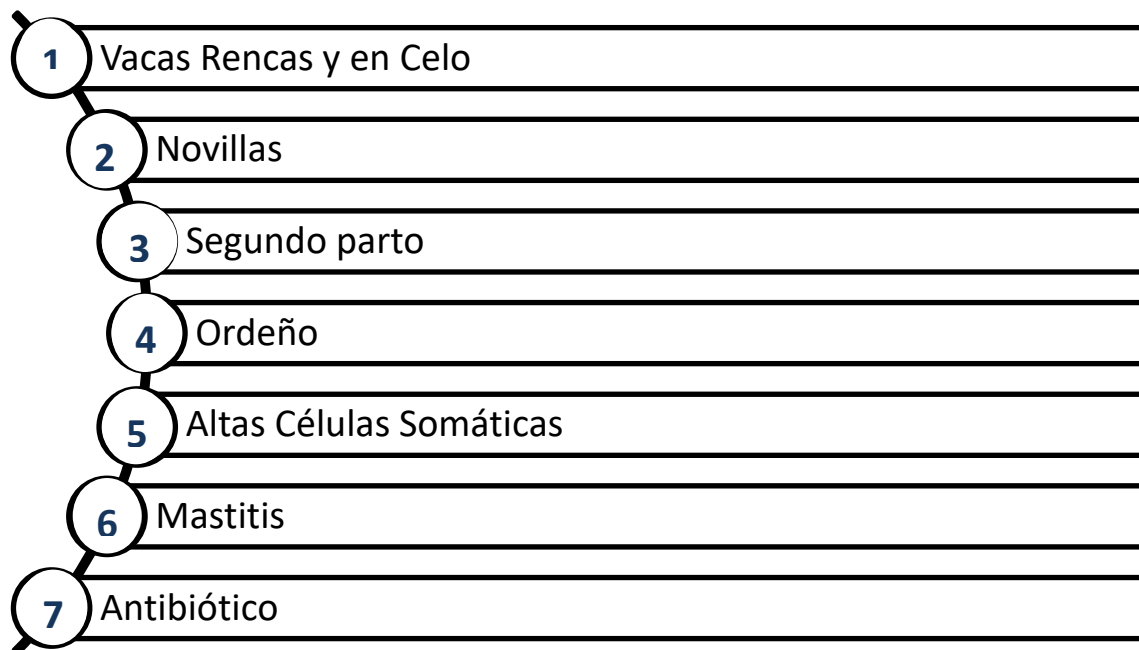


Figura 6. Orden en el cual los animales entran al ordeño.

Alimentación

Se tiene una dieta balanceada (Cuadro 4), que es general para las dos lecherías. En esta se dan 0,8 kg de maíz, 0,4 kg soya, 1 kg Fibrocom[®], 0 a 9 kg de Vapfeed[®] (depende de la producción de leche), 0,02 kg de grasa de sobrepaso, 10 kg silopaca, 0,2 kg melaza, 0,24 kg pre mezcla de minerales (incluye el secuestrante de micotoxinas) y sal común.

Cuadro 4. Balance nutricional de la dieta empleada para producción en la finca San Francisco.

Base Seca	kg PC	Mcal EN	g Ca++	g P-
Requerimiento	3,1	34,8	57,8	49,9
Pasto de Piso	1,76	16,4	43,3	35,1
Vapfeed®	0,75	8,7	0,0	0,0
Maíz	0,1	2,7	2,8	3,5
Ensilaje	1,5	4,2	-	-
Fibrocom®	0,2	2,8	0,0	0,0
Soya	0,1	0,3	0,0	0,0
Grasa de sobrepaso	0,0	0,1	1,8	1,5
Minerales	0,0	0,0	36,0	28,0
Aporte	4,4	35,2	83,9	68,1
Balance	1,3	0,4	26,2	18,2

Uno de los retos a enfrentar es el constante cambio de densidad de los alimentos balanceados, ya que estos se miden con tarros previamente calibrados, al cambiar la densidad cambiaba el peso y el volumen del producto, así que periódicamente se revisa y se tara los recipientes con el fin de precisar la dieta, además se tiene un control de los sacos que se deben gastar al día y así se controlan estas eventualidades. También se tuvo que apoyar con capacitación para que los trabajadores entendieran la razón para no cambiar los tarros previamente medidos.

Las vacas secas se usaban como seguidoras en el invierno, sin embargo, en el verano no y su dieta consistía en silopaca, melaza y premezcla de minerales. Por otra parte, las vacas prontas se manejan con premezcla de minerales especial para vaca parto y pasto kikuyo. Las novillas y terneras también se llevan a la sala de alimentación para recibir su dieta. Las terneras reciben leche previamente tratada con acidificante y se almacena en pichingas por menos de un día.

Fertilización de potreros

La fertilización se realiza con un bio fertilizante compuesto por una mezcla de excretas y fertilizante químico (Anexo 1), el cual se lanza por una tanqueta comercial diseñada para estos fines. Cuando el tanque de recolección de lixiviados se llena, se

agrega fertilizante (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio o según las necesidades que indiquen los análisis de suelos del lote a fertilizar), además se agrega EM (microorganismos eficientes), enraizador y hongos. Cuando se desea encalar se usa un polvo mojable de calcio para revolver con las excretas y se aplica de manera uniforme.

Reproducción

Un veterinario visita la finca cada semana para palpar a los animales. En una visita se palpan las vacas de producción de finca San Francisco, la siguiente semana se palpan las vacas de producción en la finca La Viuda, novillas y secas, de forma que a lo largo del mes se examinan todos los animales.

Vacas con menos de 45 días de inseminadas no se palpan, vacas prontas tampoco a menos que tengan algún aborto y las recién paridas hasta que alcancen más de 5 días. De la recomendación del veterinario se realizan los tratamientos semanales, ya sean hormonas como GNRH o PG₂α, vitaminas y/o minerales inyectados, con la excepción de los lavados los cuales se realizan el mismo día.

Tratamientos

Los tratamientos son los productos que el veterinario recomienda en la palpación para el beneficio del crecimiento y desarrollo reproductivo, este manejo se realiza en terneras mayores a 7 meses, novillas, vacas prontas y vacas en producción. Además, se revisan constantemente las ubres, heridas, renqueras, presencia de gabarros y si posee coloración anémica en la vulva, con el fin de atender a tiempo a los animales.

Uno de los tratamientos más importantes es el de secado, este consiste en eliminar concentrado de la dieta del animal, vitamimar, realizar un recorte funcional de pezuñas, bañar, desparasitar y colocar un brazalete rojo, posteriormente se trata con productos apropiados de secado.

Enfermedades comunes

Las enfermedades comunes en las vacas de producción se vinculan con la época del año, ya que en la salida del invierno aumenta la frecuencia de anaplasmosis, piroplasmosis y a la entrada del invierno la mastitis y las renqueras. En las vacas prontas se puede encontrar esporádicamente cetosis, retención de placenta, edemas, metritis y fiebre de leche. En terneras las diarreas e infecciones no son frecuentes y la mortalidad es menor a 1 % en las terneras.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los forrajes

Durante la práctica se colaboró en diferentes actividades técnicas y profesionales propias de la finca, según se requirió, sin embargo se asistió en el manejo del forraje con actividades como la elaboración de un balance forrajero, la calibración de un pasturómetro para la estimación de la biomasa de forraje disponible y la evaluación de calidad nutricional a través de las diferentes fases del crecimiento del pasto.

Del mapeo de la finca (Figura 3) y el ajuste de las áreas (Cuadro 3), se realizó el balance forrajero. De los diferentes muestreos se determinó la cantidad de materia seca para la época lluviosa. Los resultados se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Producción materia seca en kg/ha y utilización del forraje, según el método y época de cosecha.

Parámetro	Corte		Pastoreo	
	42 días	Época Lluviosa	28 días	Época Lluviosa
Producido	2925,0	12 723,9	2016,4	13 106,6
No Usado	38,0	228,2	1144,0	6864,0

En el sistema de corte, de los 2925 kgMS/ha que se produjeron para la elaboración de silopacas, 38 kgMS/ha quedaron en el potrero, lo que representa un 98,7 % cosechado. En el sistema de pastoreo de los 2016,4 kg de MS/ha ofertados 1144 kg quedaron sin cosechar, lo que significa 43,3 % de aprovechamiento.

Al considerar todo el invierno, el corte produjo 12,7 ton/ha de materia seca de los cuales no se cosechó 0,228 ton/ha al final del invierno, mientras en el pastoreo se produjeron 13,1 ton/ha de materia seca y en el invierno un total de 6,8 ton fue la cama (material residual y senescente). Es decir, 1,7 % del pasto no tuvo aprovechamiento en los cortes contra un 52,37 % en el potrero.

Según los datos de la época lluviosa, se nota una producción mayor del potrero que en el corte. Esto se debe a que al potrero lo cosecha el animal más veces que un lote de corte por la maquinaria. La ineficiencia del uso del forraje es mayor con respecto al pastoreo (6242,6 kg MS/ha), por lo tanto en corte se aprovechó más forraje (12495,7 kg MS/ha). Hay que considerar la gran cantidad de cama sin cosechar que está muy por debajo de la calidad nutricional del pasto fresco consumido por el animal.

Corte por edad

Según la edad de corta, se encontró que a mayor edad de cosecha mayor fue la cantidad de materia fresca en el potrero (Figura 7). No existieron diferencias significativas entre los potreros ($P>0,05$), pero sí entre los días de corta. Los potreros La Acera y Zanahorial se cosecharon a los 42 días, por lo que no tienen datos a los 49 días.

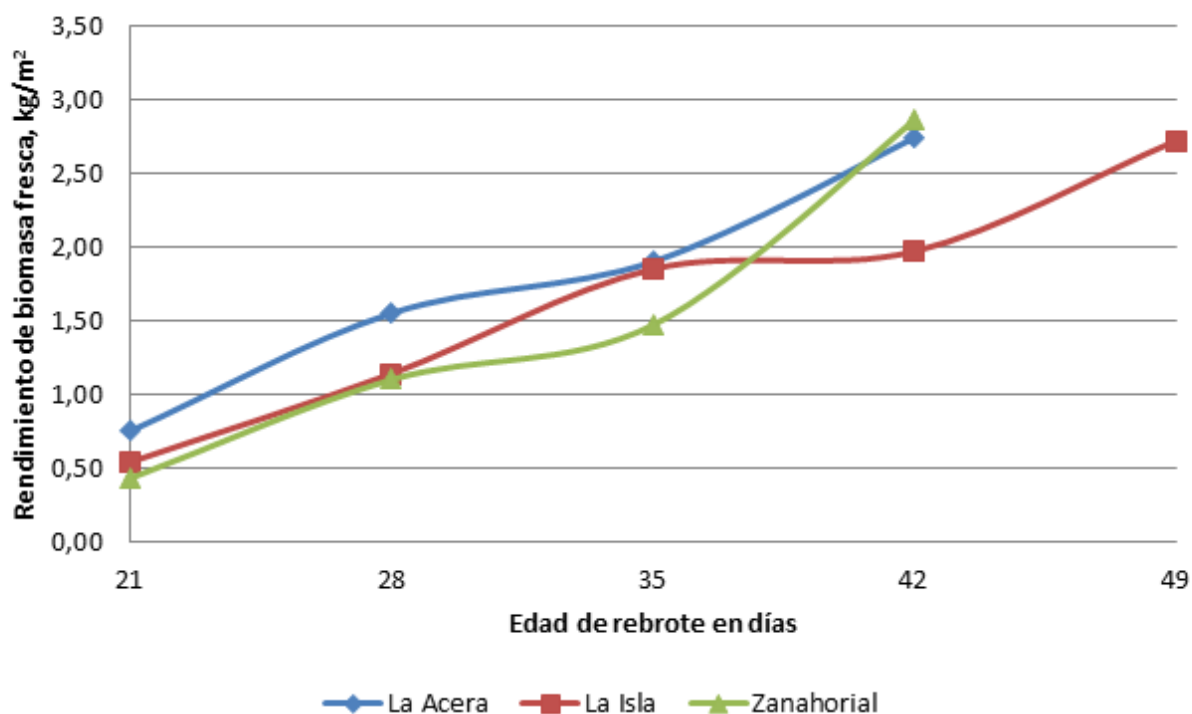


Figura 7. Rendimiento de biomasa fresca de kikuyo a diferentes edades de crecimiento, de tres potreros diferentes, en kg/m². Cartago, Costa Rica. 2016

El crecimiento del forraje depende del potrero, si bien todos siguen una tendencia, las tasas de crecimiento muestran un mayor crecimiento del día 21 al día 28 de 1143 kg/ha/día en La Acera y 957 kg/ha/día en el Zanahorial contra el lapso del día 35 al día 42, que fue de 500 kg/ha/día y 529 kg/ha/día respectivamente. Después, se dio un incremento del día 35 al día 42 de 1200 kg/ha/día para La Acera y 1986 kg/ha/día del Zanahorial, el cual se cosecha con mayor biomasa al final del ciclo. El comportamiento de la Isla es diferente ya que de los 21 a los 28 es de 857 kg/ha/día y de los 28 a los 35 días sigue creciente a 1014 kg/ha/día para descender a 171 kg/ha/día para el periodo de 35 a 42 días.

En la Figura 8 se aprecia el comportamiento de la biomasa en materia seca, según los potreros de corte a diferentes edades de cosecha. A diferencia de la materia fresca (Figura 7), en el potrero de La Acera se obtiene la máxima producción a los 35 días y luego se reduce la cantidad de materia seca, al día 42. Esto se debe a que el crecimiento de tallo aumenta en esta época lo cual incrementa los tejidos vasculares en la planta y de esta forma se almacena más cantidad de agua (F.A.U.B.A. 2004).

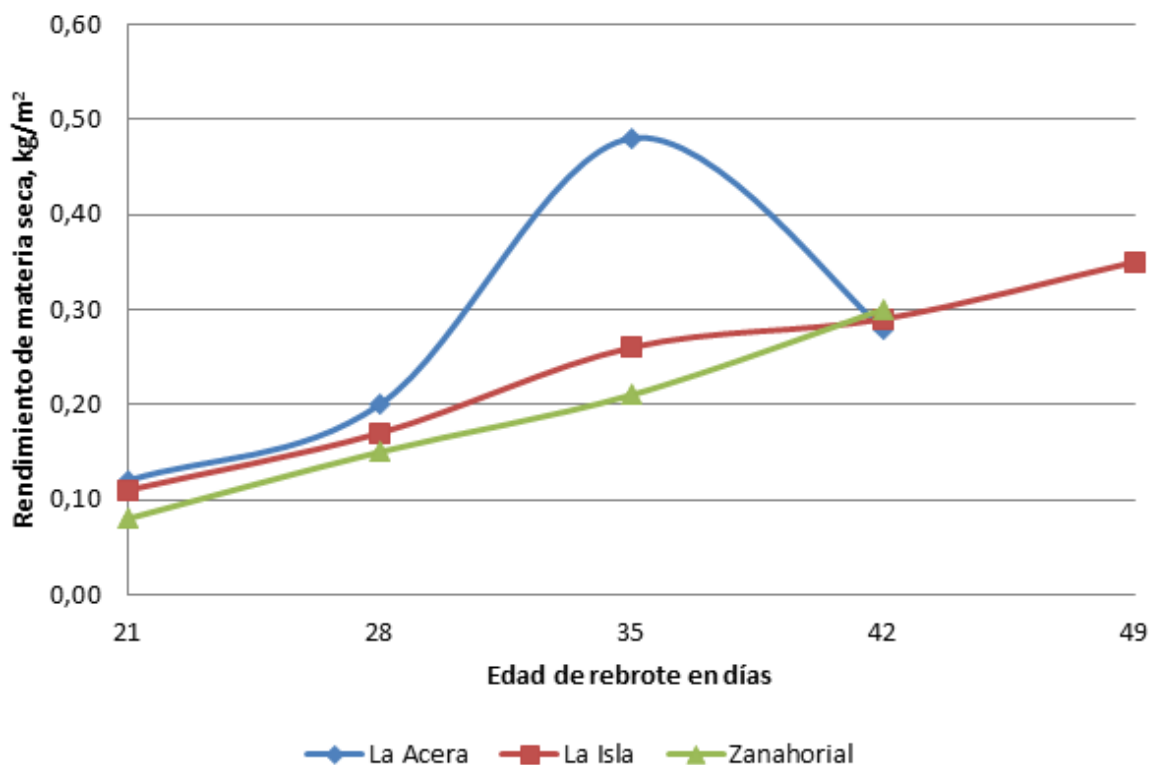


Figura 8. Rendimiento de materia seca de kikuyo a diferentes edades de crecimiento, de tres potreros diferentes, en kg/m². Cartago, Costa Rica. 2016

En la Figura 8, al igual que en el Figura 9, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la cantidad de materia seca, entre potreros, pero sí entre los días de cosecha, con una significancia de 5 %. En la Figura 9 se ve el comportamiento del porcentaje de materia seca a través del tiempo. Esto varía según la longitud de los tallos, sin embargo, al contrario de lo que se podría pensar a mayor edad del forraje menor es el porcentaje de materia seca, esto se debe a que incrementa el tamaño de los tallos

(aumenta el sistema vascular) y se invierte la relación hoja tallo, lo que aumenta el contenido de agua que posee la planta.

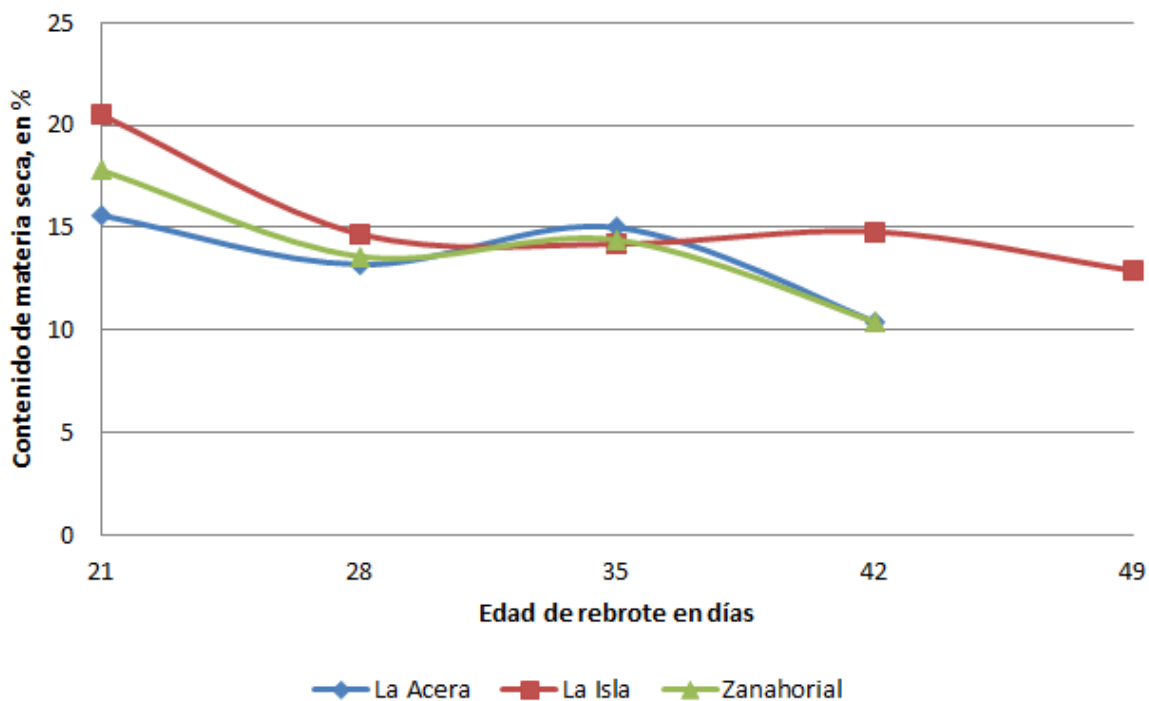


Figura 9. Porcentaje de materia seca en tres potreros de Kikuyo, a diferentes edades de crecimiento. Cartago, Costa Rica. 2016

A pesar de bajar el porcentaje de materia seca, (Figura 9), el comportamiento de la materia seca en kg/m^2 no se ve afectado (Figura 8) debido a la creciente biomasa fresca que se muestra el Figura 7.

La edad de cosecha es de suma importancia para maximizar la producción de kilogramos de materia seca, debido a que es la fracción que concentra los nutrientes que necesita el animal. En la Figura 10 se observan los gramos de proteína cruda por metro cuadrado durante las diferentes cosechas en los potreros de La Acera, La Isla y Zanahorial.

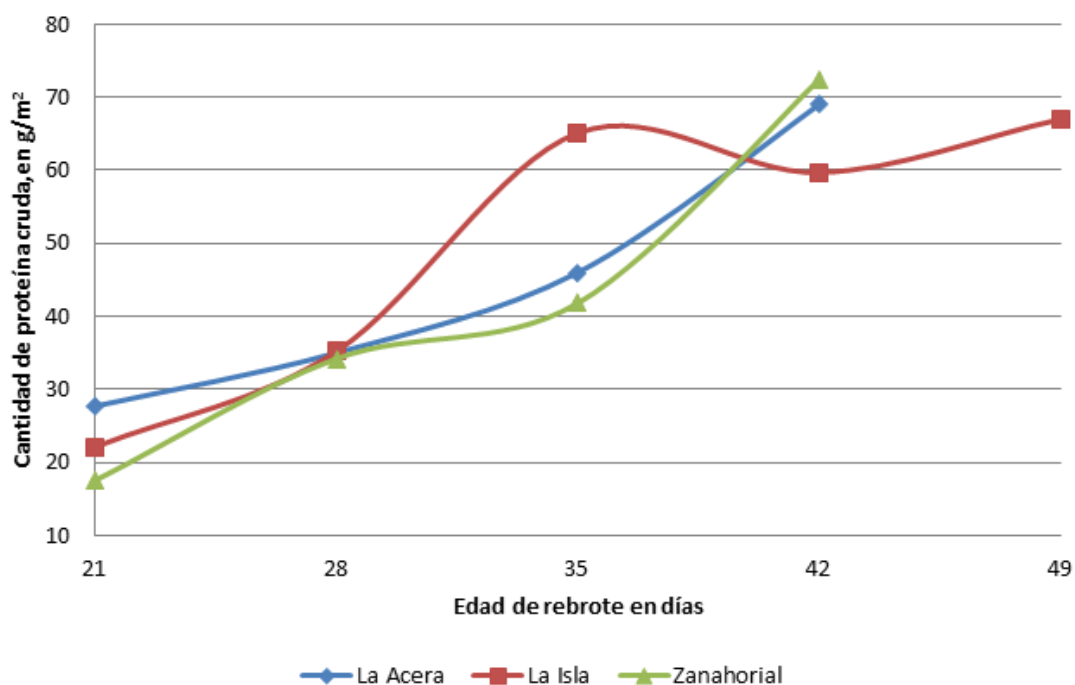


Figura 10. Producción de proteína cruda del pasto kikuyo, en tres potreros durante diferentes edades de rebrote. cartago, costa rica. 2016

Con base en los gráficos anteriores, el comportamiento que se espera de que a mayor cantidad de días de cosecha, mayor es la producción de forraje, es incorrecto. Sin embargo, al analizar la Figura 8 se observa que existe un punto clave para la cosecha, como en el caso de La Acera, en el cual fue a los 35 días, ya que presentaba su mayor producción de biomasa seca. En la Figura 10, el potrero de La Isla específicamente muestra un comportamiento diferente, lo cual hace parecer que sin importar la cantidad de biomasa, el día 35 vuelve a ser el de mayor eficiencia. Pues aunque no se alcanza la máxima producción de materia seca ni la máxima cantidad de biomasa, se alcanza la mayor cantidad de gramos de proteína por metro cuadrado. Si se hubiera cosechado este potrero a los 35 días se hubieran ganado 15 días de recuperación del pasto, lo que significaría una cosecha más durante el invierno.

A continuación, en la Figura 11 se muestra la cantidad de hojas por potrero a diferente edad del pasto. El número de hojas expresa el ciclo fenológico de las plantas. La intención que se tiene es buscar la época idónea de cosecha a partir del conteo de hojas y al evitar la ciclófilis natural de la planta, es decir, que cambie la relación hoja: tallo de manera favorable para la acumulación de tallo, en detrimento de la calidad

bromatológica. Se sabe que para el kikuyo la topótesis favorable para el pastoreo llega al alcanzar de 7 a 8 hojas por estolón, por lo que se busca que se corte antes de este número de hojas y así no perder el tiempo en madurar hojas que morirán antes de cosecharlas.

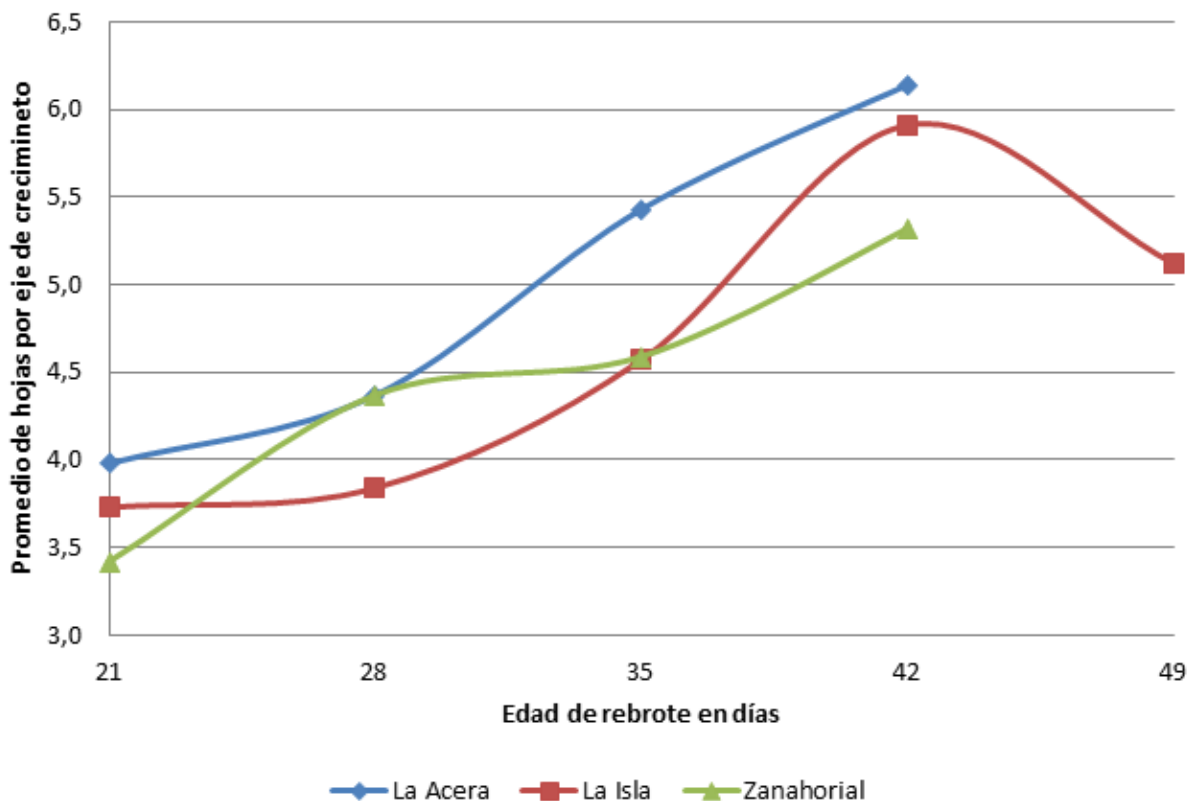


Figura 11. Promedio del número de hojas por eje de crecimiento en tres potreros de corta en kikuyo, durante diferentes edades de rebrote. Cartago. 2016.

Sin embargo, como lo mostraban los gráficos anteriores, la época idónea de eficiencia es a los 35 días, por lo que no serán 7 y 8 hojas la cantidad necesaria (como se realizaba) sino, 5 o 6 hojas. Además el muestreo de campo no se realizará al tomar en cuenta los promedios. Debido a la practicidad y poca complejidad, lo importante es el valor de la moda de las hojas contadas en los potreros a diferentes épocas de cosecha (Figura 12).

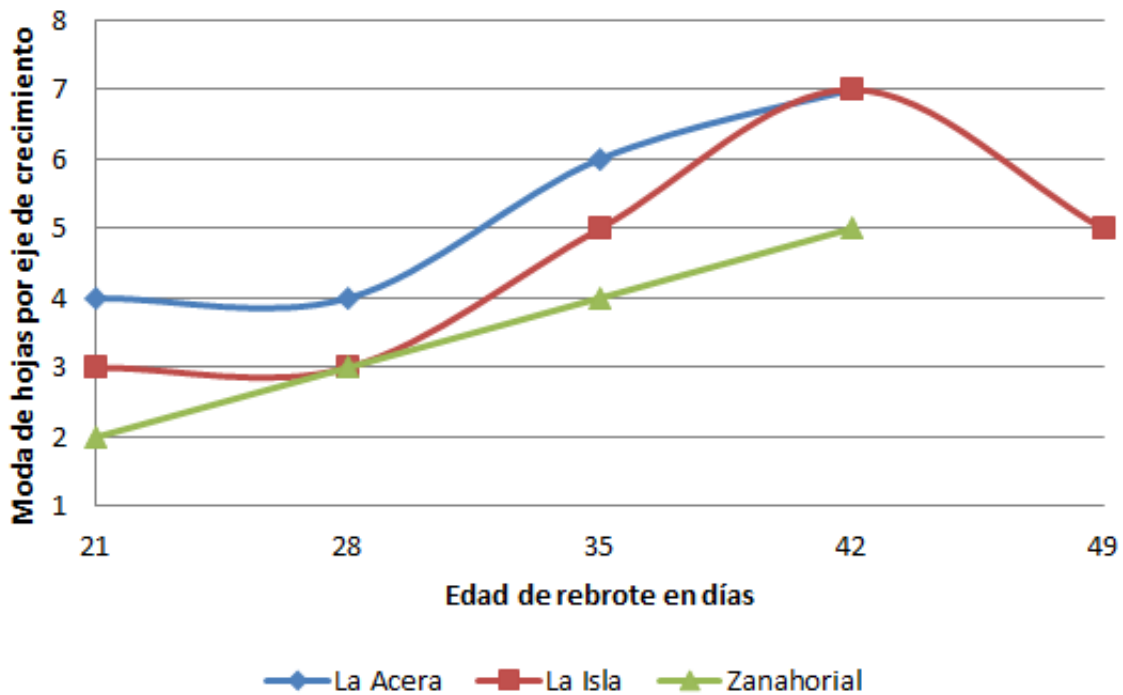


Figura 12. Valores modales del número de hojas en kikuyo durante diferentes edades de crecimiento y en tres diferentes potreros. Cartago. 2016.

En la Figura 12 se muestra que a los 21 días los potreros están con una moda de 3 y 4 hojas, sin embargo, el Zanahorial que hasta ahora fue el lote más rezagado, posee 2 hojas, con lo que se puede inferir que arrancó su crecimiento más tarde que los otros lotes. Esto probablemente se debe a que los tractores generaron una destrucción parcial del terreno debido a la cantidad de materia orgánica. Sánchez (2009) indica que el estado idóneo para pastorear este forraje es el de 4,5 hojas de crecimiento. Este estado vegetativo corresponde al período de cosecha en que se obtiene la mayor producción de materia seca digestible por año y como lo mostraron los datos anteriores, la máxima proteína también.

El conteo de hojas no es un método de cosecha sino más bien un indicador de edad y crecimiento del forraje que puede transmitir si no se cumple con alguna de las etapas de crecimiento de las plantas o hay alguna causa colateral que hace variar el proceso de recuperación del forraje.

Por otra parte, el conteo de nudos se realizó y se esperaba observar una relación con las hojas muertas después de la ciclófilis, pero en los potreros de corta la cantidad de nudos sin hojas era muy baja debido a la explotación intensiva del pasto a través de los cortes.

El conteo de nudos en los potreros de corte a diferentes edades (Figura 13), no muestra diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$), esto se debe a que por la intensiva cosecha se aumentan las plantas por hectárea y no existen tallos que acumulen nudos de las cosechas anteriores.

El comportamiento que se obtuvo de los potreros de pastoreo no es similar, ya que la longitud de los tallos es mayor que en los potreros de corte (Figura 14). Debido a esto existe más cantidad de nudos y se convierte en un valor de importancia, ya que en cada nudo pudo haber una hoja viva.

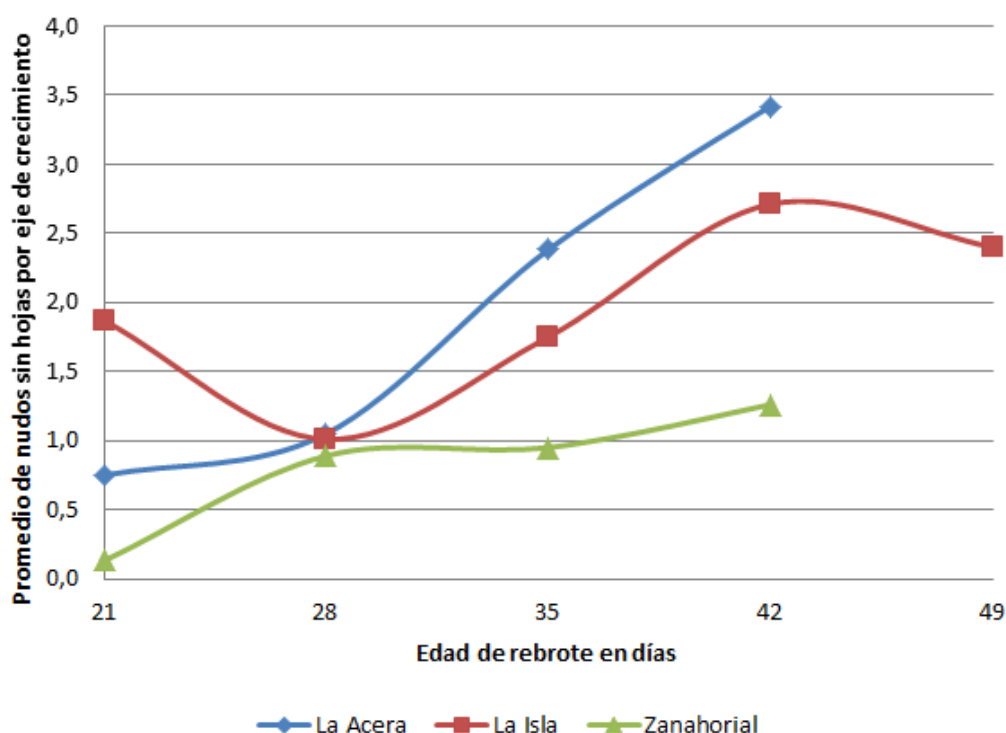


Figura 13. Promedio del número de nudos sin hoja por eje de crecimiento durante diferentes edades de rebrote en kikuyo de tres potreros de corte. Cartago. 2016

La Figura 14 muestra la longitud de tallos en los diferentes potreros cosechados por los animales, se muestra un elongamiento de los tallos, sin embargo, no se aprecia según los días de rebrote debido a la distorsión que ejerce la cama, por lo que no es estadísticamente significativo ($p>0,05$). Pero sí se encontraron diferencias significativas entre los potreros ($p<0,05$), por lo que se infiere que efectivamente estos dos comportamientos existen debido al factor cama, el cual es una acumulación de pasto no

comido por lo animales. De los tres potreros el de menor cantidad de cama fue La Viuda, ya que este tenía las vacas secas como seguidoras del grupo de producción.

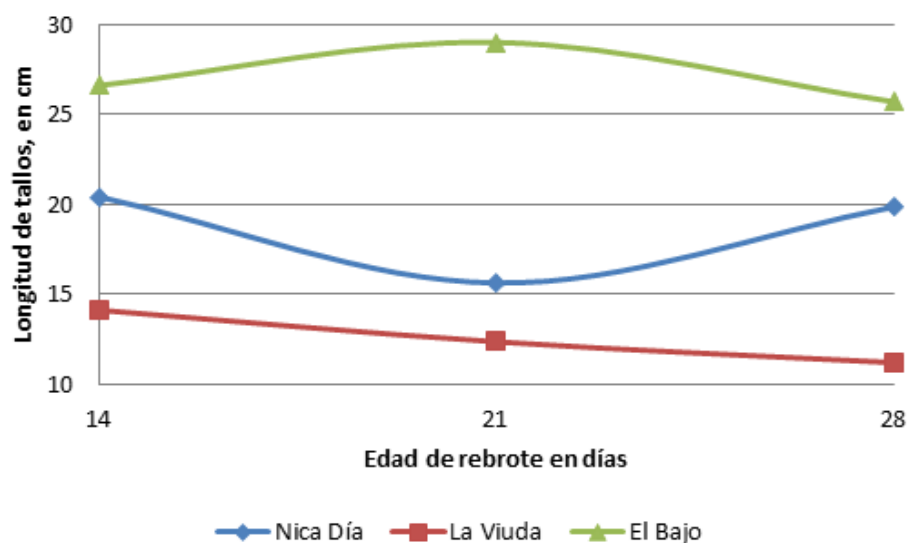


Figura 14. Longitud media de los tallos de kikuyo durante tres edades de crecimiento en tres potreros de pastoreo. Cartago. 2016.

Los contenidos de cama disminuyen la cobertura del forraje (plantas por hectárea), es almacén de diferentes plagas (ratas, serpientes, garrapatas, *Prosapia* sp, *Collaria* sp, entre otros) y almacena agua en los haces vasculares lo cual disminuye la cantidad de materia seca y en algunos casos podrían bajar la producción si el animal los consume, debido a que no se cosechó en el momento idóneo.

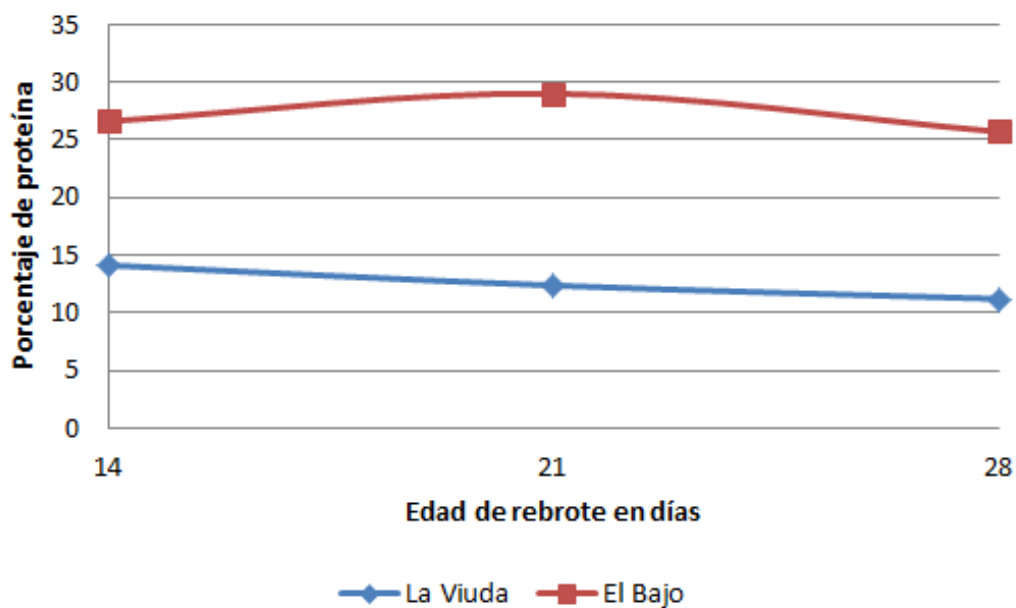


Figura 15. Contenido porcentual de proteína cruda durante tres edades de crecimiento en dos potreros de pastoreo. Cartago. 2016.

En la Figura 15 se aprecian contenidos de proteína altos debido a que la cosecha se realizaba solo de las puntas (simula lo que cosecha el animal), por lo que en este material no se puede asumir la dilución que sufre por el contenido de cama, ni tampoco es comparable con los potreros de corta.

Se aprecia que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los potreros, sin embargo, sería falso afirmar que el potrero de El Bajo es mejor que La Viuda, ya que la muestra de calidad corresponde a las puntas y muestra de la biomasa incluye la cama que posee el potrero El Bajo (Figura 16).

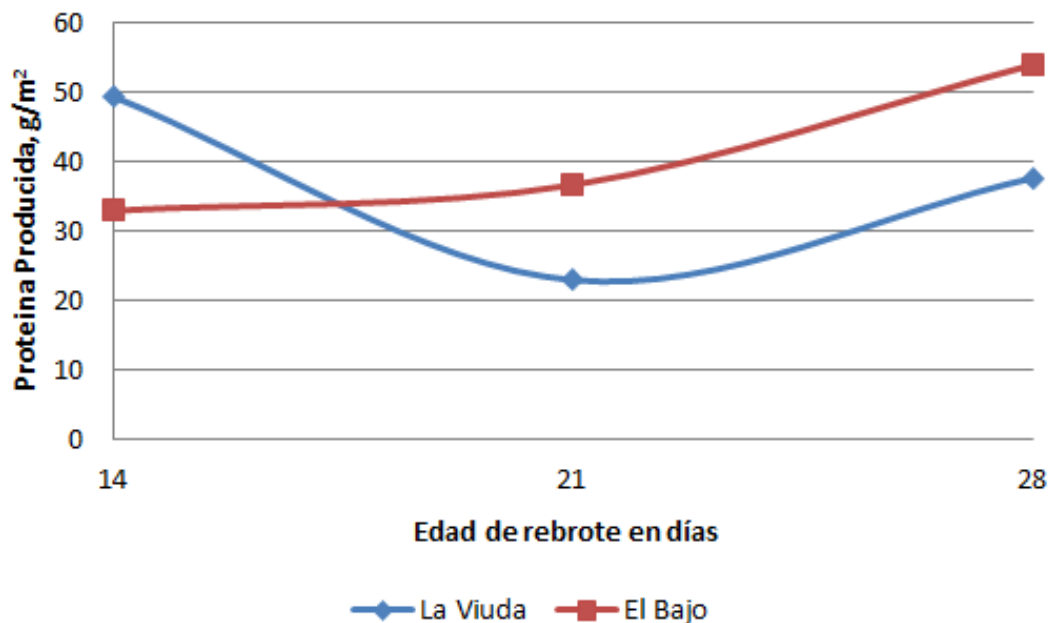


Figura 16. Cantidad de proteína cruda producida durante tres edades de crecimiento en dos potreros de pastoreo, en gramos por metro cuadrado (g/m^2). Cartago. 2016.

La Figura 17 muestra nutrientes acumulados (g de nutriente/ $0,25\text{m}^2$), se observan valores que posee la planta a través de todo su ciclo hasta la corta. Además, se aprecia que después del día 28 los nutrientes empezaron a disminuir y luego del día 35 incrementaron, con excepción del nitrógeno y el potasio, los cuales se mantuvieron constantes positivos todo el ciclo.

Los valores punteados corresponden a la escala del margen izquierdo y las líneas sólidas al margen derecho.

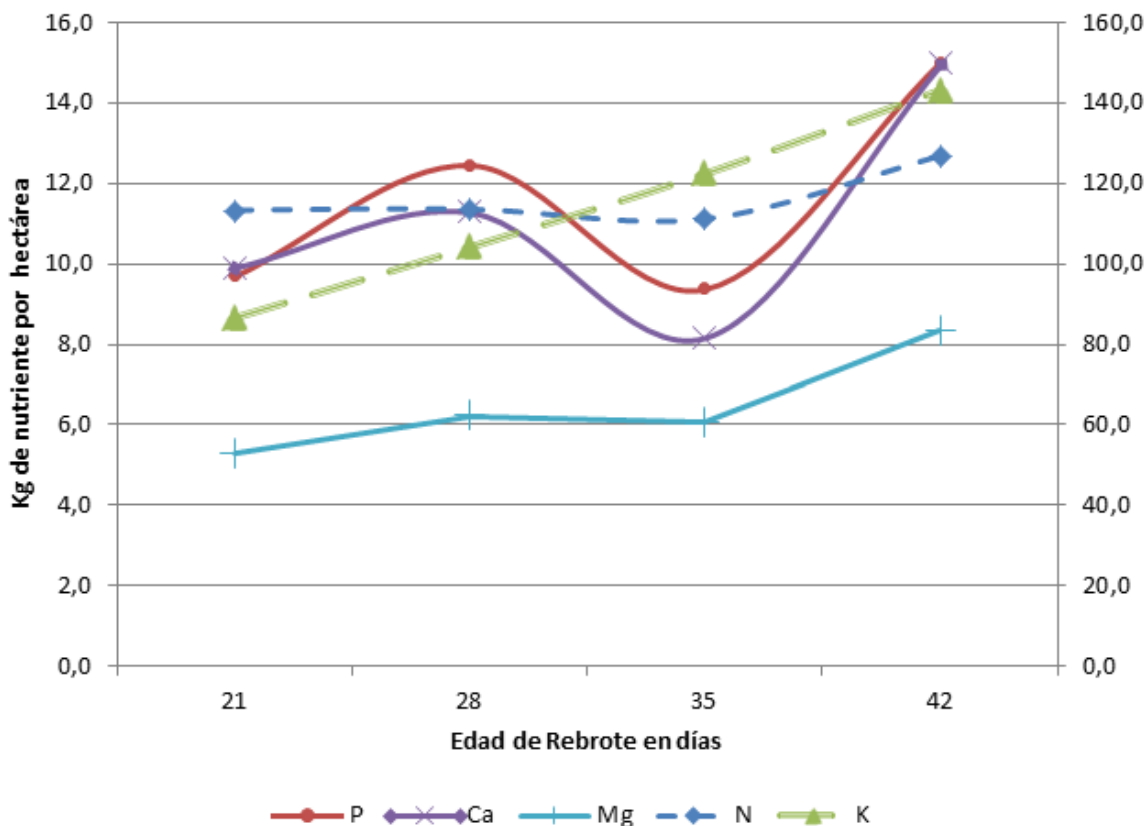


Figura 17. Nutrientes acumulados en las plantas del potrero Ester Der a lo largo del periodo de crecimiento. Cartago. 2016.

La extracción de nitrógeno, calcio y fósforo incrementó después del día 35, el magnesio levemente, el potasio parece ser constante después del día 28. Por lo que a diferente edad del pasto sus necesidades son diferentes y la fertilización debería ajustarse.

Biomasa

No solo la calidad hace conveniente un forraje, sino la capacidad que tenga este para generar biomasa. Durante la calibración del pasturómetro de altura, los datos no mostraron un comportamiento estadísticamente normal por lo que se usó la correlación de Spearman (Cuadro 6).

Cuadro 6. Correlación de Spearman entre los datos tomados con el pasturómetro de altura y cantidad de materia fresca y seca por unidad de superficie. Cartago. 2016.

Parámetro	Pasturómetro	kg mf/m ²	kg ms/m ²
kgmf/m ²	0,94		
kgms/m ²	0,89	0,97	
Altura, cm	0,97	0,92	0,88

kgmf/m² kg de materia fresca por m²
kgms/m² kg de materia seca por m²

La correlación existente entre kg mf/m² con el pasturómetro es de 0,94 lo cual es correlación fuerte positiva y la ecuación a partir de esta correlación con P-Valor: 0,0001 y un R²: 0,88 es: $Y = -0,08 + 0,06X$,

Donde:

$Y = \text{kg MF/m}^2$, $X = \text{Cantidad de anillos desplazados por el pasturómetro}$.

Es decir: $\text{MF kg/m}^2 = -0,08 + 0,06 (\text{Anillos desplazados por el pasturómetro}) (R^2 = 0,88)$

En la Figura 18 se puede apreciar cómo la dispersión de los datos empieza a aumentar conforme aumenta la altura. Esta situación posiblemente haga alusión a aumentar la cantidad de datos en la validación de la calibración recibida y al comportamiento natural e individual de las plantas, las cuales se doblan o se desarrollan más que otras.

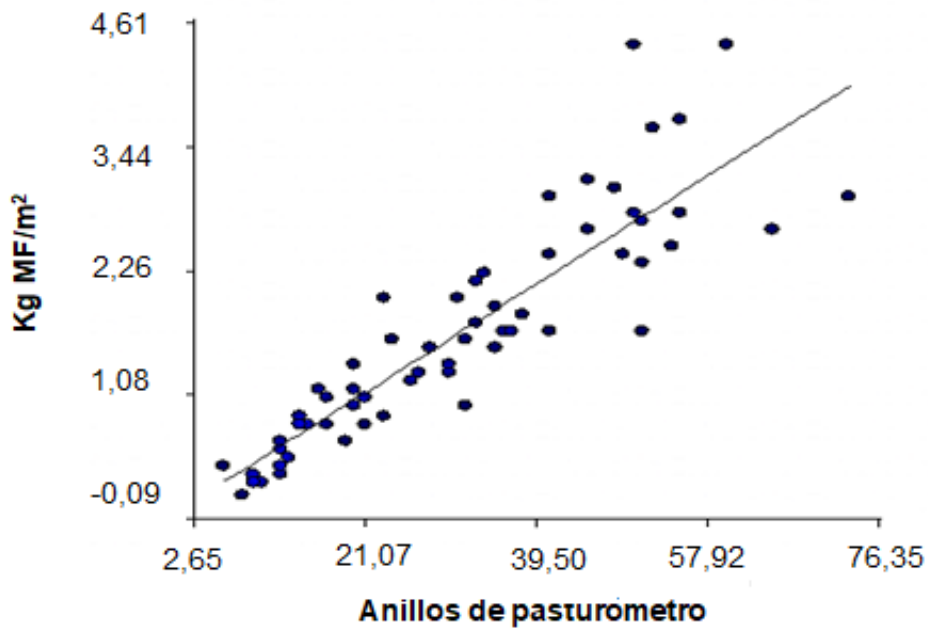


Figura 18. Estimación de la producción de materia fresca presente en la pastura (kg/m²) dependiendo del número de anillos leídos en el pasturómetro.

En los registros

Se montó un registro de los potreros con el fin de conocer la fertilización real que se maneja, las edades de cosecha que se utilizan, los rendimientos de materia seca por hectárea y los rendimientos de pacas por ha. También se elaboró una base de datos con los análisis desde el 2014 a la actualidad con toda la información técnica correspondiente, análisis de suelos, fertilizantes, análisis bromatológicos, de biomasa, entre otros. Se colaboró en el manejo de inventarios de productos necesarios para la lechería y de medicinas a través de la implementación de una herramienta elaborada con Google Drive®, la cual permite desde cualquier lugar de la finca inventariar y de forma automática realizar una lista con los artículos necesarios para la próxima compra (Figura 19).

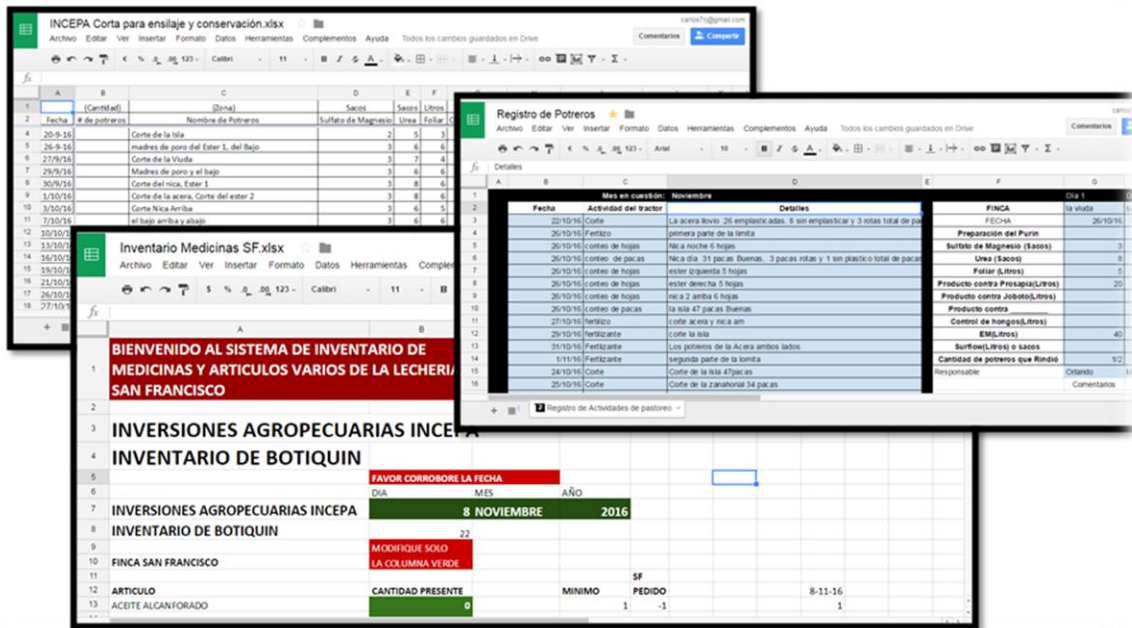


Figura 19. Ejemplo de registros implementados en la plataforma de Google Drive®.

Se adquirieron destrezas en el uso del software DairyLive®, con el objetivo de digitar los datos que se recolectaron, para el uso de registros de la finca, la impresión de listas de acción y la elaboración de análisis técnicos con esta herramienta para el análisis de los indicadores zootécnicos de interés. También se elaboró un registro junto con el personal de Elanco®, para determinar las enfermedades que hay en el hato de producción, su prevalencia, además los medicamentos y dosis que se utilizaron para tratarlas.

En el campo

Se realizaron pruebas cualitativas para analizar la presencia de compactación a través de un cospe, que es la obtención de un pedón de 30x30cm para analizar la cabellera de raíces, la proporción de raíces y de planta a través de pesajes (Figura 20). Adicional a esto se realizó un conteo de jobotos (*Phyllophaga* spp) para determinar la cantidad por hectárea que afecta a los potreros. Se realizó un análisis de suelos con el objetivo de, ajustar la fertilización y controlar la presencia del joboto.



Figura 20. Imágenes de los pasos para realizar un análisis de compactación.

Estas mediciones influyeron en la decisión de utilizar el renovador de potreros (Figura 21), tratamiento contra joboto y aplicación de fertilizante con enraizador de la marca Rootplex® según las indicaciones del fabricante. Se apreciaron resultados marcados a la siguiente cosecha de más del doble de rendimiento del forraje.



Figura 21. Utilización del renovador de potreros en el lote de corte La viuda.

Se participó en la corta y resiembra de árboles de ciprés que cumplieron su vida útil y una vez que se cortaron se aprendió a medir troncos de madera para la venta. De esta forma se aprovechan los recursos de la explotación.

En crianza

Se actualizó el análisis de costo de producción de los terneros desde el nacimiento al primer parto, se colaboró con actividades diarias como tratamientos, limpieza, alimentación, además se analizaron los registros de mortalidad, nacimientos, consanguinidad de los animales nacidos en finca (Figura 22).



Figura 22. Terneras recién destetadas de la raza Holstein

En producción

Se alimentó a los animales con sus respectivas dietas, además se revisó la dieta constantemente para verificar que estuviera balanceada y se realizó el análisis de densidad de las excretas, con un densímetro. También se calibraron constantemente los recipientes que se utilizan como medidas para alimentar.

En reproducción

En cuanto a la reproducción se participó en las palpaciones veterinarias, lavados e inseminaciones y se desarrollaron las destrezas en estas áreas. Se colaboró con la atención de animales enfermos según los protocolos de la finca para anaplasmosis, piroplasmosis, enfermedades respiratorias, mordedura de serpiente, mastitis, entre otras enfermedades presentes durante el tiempo de la práctica.

En gerencia

Se atendió a los profesionales que iban a realizar inspección de manejo de purines, avalúos por parte de representantes de las instituciones financieras, profesor y estudiantes del curso de la escuela de zootecnia de la UCR y miembros de casas comerciales y además se participó en la toma de decisiones internas de la finca. Se ayudó a la organización de un día de campo con Dos Pinos, con las planillas semanales, los pedidos e inventarios de alimento, fertilizantes y productos medicinales.

En maquinaria agrícola

En cuanto a maquinaria agrícola se participó en el mantenimiento mecánico básico de la maquinaria, además se ayudó a fertilizar con la tanqueta todos los potreros de la finca (Figura 23).



Figura 23. Aplicación de biofertilizante a un lote con tanqueta estercolera.

El proceso de henilaje (producción de silopacas) comienza con la aprobación del corte. Una persona debidamente capacitada indica a los trabajadores que el potrero está listo para cortar, después de esto, se decide el día y la cantidad de tractores que van a participar en la cosecha. Esta elección se hace según el tamaño del corte y la velocidad con la cual se necesita trabajar. En los lotes de corte grandes se usan tres tractores, en los lotes más pequeños se usan dos tractores en días soleados y 3 en días de lluvia.

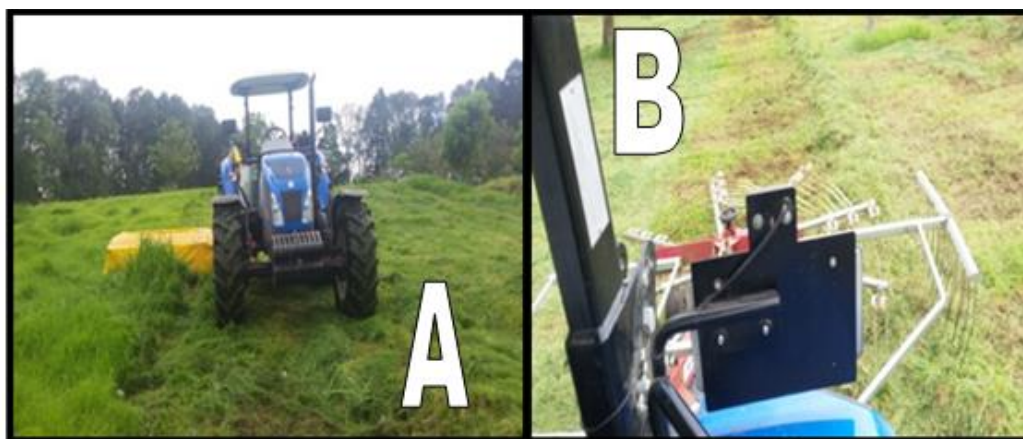


Figura 24. Segadora de tractor (A) y Acordonadora de pasto (B).



Figura 25. Embaladora de pasto

El primer tractor corta a 8 cm de altura con la segadora (Figura 24.A), el siguiente airea el pasto con el fin de secarlo un poco. Después se acordona (Figura 24.B) para que el pasto esté acomodado para recoger con la embaladora (Figura 25) para proceder y emplasticar (Figura 26).



Figura 26. Emplastificadora de silopacas

Además del transporte de pacas al sitio de almacén. Se obtuvo la licencia de maquinaria agrícola y se aprendió a usar la moto segadora Pilathus.



Figura 27. Moto segadora Pilathus

La motosegadora se utiliza para eliminar cama de los potreros donde se acumule mucho material senescente, además es sumamente útil para aprovechar los lugares en los que el tractor no puede entrar. La forma que se usa para la cosecha de cama es la corta del potrero antes que los animales entren, de esta forma cuando entran está cortado y acordonado. A este instrumento se le realizó una adaptación para incrementar en 5 cm la altura de cosecha.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de los mayores desafíos del profesional es el manejo del personal, reparación de equipos, contabilidad y finanzas, debido a que no es la formación que se recibe por lo que la capacitación es siempre necesaria en los administradores y es parte del éxito. Para que una empresa lechera sea exitosa se debe producir y garantizar una rentabilidad mayor a lo que ofrece el banco, el uso de alimentación de bajo costo favorece este propósito, por lo que la inversión en los forrajes es vital para el desempeño de la producción.

Se sabe que el comportamiento de los forrajes es dependiente del clima, por lo que se debe ampliar la investigación en temporada seca, de esta forma se calibran y/o validan los instrumentos que se utilizan. Además se debe aumentar la cantidad de muestras de pasturómetro para obtener resultados más robustos.

A través del balance forrajero se concluye que: a mayor edad, mayor materia fresca. Sin embargo, mayor cantidad de materia fresca no siempre se convierte en mayor materia seca, debido a que la elongación de los tallos promueve el almacenamiento de agua, esto hace que el porcentaje de materia seca no necesariamente aumente con el pasar del tiempo. El momento ideal de cosecha dependerá de las características particulares de cada potrero, por ejemplo 35 días para el potrero La Isla ya que se obtiene la mayor cantidad de proteína cruda por metro cuadrado.

El pasto kikuyo posee entre 5 y 6 hojas de rebrote a los 35 días de edad y se debe cosechar siempre que no se resiembre o lo destruyan los tractores, de ser así se debe agregar una semana más para que inicie su crecimiento. La forma de contar hojas en el potrero es por moda aritmética y no por promedio, sin embargo la distribución es normal por lo que el promedio, mediana y moda coinciden. El conteo de hojas también ayuda a conocer qué tan destruido quedó el potrero después de la cosecha, por lo que no se deben contar hojas para cortar adecuadamente, sino para conocer el crecimiento de sus potreros.

Un crecimiento adecuado se da cuando los nudos desnudos son pocos, ya que un nudo desnudo significa una hoja que no se aprovechó. La longitud entre nudos refleja el aprovechamiento del pasto, si se encama (producción desproporcionada de material senescente), pérdida de materia seca (entre más largo el entrenudo, más largo el haz vascular por lo que se acumulará agua, lo que se traduce en menos materia seca).

En el pastoreo, las muestras se toman en el material que el animal despunta, sin embargo el Botanal y la medida de pasturómetro incluyen la cama, por lo que sería un error compararlo con el sistema de corta en términos de nutriente por metro cuadrado, ya que la calidad de la cama es mucho más baja.

En futuras investigaciones se debe crear un cambio de concepto y olvidar máximas producciones de material fresco y empezar a producir máxima cantidad de nutrientes por unidad de superficie, ya que es el mejor aporte para la alimentación de los animales.

La fertilización es uno de los obstáculos más grandes para una finca, ya que se olvida que el pasto es un cultivo, por lo que es de vital importancia conocer la extracción de nutrientes para el pasto. De esta forma no se perderá por lixiviación, viento, escorrentía o volatilización y con esto llegar a una precisión en el momento de fertilizar y no solo en la cantidad de abono que se utiliza. Por otra parte, cuando se trata de abono orgánico, como en el caso de los purines, se debe aplicar en mayor cantidad a los potreros con poca materia orgánica, para facilitar de esta forma la velocidad de penetración de las raíces.

De todas las actividades que se realizan en la empresa lechera, la alimentación, la sanidad y la reproducción son las más importantes, sin embargo, la primera de estas está estrechamente ligada con la producción del hato y al ser animales rumiantes es fundamental el manejo y la planificación de los forrajes para abastecer las épocas de clima adverso.

Debido a lo anterior la planificación es vital para conocer la capacidad forrajera que posee la finca, para optimizar la conservación de los forrajes. Las metodologías convencionales requieren de tiempo y conocimiento para realizarlas. El pasturómetro es una gran alternativa, si se encuentra calibrado da una estimación precisa en materia fresca. Pero se debe aumentar la base de datos para ajustar la curva de correlación y evitar la dispersión que empieza después de los 40 anillos desplazados.

Debido a los resultados que se obtuvieron y la visión que se tiene para maximizar el potencial del forraje, el equipo de gerencia y los dueños de la empresa, valoran continuar con el estudio sobre los forrajes, por lo que colocar una estación meteorológica es vital, ya que el crecimiento del pasto depende de las condiciones climáticas. Al ser tan intensiva la cosecha de pasto se necesita conocer los datos del clima para la zona.

Es responsabilidad de toda empresa cuidar el ambiente, por lo que se sugiere empezar con las capacitaciones para registrar a la finca en el Programa Nacional Bandera Azul.

La capacitación del personal debe ser constante, entre más personas dominen los temas técnicos, como la inseminación artificial o la atención a un animal enfermo, más eficiente se volverá la explotación. Por ejemplo, atender menos eventos de vacas sucias mejora los índices reproductivos en la finca.

Es necesario conocer el balance forrajero para el invierno-verano con el objetivo de determinar las épocas de escasez. Se instaurará un sistema de trazabilidad para las pacas con el fin de controlar el desperdicio de las mismas, fecha de cosecha, tiempo de almacenaje, materia seca por potrero y fertilizaciones que recibió y así proyectar el requerimiento de forraje a futuro. En el futuro se tiene disposición de adquirir un horno de secado 60°C, con el fin de realizar análisis de materia seca con mayor facilidad.

ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de cálculo de fertilización ajustado al área y al análisis de suelo actual de cada lote de corte.

Requerimientos /Aplicación/Ha			Requerimiento del potrero			Aporte necesario del producto comercial						
KgN/ha	KgP/ha	KgMg/ha	Kg N	Kg P	Kg Mg	MAP		Ferticrop Crec	Mg	Sacos Ferticrop	Sacos MAP	Sacos Mg
22	10	9				N	P	N	Mg			
Finca	Lotes	Ha										
LV	Viuda	2,8	61,6	28	25,2	2,8	56	155,4	50,4	3,5	1,2	2,0
LV	Manuel Gonzales	4	88	40	36	4	80	222,0	72	4,9	1,8	2,9
LV	Loma adentro	4	88	40	36	4	80	222,0	72	4,9	1,8	2,9
LV	La Isla	2,5	55	25	22,5	2,5	50	138,7	45	3,1	1,1	1,8
LV	Loma afuera	4	88	40	36	4	80	222,0	72	4,9	1,8	2,9
LV	Corte Nica2 primera	1,6	35,2	16	14,4	1,6	32	88,8	28,8	2,0	0,7	1,2
LV	Corte Nica 2 Segunda	1,6	35,2	16	14,4	1,6	32	88,8	28,8	2,0	0,7	1,2
SF	La Acera	2,6	57,2	26	23,4	2,6	52	144,3	46,8	3,2	1,2	1,9
SF	Nica AM	1,25	27,5	12,5	11,25	1,25	25	69,4	22,5	1,5	0,6	0,9
SF	Fresnos y reservorio	2,4	52,8	24	21,6	2,4	48	133,2	43,2	3,0	1,1	1,7
SF	Nica PM	2,19	48,18	21,9	19,71	2,19	43,8	121,5	39,42	2,7	1,0	1,6
SF	Los Ester	3	66	30	27	3	60	166,5	54	3,7	1,3	2,2
SF	Zanahorial	2,3	50,6	23	20,7	2,3	46	127,6	41,4	2,8	1,0	1,7

Anexo 2. Ejemplo de las fichas de fertilización adecuadas a cada lote con los componentes específicos para la elaboración del biofertilizante.

INVERSIONES AGROPECURIAS INCEPA		
PRODUCCION DE FORRAJES		
CORTE	LA VIUDA	
<i>Año 2017</i>		
Primera Aplicación	4 días despues del corte	
Sacos Ferticrop		3,5
Sacos MAP		1,0
Sacos Mg		2,0
Colaria y Prosapia Litros		20,0
Galón Rootplex		
Control Joboto		20,0
EM		
Segunda Aplicación	10 Días despues del corte	
Sacos Ferticrop		3,5
Sacos MAP		1,0
Sacos Mg		2,0
Control Hongo litros		20,0
Foliar		6,0

Fertilización Líquida

Anexo.3 Distribución de las 120 hectáreas de la Finca San Francisco en corte, pastoreo y conservación.

Resumen	(ha)
Número de ha de pastoreo en la Finca San José	11,62
Número de ha de pastoreo en la Finca San Francisco	37,64
Número de ha de pastoreo en la Finca La Viuda	19,34
Número de ha de corte en la Finca La Viuda	19,00
Número de ha de corte en la Finca San Francisco	8,93
Número de ha de corte	27,93
Número de ha de pastoreo	68,60
Número de ha de Ruiz	16,00
Número de ha de conservación de bosque	7,47
Total de ha de la finca	120,00

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J; HERNÁNDEZ, C. 2007. Determinación del rendimiento de pastura estrella mediante la aplicación del método Botanal en la finca “La Argollona” durante el II semestre del año 2007, 20. Consultado el 6/5/2016 en: https://www.unan.edu.ni/dir_invest/web_judc/proyectos_matagalpa/pdf/articulos/pastura_botanal.pdf
- ANDRADE M. 2006. Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiow) en la producción de ganado lechero en Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica 225p.
- BOSCHINI, C; PINEDA, L. 2016. Ensilaje de kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) fermentado con tres aditivos. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 49–60.
- BOSCHINI, C. 2006. Nutrientes digeribles, energía neta y fracciones proteicas de la morera (*Morus alba* aprovechables. *Agronomía Mesoamericana*. 17(2), 141–150.
- CRUZ, M; J, SÁNCHEZ. 2000. La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*. 6(1)39-74.
- ELIZONDO, J., 2002. Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NRC para ganado de engorde. *Agronomía Mesoamericana*. 13 (1): 41- 44.
- ESQUEDA, M., SOSA, E., CHAVEZ, A., VILLANUEVA, F., LARA, M., ROYO, M., SIERRA, J., GONZALEZ, A., BELTRAN, S. 2011. Manual de capacitación de ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico número 4. ISBN 978-607-425-554-6. México DF.
- F.A.U.B.A. 2004. Las plantas y el agua. Universidad de Buenos Aires Cátedra de Fisiología Vegetal Facultad de Ciencias Agrarias. Buenos Aires Argentina. Consultado <https://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/papers/agua.pdf> en el 10/4/2017
- FERNANDEZ, H. 2004. Estimación de disponibilidad de pasto. INTA. Área de producción animal. Argentina. Consultado el 29/3/17 en <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/41-
disponibilidad.pdf

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL (IMN). 2016. consultado el 6/5/2016 en:
<https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio>

LASANTA, T. 2010. Pastoreo en áreas de montaña, estrategias e impactos en el territorio. Estudios Geográficos. Vol LXXI. 268pp 203-233.

LONDOÑO, L.; ALVAREZ, J. 2011. Evaluación de dos sistemas de pastoreo rotacional y continuo sobre variables técnicas, productivas y económicas en novillos cebú comercial en el trópico bajo. Revista Politécnica ISSN1900-2351, Año7. Número 12.

MARTINEZ, A. 1999. Práctica realizada en una finca de ganado de doble propósito ubicada en horquetas de Sarapiquí. Universidad de Costa Rica.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Requerimientos nutricionales de ganado lechero. Séptima edición. Washington, DC., USA. National Academy Press

PINEDA, L. 2010. Producción y valor nutricional del pasto Mulato (CIAT 36061) (*Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha*), cosechado a tres edades y tres alturas de corte, en el pacífico norte de Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 101 p

PONCE, P. 2004. Costos, precios y rentabilidad en la lechería tropical. ACPA, 2, 50–52.

QUIRÓS, E., 2014. El sector agropecuario y el fenómeno del Niño 2014. SEPSA. Consultado en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00328.pdf> el 14/3/17

ROMERO, L. 2008. Pasturas templadas y tropicales. XXI Curso Internacional de lechería para profesionales en América Latina. Consultado el 14/3/17 en <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/pasturastt.pdf>

RUA, M. 2009. Las Leyes Universales de André Voisin para el pastoreo racional. Pres. del Instituto André Voisin Colombia y Director General de Cultura Empresarial Ganadera. Argentina.

SALAZAR, A. 2012. Capacitancia e inductancia. Capítulo 7. Universidad de los Andes. Consultado en http://www.prof.uniandes.edu.co/~ant-sala/cursos/FDC/Contenidos/07_Inductancia_y_Capacitancia.pdf el 29/3/17

- SÁNCHEZ, J. 2009. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación de ganado lechero. Consultado el 29/3/17 en <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/forrajes.pdf>
- SANCHEZ, J; VILLAREAL, M; SOTO, H. 2000. Tropical mejor que templado digestibilidad. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1).
- SOSSA, B. 2015. Comportamiento productivo de novillos pastoreando en el trópico de altura con y sin suplemento energético. *Revista FMVZ-UN*, 62(63).
- TEJOS, R. 1994. Reserva de Carbohidratos. In *Pastos Nativos de sabanas inundables* (p. 101). Venezuela: Litografía Mgagraf.
- TOBIA, E; VARGAS, C. 2000. Inóculos bacterianos una alternativa para mejorar el proceso fermentativo en los ensilajes tropicales. *Nutrición Animal Tropical*, 6(1)129-144p.
- URBANO, D; DÁVILA, C; CASTRO, F. 2008. Producción de pastos y forrajes, base de la alimentación sustentable para los bovinos Vol. 6, p. 24. Venezuela.
- VARANO, L. 2007. Medición de la productividad primaria neta en mallines del noroeste de Patagonia, mediante métodos destructivos y no destructivos. Universidad de Belgrano.
- VILLALOBOS, L. 2006. Disponibilidad y valor nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) en las zonas altas de Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica 225p.
- VILLALOBOS, L; ARCE, J; WINGCHING, R. 2013. Producción de biomasa y costos de producción de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), Kikuyo (*Kikuyocloa clandestina*) y Rye Grass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. *Revista Agronomía Costarricense* 37(2): 91-103. ISSN:0377-9424/2013.
- VOISIN, A. 1959. *Grass Productivity*. Islanpress. Washington, D.C. Covelo, California. 353p.