

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ciencias Agroalimentarias
Escuela de Zootecnia

Análisis y manejo de una lechería estabulada en la Zona
Norte de Costa Rica

Carlos Alfredo Orozco Corrales

Informe de práctica dirigida, presentada para optar por el
título de Licenciado en Ingeniería Agronómica con
énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Junio 2012

Análisis y manejo de una lechería estabulada en la Zona Norte de Costa Rica
Informe de práctica dirigida, presentada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Tribunal Examinador

Ing. Augusto Rojas Bourrillon, M. Sc.	Director de práctica

Ing. Jorge Elizondo Salazar, Ph. D.	Miembro del tribunal

Ing. José Arce Cordero, Lic.	Miembro del tribunal

Ing. Luis Villalobos Villalobos, M.G.A.	Miembro del tribunal

Ing. Catalina Salas Durán, Ph. D.	Directora a.i. Escuela

Ing. Carlos Orozco Corrales.	Sustentante

Dedicatoria

Antes que todo dedico este trabajo a Dios, que sin su ayuda no se hubiera logrado nunca, además me dió la fortaleza de seguir adelante en los momentos más difíciles de esta etapa de mi vida.

A mis padres Carlos Orozco y Emilia Corrales, por haber creído en mi aún cuando no fui el mejor ejemplo a seguir, por nunca permitir que me detuviera en este proceso. Sin sus consejos no sería quien soy hoy en día.

A mi novia Alexandra Brenes Alfaro por ser la amiga incondicional, en los momentos más duros, sin sus consejos probablemente este trabajo no hubiera llegado a su fin de la buena manera en que llegó.

A la señora Agueda Serrano por la ayuda que me brindó por más de cinco años consecutivos de manera desinteresada, solo para que este momento llegara, ella es parte importante de lo que hoy en día está pasando.

Agradecimiento

Deseo agradecer en primer lugar al Sr. Augusto Rojas Bourrillon, por ser la persona más influyente en mi carrera profesional, por sus consejos de cómo analizar no solo los sistemas de producción, sino más aun la vida y los acontecimientos que se nos enfrentan, sin duda alguna es un amigo importante en mi vida.

Al Sr. José Krucker Stubi, por la oportunidad brindada para desarrollar este proyecto en su explotación, además por sus consejos y sus buenos valores para conmigo.

A los miembros del tribunal por su buena voluntad, hacia mi persona y hacia mi proyecto de graduación, sus consejos fueron vitales en la culminación del mismo.

ÍNDICE

Portada	Página
Tribunal Examinador	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice	IV
Índice de cuadros	VIII
Índice de figuras	XI
Resumen	XII
Introducción	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Capítulo 1 - Marco Teórico	
Manejo y estado de las pasturas	4
Amonificación de forrajes	6
Balances nutricionales: excesos y deficiencias de nutriente	8
Parámetros indicadores productivos y reproductivos	10
Análisis económico de los sistemas de alimentación	13
Capítulo 2 - Manejo de Pasturas y Forrajes de Corte en Hacienda Kru	
Estimación de biodisponibilidad	16
Pruebas de Germinación	17
Curado de la semilla	17

Calibración del equipo y siembra	18
Preparación de terreno	20
Análisis de suelos	20
Sorgo Millón (Sorghum bicolor)	23
Amonificación de forrajes	24
Capítulo 3 - Manejo de los animales en las etapas de: crianza de terneras, desarrollo de novillas, vacas secas y vacas en producción, y actividades de ordeño.	
Manejo de los animales en las etapas de: crianza de terneras, desarrollo de novillas, vacas secas y vacas en producción, y actividades de ordeño	27
Manejo de los animales recién nacidos	28
Animales en desarrollo	29
Vacas y novillas prontas	32
Vacas en producción	33
Frescas 1	33
Lavados uterinos	34
Lavados de prepucios	34
Retención de placentas o involuciones uterinas incorrectas	34
Palpaciones mensuales	34
Frescas 2	35
Élite	35
Actividades de ordeño	36
Pesa de leche	36

Prueba California de Mastitis	36
Cálculo de costos	38
Rutina ordeño	41
Tiempos de ordeño	41

Capítulo 4 - Análisis de los sistemas de alimentación y realización de balances nutricionales con el propósito de optimizar dichos sistemas.

Análisis de los sistemas de alimentación y realizar balances nutricionales con el propósito de optimizar dichos sistemas	43
Terneras de cunas	43
Costo de alimentación	45
Terneras destetadas 3- 18 meses	46
Costos de alimentación de novillas	48
Vacas en producción	49
Vacas frescas 1	49
Vacas frescas 2	53
Vacas élite	54
Costos de dietas y kilogramos de leche necesarios para pagar el costo de la dieta	56

Capítulo 5 - Análisis reproductivo y productivo de los animales y los principales parámetros e indicadores para una lechería especializada.

Análisis reproductivo y productivo de los animales y los principales parámetros e indicadores para una lechería especializada	57
---	----

Capítulo 6 - Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones 62

Recomendaciones 64

Literatura citada 65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Protocolo de aplicación para curado de semilla, de maíz y sorgo previo a la siembra	18
2. Calibración del equipo de siembra y fertilización para el sorgo y el maíz	18
3. Procedimiento, cantidades y materias primas utilizadas en la elaboración de abonos foliares	19
4. Resultados del análisis de suelos realizado en el área de la finca en la cual se destinan los cultivos	21
5. Comparación de densidad de siembra y rendimiento por hectárea del maíz y el sorgo	23
6 Análisis bromatológico de henos de mala calidad, con y sin aplicación de solución de urea al 9 y 13%	25
7. Fórmula de la cajeta de minerales en gramos, porcentajes y consumos promedios	30
8. Vacunación de la Ultra choice 8®, enfermedades y cepas que combate	31
9. Composición del Mastiliber® de 10 ml, antimastítico natural, para el control de mastitis sub clínicas grado 1 y 2	37

10. Composición de una jeringa de 10 ml de Ubricina® para el tratamiento de mastitis subclínica grado 3 y clínica.	38
11. Cálculo del costo de tratar un animal /día con los diferentes productos, según el nivel de infección y el costo de secar una vaca en colones	39
12. Clasificación del hato según rangos de células somáticas antes y después de iniciado el protocolo	40
13. Análisis garantizado del perfil nutricional y costo del reemplazador lácteo Maxi care®	44
14. Análisis nutricional y costo del alimento concentrado para terneras Crapid®	45
15 . Estructura de costos de la ración promedio por animal por día en animales de cunas	46
16. Composición nutricional del concentrado elaborado en la finca para desarrollar novillas.	46
17. Formulación y costo del alimento balanceado para desarrollo de terneros	47
18. Balance nutricional del grupo de novillas en desarrollo, 3 – 18 meses	48
19. Estructura de costos de la ración de novillas en desarrollo, por día y por animal	49

20. Composición nutricional del concentrado elaborado en la finca para vacas en producción.	50
21. Formulación y costo del concentrado para vacas en producción	51
22. Balance nutricional del grupo de vacas frescas 1	52
23. Balance nutricional del grupo de vacas frescas 2	53
24. Balance nutricional del grupo de vacas elite	55
25. Costo de la dieta por grupo y kilogramos de leche necesarios para pagar la alimentación diaria	56
26. Clasificación del hato según el número de partos de las vacas en ordeño	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de partos por año del 2007 a setiembre del 2011	59
2. Promedio de partos por mes en los diferentes años del 2007, a Setiembre del 2009	60
3. Número de partos y preñez por mes y por año del 2007 a Setiembre del 2011	61

Resumen

La práctica dirigida se realizó en una hacienda multipropósito ubicada en San Jorge de Upala de Alajuela, que se dedica a la producción de leche de manera especializada, a la cría de ganado para carne y a la exportación de piña. El área total es de 800 ha distribuidas de la siguiente manera, 55 ha en el módulo lechero, 200 ha para la producción de piña y 545 ha para producción de ganado de cría.

El trabajo consistió en participar de todas y cada una de las actividades diarias de la lechería con el fin de analizar los parámetros productivos, manejo de animales, instalaciones, sanidad, nutrición y alimentación, ordeños, siembras y cosechas.

Como parte de la participación administrativa de la explotación, se realizaron una serie de cálculos y pruebas con el fin de poner en práctica nuevas tecnologías para la finca como lo son: la amonificación de forrajes de mala calidad obteniendo una mejoría en calidad al aplicar solución al 13% de urea, el ensilaje de rastrojos de la producción de piña, la utilización de biofermentos para aportar nutrientes de manera foliar a los cultivos forrajeros.

Se introdujeron distintas prácticas de alimentación como la elaboración de concentrado en la propia finca, así como el análisis de costos de su elaboración. Se cuantificó que se requiere 8,3 kg de producción para pagar el costo de la ración diaria.

Se trabajó en mejorar los tiempos, protocolos y rutinas de ordeño con el fin de mejorar la salud de los animales y los índices de calidad de leche. Se elaboró una lista de 9 pasos y se logró disminuir el conteo de células somáticas.

Se diseñaron protocolos de manejo sanitario, en las diferentes etapas de vida de los animales para distintas patologías comunes en la explotación y se analizaron los costos.

Se realizó un análisis nutricional de la dieta de cada uno de los grupos de vacas en lactancia así como un balance según los requerimientos de una vaca con producción promedio para cada grupo con el fin de tener una idea del desempeño nutricional de la dieta.

De la misma manera se calcularon y analizaron los principales parámetros reproductivos de la lechería, con el fin de estudiarlos para mejorarlos de ser necesario. Encontrándose en promedio 19,75 partos por mes y 237 partos por año.

Introducción

La industria láctea en el mundo y en Costa Rica muestra un crecimiento acelerado, sin embargo por el simple hecho del surgimiento de otras actividades agropecuarias, las cuales son más rentables o son más intensivas; sin embargo se ha venido dando el fenómeno, de desaparición de los productores ganaderos en general, con una disminución del 3% en el número de cabezas de ganado en la última década, y pasando de 2,4 millones de hectáreas en 1988 a 1,65 millones en 1992 y 1,35 millones en el 2000 (Censo ganadero 2000).

El problema radica en que muchos productores que se habían dedicado por muchos años a la producción de leche, al ver que otras actividades les ofrecen mayor utilidad en la misma o menor área de terreno, toman la decisión de abandonar la actividad.

Siendo esta la situación real y actual del sector lechero y cárnico en nuestro país, más fuertemente en el último, es que se presenta la necesidad de ser cada día más eficiente en la producción, de manera que el sistema productivo se vuelva más rentable y sostenible. Se podría casi generalizar y asegurar que si el productor lechero nacional no se somete a una serie de ajustes y cambios tanto en su cultura de producción, como en la aplicación de nuevas tecnologías de producción, se va a quedar rezagado y poco a poco se verá obligado a dejar las actividades o buscar nuevas opciones que le presenten una mayor productividad por unidad de área.

Esta eficiencia solo se alcanzará, una vez que el ganadero, sin importar si es de leche o de carne, vea la explotación como un negocio, como una empresa, que cada día debe mejorar y afinar los indicadores productivos y económicos, llevando por ejemplo sistemas de registros ordenados.

El rubro de los costos en una empresa es de mucha importancia. Ya que cuando se tiene conocimiento de ellos, se puede tomar las mejores decisiones para la situación de la finca. Esto incluye, manejo de las planillas (personal), manejo de las dietas (bajo un concepto costo – beneficio), entre otros.

Para el productor y para los industriales es de suma importancia conocer detalladamente las proyecciones en la producción láctea a lo largo de todo el año, ya que con esto podrá saber, la situación real de su empresa, tanto económica como técnicamente y así poder tomar decisiones que mejoren el sistema productivo.

De manera que todo buen productor debería conocer ampliamente los parámetros reproductivos, nutricionales, productivos y económicos de su empresa con el fin de optimizar al máximo las ganancias y la salida a flote de la explotación.

Todo esto no solo es importante por el hecho de que existe un problema que se debe solucionar, sino porque los datos muestran que la industria lechera tiene un marcado crecimiento (Cámara Nacional de Productores de Leche 2007), y que si el productor se ordena puede hacer de su lechería una empresa exitosa.

La producción de leche en nuestro país ha presentado desde sus inicios un crecimiento sostenido a través de los años, gracias a nuevas áreas de explotación mayor diversificación de productos y gran inversión industrial en infraestructura y tecnología (Cámara Nacional de Productores de Leche 2007), lo que refuerza la teoría de que vale la pena que el productor de leche siga cada vez optimizando su sistema lechero, con mejores técnicas de manejo, nutrición y reproducción, ya que existe un mercado en potencia que pagará este esfuerzo e inversión.

Además como ventaja de esta actividad es el hecho de que es un sector muy organizado y con diferentes mercados. Actualmente en Costa Rica el mercado en el cual se distribuye la producción de leche se divide en el sector formal, constituido por industrias procesadoras de la materia prima y el sector informal conformados por queseros y lecheros (Saborío 2009).

Objetivos

a. General:

1. Participar y analizar las actividades de un sistema de producción de leche, para generar información que permita mejorar los índices productivos y reproductivos de la explotación.

b. Específicos:

1. Evaluar el tipo, estado y manejo en general de las pasturas existentes en la finca, con el fin de lograr mejoras en el sistema de pastoreo.
2. Trabajar y participar en las actividades de ordeño y manejo de los animales en las etapas de crianza de terneras, desarrollo de novillas, vacas secas y vacas en producción.
3. Analizar los sistemas de alimentación y realizar balances nutricionales con el propósito de optimizar dichos sistemas.
4. Realizar un análisis del manejo reproductivo de los animales y estudiar los principales parámetros e indicadores reproductivos para una lechería especializada.

Capítulo 1. Marco Teórico

Manejo y estado de las pasturas

Los forrajes tropicales presentan contenidos bajos de proteína, mayores concentraciones de fibra cruda, y menor digestibilidad e índice de consumo que los forrajes de zonas templadas, debido al efecto que ejercen sobre los pastos la precipitación, la radiación solar y la temperatura (Bonilla y Díaz 2003). Pese a ello, constituyen un gran porcentaje de la dieta de los animales herbívoros, además de que es el rubro dentro de la dieta que representa el menor costo con valores por kilogramo en fresco que varían entre ¢2,3 y ¢3,8 en el caso de la estrella y ¢9,1 y ¢13,8 para el mombaza (Arce et al. 2011) convirtiéndolo en el recurso más viable en países como Costa Rica que no son productores de granos.

Existen diferentes manejos de pasturas, el rotacional, el continuo y el corte y acarreo, en el cual los animales no van a la pastura a cosechar sino que se les ofrece en la canoa una vez el humano lo ha cortado y lo ha llevado a las instalaciones (Bernal 2005).

Según González et al. (1988) el objetivo fundamental de la rotación de pasturas es ayudar a mantener la mejor combinación entre cantidad y calidad del forraje. Esto se logra regulando la frecuencia e intensidad del pastoreo, para de esta forma controlar la calidad, el rendimiento, la utilización y la persistencia de la pastura. Hay varios sistemas de pastoreo, entre ellos González et al. (1988) mencionan pastoreo continuo, rotativo con grupo seguidor, rotativo y descanso, rotativo con franjas o controlado, la diferencia básica va ser la eficiencia con la que se aprovecha la pastura en cada uno de ellos.

El tiempo de pastoreo o su inverso periodo de descanso, es otro parámetro importante a tomar en cuenta a definir, ya que de él va a depender la estadía del animal en

la pastura y por ende su aprovechamiento, el tiempo de pastoreo según Ortiz y Soto (2006) va a diferir según sea el tipo de pastura y la estación del año.

Según Ortiz y Soto (2006) cada potrero o parcela de campo natural se podría pastorear hasta los 3 a 5 cm de altura del forraje y dejarlo descansar hasta que la pastura alcance los 12 a 18 cm de altura. Por otra parte Carambula (1996) sugiere como recomendación general que las especies prostradas pueden ser pastoreadas hasta los 2,5 cm y las erectas hasta 5,0 a 7,5 cm dejando descansar la pastura hasta que alcance 25 cm de altura, y siempre y cuando las condiciones de luminosidad y temperatura sean las adecuadas.

Según Bonilla y Díaz (2003) las gramíneas tropicales necesitan de una temperatura de 30°C a 35°C, para su óptimo desarrollo.

Un forraje de excelente calidad es aquel que cumple con las siguientes características 16,5% PC o más; 27,5% o menos de FC y una digestibilidad del 55% o más, y permite un buen paso a través del tracto digestivo, lo que hace que el animal consuma más pasto y aumente la producción de leche (Bonilla y Díaz 2003).

Según Sánchez (2001), la digestibilidad de los pastos tropicales es alrededor de un 15% menos que las pasturas de zonas templadas, esto porque las pasturas tropicales poseen mayor proporción de pared celular, la cual esta lignificada.

Sánchez (2001) reporta para el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) valores de 14,8% PC; 71% de FDN y 1,32 Mcal de ENI (energía neta de lactancia), y para la *Brachiaria* (*Brachiaria ruzizensis*) valores de 12,4% PC; 66,7% de FDN y 1,31 Mcal ENI.

Según Kapitulnik (2007) la época de cosecha, el tipo de planta utilizada y la temporada o estación anual, las lluvias y el tipo de suelos influyen en la composición del forraje y la cantidad óptima a suministrar.

Amonificación de forrajes

Los forrajes en el trópico están constituidos mayoritariamente por gramíneas y leguminosas, y su utilización se da en diversas técnicas, como lo son los ensilajes, los henilajes y los henos, caracterizándose los últimos por sus bajos valores proteicos y baja digestibilidad (Rodríguez et al. 2002).

Wingching – Jones y Alvarado (2009), reportan valores para el heno de transvala de materia seca 80%; proteína cruda 3,42%; fibra detergente neutra 66,14% y lignina 7,98%. Por su parte, Jorgel (2011) reporta valores para heno de arroz de materia seca 82%; proteína cruda 4,87% y fibra detergente neutra 66,70%.

Los tratamientos con amoníaco promueven alteraciones en la composición química de los pastos, principalmente en la fracción fibrosa y los compuestos nitrogenados, resultando en un aumento en su valor nutritivo (Rodríguez et al. 2002).

Los tratamientos de amonificación de forrajes de baja calidad hidrolizan enlaces químicos en la pared celular, mejorando la accesibilidad de microorganismos fibrolíticos ruminales a la celulosa y hemicelulosa (Arelovich et al. 2007).

En la amonificación se han empleado diferentes compuestos químicos, entre los cuales se encuentran amonio anhidro (NH_3), hidróxido de amonio (NH_4OH) y la urea como fuente de amoníaco (Klee y Murillo, 1989; Fundora et al. 1992; Van Bruchem et al. 1993 citados por Rodríguez et al. 2002).

Según Arelovich et al. (2007) la amonificación con urea mejora el valor nutritivo de forrajes de baja calidad y puede reducir los costos de suplementación, mediante un incremento en el consumo y un aporte adicional de N degradable en el rumen.

Por su parte, Cuesta y Conde (2002) reportan que el mal uso de la amonificación o exceso de la concentración puede significar la presencia de alergias de tipo cutáneo (20%) y la toxicidad producida por unos compuestos llamados imidazoles, que afectan el cerebro del animal. Este tipo de intoxicación se presenta a causa de una combinación de altas temperaturas (verano mayores a 40°C) y una excesiva generación de calor dentro del material precisamente por la reacción química producida por el exceso de amonio (mayores al 4%). Los mismos autores reportan producciones de leche de 12 kg/vaca/día con consumos de 15 kg de paja de trigo amonificado.

Según Botero (SF) la amonificación es una técnica viable ya que en los procedimientos de ensilaje, henificación y henolaje se utilizan aditivos costosos para conservar la calidad nutricional original del producto como: azúcar, melaza, cultivos lácticos, almidones o granos molidos de cereales, pero si la calidad nutricional de los materiales conservados mediante el henilaje, y ensilaje es originalmente baja, ésta no se mejora. Sin embargo la amonificación permite no sólo conservar, sino mejorar en forma sensible y rápida (utilizable a los 20 días) la calidad nutricional de los productos tratados y almacenados mediante este sistema. Por otro lado, los sistemas tradicionales de conservación y almacenamiento requieren de maquinaria e infraestructura sofisticadas y costosas, a las que la gran mayoría de los ganaderos del trópico no tienen acceso. Mientras que el amonificado puede hacerse en forma artesanal, sencilla y de bajo costo y riesgo bioeconómico y ambiental.

Pruebas preliminares de esta metodología han demostrado resultados positivos. Rodríguez et al. (2002) trabajando con heno de (*Brachiaria humidicola*) cuantificaron incrementos importantes en los niveles de proteína cruda (pasando del 2,9 al 6 %) y en la Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) pasando del 46 al 53%, con diez días de aplicación del tratamiento. En otra prueba, trabajando de

forma comercial con un silo con más de 100 pacas de heno de *Brachiaria*, almacenadas herméticamente durante 28 días, se incrementó el porcentaje de proteína cruda, pasando del 3 al 8,2 % y en la digestibilidad del 46 al 57%. Además, se observó una uniformidad razonable entre los distintos estratos del silo, con variaciones inferiores a 1,5 unidades porcentuales en el nivel de proteína.

En cuanto a respuesta animal, en dos estudios conducidos durante la sequía, reportados por Chacón et al. (1999), se comparó la producción de leche de vacas mestizas Carora-Holstein, que recibían 30-40% de la ración total de zacate de burro (*Paspalum fasciculatum*) amonificado con urea y heno de *brachiaria* (*Brachiaria decumbens*) o ensilaje de sorgo. La diferencia en respuesta fue de 1 kg de leche/vaca/día a favor del heno y 1.2 a favor del ensilaje de sorgo.

Balances nutricionales: deficiencias y excesos en los nutrientes

En una explotación de ganado lechero, el manejo de la dieta es un factor clave para el buen funcionamiento de la finca (Arce 2008).

En los últimos tiempos los animales han sido sometidos a diversos programas de selección genética, los cuales llevan al animal a alcanzar mejores índices productivos, pero que al mismo tiempo exigen mayores requerimientos nutricionales que compensen esa capacidad de producción. La mejor forma de conocer la relación que hay entre las necesidades de los animales y los aportes de la ración es elaborando balances nutricionales.

Por ejemplo dentro de la gama de nutrientes a balancear se encuentran la energía, la proteína, la fibra (detergente neutra y ácida) los minerales como el calcio y el fósforo.

Las vacas lecheras demandan altas cantidades de energía para mantenimiento, producción de leche, reproducción, crecimiento y ganancia de peso. Las vacas con altos

niveles de producción usualmente no logran consumir los niveles de energía requerida principalmente en los primeros 100 días de lactancia. Deficiencias de energía resultan en la movilización de las reservas corporales, lo que se aprecia con la pérdida de condición corporal y si esta es mayor incluso podría desencadenar desordenes metabólicos (Dunham 1989).

Según Dunham (1989) las principales fuentes de energía son los carbohidratos y las grasas, las proteínas pueden metabolizarse en energía, pero es un proceso muy costoso tanto metabólico como económico.

Por otro lado la proteína es requerida para las mismas actividades antes mencionadas en el caso de la energía, con la diferencia que la movilización en este caso a nivel corporal es menos eficiente, por lo que es recomendado tratar de suplir los requerimientos vía dieta en todo momento (Dunham 1989).

En cuanto al tema de las fibras, Cruz y Sánchez (2000) aseguran que dietas deficientes en fibra afectan negativamente la producción de leche en el ganado y promueven una disminución en el porcentaje de grasa. Los mismos autores justifican estos efectos con la disminución que ocurre en el pH ruminal y el consecuente menor consumo de materia seca (MS). Sánchez (2008) citado por Arce (2008) menciona que al analizar una curva de tendencia frente a una curva de lactancia real, se espera que el valor del coeficiente de correlación entre ambas sea por lo menos cercana al 60% para garantizar que las fluctuaciones en la producción sean aceptablemente bajas, de lo contrario es probable que el animal sufra de acidosis ruminal que puede afectar la producción de leche.

Con respecto al ambiente ruminal que se propicia con una dieta deficiente en fibra, Cruz y Sánchez (2000) sostienen que se necesitan dos condiciones para experimentar una disminución en el contenido graso de la leche: la presencia de un sustrato graso insaturado

en el rumen y la alteración del ambiente ruminal provocado por la deficiencia de fibra, que no permite la completa biohidrogenación de la grasa.

Los requerimientos de fibra de un animal varían según diferentes factores, como por ejemplo su estado fisiológico, nivel productivo, tipo de sistema de alimentación, entre otros (Rojas-Bourrillon 1995). En cuanto a la influencia de los sistemas de alimentación en los requerimientos de fibra, cabe destacar la diferencia que Cruz y Sánchez (2000) establecen entre los sistemas de pastoreo con suplementación de alimento concentrado y raciones totales mezcladas, ya que según comentan, una ración total mezclada promueve un pH ruminal más estable con menores fluctuaciones a lo largo del día, lo que permite reducir los requerimientos de fibra en comparación con el sistema de pastoreo y suplementación.

La variedad de minerales existentes en el medio es alta, así como lo es el requerimiento de algunos de ellos por los animales, unos en mayor medida que otros, sin embargo, son el calcio y el fósforo los que los animales requieren en mayores cantidades, ya que tienen efectos significativo sobre la producción y la reproducción de las vacas (Dunham 1989). Según el mismo autor deficiencias en ambos minerales así como en las relaciones entre ellos, pueden desencadenar enfermedades metabólicas como la hipocalcemia e hipomagnesemia (fiebre de leche).

Parámetros e indicadores productivos y reproductivos

Según Mesén (1999) las curvas de lactancia se pueden definir como representaciones gráficas, de la producción de leche de los animales a lo largo del tiempo, generalmente abarcando un periodo de aproximadamente 10 meses que va desde el momento del parto hasta el secado.

Existen diversos factores que afectan la forma de una curva de lactancia, dentro de los cuales Godínez (1996) menciona producción máxima o pico de producción, persistencia, duración de la lactancia, época de parición y número de lactancia. Al respecto, el mismo autor al analizar los registros de la Asociación de Mejoramiento de Hatos Lecheros de Costa Rica para la raza Holstein, encontró que la máxima producción promedio de leche por día se alcanzaba entre la tercera y cuarta lactancia.

Molina (1978) realizó un análisis de producción láctea con ganado lechero, en una finca ubicada en Coronado Costa Rica, determinando un promedio de 54 días para alcanzar el pico de producción, sin encontrar diferencias significativas entre lactaciones para tal valor. El mismo autor comenta que otros han argumentado que la máxima producción se alcanza entre 30 y 60 días reportando un promedio de 38,5 días. Además, encontró un promedio general de producción al pico de 18,56 kg/día con variaciones altamente significativas entre lactancias tendiendo a incrementarse hasta la cuarta lactancia.

Uno de los factores más importantes que puede influir en la curva de lactancia de un animal es la nutrición previa y posterior al parto. Boschini (2008, citado por Arce 2008) sostiene que si una vaca llega al parto con reservas corporales insuficientes, es normal que se observen mayores pérdidas de reservas corporales conforme se acerca el pico de lactación, debido a la imposibilidad del animal de continuar con un incremento diario en su producción vía nutrientes provenientes de la leche. También en el caso contrario, cuando un animal tiene adecuadas reservas corporales y además recibe una buena alimentación, es posible que se presente un pico de producción a más días de lo usual, o con valores de producción más altos.

Según González (1985) el objetivo del manejo reproductivo en hatos bovinos, especialmente lecheros, es mantener un intervalo entre partos que resulte en una producción máxima de leche a través de la vida productiva de cada vaca en el hato. Es deseable que la mayoría de las vacas respondan a ese intervalo, de ahí la importancia de determinar ese y

otros parámetros que permitan señalar y predecir la eficiencia reproductiva y determinar los causales de la infertilidad individual como colectiva en el hato.

Cualquier sistema para evaluar la fertilidad de las vacas necesita que se incluyan todas las vacas y novillas servidas y paridas y las que se intentan servir. La única forma de lograr un cuadro real de la fertilidad del hato es utilizando los registros reproductivos. Solo un registro de partos es insuficiente para cualquier evaluación (González 1985).

La producción láctea depende en gran medida del desempeño reproductivo de cada hembra, debido a que cada ciclo de lactancia viene reiniciado por una gestación, es por esto que un parámetro depende del otro (Córdova y Pérez 2005).

Según Córdova y Pérez (2005) se debe sostener altos niveles de producción de leche, sin afectar los parámetros reproductivos. A pesar de que las deficiencias reproductivas son de origen multifactorial, son dependientes de cambios fisiológicos, mala alimentación, alta genética, factores biológicos como sanidad y manejo en general.

Según Boschini (2010) el mejor indicador de la eficiencia reproductiva, es el intervalo entre partos (I.E.P), ya que indica cada cuanto tiempo las vacas están pariendo. Este parámetro se calcula restándole a la fecha de parto actual la fecha de parto anterior, ($FP_{act} - Fp_{ant} = I.E.P$), mientras que la eficiencia reproductiva (E.R) se calcula dividiendo los 365 días del año entre el intervalo entre partos ($365/I.E.P * 100$).

El I.E.P. puede ser acortado por el productor y el asistente técnico al intervenir en los días abiertos, con manejo eficiente del hato, detección oportuna de celos, nutrición y sanidad adecuadas, tratando de evitar la ocurrencia de abortos y prestando una atención especial a la calidad del semen y al sistema de apareamiento en el cual interviene la eficiencia

reproductiva del toro (Boschini 2010) y estima que por cada día que se atrase el periodo abierto (P.A), el productor pierde 2,5 kg/día de leche.

Según Bonilla y Díaz (2003) algunos de los coeficientes técnicos reproductivos en Costa Rica son: edad al primer parto (meses) 32 – 36, porcentaje de parición del 60%, e intervalo entre partos de 14 meses. Mientras que Godínez (1996) reporta una edad al primer parto de 29,9 meses, un porcentaje de parición de un 50% e intervalo entre partos de 15,1 promedios, por otra parte, Arroyo et al. (2009), presentan valores promedios en Costa Rica de edad a primer parto de 31 meses, con intervalos entre partos reales de 13,2 meses y esperados de 12,7 meses.

Análisis económico de los sistemas de alimentación

Según Rivera (2000) los alimentos balanceados en una adecuada nutrición son indispensables. Además son el rubro que más influencia ejerce sobre el costo de crianza de terneras, seguido del plan de fertilización y de la mano de obra, con un porcentaje de 40,5; 19,3 y 14,3 respectivamente. Es por esto que Saborío (2008) asegura que se debe de realizar un uso racional y adecuado del recurso alimenticio, que permita mantener la productividad de los animales, minimizando la probabilidad de desbalances nutricionales y lograr así la rentabilidad del sistema a través del tiempo.

Aguilar (2001), fortalece lo anterior en un estudio realizado en San Carlos donde determina que el rubro que más influencia ejerce sobre la crianza de terneras es la alimentación, seguido del programa de fertilización y mano de obra con un porcentaje de 42, 32 y 12, respectivamente.

Al tomar en cuenta los costos de alimentación en la producción de leche se nota que existen diferencias entre razas, tal como lo indica Rojas-Bourrillón y Salazar (2001), quienes

determinaron valores de 55,8 % para ganado Jersey, mientras que para Holstein valores de un 58,36 %.

Ante estas circunstancias, el productor, de la mano con la industria y los nutricionistas, debe velar por que la ración proporcionada a los animales sea la más idónea, llegando así a satisfacer todas sus necesidades nutricionales, facilitando al animal expresar al máximo su potencial genético, de manera económicamente factible para el sistema productivo (Saborío 2008).

Los datos encontrados en la literatura sobre el porcentaje del costo de la dieta en relación al ingreso por leche reportan rangos en porcentajes, los cuales van desde un 33,12% hasta un 58,55% del total de ingresos por venta de leche y la cantidad de litros necesarios para pagar la dieta por vaca por día van desde 5,33 L hasta 14,97 L (Saborío 2008).

Por otro lado, Villalobos (2010) encontró en un análisis realizado en Río Cuarto de Grecia Costa Rica, que el costo beneficio de la alimentación está por encima de los parámetros normales, ya que se considera como normal un porcentaje del 40 al 45% de los costos de la alimentación y en este caso el porcentaje de la alimentación fue de 58,1% de los ingresos totales. Valor que se puede aceptar ya que es claro que los sistemas de costos van a variar drásticamente de explotación a explotación según sea los sistemas de alimentación de los animales.

Capítulo 2. Características generales, manejo de pasturas y forrajes de la Hacienda Kru

En este capítulo se describen cada una de las actividades realizadas en el área de manejo de las pasturas: estimación de biodisponibilidad de forrajes, pruebas de germinación, curado de la semilla antes de la siembra, calibración de equipo y siembra, preparación de terreno, análisis de suelos, rendimientos y análisis del sorgo millón y amonificación de forrajes.

El trabajo se realizó en la Hacienda Kru, que se ubica en la provincia de Alajuela en el cantón de Upala distrito Yolillal, barrio San Jorge. La finca tiene una área total de 900 hectáreas aproximadamente, las cuales se distribuyen en cuatro actividades principales: ganadería de cría, lechería, producción de piña para exportación y protección de bosques y humedales.

El área de lechería ocupa aproximadamente 55 hectáreas, entre instalaciones, potreros y áreas para cultivo de forrajes de corta. Es un sistema de estabulación completo el cuál maneja alrededor de 410 animales de las cuales 100 a 150 son vacas en producción, 100 novillas de desarrollo, 90 vacas secas, 60 terneras en crianza y 10 toros donde los únicos animales que utilizan los apartos son las vacas secas hasta el parto que vuelven a ingresar a los establos y algunos grupos de terneras y novillas en desarrollo.

La finca se encuentra a una altura de 50 m.s.n.m y con una precipitación anual promedio de 4500 mm. El clima se considera tropical húmedo, con una humedad relativa del 85% y una temperatura promedio de 25° centígrados.

Las pasturas presentes en la finca consisten básicamente en sistemas de pastel de las especies: (*Brachiaria brizanta*) cultivar Toledo, (*Panicum máximum*) cultivar mombaza y tanner (*Brachiaria radicans*) para las áreas más húmedas. Mientras que las especies de corta son maíz amarillo (*Zea mays*) (16 ha), Sorgo

granífero millón (*Sorghum bicolor*) (20 ha) y King grass (*Pennisetum purpureum*) (15 ha).

Las actividades realizadas consistieron en medición de las áreas, re elaboración de algunos apartos, reparación de cercas, análisis de suelos, estimación de biodisponibilidad, análisis nutricional de las especies forrajeras, preparación de terrenos, cura de semillas, pruebas de germinación, calibración de equipo de siembra, elaboración de fertilizantes foliares, aplicación de fertilizantes granulados a la siembra, y al cultivo post germinación entre otras.

Estimación de biodisponibilidad de forraje

Mediante muestreos aleatorios utilizando áreas de 4 m² (método del Botanal®) de pasto Toledo, se cuantificó la disponibilidad de forraje fresco, en promedio de 27 500 kg/ha (7084 kg/ha de MS), con una composición de 25,76% MS, 5,30% PC, 75,64% FND, 47,81% FAD y 7,59% de lignina con un periodo de descanso de 35 días y 1 día de ocupación. Para el (*Panicum máximum*) cultivar mombaza se encontraron rendimientos de forraje fresco de 30 000 kg/ha (8370 kg/ha de MS), con los siguientes valores nutricionales 27,9 % MS, 8,8% PC, 71, 9% FND, 48,6% FAD y 6,5% de lignina con un tiempo de descanso y ocupación similar al toledo, en ninguno de los casos se fertilizan los potreros.

También se realizaron estimaciones al azar en el sorgo millón mediante muestreos, las cuales indican una biodisponibilidad de forraje fresco de 42 777 kg/ha (12319 kg/ha de MS) y una composición en silo de 28,8% MS, 9,0% PC, 54,2% FND, 31,9% FAD y 3,2% de lignina a los tres meses de edad. Estos datos muestran una ventaja comparativa de este cultivo ante el maíz y esto es debido a la alta densidad de siembra, ya que esta se realizó a 28 semillas/ m lineal, lo que muestra que con una germinación de un 53%, la cuál es considerada bastante baja para cualquier cultivo, rebasa con creces los rendimientos del maíz el cuál presentó rendimientos de forraje fresco de 25 000 kg/ha ya que éste a pesar de que presentó una germinación de un 95 %, la diferencia radicó en la densidad de siembra utilizada ya que para el maíz fue de 8 semillas/m lineal. En términos generales la población estimada de

plantas por hectárea fue de 284 074 en sorgo y 87 500 en maíz como se aprecia más adelante. El manejo de ambos cultivos (maíz y sorgo) fue muy similar, en ambos casos se utilizó siembra por medio de maquinaria, fertilización a la hora de la siembra 4 sacos/ ha de fórmula completa 10 -30 – 10, buscando con esto un aporte de fósforo el cuál ayudará al establecimiento de los cultivos por medio de un mayor crecimiento radical y un aporte de nitrógeno para el desarrollo de biomasa.

Pruebas de germinación

Se realizó una simulación del ambiente a la hora de germinar la semilla, para lo que se procedió a recolectar 100 semillas de cada especie por separado y colocarlas en papel periódico humedecido, para poder tomar el tiempo de germinación de cada semilla haciendo revisiones diarias. Los resultados obtenidos fueron que en el caso del sorgo, germinaron a los 10 días 53% de las semillas, mientras que el maíz germinó a los 8 días un 95% de las semillas que se utilizaron. Esto se puede atribuir a un mal manejo del semillero ya que la semilla de sorgo una vez recolectada no fue correctamente almacenada, ya que se encontró la existencia de gorgojo de los granos (*Calandria granaria*), en el caso del maíz esto se previó agregando pastillas de Detia Gas Ext 57 FT® a una razón de 2 pastillas por quintal de semilla.

Curado de la semilla antes de la siembra

En el caso del sorgo y del maíz se curó la semilla con tres productos, uno el Vitavax 40 WP®, (contiene carboxin un fungicida sistémico que se deposita en la cutícula de la semilla), y el Captan® (recubre la semilla y trabaja por contacto), estos inhiben la respiración del hongo y el crecimiento micelial respectivamente. El otro producto es el Marshal 25 DS® (Carbamato carbosulfan un insecticida, que actúa por ingestión, contacto y por acción sistémica a través de la semilla), se descompone en el suelo al cabo de treinta días protegiendo la semilla del ataque de insectos y nemátodos. El protocolo de aplicación para control de plagas se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Protocolo de aplicación para curado de semilla de maíz y sorgo previo a la siembra, cultivo plagas y dosis.

Producto	Cultivo	dosis	Plagas
Marshal®	Sorgo	3-5kg/100kg semilla	Spodoptera frugiperda
	Maíz	3-5kg/100 kg semilla	Spodoptera frugiperda
Vitavax®	Sorgo	75 -100g/100kg semilla	Fusarium spp
	Maíz	75 -100g/100kg semilla	Fusarium spp

Calibración del equipo y siembra

La siembra de las especies forrajeras para posteriormente ser ensiladas, se realizó de manera mecanizada por medio de una sembradora de cuatro chorros ajustables y con fertilizadora. La calibración fue diferente para cada una de las especies como se describe en el Cuadro 2, ya que la distancia entre surcos y el número de granos por metro lineal en ambos casos varió.

Cuadro 2. Calibración del equipo de siembra y fertilización para el sorgo y el maíz.

Cultivo	Distancia/ surcos	Granos /m lineal	Semilla kg/ ha	Fertilizante qq/ha
Sorgo	45 cm	28	22,0	4
Maíz	80 cm	11	43,3	4

La fertilización a la hora de la siembra, se realizó con un abono comercial 10 – 30 – 10 a razón de 4 qq/ha, por lo que el aporte total por hectárea fue de 18,4 kg de nitrógeno, 55,2 kg de fósforo y 18,4 kg de potasio. Esto buscando un mayor aporte de fósforo, para fortalecer el crecimiento radical y así tratar de asegurar un correcto establecimiento de las pasturas, sin dejar de lado el aporte de nitrógeno el cuál es vital para el crecimiento del follaje, el aporte del potasio aunque es más marcado posteriormente a la hora de la floración no deja de contar en el crecimiento continuo de la planta.

Posterior a la siembra se realizaron fertilizaciones foliares, de manera artesanal y tratando de bajar los costos de la siembra, dado que el costo de los fertilizantes hoy en día es muy elevado, por lo que la propuesta técnica fue poder ayudar al cultivo en etapas de crecimiento. Las aplicaciones se realizaron a los 12 días pos siembra junto con la aplicación de control del cogollero Desis®, a los 20 días y la última aplicación a los 30 días, el programa de aplicaciones no sigue después de la tercera aplicación, ya que el cultivo se cierra mucho y sí se introduce el Spray boom o por medio de bomba de espalda se daña mucho material vegetativo, por esta razón el concepto propuesto es adicionarle al cultivo una estimulación en los primeros días, de concentraciones bajas pero altamente disponibles y con cierta frecuencia.

La elaboración de este foliar (biofermento) se realizó a nivel de finca, utilizando materias primas que se encuentran o son parte del mismo sistema productivo, así asegurando un bajo costo de elaboración. Como lo indica el siguiente Cuadro 3.

Cuadro 3. Procedimiento, cantidades y materias primas utilizadas en la elaboración de abonos foliares artesanales.

Abono	Boñiga(kg)	Miel (kg)	Suero/ leche(L)	Hojas de Erythrina poeppigiana (kg)	Cenizas (kg)	Agua (L)
1	20	4	4	5	5	162
2	20	4	4	0	0	172
3	20	4	4	0	5	167

Tomado de Restrepo 2001.

La aplicación de estos foliares se realiza a una concentración del 10 % de este biofermento, más urea a razón de un 0,5%. Para la preparación de estañones de 200 L y se utilizó 20 L de biofermento y 1 kg de urea. No se observó quema en las hojas de las plantas, problema fácil de determinar cuándo se exceden los niveles de urea.

Preparación de terreno

La preparación de terreno consistió simplemente en rastrear el terreno que se va cultivar de 2 a 3 veces según sea necesario, las dos primeras con rastrea de disco grande y la tercera pasada con afinadora, para asegurar que el terreno quede bien suelto y aireado, solo de ser necesario se utiliza el subsolador, pero es poco frecuente ya que las áreas de cultivo están definidas y los ciclos de siembra son cada tres meses en el caso de maíz y 6 meses en el caso del sorgo que se maneja a dos cosechas.

En cuanto a la siembra de pasto de piso (*Panicum máximum*) cultivar mombaza, se realizó en potreros en los cuales la pastura ha sufrido una degradación y es necesario renovarla para mantener la eficiencia, o potreros que no cuentan con especies mejoradas. Se utilizó 6 kg/ha de semilla en potreros de renovación y 8 kg/ha en potreros de establecimiento. La siembra se realizó al voleo con aserrín como vehículo y posteriormente se tapó y homogenizó el esparcimiento de la misma con ramas.

Análisis de suelos

Se realizó un análisis de suelos en el área de cultivo, con el fin de generar información sobre la composición real del suelo en el cuál se está trabajando, con el fin entender el porqué de los rendimientos de algunos cultivos, así como calcular enmiendas y establecer programas de fertilización los cuales son parte de las prácticas culturales de la explotación.

A la hora de realizar muestreos de cualquier naturaleza, lo recomendado es muestrear el mayor número de veces para reducir el error de la variabilidad del suelo, sin embargo para este caso se escogió un área determinada y se realizó un muestreo compuesto, para poder introducir la práctica en la finca y demostrar de manera sencilla la importancia de este análisis. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados del análisis de suelos realizado en el área de la finca en la cual se destinan los cultivos.

H ₂ O	cmol (+) / L				mg /L					%
pH	K	Ca	Mg	Acidez Ext	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Materia orgánica
5,30	0,17	4,28	1,52	0,18	2,0	72,0	6,0	1,4	136,0	4,43

Valor de la fertilidad		
Saturación de la acidez (%)	2,93	Baja
Suma de Cationes (cmol)	5,97	Media
CICE (cmol)	6,15	Media

Interpretación de relaciones		
Relación	Valor	Interpretación
Ca / Mg	2,82	Hay equilibrio
Ca / K	25,18	Hay carencia de K respecto a Ca
Mg / K	9,94	Hay equilibrio
(Ca + Mg) / K	34,12	Hay equilibrio

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de suelo el pH es muy ácido (ligeramente menor de 5,5) y la acidez intercambiable ($Al^{+3} + H^+$ intercambiables) menor al nivel crítico de $0,5 \text{ cmol (+) L}^{-1}$. Aunque el suelo es ácido por su pH, no existen problemas de toxicidad por parte del Al, ya que el porcentaje de saturación de acidez (%SA) es bastante bajo (2,93%).

La suma de las bases calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) está cercana al nivel crítico de $5,2 \text{ cmol (+) L}^{-1}$ ($5,97 \text{ cmol (+) L}^{-1}$), debido probablemente, a la lixiviación (o pérdidas en el agua de percolación) de estos elementos y a la extracción del cultivo. El K está un poco bajo del nivel crítico de $0,2 \text{ cmol (+) L}^{-1}$, y se comprueba con la relación Ca/K de 25,18 que indica que hay carencia de K con respecto al Ca. Estos factores nos indican que el suelo posee una fertilidad de media a baja. La cuál debemos tomar en cuenta y considerar en la fertilización ya que son áreas que se cultivan con especies altamente productoras de grano por ejemplo maíz y sorgo granífero (Bertsch 1998).

El fósforo (P), por su alta fijación a los óxidos de Fe y Al que están presentes en estos suelos, posee un valor muy bajo de apenas 2 mg L^{-1} . Este elemento no se debe menospreciar en los programas de fertilización en estos suelos. En el suelo el nivel crítico de P es de 10 mg L^{-1} (Bertsch 1998).

El zinc (Zn) es un elemento menor que está deficiente en el suelo, ya que su valor crítico es 3 mg L^{-1} y su corrección se debe realizar principalmente vía foliar. El manganeso (Mn) se encuentra en un nivel alto, debido a que el material parental que originó el suelo poseía Mn y este elemento se solubiliza a pH menor de 5,5: para su control, si existen evidencias de toxicidad en el cultivo, hay que realizar encalados para aumentar el pH. (Bertsch 1998).

El contenido de materia orgánica está en un ámbito normal para estos suelos, por lo que se espera un suplemento importante de N y S como respuesta al encalado.

El N es un elemento que no se analiza de rutina en los suelos, pues su nivel varía mucho por la estrecha relación con la materia orgánica, y a las pérdidas que sufre por lixiviación, volatilización y denitrificación siendo éste de suma importancia en el crecimiento de follaje o desarrollo de la planta por lo que se relaciona directamente con la producción de biomasa.

Sorgo Millón (*Sorghum bicolor*)

Como parte de la propuesta de este trabajo en la finca está el proyecto de sustituir el cultivo del maíz para ensilaje, por el cultivo del sorgo granífero, ya que el maíz es un cultivo cuyos costos de producción son elevados para la empresa, y es susceptible al robo de las mazorcas que es justamente donde se encuentra su valor para la alimentación de los animales.

Ante todo esto, se considera utilizar sorgo, siendo este un cultivo con características nutricionales muy similares a las del maíz, siendo aun un poco más rústico, ya que fue notable la experiencia de campo que se obtuvo, en cuanto a la resistencia de plagas, es un cultivo que presentó una ventaja representativa en esta experiencia en cuanto al rendimiento/ha en la zona: 43,7 ton/ha del Sorgo Millón contra 28,3 ton/ha del maíz. El peso promedio de la planta de sorgo sin fertilizar fue de 0,151 kg, mientras que la del maíz pesó en promedio 0,5 kg. El Cuadro 5 muestra los datos de comparación del sorgo y el maíz en la zona.

Cuadro 5. Comparación de densidad de siembra, y rendimiento por hectárea del maíz y el sorgo.

Cultivo	Entre surcos	No surcos	Plantas 100m	Plantas /ha	Follaje kg /ha
Sorgo millón	0,45	222	1278	284 074	42 895
Maíz*	0,80	125	405	50 625	28 350
Maíz**	0,80	125	700	87 500	43 750

*Promedio histórico de la finca. ** Maíz fertilizado.

Tomando en cuenta esta experiencia, al tener una densidad de siembra alta, el sorgo es una muy buena opción para producir forraje de muy buena calidad, ya que con fertilización únicamente a la hora de la siembra y con un 53% de germinación, este tiene rendimientos superiores a los reportados para el maíz fertilizado del promedio histórico de la finca, y muy similares a los obtenidos para el maíz en este ensayo.

El análisis bromatológico del ensilaje de sorgo millón determino valores de: 28,8% MS 9,0% PC; 31,9% FDA; 54,2% FND; 3,1% EE; 6,3% cenizas y 3,2%, si se comparan los datos indicados en el análisis anterior con lo encontrado por Londoño en el (2008) para un silo de maíz: 24,79 % MS, 7 %PC, 30,57 %FAD, 64,23 % FND y 2,82 % EE, el ensilaje de sorgo es una opción totalmente viable nutricionalmente ya que presenta concentraciones similares e incluso mayores a las del maíz.

Amonificación de forrajes

Ante una realidad inevitable de la producción en el país, nació esta alternativa como una opción o tecnología para mejorar la calidad de pasturas y materiales forrajeros que tienen un bajo perfil nutricional, pero que en muchas ocasiones es la única fuente alimenticia que tiene el productor para sus animales por lo que hay que utilizarlo y no desecharlo.

La amonificación es un método que consiste, en someter la fuente forrajera, a un ambiente hermético, concentrado con gas amoniacado, con el fin de que este actúe sobre los enlaces de la lignina presente con los carbohidratos estructurales aumentando así la digestibilidad del material.

La experiencia consistió en aplicar dos soluciones de urea: al 9% y al 13% de concentración, para comparar el efecto sobre los niveles de lignina de dos fuentes forrajeras utilizadas como heno.

Para tal propósito en 80 litros de agua se disolvieron 8 kilogramos de urea, hasta lograr una disolución completa y homogénea, luego se aplicaron 4 litros de producto a cada paca de 17 kg de trasvala (*Digitaria decumbens*) mezclado con jaragua (*Hyparrhenia rufa*), posteriormente en 80 litros de agua se disolvieron 12 kilogramos de urea y de igual manera se aplicaron 4 litros de producto a cada paca de 17 kg de trasvala contaminado y de arroz.

Los tratamientos fueron probados en dos tipos diferentes de heno de mala calidad. La primera se realizó con un heno de trasvala (*Digitaria decumbens*) mezclado con jaragua (*Hyparrhenia rufa*), bastante lignificado y la segunda fue un

heno de arroz (*Oryza sativa*). Se utilizaron 15 pacas de cada tipo de heno y se dejaron reposar herméticamente durante 15 días. Los resultados se describen en el siguiente cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis bromatológico de henos de mala calidad, con y sin aplicación de solución de urea al 9 y 13%.

Nutriente	Trasvala	Arroz	Trasvala 9% urea	Trasvala 13% urea	Arroz 13% urea
MS,%	90,3	93,9	87,6	73,9	76,9
Proteína,%	2,1	5,4	3,9	8,8	8,1
FAD,%	56,9	40,9	57,5	53,4	48,5
FND,%	79,3	64,0	75,6	77,5	67,9
EE,%	0,7	2,2	0,8	0,8	1,6
Cenizas,%	8,3	11,1	14,1	12,8	18,1
Lignina,%	8,5	8,9	7,3	4,4	2,8
Costo kg,(¢)	59,0	38,0	67,0	71,0	50,0

Analizando los datos de los análisis pre y pos tratamientos, se puede observar claramente que los niveles de lignina se redujeron al aplicar las dos diferentes concentraciones de urea, sin embargo el efecto más marcado se dio cuando la concentración fue al 13%, en las dos especies de heno utilizadas, pasando de un 8,54% en trasvala a un 4,37% y de un 8,94% a un 2,77% en arroz (disminución del 49% y 69% respectivamente). Otro componente en el que se evidenció cambio fue en la proteína ya que en ambos casos se aumentó dicho valor pasando de un 2,06% a un 8,8% (327% de mejora) para la trasvala y de un 5,38% a un 8,10% en arroz (50% de aumento). Se considera que a pesar de los cambios cuantificados con la aplicación de solución al 9% los cambios son más marcados con la solución al 13% de urea.

Las implicaciones importantes de dicha técnica son las mejorías potenciales en consumo debido a la mejoría en el contenido de proteína y a la disminución en el contenido de lignina favoreciendo la digestibilidad. De acuerdo a Rojas (2010) se

considera que niveles mínimos de 8% PC son requeridos para la funcionalidad ruminal.

Capítulo 3. Manejo de los animales en las etapas de crianza de terneras, desarrollo de novillas, vacas secas y vacas en producción y actividades de ordeño.

El sistema productivo de Hacienda Kru consiste en una lechería especializada, la cuál le entrega la producción a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. La explotación tiene una diferencia con respecto a las lecherías tradicionales de este país y es que el manejo de los animales es completamente en establos donde los animales permanecen a tiempo completo, ahí se les provee de agua suficiente, de espacio para descansar, rumear y para alimentarse.

Los sistemas estabulados son sistemas diferentes y amplios en cuanto al manejo animal, debido a que los animales están siempre bajo condiciones controladas. Se requiere de mucho manejo, para poder brindarles todo lo que tendrían en condiciones de pastoreo. Otro punto que se debe tener en cuenta es el manejo del ambiente, ya que es un factor vital en el desempeño productivo de los animales, así como en el bienestar animal.

Algunos de estos factores ambientales son: el viento, la humedad y la temperatura. Se debe recordar que un animal tiene todo el derecho de vivir bajo condiciones cómodas y confortables, esto es parte del concepto de bienestar animal, que además es de suma importancia desde el punto de vista productivo ya que un animal bajo condiciones de estrés no va poder desarrollar bien su potencial productivo, llámese producir leche, entrar en celo, preñarse entre otras. Es por esto que a la hora de diseñar las instalaciones para un sistema de esta clase se deben de tomar en cuenta el sentido que lleva el viento así como la altura correcta del establo, el área por animal, el uso de monitores, para optimizar el aireamiento del galerón y con esto controlar todos los factores ambientales anteriormente mencionados. Otro manejo indispensable a la hora de manejar animales bajo estas condiciones es el manejo de los desechos metabólicos (orinas, excretas), ya sea con lagunas de oxidación, biodigestores o la una mezcla de ambos.

Manejo de los animales recién nacidos

Una vez parida la vaca, el ternero permanece con la madre 24 horas, para así asegurar que consuma el calostro, el cuál es de suma importancia porque es la forma en que la madre le aporta inmunidad a la cría. El animal antes de nacer tiene una protección absoluta de la madre tanto en la provisión de alimento como en la defensa a enfermedades, ya que por medio de la placenta se dan estos dos procesos, una vez que se da el nacimiento el animal no viene provisto para el ambiente al que se enfrenta, por lo que el calostro es su primer alimento cosechado como tal y es fuente de inmunoglobulinas, lo que va a ser determinante en la sobrevivencia del animal. Si el animal no consume calostro ya sea porque él no mama bien, porque la vaca no lo acepta, por algún problema de ubres (pezones muy grandes o lastimados), el vaquero debe de ordeñar a la madre y asegurarse que el ternero consuma el calostro necesario. Esto se debe de hacer las veces que sea necesario, no solo para cuidar la cría, sino que si la vaca no está siendo bien ordeñada por el ternero empieza la lactancia con problemas de mastitis.

Cuando se cumplen las 24 horas pos-parto, la cría es separada de la vaca. La vaca se pasa al grupo de ordeño para que empiece a recibir el alimento de los animales en producción. Si la cría es macho, se sacrifica lo más rápido posible ya que no es rentable cuidar un animal que no va ser parte del sistema, mientras que la hembra se pasa a corrales individuales con burucha donde por un lapso de 8 días se cuida junto con otras terneras de su misma edad. La alimentación es por medio de chupón.

En esta etapa es crucial que al parto y durante los próximos 3 días se le cure el ombligo a las terneras con yodo y un larvicida para evitar infecciones. Así mismo la identificación de la cría con el arete el cuál por la cara frontal lleva el número de la cría y por detrás el de la madre.

No se utiliza leche de vaca, sino que se alimentan con reemplazador de leche (al 12,5% de concentración de sólidos), a razón de 4 L/animal/ día, 2L en la mañana y 2L en la

tarde, a los 5 días se trata de que el animal tome leche en taza, esto para poder subirlo a las cunas individuales y además para poder enseñarlo a comer alimento concentrado lo más rápido posible. Una vez que el animal toma leche en taza y también consume alimento peletizado para terneros, se pasa a las cunas individuales hasta los 90 días de edad en promedio. Esto para asegurar que el animal tenga un desarrollo de papilas ruminales adecuado, para optimizar la absorción de nutrientes.

Es una regla básica en la finca que ningún animal debe bajarse de las cunas hacia el corral sin llevar su arete numerado, el cuál debió ponerse desde que el animal cumple tres días de edad. Posteriormente se quema el número en el lomo del animal al lado izquierdo con fuego (tubo metálico a temperaturas muy altas). El protocolo sanitario en esta etapa es muy sencillo y es básicamente preventivo: el día uno se aplica desparasitante, 1cc de Dectomax® (Doramectina), el día tres antibiótico de amplio espectro, 4 cc de Emicina® (Clortetraciclina), el día 12 5 cc de Emicina® y el día veinte y uno 6 cc de Emicina®.

Animales en desarrollo

El protocolo consiste en que las novillas se pasan a una serie de corrales, donde van a empezar a consumir dietas que consisten en ensilaje de rastrojo de panta de piña, heno de rastrojo de arroz, concentrado, miel y minerales a libre consumo.

Los lotes se manejan lo más uniformemente posible en cuanto a edad y tamaño para evitar la competencia entre animales. Los lotes son de 12 animales en promedio. Cada lote cuenta con fuente de agua a libre consumo, saladero en el cual se adiciona minerales, sal y melaza, logrando así una especie de “cajeta” la cual maximiza el consumo de éstos por concepto de palatabilidad. Esta mezcla se ofrece cada 3 días (Cuadro 7).

Cuadro 7. Fórmula de la cajeta de minerales (Boviplex®) y consumos promedios.

Ingrediente	Cantidades (kg)	Fórmula (%)	Consumo/día (g)
Mineral	1,8	32	50
Sal Blanca	1,8	32	50
Melaza	2,0	36	55

Los animales en desarrollo en los cuales la eliminación de cuernos con pasta no funcionó se cauterizan con fuego, con el fin de evitar lesiones en los animales y en los trabajadores de la finca.

El protocolo sanitario en esta etapa consiste básicamente en desparasitar los animales cada 2 meses, intercalando una aplicación con desparasitante inyectado (Ivermectina®) y otra con una pasta en suspensión vía oral (Febendazol®), para poder combatir toda la gama de parásitos en el animal y que no se vaya a crear resistencia a un producto específico.

Además se realiza la vacunación anual contra la brucelosis en todos los animales mayores de tres meses y menores de un año. Cada animal que se vacuna se le realiza un tatuaje con el número de lote y fecha en que se vacunó además recibe una muesca en la oreja.

La finca vacuna contra ántrax y contra las enfermedades ocasionadas por el género Clostridium. Estas vacunaciones se realizan a la entrada y salida del invierno, con una diferencia de 3 semanas entre cada una. La vacuna contra los Clostridium se conoce comercialmente como Ultra choice 8® y en el Cuadro 8 se muestra el plan de la vacuna.

Cuadro 8. Vacunación de la Ultra choice 8®, enfermedades y cepas que combate.

Enfermedades	Etiología
Carbón Sintomático (Pierna Negra)	Cl. Chauvoei, Septicum, Sordelli, Novyi, y asociaciones de estos
Edema Maligno	Septicum, Chauvoei, Novyi, Sordelli, Perfringes tipo C y D
Hepatitis Necrótica	Novyi
Hemoglobinuria Bacilar	Haemolitycuym
Entero toxemia	Perfringes tipos B,C,D

Fuente: Pfizer Salud animal.

Una vez que la novilla alcanza cierto desarrollo corporal y cierta edad, (principalmente desarrollo corporal), se selecciona para que empiece a ser padreada en un corral donde se encuentra permanentemente un toro con 10 novillas en promedio. El peso indicado es 300 kg en animales que tengan sangre de la raza Jersey y 350 kg en animales de la raza Holstein.

La explotación trabaja cruces de las razas Jersey, Holstein, Pardo Suizo y Gyr lechero, entre sí con el fin de tener una mezcla de genes para dirigir la genética hacia diferentes resultados según la necesidad, ya sea volumen de producción, sólidos lácteos, resistencia ambiental, tamaño y rusticidad, entre otros.

Una vez preñada la novilla se aparta del toro, para que mantenga su gestación con un grupo similar de animales y además de espacio a las nuevas novillas que empiezan a entrar en celo y ser candidatas para época de empadre. Estas se mantienen en un lote que se llama novillas preñadas que está junto a las vacas prontas dentro del galerón. El lote de vacas secas es donde van las vacas multíparas que están preñadas o secas por producción

pero vacías, que han salido anteriormente al campo acompañadas por un toro el cuál preña a las secas vacías y monte a las que aborten, previo a la salida se aplica un protocolo de prevención de anaplasmosis que consiste en aplicar Imizol® (Dipropionato de imidocarb) a una dosis de 1 cc/50 kg en varias aplicaciones: la primera a los 10 días, a los 25 días y a los 40 días de sacado el animal al potrero.

Este protocolo se aplica de esta manera debido al ciclo de incubación de piroplasma y de anaplasma, ya que en el caso de la piroplasma éste se da de los 8 a 10 días que es cuando aparece el primer síntoma y la anaplasma dura de 25 a 40 días en incubarse. De esta manera se pretende poder acabar con la bacteria (anaplasma) y el protozooario (piroplasma) en el momento indicado. La aplicación termina una vez que la población de garrapatas en el animal es aceptable como para asegurar que el animal está inoculado correctamente.

Vacas y novillas prontas

Una vez que las hembras se detectan preñadas, salen al campo para mantener su gestación, hasta que se acercan a los 8 meses de gestación que es el momento que se conoce como vacas prontas.

Es en este momento cuando los animales se ingresan al establo donde comienzan a alimentarse con las dietas de los animales en producción con el fin de que el cambio de ambiente no sea tan brusco para el animal, tanto en la nutrición como en el comportamiento. Además se requiere que la madre pueda parir en el área de maternidad que son una serie de cuadras donde se lleva a la vaca una vez que inicia la labor de parto.

En este periodo de espera y preparación para el parto, los animales se manipulan lo menos posible, no se les aplica ningún tipo de medicamento ni antibiótico, no se les suministra minerales, ni nada que pueda poner en riesgo la salud de la vaca, de la ubre o la de la futura cría.

Solamente se aplica el protocolo de la vacuna contra la mastitis 22 días antes del parto, al día del parto y a los 30, 60, 90 y 180 días pos-parto, con el fin de darle seguimiento a un refuerzo inmunológico contra la enfermedad. Es importante señalar que esta vacuna es elaborada únicamente para la finca, ya que se tomaron muestras de la leche contaminada y por medio de un aislamiento de cepas se reforzó la vacuna existente con las cepas propias presentes en la finca.

Vacas en producción

En esta sección del sistema, los animales en producción (se pesa leche cada 15 días) se dividen en tres grandes grupos que son: frescas 1, frescas 2 y élite.

Frescas 1

En este grupo se encuentran, los animales que tienen menos de cien días de paridas y que mantienen una producción superior a 15 kg de leche por día. Este grupo es el de más cuidado y más vulnerable, ya que como está recién parido, se debe asegurar el mínimo estrés para que inicien la lactancia de la mejor manera, así como asegurar el correcto y suficiente alimento para esta etapa que es donde los animales atraviesan un balance energético negativo más marcado por el incremento acelerado en la producción.

Además en esta etapa se está dando la recuperación de todo el sistema reproductor (involución uterina), por lo que se aplican varios protocolos y manejos para tratar de normalizar la vaca lo más rápido posible y que así quede preñada en el menor tiempo posible.

Parte de los manejos propios de esta etapa de recuperación del ganado, son pruebas de flujo vaginal, para poder determinar el estado y consistencia de la mucosidad, para así detectar si el animal requiere un lavado intrauterino, o solamente un lavado de vulva y vagina, de igual forma determinar si hubo retención de placenta o cualquier trastorno reproductivo.

Lavados intrauterinos

A los animales se les realiza uno o dos lavados dependiendo del grado de suciedad, infección o velocidad de limpieza del tracto reproductivo, el segundo lavado se realiza a los dos días después del primero de ser necesario. Estos se realizan con una mezcla de 30 ml de Oxitetraciclina® al 5 – 10 % y 70 ml de solución HT®.

Lavados de prepucios

En el caso de los toros se les debe realizar lavados de prepucios cada 15 días junto con la rotación de los mismos, para evitar el contagio de enfermedades venéreas en los animales, ya que son una causante importante de las bajas en los rendimientos reproductivos de la explotación. Este lavado consiste en una solución de Acriflavina® + agua destilada o solución HT®.

Retención de placentas o involuciones uterinas incorrectas

Se les debe de administrar vía intramuscular 2,5 cc de Estrovarin® durante 3 días consecutivos 4-6 horas después administrar 3 -5 cc de Oxitocina®. Si hay fiebre y anorexia vía intramuscular 10 cc de Cetiofur® y 10 cc de Histaminex®.

Palpaciones mensuales

El médico veterinario realiza la palpación cada mes, además establece los protocolos sanitarios de la finca, de esta manera se asegura que los manejos y aplicaciones sean las apropiadas para los animales de la finca.

Una vez realizada la palpación de todo el hato reproductivamente activo, se registran todos los acontecimientos reproductivos y se elabora un informe donde se anotan los principales acontecimientos y observaciones.

Frescas 2

Consiste en la agrupación de vacas que producen entre 14,5 y 10 kg de leche por día, además de vacas con más de 100 días de lactancia. Este grupo de animales pasa continuamente con toro porque deberían ser vacas que ya tienen celos aprovechables, además por manejo ya todas recibieron sus lavados uterinos de haberlo requerido y su involución uterina ya se debió de haber completado. Es importante decir que la dieta de estos grupos es diferente a la ofrecida a Frescas 1, debido a su nivel de producción y su estado de lactancia. Sin embargo la alimentación y la nutrición son temas que se abarcarán en el capítulo 3.

Élite

Es el grupo de producciones que van de los 9,5 a los 5 kg de leche diario, es un grupo donde se esperaría que todo esté preñado y lo que no lo está se preñe aquí. Los animales al igual que en el lote de frescas 2 pasan continuamente con toro, con el fin de que se alcance el mayor número de animales preñados en esta etapa.

En este grupo es preciso tener un control del estado de las pezuñas, ya que es en esta etapa donde los problemas de esta índole se empiezan a dar con mayor incidencia, debido a un desgaste acumulado de las pezuñas al estar tanto tiempo dentro del galerón, que es de concreto y además de estar transportándose por las instalaciones, sumado a que la exposición a la humedad suaviza y desgasta la pezuña en general.

Esto se logra llevando calificaciones de locomoción y realizando revisiones periódicas, del estado de las pezuñas, y a la vez realizando corrección efectiva de las mismas de manera preventiva.

Actividades de ordeño

El ordeño de la lechería se realiza cada 12 horas exactas, debido a que se busca darle el mismo tiempo entre ordeños a los animales, para que consuman el alimento y el volumen de agua suficiente, además para que la ubre cuente con el mismo tiempo de llenado en ambas ocasiones. El primer ordeño se realiza a las 3 de la mañana y el segundo a las 3 de la tarde. Se cuenta con un total de 20 máquinas ordeñadores, 10 en cada hilera, es una sala con doble cola de pescado, fosa al centro y línea baja de transporte de leche.

Pesa de leche

Cada 15 días se realiza la pesa de leche, exactamente los 8 y 22 de cada mes, con el fin de poder realizar ajustes de grupos y alimentación según sea el nivel de producción de cada animal.

Prueba California de Mastitis

Esta prueba se realiza cada 15 días, todos los 15 y los 30 de cada mes y debe ser parte de la rutina común de toda lechería, ya que con base en ella se toman medidas de suma importancia para el control de la calidad de la leche, que es un factor que se consideró más importante que la producción misma. Una leche de buena calidad representa para el productor un mejor precio en el pago de cada kilo de leche, además lo hace economizar mucho dinero por concepto de tratamientos, de leche que no va al tanque. Si la mastitis es subclínica grado 1 y 2 se puede tratar con Mastiliber® el cuál es un antimastítico natural, compuesto por gel de (Aloe vera barbadensis), aceite de (Citrus mexicana), extracto hidroalcohólico de (Symphytum consolidida), extracto acuoso de (Agave mexicana), aceite de (Maleleuca altemifolia) y Sulfato de zinc. Es importante mencionar que cuando se trata la mastitis con este producto natural no se precisa el retiro de la leche para consumo humano,

lo que quiere decir que la leche va al tanque de entrega normalmente. El siguiente Cuadro 9 muestra la composición de una dosis de 10 ml de Mastiliber®.

Cuadro 9. Composición del Mastiliber® de 10 ml, antimastítico natural, para el control de mastitis sub clínicas grado 1 y 2.

Ingrediente	Composición (g)
Aloe vera barbadensis	14,000
Citrus mexicana	0,010
Symphytum consolida	0,010
Agave mexicana	0,200
Maleleuca altemifolia	0,002
Sulfato de zinc	0,002
Vehículo y estabilizantes c.b.p.	100 ml

Por otro lado la mastitis subclínica grado 3 y la mastitis clínica, no se pueden tratar con Mastiliber®, ya que el grado de infección en la ubre es mucho mayor por lo que se requiere del uso de un antibiótico y con éste el retiro de la leche (hasta que la muestra salga negativa) del tanque de entrega, bajo ninguna circunstancia se puede entregar leche a la cooperativa que lleve antibiótico dentro de su composición. En este caso, el producto que se utiliza para este tratamiento comercialmente se conoce como Ubricina® (Cuadro 10) y está compuesto básicamente por Espiramicina, Neomicina y Dexametasona, viene en presentaciones de 10 ml estas son las dosis para cada pezón en cada aplicación.

Cuadro 10. Composición de una jeringa de 10 ml de Ubricina® para el tratamiento de mastitis subclínica grado 3 y clínica.

Ingrediente	Composición
Espiramicina adipato, UI	1000000,0
Neomicina sulfato, mg	200,0
Dexametasona, mg	0,250
Vehículo c.b.p, ml	10,0

El secado es mediante la técnica abrupta, lo que quiere decir que el animal se seca de una sola vez y con una dosis única, diferente a otras técnicas donde el secado se realiza de manera paulatina de día por medio por ejemplo. El criterio para secar es bajo dos circunstancias; la primera por preñez y la segunda por producción cuando el animal llega a 5 kg /día o menos en la pesa quincenal el animal es secado. El secado se realiza con Relexine 500 N® y tiene un costo ¢4620 / animal.

Cálculo de costos del tratamiento de mastitis

Es importante cuantificar el costo para el tratamiento de curar una vaca con mastitis subclínica grado 1 y 2, subclínica grado 3 y clínica y el costo de secar un animal. Este cálculo se realizó con el fin de que el productor maneje ese tipo de datos y así le de la importancia del caso al manejo sanitario del ordeño, así como a los protocolos de prueba de mastitis. El cuadro 11 detalla el costo de cada uno de estos productos por día y son muy pocas las veces en que una infección de estas se demora al menos 2 días para ser eliminadas por completo.

Cuadro 11. Cálculo del costo de tratar /día/ animal con los diferentes productos, según el nivel de infección y el costo de secar una vaca en colones.

Producto	1 cuarto	2 cuartos	3 cuartos	4 cuartos
Mastiliber®	¢900	¢1800	¢2700	¢3600
Ubricina®	¢1765	¢3530	¢5295	¢7060
Secado (relexine®)	¢1155	¢2310	¢3465	¢4620

Referencia \$ 1= ¢550

El cuadro muestra claramente que si un animal está afectado de las cuatro ubres, solo un día de tratamiento con Ubricina le cuesta al productor ¢7060 y son escasos donde una mastitis clínica se cura en un solo día, lo que quiere decir que un caso clásico de tres días de tratamiento en una sola vaca representa ¢21180, esto representa una pérdida de 72 kg de leche/vaca.

Después de analizar estos datos, la idea es que el productor capte la importancia de manejar un hato sano de ubres. Algunos de los cambios que se establecieron en la finca fue la prueba de CMT (California Mastitis Test), lo que se hizo fue entrenar a los ordeñadores, comprar las paletas de preferencia oscura, y ofrecerles charlas sobre los diferentes niveles de infección en la ubre y como identificarlos.

Con solo esa propuesta se lograron cambios positivos en la calidad de la leche, también en el número de animales en los distintos rangos de clasificación según el contenido de células somáticas en la leche (Cuadro 12).

Cuadro 12. Clasificación del hato según rangos de células somáticas antes y después de iniciar el protocolo.

Rango	7 de enero		18 de marzo		5 de setiembre	
	Sin CMT		Con CMT		Con CMT	
CCS / mL	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
0 a 200000	75	64,66	80	69,57	68	68
200000 a 500000	17	14,66	18	15,65	18	18
500000 a 750000	10	8,62	7	6,09	3	3
750000 a 1000000	2	1,72	5	4,35	6	6
Más de 1000000	12	10,34	5	4,35	5	5

Las mejoras de la implementación de este protocolo se pueden observar al analizar el porcentaje promedio de animales que se encuentran en el rango de las 0 a 500 000 células somáticas, ya que antes de la implementación de la técnica el valor era un 79,32% y posteriormente fue de 85,61% lo que muestra que el hato cada vez es más sano de ubre, ya que cada vez hay más animales con conteos de células somáticas menores a 500 000.

Además de establecer la realización de la prueba, se elaboró un protocolo de manejo para la rutina de ordeño, donde se explica en un total de 9 pasos como debe ser un buen ordeño y plan de CMT.

Rutina ordeño

1. Para un proceso adecuado de ordeño utilice guantes desechables.
2. Utilice presellado para desinfectar y lavar las tetas.
3. Despunte adecuadamente, observe los primeros chorros para detectar mastitis clínica, preferiblemente sobre un recipiente de fondo negro.
4. Seque cada cuarto con una toalla de uso individual.
5. Coloque las unidades de ordeño durante los próximos 45 – 90 segundos de inicio de la preparación.
6. Escurra haciendo presión con la máquina hacia abajo, evite el masaje del cuarto.
7. Cierre el vacío de las máquinas antes de retirar las ordeñadoras.
8. Aplique el sellador al retirar la máquina. Cubra completamente la piel del pezón.
9. Realice la prueba california (CMT) cada 15 días para controlar la salud de la ubre.

Tiempos de ordeño

Un factor que califica la rutina de ordeño es la medición de cada uno de los tiempos y movimientos de la actividad, según Molina (2011 comunicación personal), el tiempo total de ordeño de un animal en Costa Rica bajo cualquier condición de producción, de lugar, de marca de equipo y tipo de animal, no debe de sobrepasar los 5 minutos, repartidos de la siguiente manera 1,5 minutos en preparación y estimulación y 3,5 minutos en ordeño como tal.

Fuera de estos rangos los animales quedan sobre ordeñados o sub ordeñados. Lo que significa mayor consumo de energía, mayores tiempos muertos, lesiones en pezón, aumento de células somáticas en la leche, animales con predisposición a sufrir mastitis.

Los resultados de la finca en promedio muestran tiempos de preparación y estimulación de 2,5 minutos y 4,5 minutos en ordeño o unidad puesta, lo que da un tiempo total de ordeño por vaca de 7 minutos, dato que años atrás se tomaba como válido para nuestras latitudes, sin embargo hoy en día se dice que el tiempo de ordeño es dos minutos más de lo adecuado para nuestras condiciones.

Por lo que se realizó la propuesta de una rutina de ordeño de manera que los tiempos de ordeño se reduzcan y se optimice la labor, mejorando el aprovechamiento del estímulo en el animal, ahorro en electricidad, además bajando la posibilidad de animales con ubres dañadas.

Capítulo 4. Análisis de los sistemas de alimentación y balances nutricionales con el propósito de optimizar dichos sistemas.

Los análisis nutricionales en una lechería son parte importante del sistema, por dos factores principalmente, el primero porque la dieta es el factor más influyente directamente sobre el desempeño productivo y reproductivo de los animales y el negocio se basa prácticamente en eso, que tan eficientes son las vacas para dar leche y para reproducirse normalmente. El segundo es por el impacto que éste representa en la estructura financiera de una explotación lechera.

Es por esto que este capítulo está dedicado solamente a describir y balancear las dietas de los animales en cada etapa. También se comentarán las diferentes prácticas de alimentación que se utilizan en la misma.

Terneros de Cunas

La dieta de los animales recién nacidos y hasta los 90 días aproximadamente, es una ración muy simple, sin embargo lo que se busca, es que sea muy concentrada y de muy alta calidad y disponibilidad. Por ejemplo, estos animales consumen 4 litros de reemplazador lácteo al día repartido en 2 tomas, una a las seis de la mañana después del ordeño y la otra a las dos de la tarde antes del ordeño. Una vez que se toman todo el reemplazador ofrecido se les ofrece concentrado Crapid® a libre consumo, con ingestas que van desde los 300 g/día animales de tres semanas de nacidos hasta 1 kg/día en animales de 80 – 90 días.

El sustituto lácteo se prepara a una concentración del 12,5%, lo que significa que por medio de la ración del chupón el animal está consumiendo 426 g de materia seca. Los Cuadros 13 y 14 muestran la composición nutricional del reemplazador y del alimento iniciador Crapid®.

Cuadro 13. Análisis garantizado del perfil nutricional y costo del reemplazador lácteo

Maxi care ®.

Nutriente	Concentración
Humedad máximo, %	3,0
Proteína Cruda mínimo, %	22,0
Lactosa mínimo, %	33,0
Extracto etéreo mínimo, %	16,0
Fibra Cruda máximo, %	0,7
Calcio mínimo, %	0,5
Calcio máximo, %	0,5
Fósforo mínimo, %	0,6
Energía metabolizable mínimo, Kcal/kg	2849,0
Vitamina A mínimo, UI /kg	44000,0
Vitamina D ₃ mínimo, UI /kg	11000,0
Vitamina E mínimo, UI/kg	220,0
Costo / 20 kg, ¢	23025,0

Cuadro 14. Análisis nutricional y costo del alimento concentrado para terneras

Crapid®.

Nutriente	Concentración
Humedad máximo, %	13,0
Proteína Cruda mínimo, %	18,0
Extracto etéreo mínimo, %	3,0
Fibra cruda máximo, %	6,0
Fibra neutro detergente máximo, %	10,0
Fibra ácido detergente máximo, %	4,0
Energía digestible, Kcal/kg	3300,0
Energía neta de ganancia, Mcal/kg	1,4
Calcio mínimo, %	0,8
Calcio máximo, %	1,0
Fósforo mínimo, %	0,6
NaCl mínimo, %	0,4
NaCl máximo, %	0,5
Costo / quintal, ¢	11150,0

Costo de Alimentación

El costo de alimentación por día de una ternera de cunas (0 – 90 días), en la finca es de ¢627,8 como promedio ya que el costo de una ternera recién nacida que aún no consume concentrado es de ¢506,55 / animal / día y el de una ternera a punto de destetarse es de ¢ 748,94 / animal / día. El Cuadro 15 muestra la estructura de costos de la ración de terneras de cunas por animal por día.

Cuadro 15. Estructura de costos de la ración promedio por animal por día en animales de cunas.

Alimento	Consumo/animal/ día (kg)	Costo / kg (¢)	Costo total (¢)
Reemplazador	0,44	1151,25	506,55
Crapid®	0,50	242,39	121,20
Ración total/ día	0,94		627,75

Terneras Destetadas 3- 18 meses

Una vez que las terneras son trasladadas de las cunas hacia corrales comunes, empiezan a consumir dietas con forraje y concentrado para desarrollo. La ración se desglosa de la siguiente manera: 1,36 kg de heno de arroz, 10 kg de silo de rastrojo de piña y 1,44 kg de melaza, 1,86 kg de pollinaza y 2,4 kg de concentrado para desarrollo de terneras. Es importante mencionar que los alimentos concentrados que se consumen, son producidos en la finca (Cuadro 16), se compran las materias primas, se formulan en la finca, con el fin de disminuir los costos.

Cuadro 16. Composición nutricional del concentrado elaborado en la finca para desarrollar novillas.

Nutriente	Concentración
Humedad, %	15,0
Proteína Cruda, %	16,0
Fibra detergente acido, %	17,0
Fibra detergente neutro, %	28,0
Energía digestible, kcal/kg	3150,0
Energía neta de lactancia, Mcal/kg	1,6
Extracto etéreo, %	5,5
Calcio, %	1,3
Fósforo, %	0,6

Cuadro 17. Formulación y costo del alimento balanceado para desarrollo de terneras.

Ingrediente	Porcentaje de Inclusión
Pollinaza	21,4
Destilados de Maíz	25,0
Citrocom	21,6
Semolina	15,0
Melaza	10,0
Harina de Soya	6,5
Sal NaCl	0,5
Costo / quintal, ¢	6523,8

El balance nutricional de la dieta se describe en el Cuadro 18, donde se muestran los aportes de cada una de los ingredientes de la ración total, así como los requerimientos diarios para un animal en desarrollo de 339 kg en promedio estabulado por completo, producto de cruces entre Holstein y Pardo suizo.

Cuadro 18. Balance nutricional del grupo de novillas en desarrollo (3 -18 meses de edad).

Ingrediente	MF(kg)	MS(kg/día)	PC(kg/día)	ENg (Mcal/día)	Ca(g)	P(g)
H. Arroz	1,36	1,27	0,068	0,46	0,80	0,5
Silo piña *	10,00	2,03	0,135	1,09	0,00	0,0
Melaza	1,44	1,08	0,062	1,90	0,96	0,2
Pollinaza	1,86	1,56	0,265	0,50	50,00	11,0
Concentrado	2,40	2,04	0,326	2,20	16,00	9,3
Sal	0,05	0,045	0,000	0,00	0,00	0,0
Minerales	0,05	0,047	0,000	0,00	4,68	8,0
Total	17,16	8,00	0,856	6,15	72,00	29,0
Requisito		5,31	0,637	1,84	22,00	6,0
Balance		2,69	0,219	4,31	50,00	23,0

*Ensilaje de rastrojo de mata de piña.

Costos de Alimentación de novillas (3 – 18 meses)

El costo de alimentar a una novilla del destete hasta los 18 meses de edad, bajo el sistema de la explotación es de ¢732,83 por día, con un precio por kilogramo de dieta de ¢42,7 (Cuadro 19).

Cuadro 19. Estructura de costos de la ración de novillas en desarrollo (18 meses)
por día y por animal

Componente	Costo /kg (¢)	Consumo (kg)	Sub total (¢)
H. Arroz	38	1,36	51,86
Silo de piña	10	10,00	100,00
Melaza	100	1,44	144,00
Pollinaza	30	1,86	55,80
Concentrado	142	2,40	340,80
Sal	66	0,05	3,30
Mineral	745	0,05	37,25
Total		17,16	732,83

Así, la información indica que el costo total promedio en alimentación de una novilla hasta 18 meses de edad es de ¢ 395 728,2 (\$714,02).

Vacas en producción

Las vacas en producción se dividen en 3 grupos según la producción como fue detallado en el capítulo 2. Las dietas de cada una de estas etapas son diferentes ya sea en cuanto a la concentración nutricional de cada una o inclusive también a los componentes de cada ración. Por lo que los balances realizaron para cada una de las etapas frescas 1, frescas 2 y élite.

Vacas frescas 1

La dieta de este grupo es la dieta más concentrada debido a que es el lote de animales con mayor producción, además es donde se encuentran todos los animales con menos de 100 días de lactancia, lo que quiere decir que es el momento de la curva de lactancia donde los animales más producen y el desgaste energético y la movilización de nutrientes es mayor. Por lo que es necesario tratar de suplir lo más que se pueda esta demanda nutricional, con el fin de que el balance energético negativo sea mínimo.

Esta dieta está conformada de la siguiente manera, 8 kg de silo de piña, 11 kg de silo de sorgo, 7,8 kg de concentrado, 2,8 kg de melaza, 1,5 kg de heno de arroz, 0,676 kg de harina de soya, 0,676 kg de destilados del maíz y 1,35 kg de citrocom, 0,130 kg de minerales, 0,060 kg de sal blanca y 0,060 kg de urea (Cuadro 20).

Cuadro 20. Composición nutricional del concentrado elaborado en la finca para vacas en producción.

Nutriente	Concentración
Humedad, %	15,0
Proteína Cruda, %	16,0
Fibra Detergente Acido, %	16,8
Fibra Detérgete Neutro, %	27,9
Energía Digestible, Kcal/kg	3400,0
Energía Neta de Lactancia, Mcal/kg	1,8
Extracto Etéreo, %	7,6
Calcio, %	1,5
Fósforo, %	0,6

Cuadro 21. Formulación y costo del concentrado para vacas en producción.

Ingrediente	Porcentaje de Inclusión
Citrocom	25,0
Destilado del maíz	25,0
Pollinaza	17,7
Acemite	12,0
Harina de soya	6,2
Melaza	5,0
Semolina	4,6
Prolac	4,0
Sal	0,5
Costo / quintal ¢	7500,0

El balance de la dieta de los animales en inicio de lactancia (vacas frescas 1), se muestra en el Cuadro 22. El animal promedio utilizado para el cálculo es un animal vacío, con una producción de 18 kg en promedio, con 36 días en promedio de lactancia, son animales que no pastorean, con pesos promedio de 550 kg de peso vivo.

Los requerimientos de energía para los balances de los diferentes grupos de alimentación, se calcularon utilizando las fórmulas del National Research Council, (2001), mientras que los requerimientos de proteína cruda se calcularon con base en las fórmulas del National Research Council de (1989), igual los requerimientos de calcio y fósforo se expresaron en términos de gramos absorbibles. Los aportes de cada ingrediente de la ración para estos minerales se calcularon en términos absorbibles, 30% para el calcio de los forrajes y un 60% para los otros materiales y en fósforo 64% forrajes, 70% granos y un 90% premezclas minerales. El aporte de calcio y fósforo del ensilaje de piña no se incluye debido a que no se cuenta con los datos.

Cuadro 22. Balance nutricional del grupo de vacas frescas 1.

Ingrediente	MF(kg)	MS(kg)	Pc(kg)	ENL(Mcal)	FND(kg)	FAD(kg)	Ca(g)	P(g)
Silo sorgo	11,00	3,20	0,28	3,9	1,70	1,00	2,4	2,6
Silo piña*	8,00	1,62	0,10	1,8	1,02	0,80	0,0	0,0
H. arroz	1,50	1,40	0,07	0,9	0,90	0,57	0,8	0,5
Concentrado	7,80	6,63	1,06	12,0	1,85	1,10	59,4	21,0
Melaza	2,80	2,10	0,12	3,1	0,00	0,00	1,9	0,4
H. soya	0,68	0,60	0,29	1	0,08	0,05	1,1	1,5
D.D.G.S	0,68	0,61	0,16	1,1	0,22	0,12	0,7	3,0
Citrocom	1,35	1,20	0,05	1,8	0,35	0,32	14,4	0,0
Urea	0,06	0,06	0,14	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0
Sal	0,06	0,05	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0
Mineral	0,13	0,12	0,00	0,0	0,00	0,00	12,6	20,1
Total	34,05	17,60	2,26	25,6	6,12	6,22	93,3	49,7
Requisito		14,60	2,10	20,3			28,8	33,8
Balance		3,00	0,16	5,3			64,5	15,9

*Ensilaje de rastrojo de planta de piña.

En cuanto al balance, el grupo de frescas muestra un consumo de materia seca mayor al que se predice bajo los cálculos del programa, la proteína cruda muestra un exceso en la dieta de 160 g por animal por día, lo cual indica que vía proteína el animal puede producir 1,7 kg de leche más, mientras que el balance de energía es positivo con un exceso de 5,27 Mcal ENL lo que se traduce en potencial de producción de leche. Las concentraciones de la dieta son de un 12,8% PC y de 1,45 Mcal. El exceso de 64,51g del calcio absorbible se puede relacionar con los niveles elevados de calcio en el concentrado provenientes de la pollinaza (1,5%), mientras que en el fósforo se aprecia un ofrecimiento de 15,9 g que de la misma manera es más de lo que el animal requiere. Un valor importante de analizar es el porcentaje de FDN de la ración que es de un 34,7% valor que es aceptable según las recomendaciones del NRC que van de 28% al 36%, para mantener niveles adecuados de tasa de pasaje y de funcionalidad ruminal.

Vacas Frescas 2

En cuanto al manejo nutricional de este lote, es bastante simple ya que es la misma dieta del grupo frescas 2, con la única diferencia que el consumo de alimento concentrado es menor, ya que el reto energético cambia porque son animales, que en promedio tienen 200 días de lactancia y 100 días de gestación, con producciones de 12 kilogramos de leche por día, preñadas y con un peso vivo aproximado 560 kg.

Cuadro 23. Balance nutricional el grupo de vacas frescas 2.

Ingrediente	MF (kg)	MS (kg)	Pc (kg)	ENL Mcal	FND (kg)	FAD (kg)	Ca (g)	P (g)
Silo sorgo	11,0	3,20	0,280	3,9	1,70	1,00	2,4	2,6
Silo piña*	8,0	1,62	0,100	1,8	1,02	0,80	0,0	0,0
H. arroz	1,5	1,40	0,070	0,9	0,90	0,57	0,8	0,5
Concentrado	4,0	3,40	0,544	6,2	0,95	0,57	30,6	13,3
Melaza	2,8	2,10	0,120	3,1	0,00	0,00	1,9	0,4
H. soya	0,7	0,60	0,288	1,0	0,08	0,05	1,1	1,5
D.D.G.S	0,7	0,61	0,158	1,0	0,22	0,12	0,7	3,0
Citrocom	1,4	1,20	0,048	1,8	0,35	0,32	14,4	0,0
Urea	0,1	0,06	0,135	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0
Sal	0,1	0,05	0,000	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0
Mineral	0,3	0,12	0,000	0,0	0,00	0,00	12,6	20,7
Total	30,0	14,36	1,743	19,7	4,90	3,40	64,5	42,0
Requisito		15,97	2,309	19,5			29,2	25,6
Balance		-1,61	-0,566	0,2			35,4	16,4

*Ensilaje de rastrojo de mata de piña.

El balance para los animales del grupo de frescas 2 muestra una diferencia negativa en cuanto al consumo de materia seca real y al predicho por el programa de 1,61 kg. En cuanto al balance de proteína el balance muestra que hay una limitante de 0,5 kg de proteína cruda mientras que en la energía hay un leve exceso de 0,2 Mcal ENL, lo que indica que la

proteína es la limitante en este caso el exceso de calcio es de 35,37 g y se debe a la misma razón del caso anterior. El fósforo se encuentra en un exceso considerable ya que se reportan 16 g más de lo que los animales requieren. En cuanto a la FDN se obtiene un valor de 34% de la ración total valor que se encuentra dentro de los rangos óptimos recomendados por el NRC.

Vacas élite

Este grupo de producción, son animales que producen en promedio 8,5 kg de leche por día, además tienen alrededor de 200 días de gestación y 280 de lactancia, tienen un peso vivo de 580 kg aproximado.

La ración diaria de este lote de producción se encuentra estructurada de la siguiente manera, 10,5 kg de silo de sorgo, 10,5 kg de silo de piña, 1,4 kg de heno de arroz, 4 kg de melaza; 3,8 kg de concentrado; 0,950 kg de harina de soya; 0,950 kg de destilados de maíz y 2 kg de citrocom. En el Cuadro 24 se observa el balance nutricional de esta etapa.

Cuadro 24. Balance nutricional del grupo de vacas elite.

Ingrediente	MF(kg)	MS(kg)	Pc(kg)	ENL(Mcal)	FND(kg)	FAD(kg)	Ca(g)	P(g)
Silo sorgo	10,50	3,00	0,27	3,6	1,6	0,95	2,20	2,56
Silo piña*	10,50	2,10	0,14	2,2	1,3	1,00	0,00	0,00
H. arroz	1,40	1,30	0,07	0,8	0,8	0,50	0,78	0,51
Concentra	3,80	3,23	0,50	5,8	0,9	0,50	28,80	12,60
Melaza	4,00	3,00	0,17	4,4	0,0	0,00	1,80	0,63
H. Soya	0,95	0,80	0,40	1,4	0,1	0,06	1,40	1,90
D.D.G.S	0,95	0,85	0,22	1,5	0,3	0,15	1,00	4,20
Citrocom	2,00	1,70	0,07	2,5	0,5	0,40	10,20	0,00
Sal	0,06	0,05	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Minerales	0,12	0,11	0,00	0,0	0,0	0,00	11,40	18,90
Total	34,28	16,10	1,84	22,2	5,5	3,56	57,58	41,30
Requisito		14,73	1,97	17,7			30,00	23,75
Balance		1,37	-0,13	4,4			27,58	17,55

*Ensilaje de rastrojo de mata de piña.

El resultado del balance nutricional del grupo de elite, revela que hay una diferencia entre el consumo de materia seca real y el predicho por el programa de 1,37 kg, no así en la proteína donde hay un desbalance negativo de 130 g, esto es el equivalente a 1,4 kg de leche vía proteína que al observar el exceso de energía que es de 4,4 Mcal ENL, indica que la limitante es la proteína. El exceso de calcio se vuelve a notar 27,58 g y el fósforo se está dando en exceso ya que el requerimiento para estos animales en promedio es de 23,75 g diarios y se ofrecen 41,3 g. En este caso sería adecuado aumentar los niveles de proteína con el fin de retar a los animales vía dieta a que aumenten la producción de leche o disminuir la pérdida de condición corporal. Sin embargo los niveles de FDN de la ración 34,2 es un valor aceptable según las recomendaciones del NRC (2001), para asegurar una adecuada tasa de pasaje, funcionalidad ruminal y con ello una buena salud digestiva.

Costos de dietas y kilogramos de leche necesarios para pagar el costo de la dieta.

Se calculó el costo de cada dieta por día, con el fin de conocer el impacto que tiene la alimentación en los costos de producción, así como el ejercicio de calcular el punto de equilibrio entre la dieta y la producción, o mejor dicho cuantos kilogramos de leche son necesarios para pagar la dieta de los animales. Los cálculos se muestran en el Cuadro 25 y se utiliza un precio por kilogramo de leche de ¢295. Para el costo del kilogramo de silo de sorgo se utilizó el reportado en el historial de la finca, ya que el cálculo actualizado de éste no se obtuvo, por lo que se asumió el valor promedio de un kilogramo de silo de maíz en la finca.

Cuadro 25. Costo de la dieta por grupo y kilogramos de leche necesarios para pagar

la alimentación diaria

Grupo de producción	Costo (¢)	Leche (kg)
Frescas 1	2723,7	9,2
Frescas 2	2183,9	7,4
Elite	2471,1	8,3

Este cálculo se utilizó como referencia o herramienta para determinar la rentabilidad de mantener o no una vaca según su producción en un determinado grupo. Por ejemplo una vaca que no produzca más de 9,2 kg no es factible alimentarla con una ración para vacas del grupo de frescas ya que no se pagan ni siquiera los costos de alimentación. Valores que concuerdan con los obtenidos por Saborío (2008), que reporta valor promedio de 8 kg de leche necesarios para cubrir los costos de la dieta, mientras que Villalobos (2010) determina que se requieren de 8,14 kg de leche por vaca como mínimo para pagar los costos de alimentación.

Capítulo 5. Análisis reproductivo y productivo de los animales y los principales parámetros e indicadores para una lechería especializada.

En este capítulo se documentan y se analizan los principales parámetros reproductivos de la finca, con el fin de valorar qué tan eficiente es el manejo de la reproducción, comparándolo con los valores meta, para lecherías con características similares. Para así poder establecer mejoras y prácticas de manejo con el fin de afinar positivamente estos parámetros.

Un dato importante para calcular y analizar es el de la clasificación del hato según el número de partos, de los animales en ordeño con el fin de establecer la distribución de los animales según sus partos y así tomar la decisión de descarte o mantenimiento del hato. En el Cuadro 26 se puede observar la clasificación del hato según el número de partos.

Cuadro 26. Clasificación del hato según el número de partos de las vacas en ordeño.

Número de partos	Número de animales	Porcentaje (%)
1	25	24,0
2	28	26,9
3	21	20,2
4	16	15,4
5	10	9,6
6	2	1,9
7	1	0,9
8	1	0,9
Total	104	100,0

El cuadro 32 muestra que el 71,1 % del hato en ordeño se encuentra entre el primero y el tercer parto y que el mayor número de animales tienen 2 partos con 28 animales lo que representa un 26,9 %, mientras que animales de 8 y 7 partos es el rubro más pequeño con 1 animal de cada uno siendo esto un 0,9 % en ambos casos, lo que es alentador ya que se ha visto que los animales con mayor número de lactancias son los más propensos a sufrir problemas de mastitis y por ende presentar conteos de células somáticas muy altos. Sin

embargo, son usualmente los animales con mayores producciones, debido a que su sistema mamario ya logró una madurez fisiológica y física suficiente, hasta cierto punto, ya que en casos de muchos partos la producción puede presentar mermas progresivas.

Un dato importante es la distribución y comportamiento de los partos a través del año y en los diferentes años ya que se puede establecer, un comportamiento de finca el cuál al analizarlo, se podrían encontrar estrategias de mejora como por ejemplo establecer épocas de mayor fertilidad en la finca, proyecciones de partos por periodos y dar respuesta a posibles fenómenos reproductivos. Como se puede apreciar en la siguiente figura 1.

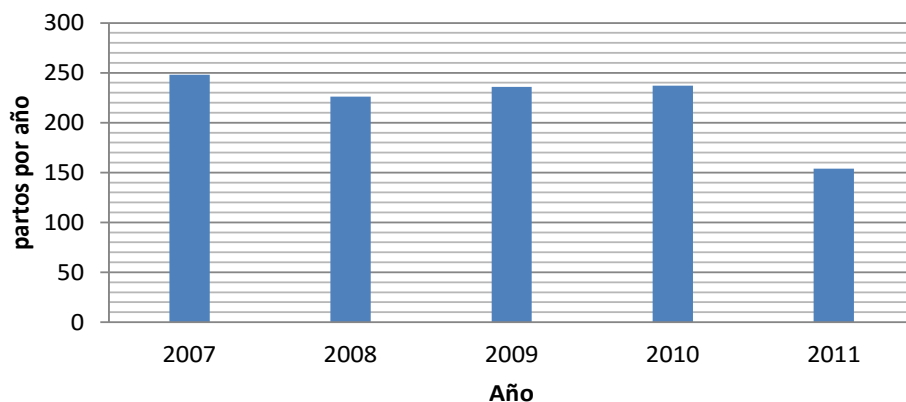


Figura 1. Promedio de partos por año del 2007 a setiembre del 2011.

En promedio la finca tiene 237 partos al año lo que en teoría representa un aporte de terneras anualmente al hato, como un comportamiento de finca, de hecho que la distribución por mes en promedio es bastante uniforme en los diferentes años (Figura 2).

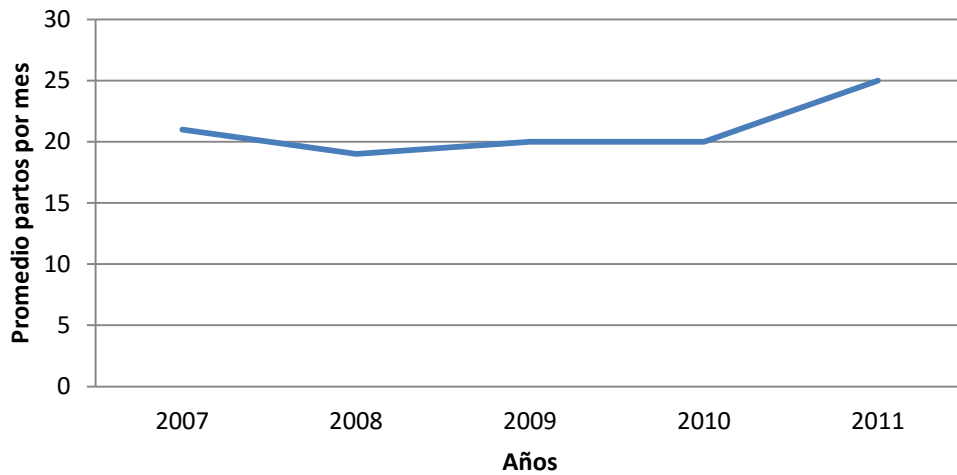


Figura 2. Promedio de partos por mes en los diferentes años del 2007 a setiembre del 2009.

Es importante observar la distribución del número de partos por mes, en cada año para así poder analizar los meses de mayor parición y determinar nueve meses atrás cuando son las épocas de mayor fertilidad en la lechería, con este dato se determinaría si lo que pasa es un efecto de un comportamiento normal de finca a través de los años. En la Figura 3 se muestra dicha información, y muestra que aunque hay picos de partos en los diferentes meses de todos los años, si hay una tendencia a una concentración de partos en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, por lo que se podría calcular que los meses de mayor fertilidad son febrero, marzo, abril y mayo. Esto se puede deber a un efecto de clima ya que si bien es la época de mayores temperaturas febrero (25,5°C, 71,6 mm), marzo (26,4°C, 39,2 mm), abril (27,5°C, 50,4 mm) y mayo (27,5°C, 220,8 mm) los animales están en sistema de ambiente controlado por lo que este efecto tiene menos participación, en cambio es la época en que se cosechan los pastos para ensilar por lo que la disponibilidad de alimento es mayor y de mejor calidad. La cosecha se realiza entre noviembre y enero cuando la maquinaria puede ingresar a los cultivos debido a la reducción de las lluvias.

Es por esto que se recomienda planificar las épocas de monta o de inseminación artificial en estos meses para poder alcanzar los mayores índices de preñez y el menor número de servicios por concepción.

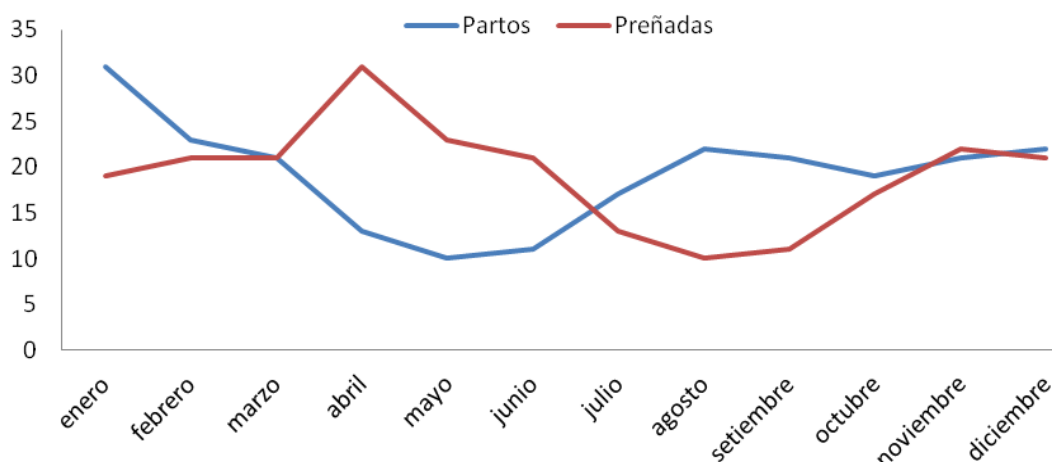


Figura 3. Número de partos y preñez por mes y por año del 2007 a setiembre del 2011.

Otro parámetro importante que se analizó por medio de los registros es la longitud de lactancia en promedio, el cual se definió como la diferencia entre la fecha de secado y la fecha de parto o inicio de lactancia. Si este parámetro se analiza de manera individual se puede ver cuáles vacas tienen mayor persistencia, y cuáles no, el largo de lactancia calculado en la finca de enero a setiembre para un total de 200 vacas fue de 9,4 meses con un máximo 22,8 meses y un mínimo 0,19 meses.

Esto es resultado de los diferentes manejos por ejemplo una vaca que solo dio 6 días de leche tiene una explicación: entró muy renca al ordeño, o no tenía la condición corporal por un mal manejo de la vaca seca, o era una novillita muy precoz la cual no tenía el desarrollo suficiente en la glándula mamaria para sostener una lactancia.

Por otro lado una vaca de 709 días en lactancia es obvio que no se preña, por eso nunca se secó por preñez y es buena en producción por lo que tampoco se secó por una baja en la misma, no es recomendable que una vaca dure tanto tiempo lactando ya que el desgaste metabólico, así como el desgaste físico de la ubre y la incidencia de células somáticas en la leche aumenta conforme pasan los días de lactancia.

El valor promedio se encuentra entre lo normal ya que considera como parámetro establecido que una buena lactancia debe durar 305 días y en promedio la finca tiene 292,26 días.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La actividad lechera actualmente representa un reto para los productores, los cuales se ven forzados a mejorar sus sistemas en busca de programas más rentables y eficientes que les permita mejorar sus actividades. La búsqueda de nuevas tecnologías, en todo el ámbito de manejo de una lechería son importantes en el proceso de mejorar la eficiencia de la producción, como por ejemplo, utilización de rastrojos (ensilaje de mata de piña) en la alimentación de los animales, establecimiento de forrajes de alta calidad para ensilar y así poder reducir la dependencia de los alimentos concentrados, elaboración de productos de bajo costo para fertilizar los cultivos.

El desarrollo e implementación de técnicas de conservación y mejoramiento de la calidad nutricional de los forrajes, como lo es la amonificación, son una opción a considerar, debido a que es un método simple con el que se puede aumentar valores de PC de un 2,06 % a un 3,95% y 8,80% para la trasvala y de un 5,38% de PC a un 8,10% para el heno de rastrojo de arroz.

El costo del kg de heno de trasvala es de ¢59 y amonificado al 9% es de ¢67 y amonificado al 13% es de ¢71, mientras que el kg de heno de rastrojo de arroz es de ¢38 y amonificado al 13% es de ¢50.

El Sorgo millón (*Sorghum bicolor*), es una opción forrajera como cultivo para ensilar y posteriormente alimentar animales en producción, ya que muestra rendimientos (42 895,1 kg/ha MF) superiores a los de otros cultivos como el maíz (28 350 kg/ha MF), además tiene valores nutricionales muy similares, y muestra una ventaja práctica que es la rusticidad y resistencia a plagas.

Los ensilajes son una opción totalmente viable, en sistemas de alimentación para ganado y más aún cuando se trata de sistemas de confinamiento total; sin embargo, el éxito de su uso, va de la mano del proceso de elaboración del mismo,

una compactación completa del material, que asegure la extracción máxima del oxígeno y humedad son claves en su elaboración.

La elaboración de un sistema de análisis de costos, es vital en una lechería, con el fin de poder controlar cada uno de los rubros del sistema y así poder mejorar dicha estructura mediante ajustes de cada una de las prácticas y manejos de la actividad. Así al analizar el costo de alimentar una novilla de los 3 meses a los 18 meses en promedio se cuantificó un valor de ¢732,83 por día. Mientras que el costo de curar una vaca con los cuatro cuartos mastíticos durante un periodo de tres días es de ¢21180 lo que representa una pérdida de 72 kg de leche y el costo de secar una vaca es de ¢4620/ animal.

Asimismo, al evaluar el costo involucrado en la dieta de vacas en producción, se determinó que se requieren de 8 – 9 kg de leche para pagar el rubro de alimentación.

La implementación y cumplimiento de los protocolos de manejo tales como pesas de leche, pruebas de mastitis, protocolos sanitarios, son actividades que requieren control de realización, para que se cumplan satisfactoriamente, ya permiten mejorar la productividad, en algunos casos los beneficios obtenidos se ven en el tiempo y no de manera inmediata .

Por medio de protocolos de control de la mastitis como la prueba de california y el reacomodo de los tiempos de ordeño, mejoraron la salud de las ubres en la finca pasando un 79,32% de vacas en el rango de 0 a 500 000 células somáticas a un 85,61%.

Los sistemas de registros en una lechería son de vital importancia a la hora de tomar decisiones y analizar los acontecimientos, así en cada área de la explotación, alimentación, manejo, reproducción, producción, ordeños, protocolos y acontecimientos sanitarios y económicos.

Recomendaciones

La elaboración e implementación de registros más eficientes como lo es el Vampp®, son prácticas necesarias y justificadas con el fin de poder tener organizada la información de la finca, de esta manera las proyecciones y decisiones van a ser mucho más exactas y precisas.

La necesidad de establecer un programa eficiente de inseminación artificial en la finca es clara, en un sistema en el que los animales, se encuentran confinados bajo condiciones controladas, y el número de animales es alto, es recomendable dejar de utilizar toros, ya que éstos implican más alimentación, medicamentos y manejo en general también son una fuente alta de contagio de enfermedades venéreas.

Es importante definir un programa de manejo genético, el cual establezca, la dirección hacia la que se dirige la genética de la lechería, por ejemplo cruces establecidos según el tipo de animal, alternativas de corrección de características.

El establecimiento de las zonas y las áreas que se destinan para cultivos de la lechería, es un tema de suma importancia en la preparación y coordinación de las siembras.

Debido a que el sistema alimenticio tiene como carencia el nivel proteico, se debe buscar otras alternativas forrajeras como la soya CIGRAS 06 o Stylosantes que permiten su uso bajo sistemas de corte y acarreo.

Literatura citada

Aguilar I. 2001. Costos de producción de novillas Holstein a primer parto en lecherías especializadas en la zona media de San Carlos y tiempo de retorno de la inversión. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 121 p.

Arce J., Villalobos L., Wingching –Jones R., Gutiérrez M., Fallas D., Benavides Y. 2011. Determinación del costo de producción de ensilajes en fincas de asociados de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. Congreso Centroamericano del Sector lácteo 2011. San José Costa Rica.

Arce J. 2008. Práctica dirigida realizada en la finca de ganado lechero estabulado " La Georgina" ubicada en Vara Blanca de Heredia. Práctica Dirigida. Lic. Zootecnia, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 53 p.

Arelovich, H.M., Storm, A.C., Bravo, R.D., Martínez, M.F. 2007. Paja de trigo tratada con urea. 2. Amonificación del forraje y respuesta animal. 30º Congreso Argentino de Producción Animal, Rev. Arg. Prod. Anim. 27 (Supl 1): 28-29.

Arroyo J., Arroyo G., González A. 2009. Parámetros productivos y reproductivos de lecherías en Costa Rica. Congreso Nacional Lechero 2009. San José Costa Rica.

Bonilla O., Díaz O. 2003. Elementos básicos para el manejo de animales de granja, bovinos de carne y leche. Editorial EUNED. San José, Costa Rica. 52 p.

Bertsch F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del suelo. 157 p.

Boschini C. 2010. Curso Producción de Ganado de Leche. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Botero R. SF. La amonificación, una opción artesanal para la conservación y mejoramiento de suplementos utilizados para rumiantes en el trópico. Universidad EARTH. Costa Rica. Consultado el 9 de octubre del 2011. Disponible en www.produccion-animal.com.

Cámara de Productores de Leche. 2007. Historia de la actividad lechera a nivel Nacional. Consultado 24 de octubre del 2010. Disponible en http://www.proleche.com/info_sector.htm.

Carambula M. 1996. Pasturas naturales mejoradas, Ed. Hemisferio Sur. 524 p.

Chacón E., Virguez G., Espinoza F., Baldizan A., Marchena H. 1999. Tecnologías sostenibles para la ganadería en sistemas silvopastoriles. Maracaibo, Venezuela.

Córdova A., Pérez J. 2005. Relación reproducción – producción en vacas Holstein. Revista Electrónica Veterinaria REDVET. 6 (2): 2-4.

Cuesta A., Conde A. 2002. Potencial de subproductos agroindustriales y su mejoramiento a través de tratamientos químicos. Revista Zoo ciencia Divulgación técnica y científica de zootecnia. 1 (1): 7-10.

Cruz M., Sánchez, J. 2000. La fibra en la alimentación de Ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*. 6 (1): 39 - 74.

Dunham J. 1989. Feeding dairy cows. Cooperative extensión service. Kansas State University. Manhattan, Kansas. 20 p.

Godínez J. 1996. Caracterización fenotípica y evaluación genética de la raza Holstein para producción láctea, días abiertos e intervalos entre partos. Tesis. Lic. Zootecnia, Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 85 p.

González C. 1985. Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos. IV Congreso Venezolano de Zootecnia. Taller de eficiencia reproductiva. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 35 p.

González E., Hanselka W., Ortega A. 1988. Manejo del pastoreo en la producción y mejoramiento de los pastizales. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Nuevo León México.

Hargraves J. N. G., Keer J. D. 1978. Botanal: a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. II. Computational package. Division of Tropical Crops and Pastures, Tropical Agronomy, CSIRO, Australia. Technical Memorandum No. 9.

Jorgel A. 2001. Prevenir es sinónimo de ganar: Heno de paja de arroz, INTA, EEA. Mercedes, Argentina. Consultado 24 de junio del 2012. Disponible en <http://www.producción-animal.com.ar>.

Kapitulnik I. 2007. Lignina – Forraje y laboratorio. Ventana Lechera, 5 (2): 10-12.

Londoño M. 2008. Efecto de los microorganismos eficientes sobre la calidad del ensilaje de maíz y su utilización en lechería tropical. Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista. Facultad de zootecnia. Universidad de la Salle. Bogotá Colombia. 123 p.

Mesén M. 1999. Evaluación de la curva de lactancia de vacas de la raza Holstein. Tesis. Lic. Zootecnia, Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 80 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. 2010. [La Ganadería en Colombia Pastos y forrajes bovinos](http://www.cyemh.org/marco.php?pagina=http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm). Consultado 24 de octubre del 2010. Disponible en:<http://www.cyemh.org/marco.php?pagina=http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm>.

Molina J. 1978. Análisis de la producción de leche en un hato Holstein puro. Tesis. Lic. Zootecnia, Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 45 p.

National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, DC. National Academy Press.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th. Rev. Ed. Washington, DC. National Academy Press. 381 p.

Ortiz R., Soto C. 2006. Calculo y manejo en pastoreo controlado, pastoreo rotativo y controlado. Revista veterinaria Montevideo. 4(1): 15–24.

Restrepo R.J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA. San José, Costa Rica. 150 p.

Rivera A. 2000. Determinación del retorno de la inversión en la crianza de novillas Jersey a primer parto en la zona altura de la meseta central de Costa Rica. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 101 p.

Rodríguez N., Araujo – Febres O., González B., Vergara, J. 2002 Efecto de la amonificación con urea sobre los componentes estructurales de la pared celular de heno de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick a diferentes edades de corte. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. 115 p.

Rojas-Bourrillón A. 1995. Conceptos básicos de nutrición de rumiantes. Editorial Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 150 p.

Rojas-Bourrillón A., Salazar M. 2001. Costos de producción, rentabilidad económica y competitividad de la actividad lechera en San Carlos. Informe Final. Proyecto N° 739-99-290. CINA, Universidad de Costa Rica. 15 p.

Rojas-Bourrillón A. 2010. Curso de Nutrición de Rumiantes. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica.

Saborío A. 2009. Práctica dirigida realizada en fincas lecheras asociadas a productores de Monte Verde S.A. Práctica presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 57 p.

Saborío M. 2008. Práctica laboral y profesional en la planta de alimentos balanceados de la Cooperativa Dos Pinos. Para optar por el título de Ingeniero Agrónomo Bachiller en Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 80 p.

Sánchez J. (2001). El valor nutritivo de algunos pastos tropicales en Costa Rica. Curso Actualización en la nutrición del ganado lechero. LANCE. Balsa Atenas, Costa Rica. Consultado 24 de junio del 2012. Disponible en <http://www.feednet.ucr.ac.cr>.

Villalobos R. 2010. Práctica dirigida realizada en una explotación lechera en Río Cuarto de Grecia. Para optar por el título de Ingeniero Agrónomo Licenciado. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 100 p.

WingChing – Jones R., Alvarado G. (2009). Valor nutricional del heno de transvala inoculado con el hongo (*Pleurotus ostreatus*). *Agronomía Costarricense*. 33 (1): 147 -153.