

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Práctica dirigida enfocada en el análisis bioeconómico de la implementación de alimento balanceado para ganado lechero en la empresa Agroindustrial ABA S.A.

Luis Enrique Arce Arce

Práctica dirigida presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2019

## Tribunal Examinador

Esta práctica dirigida fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.

  
M.Sc. Michael López Herrera

Director de práctica

  
M.Sc. Augusto Rojas Bourrillón

Miembro del tribunal

  
M.Sc. Luis Pineda Cordero

Miembro del tribunal

  
Lic. Adores Zambrana Jiménez

Miembro del tribunal

  
M.Sc. Rodolfo WingChing Jones

Director de Escuela

  
Luis Enrique Arce Arce

Sustentante

## **DEDICATORIA**

A mi admirable madre Rocío Arce Rojas, quien es la persona por la que logré cumplir mi sueño de ser profesional gracias a su enorme esfuerzo e infinito amor.

A mis hermanas Milena y Marcela, por formar parte de mi familia y apoyarme siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia y amigos, por ofrecerme su ayuda durante toda mi carrera.

A la Universidad de Costa Rica y la Escuela de Zootecnia, por brindarme la oportunidad de recibir una excelente educación integral.

Al profesor M.Sc. Michael López por su confianza, tiempo y conocimiento invertidos en este y otros trabajos realizados por mi persona.

A M.B.A. Águeda Serrano por su paciencia e indispensable guía durante toda mi carrera.

A todos mis compañeros y profesores de la Universidad por brindarme su conocimiento, amistad y experiencias inolvidables.

A Estefanía Cendra, su madre Catalina Villalobos y su familia por todo el apoyo y ayuda recibidos durante mis años de estudio.

A la empresa Agroindustrial ABA por la oportunidad de realizar esta práctica dirigida y a todos sus trabajadores por la confianza y ayuda ofrecidas a mi persona.

## ÍNDICE

Tribunal Examinador.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
Capítulo 1. Marco Teórico.....	4
1.1. Sistemas de producción en Costa Rica. ....	4
1.2. Tipos de confinamiento. ....	5
1.3. Suplementación con alimento balanceado. ....	5
1.4. Manejo y características del período pre-parto. ....	8
1.5. Enfermedades metabólicas. ....	10
1.5.1. Acidosis ruminal.....	10
1.5.2. Cetosis.....	10
1.5.3. Hipocalcemia e hipomagnesemia.....	11
1.6. Estimación de biomasa en pasturas. ....	13
1.7. Conservación de forrajes.....	13
Capítulo 2. Procedimiento y Metodología.....	15
2.1. Selección de fincas y caracterización. ....	15
2.2. Información productiva. ....	16
2.3. Información económica. ....	16
2.4. Otras actividades.....	17

2.4.1. Departamento de asistencia técnica .....	17
2.4.2. Planta de alimentos balanceados.....	17
2.4.3. Departamento de ventas.....	17
Capítulo 3. Caracterización de las fincas .....	18
3.1. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar). .....	18
3.1.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica. ....	18
3.1.2. Descripción del sistema de producción. ....	18
3.1.3. Manejo Agronómico. ....	20
3.1.4. Alimentación y suplementación. ....	20
3.1.5. Manejo sanitario.....	20
3.2. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).....	21
3.2.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica. ....	21
3.2.2. Descripción del sistema de producción. ....	21
3.2.3. Manejo Agronómico. ....	23
3.2.4. Alimentación y suplementación. ....	23
3.2.5. Manejo sanitario.....	23
3.3. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez) .....	24
3.3.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica. ....	24
3.3.2. Descripción del sistema de producción. ....	24
3.3.3. Manejo Agronómico. ....	26
3.3.4. Alimentación y suplementación. ....	26
3.3.5. Manejo sanitario.....	26
3.4. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán).....	27
3.4.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica. ....	27
3.4.2. Descripción del sistema de producción. ....	27
3.4.3. Manejo Agronómico. ....	29
3.4.4. Alimentación y suplementación. ....	29

3.4.5. Manejo sanitario.....	29
Capítulo 4. Resultados y discusión .....	30
4.1. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar). .....	30
4.1.1. Mayor eficiencia en el manejo de pasturas. ....	30
4.1.2. Disponibilidad de biomasa. ....	31
4.1.3. Inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ) en la dieta.....	31
4.1.4. Relación entre días de lactancia y producción. ....	35
4.2. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).....	35
4.2.1. Disponibilidad de biomasa y manejo de pasturas.....	36
4.2.2. Cambios en las estrategias de alimentación. ....	38
4.3. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez): .....	43
4.3.1. Análisis bromatológico. ....	44
4.3.2. Inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ), AB o ambos.....	44
4.3.3. Disponibilidad de biomasa. ....	47
4.3.4. Análisis de suelos. ....	47
4.3.5. Análisis de leche. ....	48
4.4. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán).....	50
4.4.1. Registros.....	50
4.4.2. Balance nutricional.....	50
4.4.3. Disponibilidad de biomasa. ....	51
4.4.5. Balance catión-anión y vacas secas. ....	52
4.5. Otras actividades.....	53
4.5.1. Resultados de encuesta aplicada a clientes.....	54
4.5.2. Distribución geográfica de lecherías clientes. ....	57
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.....	60
5.1. Conclusiones.....	60
5.1.1. General.....	60

5.1.2. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar).....	60
5.1.3. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).....	61
5.1.4. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez).....	61
5.1.5. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán). ....	62
5.1.6. Otras actividades. ....	62
5.2. Recomendaciones.....	63
5.2.1. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar).....	63
5.2.2. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).....	63
5.2.3. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez).....	63
5.2.4. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán). ....	64
5.2.5. Otras actividades. ....	64
Referencias .....	65
Anexos.....	76

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución por áreas de la finca GoSa Los Laureles.....	18
2. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción GoSa Los Laureles.....	19
3. Distribución por áreas de la finca GoSa La Rosa.....	21
4. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción La Rosa.	22
5. Distribución por áreas de la finca Lilliana. ....	24
6. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción Lilliana. ..	25
7. Distribución por áreas de la finca Marsella.....	27
8. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción Marsella.	28
9. Disponibilidad de biomasa por vaca por día para la finca GoSa Los Laureles. ....	31
10. Balance nutricional actual y balance nutricional con inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ) para la finca GoSa Los Laureles. ....	32
11. Diferencia en la ganancia diaria por venta de leche al aumentar 1,5 kg de leche/vaca/día debido a la inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ) en la finca GoSa Los Laureles. ....	34
12. Días necesarios en la finca GoSa Los Laureles para pagar el profesional que realiza la recomendación de inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ). ....	34
13. Faltante de pasto de la finca La Rosa para satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca de las vacas en producción. ....	36
14. Balances nutricionales sin y con deficiencia de pasto para la finca La Rosa. ....	36
15. Días necesarios en la finca La Rosa para pagar el profesional que realiza la recomendación de estratificación por grupos. ....	43
16. Análisis bromatológicos de los forrajes de piso más comunes de la finca Lilliana y su respectivo promedio (LAC-Dos Pinos 2019b). ....	44
17. Balance nutricional actual de la finca vs balances con inclusión de 1 kg MS de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ), alimento balanceado o ambos, para la finca Lilliana..	45

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
18. Proyección del incremento en producción mediante energía y proteína al incluir 1 kg MS de botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ), alimento balanceado o ambos, para la finca Lilliana.....	46
19. Diferencia en la ganancia diaria por venta de queso al aumentar 1 kg/vaca/día debido a la inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ) en la finca Lilliana. ....	46
20. Días necesarios en la finca Lilliana para pagar el profesional que realiza la recomendación de inclusión de Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ). ....	46
21. Disponibilidad de pasto en la finca Lilliana luego de satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca de las vacas en producción. ....	47
22. Análisis de suelos obtenido en dos zonas específicas de la finca Lilliana (LAA-TEC 2019). ....	48
23. Relaciones catiónicas del análisis de suelos obtenido en dos zonas específicas de la finca Lilliana (LAA-TEC 2019). ....	48
24. Resultado del análisis de leche realizado en la finca Lilliana (LAC-Dos Pinos 2019b). ....	49
25. Balance nutricional de la finca Marsella. ....	51
26. Análisis bromatológico para el pasto Tanner ( <i>Brachiaria arrecta</i> ) utilizado para realizar balances y evaluaciones en la finca Marsella (Arce 2018). ....	51
27. Disponibilidad de pasto en la finca Marsella luego satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca de las vacas en producción. ....	52
28. Balance catión-anión y % de calcio de la dieta de producción ofrecida en la finca Marsella. ....	52
29. Nuevo balance catión-anión y % de calcio al aplicar cambios en la dieta de producción ofrecida en la finca Marsella. ....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca GoSa Los Laureles.	19
2. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca La Rosa. ....	22
3. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca Lilliana. ....	25
4. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca Marsella. ....	28
5. Producción de leche por hectárea de diferentes períodos en la finca GoSa Los Laureles.....	30
6. Curva ideal de recuperación de calificación de condición corporal vs. la curva de recuperación obtenida de la finca GoSa Los Laureles. ....	33
7. Relación entre días de lactancia y producción de leche desde el año 2015 a la actualidad, para la finca GoSa Los Laureles.....	35
8. Curva ideal de recuperación de calificación de condición corporal vs. la curva de recuperación obtenida de la finca La Rosa. ....	37
9. Disponibilidad de biomasa en la finca La Rosa vs. la disponibilidad mínima que debería tener para cumplir con el requerimiento de consumo de materia seca.....	38
10. Variaciones en el grupo de las altas desde la pesa inicial (pesa 1) hasta la última pesa de leche (pesa 4) efectuada en la finca La Rosa. ....	39
11. Variaciones en el grupo de las bajas desde la pesa inicial (pesa 1) hasta la última pesa de leche (pesa 4) efectuada en la finca La Rosa.....	40
12. Variaciones en el hato de producción en general desde la pesa inicial (pesa 1) hasta la última pesa de leche (pesa 4) efectuada en la finca La Rosa. ....	41
13. Tendencia en la producción de leche/vaca/día en la finca La Rosa luego de aplicar la recomendación de estratificación por grupos.....	41
14. Variabilidad en los sólidos totales y cada uno de sus componentes a través del tiempo para la finca La Rosa.....	42
15. Tendencia en la ganancia/ha/día en la finca La Rosa luego de aplicar la recomendación de estratificación por grupos.....	43
16. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre la razón principal por la que utiliza concentrados ABA. ....	54

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
17. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre la importancia del servicio de transporte ofrecido por ABA. ....	55
18. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre la importancia del servicio de asistencia técnica en sus respectivas fincas. ....	55
19. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre aspectos positivos que quisieran resaltar del servicio en general brindado por ABA. ....	56
20. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre recomendaciones para mejorar el servicio en general brindado por la empresa ABA. ....	57
21. Mapa de calor de la distribución de las 81 lecherías con mayor volumen de compra en la empresa ABA. ....	58
22. Distribución de cantidad de fincas por zona de las 81 lecherías con mayor volumen de compra en la empresa ABA. ....	58
23. Distribución de volumen de alimento balanceado consumido por zona de las 81 lecherías con mayor volumen de compra en la empresa ABA. ....	59

## RESUMEN

La práctica dirigida tuvo como objetivo valorizar el servicio de acompañamiento a los productores que se implementa en la empresa Agroindustrial ABA S.A., para sistemas de producción de leche. Este servicio incluye el cambio de alimento balanceado, asesoramiento técnico (nutricional, agronómico, reproductivo, económico, sanitario, entre otros), formulación personalizada, transporte y atención al cliente. En conjunto con la empresa Agroindustrial ABA S.A., se seleccionaron cuatro de sus clientes en el sector lechero con enfoque productivo diferente entre sí y ubicados en la región Huetar Norte, Costa Rica. Se caracterizó cada una de las fincas seleccionadas y se identificaron puntos de mejora para los cuales se realizaron recomendaciones técnicas apoyadas con fundamentos teórico-científicos. Las recomendaciones con resultados a corto plazo se registraron mediante la medición de parámetros productivos, y las recomendaciones con efectos a largo plazo, se proyectaron los posibles resultados sobre los mismos parámetros productivos. También se evaluaron registros históricos de las lecherías con la finalidad de identificar aspectos que modificaron positiva o negativamente la productividad en algún período. Las respuestas obtenidas o proyectadas en los parámetros productivos se utilizaron para realizar análisis económicos que permitieran dimensionar su impacto sobre la finca. Simultáneamente al trabajo realizado en cada una de las cuatro fincas, se colaboró con los departamentos de ventas, asistencia técnica y planta de alimentos balanceados en distintas actividades. Para la finca GoSa Los Laureles mejorar el manejo de pasturas representó un impacto económico de ₡918.416 más por mes, la dieta actual no satisface el requerimiento de materia seca y la inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la dieta proyecta una ganancia de ₡39.101 más por mes para la finca, con lo cual pagaría en 59,7 días la asistencia técnica. Para la finca La Rosa se confirma la deficiencia de pasto en los potreros, cambios en las estrategias de alimentación representaron un aumento de ₡55.7619 más por mes luego 60 días de mediciones, con lo que duraría 11 días para pagar la asistencia técnica. Para la finca Lilliana se recomendó cambios en las prácticas de ordeño y se proyecta que percibiría al menos ₡208.285 más por mes al incluir Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), alimento balanceado o ambos, con lo cual pagaría la asesoría técnica en 11,2 días. Para la finca Marsella, se generó información reproductiva y productiva para iniciar registros, además, el manejo y dieta en vacas pre-parto era inadecuado, por lo cual se procedió a modificarlas y se recomienda la

compra de pesadoras de leche. En cuanto a la generación de información para la empresa, se obtuvo que el precio y la calidad del concentrado son factores fundamentales para la compra del mismo, así como la inclusión del transporte y la asistencia técnica en el servicio de acompañamiento brindado, además, se resalta la puntualidad y responsabilidad de la empresa con las entregas, y se identificaron las zonas con mayor y menor cantidad de lecherías y consumo de alimento balanceado.

## INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria aporta un 5,2% del Producto Interno Bruto (PIB) para Costa Rica, en donde el 28,5% es abarcado por la actividad de ganado de carne, leche y doble propósito, es decir, un 1,3% del PIB (INEC 2018). Asimismo, el número de fincas ganaderas a nivel nacional se encuentra alrededor de 45 mil, en donde el 59% pertenece a fincas lecheras y su distribución está dada por 21% para lechería especializada y 38% para lechería de doble propósito (González 2013).

La producción de leche de vaca es la actividad pecuaria de mayor relevancia en Costa Rica al generar más de 1 millón de toneladas métricas de leche por año, lo que representa un crecimiento anual promedio del 2% desde el año 2014. Entre los factores que propician este aumento se encuentran: una mayor producción en empresas nacionales, incremento en el número de animales por finca, mayor incursión de asistencia técnica, buenos precios al productor y mejor control de enfermedades (SEPSA 2018).

Según el VI Censo Nacional Agropecuario del INEC (2015), el país cuenta con más de 1,2 millones de cabezas de ganado vacuno, de las cuales la ganadería de doble propósito abarca un 32,0% mientras que la lechería especializada un 25,6%. Es importante mencionar que la mayoría de estas fincas están ubicadas en la provincia de Alajuela, en donde tres cantones se distribuyen hasta el 24,9%, encontrando a San Carlos como el número uno con más de 180 mil animales, seguido por Sarapiquí y Upala con poco más de 72 mil y 59 mil cabezas de ganado, respectivamente.

Los datos anteriores confirman que la región a nivel nacional con mayor producción de leche es la Huetar Norte, sin embargo, más de la mitad de la totalidad de estas fincas (54%) están enfocadas a la producción de carne, mientras que el restante es 12% para lechería especializada y 34% de doble propósito (Brenes *et al.* 2013; SEPSA 2018). El cantón de San Carlos cuenta con el 40% de las fincas y el promedio de concentrado utilizado en hatos lecheros es de 4,5 kg por vaca por día, mientras que para suplementos se manejan datos de 1,2 kg por vaca por día (Brenes *et al.* 2013).

En los sistemas intensivos de ganado de carne es muy poco frecuente la suplementación con alimentos balanceados debido a que gran cantidad de productores rechazan su implementación porque consideran que es de alto costo y que disminuye la

rentabilidad del sistema, lo que provoca una mayor disposición a utilizar otros suplementos más baratos que surgen por épocas. Aunque no hay un dato estimado de la cantidad de concentrado brindado en promedio en ganadería de carne, muchos autores y técnicos de campo mencionan que se utiliza poco, y por consiguiente, menos que en lechería (INTA 2017).

La empresa Agroindustrial ABA S.A., está ubicada en Aguas Zarcas de San Carlos y se dedica a la producción de alimentos balanceados para animales desde el año 2001. La ganadería de leche es la clientela que demanda mayor volumen de concentrado para la planta, y actualmente, han visto un incremento en el interés por parte del sector lechero a realizar cambios de concentrado<sup>1</sup>. Es por esto, que la empresa desea incursionar aún más en el área de lechería pero no solamente en la actividad de venta de alimento balanceado, si no, en ofrecer un servicio completo al cliente donde se incluye la asesoría técnica, transporte del concentrado y alimentos personalizados de calidad a un costo accesible y competitivo.

La bioeconomía hace referencia a la utilización de recursos biológicos como la base de la producción para una economía (Sarkar *et al.* 2017), por lo tanto, en este trabajo se caracterizará individualmente el sistema productivo de las fincas asignadas por parte de la empresa, para analizar de una manera íntegra el impacto tanto productivo como económico generado por la implementación del alimento balanceado para ganado lechero de Agroindustrial ABA S.A.

---

<sup>1</sup> Bonilla, C. 27 Mar 2019. Visita a la empresa (entrevista). San Carlos, Costa Rica, Agroindustrial ABA S.A.

## **Objetivo general**

Valorizar el servicio de acompañamiento a los productores que se implementa en la empresa Agroindustrial ABA S.A., para sistemas de producción de leche.

## **Objetivos específicos**

1. Caracterizar el sistema productivo de al menos tres lecherías donde se utiliza el alimento balanceado para ganado lechero de la empresa Agroindustrial ABA S.A.
2. Analizar el posible impacto productivo que se obtiene del servicio de acompañamiento que conlleva la utilización de alimento balanceado para ganado lechero de la empresa Agroindustrial ABA S.A.
3. Elaborar un análisis bioeconómico a partir de la implementación del servicio de acompañamiento a los productores, brindado por la empresa Agroindustrial ABA S.A.

## Capítulo 1. Marco Teórico

### 1.1. Sistemas de producción en Costa Rica.

Las fincas lecheras en Costa Rica se han clasificado históricamente de acuerdo al enfoque productivo en el que se especializan. Las de doble propósito son explotaciones que obtienen ingresos por la comercialización tanto de productos lácteos como de carne de res, siendo la producción de leche la que más aporta en este aspecto (Valdovinos *et al.* 2015). Se utilizan muchos cruces *Bos taurus x Bos indicus*, varía considerablemente el nivel de tecnificación e intensificación, y en comparación a las lecherías especializadas, hay mayor utilidad por kg de leche pero menor productividad por animal y por área, además, suele utilizarse menos concentrado en la dieta y un solo ordeño por día (Vargas 2000, Arce *et al.* 2017).

Las lecherías especializadas de bajura por su parte, se desarrollan en alturas inferiores a 900 msnm y la base de sus ingresos está dada por la venta de leche (Vargas 2000). La utilización de concentrado y subproductos aumenta en comparación a las producciones de doble propósito, así como el incremento de números de ordeño a dos por día, sin embargo, poseen similitudes en cuanto a los cruces raciales y forrajes de baja calidad utilizados frecuentemente (Campos-Granados *et al.* 2015, Campos-Granados *et al.* 2016, Castillo-Badilla *et al.* 2019). En lo que respecta a los ingresos y costos, cada kg de leche representa un menor costo en contraste a la especializada de altura, pero produce menos por área y por vaca (Vargas-Leitón *et al.* 2015).

Arriba de los 1300 msnm se encuentran las lecherías especializadas de altura (Vargas 2000). Se utilizan razas puras, por lo general *Bos taurus*, además de pastos de alta calidad y una mayor tecnificación (Orozco-Barrantes y Barboza-Arias 2018). La mayoría trabajan con dos ordeños al día y la inclusión de concentrado y subproductos en la alimentación se incrementa sustancialmente en comparación a los otros enfoques productivos mencionados anteriormente, ya que sólo el concentrado, puede llegar a representar 45% de los costos totales (Vargas-Leitón *et al.* 2015; Ñamagua-Uyaguari *et al.* 2015). Son las fincas lecheras con más producción por hectárea y animal, pero también con mayor costo por kg de leche (Vargas 2000).

La intensificación del sistema de producción varía independientemente del enfoque productivo de cada lechería. Por lo tanto, el hecho de encasillar una lechería en algún

grado de intensificación tiene que considerar diferentes variables que al conjugarse van a determinarlo. Dentro de las variables más influyentes se encuentran: producción de leche tanto por vaca como por unidad de terreno, número de animales por hectárea, kg de concentrado por vaca en la dieta y el grado de tecnificación (Álvarez y Del Corral 2008).

## **1.2. Tipos de confinamiento.**

Las producciones lecheras también pueden presentar variaciones debido al nivel de confinamiento, el cual se divide en estabulado, semi estabulado y pastoreo. El estabulado se refiere al confinamiento de los animales durante todo el día en donde se les brinda la totalidad de la dieta en la canoa (Petres *et al.* 2015). Esta dieta es una ración completa que puede contener concentrado, pasto, ensilaje, heno, subproductos, entre otros. Las vacas realizan muy poca actividad física y se reduce la incidencia de renqueras por la utilización de pisos cementados (Martínez 2007, Reyes *et al.* 2014).

El pastoreo hace referencia a la utilización de potreros como área de permanencia durante todo el día para los animales, por ende, la alimentación está sustentada en una base forrajera y puede adicionarse algún tipo de suplementación pero de igual forma, en el potrero (Marín *et al.* 2017). El manejo agronómico debe ser adecuado para tener rotaciones idóneas en donde las vacas puedan tener forraje con la mejor calidad nutricional posible, pero que también la finca pueda superar épocas de escasez o excedente de pasto sin tener que confinar los animales (Castillo e Hidalgo 2016, Vera *et al.* 2018).

Una combinación entre los dos anteriores sistemas de confinamiento es lo que se conoce como semi estabulación, en donde los animales son confinados durante ciertas horas del día y el tiempo restante lo pasan en el potrero (Reyes *et al.* 2014). Por lo general, las horas más calientes del día van al galerón, en donde se les brinda parte de la dieta y al mismo tiempo reducen la intensificación de pastoreo, logrando que el pasto se recupere de una mejor manera y disminuyendo renqueras. Es por esto que, en el área tropical húmeda de bajura es el sistema más utilizado (Martínez 2007).

## **1.3. Suplementación con alimento balanceado.**

El consumo de materia seca en fincas con sistemas de pastoreo suele ser bajo y esto limita la posibilidad de alcanzar los requerimientos nutricionales. Se puede incrementar esta capacidad de consumo mediante la inclusión de alimento balanceado en

la dieta, donde al mismo tiempo se podría favorecer la producción láctea, aunque algunos estudios detallan que el impacto en la grasa o sólidos en general no muestra una mejoría significativa (Muñoz *et al.* 2016, Condren *et al.* 2019).

El concentrado se utiliza en producciones lecheras con el fin de optimizar múltiples áreas y mejorar la producción. El mecanismo de acción del concentrado consiste en aumentar la proporción de ácido propiónico a nivel ruminal debido a los almidones de alta degradabilidad que brinda. El ácido propiónico pasa a sangre por difusión pasiva y es utilizado como fuente de energía para la síntesis de glucosa que promueve el aumento en la producción de leche (Patty-Quispe *et al.* 2017, Moscoso *et al.* 2017).

Las producciones con una base forrajera en la dieta tienden a presentar mayores porcentajes de grasa en leche, lo que puede explicarse por una mayor generación de ácido acético en el rumen debido a la celulosa, el cual pasa del rumen a la sangre también por difusión pasiva y se convierte en promotor de grasa tanto a nivel subcutáneo como en leche. Esto se debe a que la glándula mamaria tiene mayor afinidad para generar grasa por el acetato que por los otros ácidos grasos volátiles, aunque también tienen un aporte (Rugoho *et al.* 2016).

Los contenidos de grasa y proteína en leche se han visto deprimidos por altos contenidos de concentrado en la dieta de los animales. Según Lin *et al.* (2017), se considera que dietas con proporciones concentrado:forraje mayores a 60:40 provocan problemas en los sólidos de la leche, sin embargo, también es importante mencionar que el exceso en alimento balanceado trae consigo otras consecuencias negativas como enfermedades metabólicas y problemas reproductivos.

Otro aspecto que ha sido investigado como contraproducente en el porcentaje de grasa en leche ha sido la interacción entre un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los alimentos balanceados con ionóforos como la monensina sódica, la cual es muy común encontrarla en los concentrados. La misma, se utiliza como promotor de crecimiento y producción láctea al bajar la población de bacterias gram positivas y permitir un mayor desarrollo de las gram negativas, las cuales son las mayores productoras de ácido propiónico en el rumen (Macaya-Quirós y Rojas-Bourrillón 2009, Aguilar-González *et al.* 2016).

Esto puede evidenciar la rápida y efectiva respuesta en cantidad de leche producida por vaca, sin embargo, algunos estudios demuestran una disminución en grasa láctea en dietas con grandes proporciones de inclusión de destilados de granos secos con solubles de maíz (DDGS), debido a su alto aporte de ácidos grasos poliinsaturados. Los concentrados para lechería en Costa Rica contienen en promedio 30 mg/kg de monensina sódica y se ha estimado que un porcentaje de inclusión mayor a un 30% de DDGS en el alimento balanceado, genera disminución en la grasa en leche (Macaya-Quirós y Rojas-Bourrillón 2009, Jones 2017, Carvalho *et al.* 2018).

La ración diaria de concentrado no debería basarse en la misma cantidad por vaca durante toda la lactancia, porque se van a presentar curvas tanto de consumo de materia seca como de recuperación de condición corporal, las cuales hay que considerar para evitar el desperdicio del alimento. Esto se demuestra mediante la correlación positiva existente entre la producción de leche y el grado de consumo de suplementación con concentrado durante la primera mitad de la lactancia, mientras que en la segunda mitad, esta correlación se torna negativa (Rebollar *et al.* 2017).

El consumo de alimento por parte del animal aumenta conforme avanza la lactancia y permite la recuperación de la condición corporal en los animales, lo cual es de suma importancia durante el primer tercio de la lactancia porque es donde se da el reinicio de la actividad ovárica y aparición de estros (Arias *et al.* 2018). Si las vacas no logran aumentar el consumo de alimento rápidamente luego del parto, al pico de lactancia se van a presentar condiciones corporales muy bajas que prolongan el anestro y por ende, amplían los períodos abiertos (Purcell *et al.* 2016).

Durante los últimos 200 días de la lactancia la vaca necesita seguir recuperando la calificación de condición corporal y peso vivo, para alcanzar condiciones de 3,0 a 3,5 al parto, lo que evita enfermedades metabólicas postparto, pérdidas en producción de leche y gastos en recuperación de los animales (Álvarez *et al.* 2018). El concentrado permite obtener respuestas a corto plazo en cuanto a rendimiento lechero y reproducción, sin embargo, debe brindarse con una dieta correctamente balanceada para evitar efectos adversos a largo plazo (Dale *et al.* 2016).

#### **1.4. Manejo y características del período pre-parto.**

La calificación de condición corporal (CCC) es una medición que se realiza a las vacas para clasificarlas dentro de un rango de 1 a 5, donde 1 es demacrada y 5 obesa. Esto permite conocer el estado de reservas corporales en la vaca que al relacionarlo con la etapa de lactancia, indica la eficiencia nutricional de la dieta que se está brindando. Para tomar datos de condición corporal, se sugiere utilizar siempre a la misma persona como evaluador, debido a que disminuye el sesgo que puede generar otro evaluador con perspectiva diferente (Saborío-Montero y Sánchez-González 2014, Rodríguez *et al.* 2017).

En el post-parto, los requerimientos energéticos necesarios para la producción de leche, salen en su mayoría de las reservas corporales debido a que el consumo de materia seca (MS) es uno de los más bajos de todo el ciclo de lactancia, por ende genera un balance energético negativo, que puede generar problemas cuando hay exceso de movimiento de reservas. Durante los primeros días de lactancia más del 40% de la grasa en leche proviene de las reservas, las cuales también se encargan de mantener el 30% de la producción de leche durante el primer mes de lactancia y hasta que la producción se disminuye al 80% de la lograda en el pico de lactancia, se dejan de utilizar (Grigera y Bargo 2005).

Por un lado, las vacas que superan la CCC deseada al momento del parto, presentan un balance energético aún más negativo en el inicio de lactancia en comparación a las que llegan con una condición ideal. Esto genera mayor presencia de enfermedades metabólicas como la cetosis debido a la gran movilización de grasa corporal que finalmente llega al hígado (Heuwieser 2012). Por otro lado, las vacas por debajo de 3 en calificación no van a tener reservas para movilizar, lo que sumado al bajo consumo MS, resulta en una deficiente producción de leche. Según Grigera y Bargo (2005), por cada punto de CCC extra al momento del parto se producen entre 8 y 15 kg adicionales de sólidos en leche y el anestro posparto se reduce entre 5 y 10 días.

La producción de leche se da gracias a la energía que le brinda el alimento y las reservas corporales a la vaca, sin embargo, estas dos fuentes tienen porcentajes de eficiencia diferentes a la hora de sintetizar la leche. La energía metabolizable del alimento se calcula tiene una eficiencia de 60-65% mientras que la proveniente de reservas logra un porcentaje de 84% (Grigera y Bargo 2005). Esto demuestra la importancia del correcto balanceo de nutrientes en dietas para vacas preparto y postparto.

En las dietas de vaca pronta se recomienda aumentar la energía utilizando carbohidratos no fibrosos (granos y cereales) en un 32-34% de inclusión, para adaptar el rumen a la dieta de alta productora. Si se le da abruptamente concentrado sin haberla preparado antes, las bacterias aminolíticas producen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles (AGV) y la reactivación de las papilas ruminales tarda más tiempo, por lo que esos AGV se acumulan en el rumen generando acidosis y desplazamiento de abomaso (Campos 2017a).

Asimismo, es importante resaltar que las vacas ganan CC de forma más eficiente durante el tercer y último tercio de la lactancia porque el consumo de materia seca aún no es tan bajo como en periodo seco, la producción de leche cada vez es menor y el crecimiento del feto no es tan fuerte, todas estas variables le dan la capacidad de aumentar sus reservas rápidamente para que cuando llegue al secado se mantenga en la condición ideal (Saborío-Montero y Sánchez-González 2014, Campos 2017a). Se estima que el porcentaje de eficiencia de la energía suministrada en dieta que es utilizada para recuperación de reservas corporales es de 60% en lactancia y 47% en el periodo seco (Grigera y Bargo 2005).

Durante el primer tercio de la lactancia se presenta el pico de producción de leche y poca ingesta de materia seca, por lo que las vacas no deberían perder más de un punto de CCC y más bien, ir incrementando paulatinamente ese consumo. En el segundo tercio de la lactancia, las reservas de energía llegan a su punto más bajo, mientras que por el contrario, el consumo de materia seca alcanza su punto máximo, justificando así que en esta fase se encuentren las condiciones corporales más bajas por lo general (2,0-2,5) (Vargas *et al.* 2016, Castro *et al.* 2017).

La vaca requiere de una rápida recuperación debido a que tiene que presentar celo y preñez. Cuando se encuentran en condición corporal mayor o igual a 2,5 expresan el celo en un tiempo mínimo, no así las que están más flacas, porque el periodo que tardan para presentarlo, es mayor. De igual forma, las tasas de concepción son bajas cuando las condiciones corporales son menores a 1,0 y mayores a 4,0, arrojando datos menores a 38% al primer servicio según López (2006).

## **1.5. Enfermedades metabólicas.**

Las enfermedades metabólicas son padecimientos que afectan el metabolismo del animal y usualmente ocurren en el periodo de transición. Inciden directamente sobre desempeño productivo y reproductivo disminuyendo por ende la rentabilidad del sistema pecuario (Saborío-Montero 2015). Se estima que las pérdidas en leche por enfermedades metabólicas van desde 178 hasta más de 500 kg por lactancia por animal (Carmona 2009). Además pasar de un estado de preñez no lactante a un estado lactante sin preñez significa un cambio complicado de asimilar para las vacas, mucho más aún si son primíparas, es por esto que se deben manejar balances nutricionales adecuados para que puedan soportar esta transición.

### **1.5.1. Acidosis ruminal.**

La acidosis ruminal es un trastorno digestivo causado por un exceso de carbohidratos fermentables en la dieta, ya que al entrar en el rumen disminuyen rápidamente el pH (<5,8) eliminando las bacterias celulolíticas que se encuentran en un pH a partir de 6,2 y promoviendo el crecimiento de las ácido lácticas. Las vacas más susceptibles son las menores a 30 días postparto porque sufren un cambio abrupto en la dieta y además empiezan a tener balance energético negativo, por lo que la fibra no retiene y no genera bicarbonato de sodio que funciona como buffer (Granja *et al.* 2012, Bretschneider 2016).

En la acidosis subclínica el pH ruminal disminuye hasta 5,5 y los síntomas son pocos aunque se pueden destacar algunos como disminución en el consumo de alimento y diarreas. Mientras que en la clínica el pH ruminal es menor a 5 y se presenta diarrea gris con burbujas de gas, animales apartados totalmente del lote y laminitis (Almada 2008). Se puede proveer un bufferizante como solución inmediata y revisar las dietas para incrementar la fibra larga, adicionar levaduras y ajustar correctamente la proporción de CNF en la dieta.

### **1.5.2. Cetosis.**

Otro problema común debido al balance energético negativo generado en el primer tercio de lactancia es la cetosis, enfermedad que se presenta por una gran cantidad de ácidos grasos no esterificados que se mueven hacia el hígado a generar acetil-CoA para seguir dando energía a la vaca pero cuando llega al exceso, el oxalacetato necesario para

completar el ciclo de Krebs se agota y el acetil-CoA sufre una oxidación incompleta generando cuerpos cetónicos que van al hígado y se acumulan, bloqueando los receptores de ácidos grasos. Se debe aplicar precursores de glucosa como propilenglicol y dextrosa, además de tener un acoplamiento de sustratos adecuado en la dieta para evitar pérdidas de peso abruptas y presencia de otras enfermedades (García *et al.* 2016, Castro *et al.* 2017, Ordaz *et al.* 2017).

Dependiendo del origen de la cetosis se puede clasificar en tres tipos, la tipo I es por una prolongada disminución del consumo de alimento. La tipo II por alta movilización de ácidos grasos a partir de reservas corporales y la tipo III es por consumo de alimentos con altas concentraciones de ácido butírico como ensilajes. Asimismo, la cetosis se clasifica en subclínica cuando los niveles de beta-hidroxiacetilacetatos (BHBA) van de 1,4 a 2,9 mmol/L, mientras que la clínica se expresa cuando esa concentración es mayor a 3,0. Para que esté libre de cetosis, la vaca debe tener datos menores a 1,4 mmol/L de BHBA. (Saborío-Montero 2015).

La cetosis clínica presenta síntomas como pérdida de apetito, menor producción del leche, pérdida de CC y aliento con olor a cetona o dulcete (Saborío-Montero 2015). Cada vaca que sufre un cuadro de cetosis subclínica tiene 4 veces más posibilidades de presentar anestros prolongados, 11 veces más posibilidades de presentar quistes ováricos, 6,50 veces más posibilidades de mortalidad embrionaria y 54 veces más posibilidades de repetir servicios. Por cada caso de cetosis subclínica, la producción de leche disminuye en 200 L en los primeros 90 días de lactancia (Grigera y Bargo 2005).

La disminución de la incidencia de esta enfermedad se logra mediante el recambio de vacas viejas problemáticas, ya que hay una relación directamente proporcional entre el aumento de edad de las vacas y la presencia de cetosis. También es primordial que los animales lleguen al parto en condición ideal, preparar a las vacas prontas para la dieta de lactancia y proveer una dieta de calidad en producción para minimizar el balance energético negativo (Saborío-Montero 2015).

### **1.5.3. Hipocalcemia e hipomagneemia.**

El Balance catión-anión (BCAD) es la suma de los miliequivalentes de los cationes sodio y potasio, menos la sumatoria de los aniones cloruro y azufre por kg de materia seca. Por lo tanto, en vacas prontas se desean balances negativos o al menos debajo de

+250 mEq/kgMS que van a reducir la incidencia de hipocalcemia y edema de ubre (Martins *et al.* 2015). Sin embargo, uno de los mayores problemas es que los forrajes del trópico son muy ricos en potasio y por lo tanto muchas veces se deben buscar alternativas como el heno. También se puede suministrar sales aniónicas las cuales son cloruros y sulfuros que tienen la capacidad de capturar el potasio y bajar en gran cantidad los niveles del mismo en la dieta (Sánchez-González y Saborío-Montero 2014a, Campos 2017a).

La hipocalcemia es un desbalance metabólico que afecta entre el 3 y 10% de las vacas entre 24 h antes y 24 h después del parto. Se debe a que en el periparto las vacas solamente necesitan 12 g de Ca para mantenerse y 2 g para el feto por día, pero luego de que paren ese requerimiento se eleva considerablemente (20-30 g) para la formación de calostro y posteriormente leche (Sánchez-González y Saborío-Montero 2014a, Elizondo-Salazar 2015). Este exceso lo toma del plasma sanguíneo, líquido extracelular y canalículos óseos, sin embargo, si la dieta no provocó una acidosis metabólica la paratohormona no funciona correctamente y la vaca no va a poder remover calcio de los huesos, generando así una descompensación al utilizar sólo el Ca del plasma (López *et al.* 2017, Ordaz *et al.* 2017).

La hipocalcemia se divide en clínica y subclínica. En la subclínica la concentración sanguínea de calcio se encuentra entre 5 y 8 mg/dL, mientras que en la clínica es menor a 5 mg/dL, aunado a esto, empieza a presentar síntomas como vaca caída, convulsiones y movimientos atípicos. Para disminuir la incidencia de esta enfermedad, se debe descartar vacas viejas con historial, uso de heno, evitar prolongar la lactancia y uso de sales aniónicas en periodo seco (Saborío-Montero *et al.* 2017).

Usar dietas bajas en Ca para generar acidosis metabólica y estimular la producción de PTH para el metabolismo del Ca es solamente una parte de la dieta, también se debe asegurar la presencia de vitamina D3 porque la absorción intestinal del Ca depende de esta. De igual forma, un suministro bajo de magnesio genera la hipomagnesemia la cual provoca que la PTH no funcione correctamente porque reduce la secreción de la hormona y la sensibilidad de sus receptores, por ende, la habilidad para ajustar calcio también disminuye. Niveles inferiores a 1,6mg/dL de magnesio en plasma sanguíneo compromete la homeostasis del Ca (Sánchez-González y Saborío-Montero 2014b, Campos 2017a, Albornoz *et al.* 2017).

## **1.6. Estimación de biomasa en pasturas.**

La estimación de biomasa es indispensable debido a la variabilidad del forraje en tiempo y espacio, es decir, a lo largo del año puede que el pasto no se mantenga con la misma cantidad ni disponibilidad para los animales, además una misma especie puede presentar diferente comportamiento de acuerdo a la zona en donde se quiera trabajar. Estas mediciones de biomasa permiten una adecuada planificación de alimentación para épocas críticas, por ejemplo, existe la posibilidad de establecer un plan de creación de ensilajes en las épocas de abundancia para ser implementado en las épocas de escasez (Ray *et al.* 2014, Villalobos 2017). Otros efectos que se deben considerar son la estacionalidad poco marcada de algunas regiones en Costa Rica y el cambio climático que llega a afectar el crecimiento inclusive en zonas altas (Villalobos 2017).

Uno de los objetivos principales de medir biomasa en los sistemas de producción es incrementar la eficiencia de los forrajes a la hora de generar el producto final. Para ello existen gran cantidad de métodos que se pueden utilizar para realizar las mediciones, sin embargo, uno de los más utilizados y accesibles es el método de aforo, el cual consiste en utilizar un marco de un metro por un metro y lanzarlo aleatoriamente en el potrero midiendo estratos que anteriormente se les asignó un valor de 1 a 3, considerando 1 como el que contiene menos biomasa y 3 el que contiene más (Valencia 2011, Pizzio y Bendersky 2014).

El aforo brinda una cantidad de materia seca por hectárea (ha) al ponderar todas las muestras tomadas y habiendo pesado tres muestras tanto en fresco como en seco, cada una de un sustrato diferente. También se pueden realizar mediciones post pastoreo para determinar el aprovechamiento de forraje. De esta manera, es factible estimar la cantidad de animales/ha que la finca puede soportar, si los potreros están sobrecargados el pasto no va a brindar los nutrientes necesarios y el animal va a tener que consumir más suplementos para satisfacer sus requerimientos, mientras que si están con una carga mucho menor a la que soportan, se está desperdiciando pasto y área que podría ser mejor aprovechada por la finca (Kurtz *et al.* 2015, Villalobos 2017).

## **1.7. Conservación de forrajes.**

Los subproductos agroindustriales y concentrados son utilizados muchas veces en pro de la necesidad del productor al verse sorprendido por la escasez de pasto en alguna

época en específico o por algún evento inesperado, lo que genera impactos digestivos graves en los animales e incrementa los gastos del sistema productivo. También hay implicaciones al tratar de solventar estas deficiencias con heno, ya que no brinda los nutrientes necesarios y es de alto costo. Es aquí donde los ensilajes proporcionan una ayuda de gran relevancia a los productores al hacer un uso más eficiente de las pasturas en época de abundancia para aprovechar mejor en la época de escasez.

El ensilaje es un método de conservación de forraje o subproductos agrícolas mediante una fermentación anaerobia que utiliza energía para producción de AGV. El material se acidifica, no permite el crecimiento de microorganismos descomponedores y se conserva (Garcés *et al.* 2004). Se deben considerar los contenidos nutricionales del forraje que se quiere ensilar y la edad, debido a que a mayor edad más lignificación y pérdida de calidad. La edad de cosecha para forraje de piso no debe ser menor a 50 días y para corte debe ser entre 50 y 90 días. El picado del material debe medir entre 6 y 12 mm para permitir un buen compactado (Boschini-Figueroa y Pineda-Cordero 2016, Campos 2017b).

Para mejorar los contenidos de azúcares y por ende la conservación del forraje, se puede aplicar melaza 6% del volumen total de materia verde, caña de azúcar hasta 20%, pulpa de cítricos hasta 10% así como otros subproductos agroindustriales (Valencia *et al.* 2011, López-Herrera *et al.* 2014). Se debe realizar una compactación del material de manera que la disponibilidad del oxígeno sea la menor posible y también se puede agregar algún desecante como sal o arroz para disminuir la presencia de hongos descomponedores (Campo *et al.* 2015). A la hora de extraer el ensilado se sugiere sacar sólo la cantidad necesaria para suministrar ese día, sin embargo, el silo no puede estar expuesto por más de una semana después de abierto (Cobos 2004).

Para medir la calidad de un ensilado pueden hacerse análisis fermentativos y organolépticos. Los fermentativos se realizan en el laboratorio y son excelentes cuando el contenido de MS es de 25-30%, pH entre 3,9-4,5 que se alcance rápidamente, ácido láctico en 5-10% MS, ácido acético máximo 1,8% MS, mínima o nula presencia de propiónico y butírico. También se realiza medición de N amoniacal el cual debe ser entre 0-5% MS. En cuanto a los parámetros organolépticos se debe considerar el color, el cual debe ser verde oliva, olor a fermentado agradable, la textura donde se aprecia que las hojas permanecen unidas a los tallos y la humedad que no deja mojada la mano al comprimirlo (Díaz *et al.* 2014, Campo *et al.* 2015, Espinoza *et al.* 2015, Campos 2017b).

## **Capítulo 2. Procedimiento y Metodología**

### **2.1. Selección de fincas y caracterización.**

En conjunto con la empresa Agroindustrial ABA S.A., se seleccionaron cuatro de sus clientes en el sector lechero que trabajan con un enfoque productivo diferente entre sí, los cuales son: lechería especializada de altura, especializada de bajura y doble propósito. Esto considerando que las cuatro poseen en común el área geográfica donde se ubican, la cual es la región socioeconómica Huetar Norte, Costa Rica.

Se elaboró una herramienta tipo encuesta (Anexo 1) para la recolección de información en las fincas seleccionadas. Esta herramienta se distribuyó de manera que abarque las diferentes áreas que conforman el sistema productivo, es decir, datos generales de identificación, factores ambientales y geográficos, producción de leche, manejo agronómico, nutrición, genética, economía, mano de obra, manejo de desechos, reproducción, manejo sanitario, instalaciones, crianza y reemplazos.

Dicha herramienta se aplicó durante las visitas de asesoramiento técnico programadas junto con la empresa a las distintas lecherías. En estas visitas se observó y analizó las áreas evaluadas con el objetivo de relacionarlo con los datos brindados por el productor y trabajadores, lo cual permitió, mediante la corrección o verificación, la congruencia de la información recabada. Es importante mencionar que, la herramienta se facilitó a la empresa para que puedan aplicarla en otros proyectos o clientes en caso de que así lo requieran.

La caracterización de los sistemas productivos seleccionados por la empresa se desarrolló mediante la utilización de la información obtenida con la herramienta tipo encuesta. Este aspecto es fundamental porque definió muchas variables tanto cuantitativas como cualitativas que influyen la producción, por lo tanto, mientras mayor es el contenido de datos disponibles, se ejecutará una caracterización integral más confiable y certera. Se analizó la información por medio de estadística descriptiva y la caracterización detalló el sistema productivo de tal manera que permitió el desarrollo de los análisis productivos y económicos subsecuentes.

## **2.2. Información productiva.**

Con las fincas ya caracterizadas, se identificaron puntos de mejora para los cuales se realizaron recomendaciones técnicas apoyadas con fundamentos teórico-científicos como análisis de laboratorio, evaluaciones en campo, programas y softwares generadores de información, entre otros. Cuando estas recomendaciones fueron aplicadas y permitieron la obtención de resultados a corto plazo, se procedió a registrar dicho impacto mediante la medición de parámetros productivos como la producción de leche promedio y/o sólidos totales con su respectiva composición. En cuanto a las recomendaciones con efectos a largo plazo, se proyectaron los posibles resultados sobre los mismos parámetros productivos.

En caso de ser posible, también se evaluaron registros históricos de las lecherías con la finalidad de identificar aspectos que modificaron positiva o negativamente la productividad en algún periodo de tiempo y que forman parte del servicio de acompañamiento. Este servicio incluye el cambio de alimento balanceado, asesoramiento técnico (nutricional, agronómico, reproductivo, económico, sanitario, entre otros), formulación personalizada, transporte y atención al cliente.

Mediante la herramienta tipo encuesta, se consideró la opinión del productor acerca de servicio de acompañamiento desde que es cliente de la empresa, con el propósito de relacionar estas opiniones con los parámetros e información recolectada en las diferentes fincas. Todos los puntos anteriores permiten valorar las implicaciones productivas de la implementación del servicio de acompañamiento a los productores que conlleva el uso de alimento balanceado para ganado lechero de la empresa Agroindustrial ABA S.A., y proceder a relacionarlo con el impacto económico generado en cada finca.

## **2.3. Información económica.**

Se realizaron análisis económicos en las lecherías para estimar el impacto económico generado por la implementación del servicio de acompañamiento brindado por la empresa Agroindustrial ABA S.A. Estos análisis dependen de la incidencia de alguno de los componentes del servicio de acompañamiento y los resultados obtenidos medidos mediante esta práctica dirigida, o en caso de ser a largo plazo, estimados mediante proyecciones. Esto permitirá valorizar los componentes del servicio para analizar la importancia de su aplicación en cada finca.

## **2.4. Otras actividades.**

Simultáneamente al trabajo realizado en cada una de las fincas anteriores, se colaboró con los departamentos de ventas, asistencia técnica y planta de alimentos balanceados en distintas actividades.

### **2.4.1. Departamento de asistencia técnica.**

1. Recolección de muestras para análisis de suelos, bromatológicos y de leche, así como la respectiva interpretación del resultado.
2. Pesaje, implantación, baños y aplicación de inyectables en ganado de engorde, además de realizar la distribución en grupos de acuerdo al peso.
3. Formulación de dietas en finca tanto para ganado de engorde como lechería.
4. Cálculo y elaboración de informe de costos de producción para ganado de engorde.
5. Capacitación para porcicultores en diferentes granjas y centros de investigación.
6. Visitas con profesionales de distintas áreas a producciones bovinas y porcinas.
7. Asistencia a eventos informativos y didácticos.

### **2.4.2. Planta de alimentos balanceados.**

1. Colaborar en la formulación de alimentos balanceados.
2. Contribuir en la creación del catálogo de aditivos y antibióticos utilizados en la empresa.
3. Participar en la elaboración de los núcleos utilizados en los alimentos balanceados.
4. Ayudar en el mezclado y fabricación de los alimentos balanceados.

### **2.4.3. Departamento de ventas.**

1. Entrega de pedidos de concentrado a clientes.
2. Reforzamiento de rutas mediante la visita a posibles clientes.
3. Colaborar en el ordenamiento y análisis de datos del departamento de ventas.
4. Generación de información obtenida de los clientes mediante encuestas (Anexo 2).

## Capítulo 3. Caracterización de las fincas

### 3.1. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar).

#### 3.1.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica.

Se ubica en el caserío de Chaparrón, perteneciente al distrito Pital en el cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. La temperatura media anual es de 25,6°C y una humedad relativa del 85%, para un índice de temperatura y humedad (ITH) promedio del 76,4. La precipitación media anual es de 3490 mm, se encuentra a una altitud de 60 msnm y presenta una topografía plana (Climate-data 2019).

La extensión total de la finca es de 56,6 ha, de las cuales, 30 están dedicadas a la lechería en donde el 33% pertenece específicamente a las vacas de producción. El terreno restante es área boscosa o considerada como no aprovechable, tal como lo representa el Cuadro 1, además, cabe resaltar que cuenta con 2 trabajadores a tiempo completo.

Cuadro 1. Distribución por áreas de la finca GoSa Los Laureles.

Enfoque	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Lechería (Producción)	30 (8)	53 (27)
Bosque	26,6	47
Total	56,6	100

#### 3.1.2. Descripción del sistema de producción.

El enfoque productivo es considerado como lechería especializada de bajura, realiza dos ordeños mecánicos por día con diferencia de 12 horas entre cada uno y la entrega de leche se hace a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos en intervalos de dos días. El pago es constante durante todo el año y depende de la cantidad de sólidos presentes en la leche, debido a que se fija un precio para la grasa, proteína y lactosa más minerales, además, brindan bonificaciones de acuerdo a las células somáticas promedio y el conteo bacteriano de la leche.

La producción promedio es de 10,5 kg de leche por vaca por día, con un 13,25% de sólidos, en donde la composición está dada por 4,55% de grasa, 3,32% de proteína y 5,38% lactosa más minerales (LAC-Dos Pinos 2019a). Asimismo, la totalidad de animales

en la explotación es de 73 los cuales se dividen según su respectiva clasificación, tal como lo expresa el Cuadro 2.

Cuadro 2. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción GoSa Los Laureles.

Clasificación	Cantidad de animales
Vacas en producción	27
Vacas secas	13
Vacas prontas	7
Novillas reemplazo	15
Terneritas reemplazo	10
Toros	1
Total	73

La distribución de los animales muestra una cantidad mayor de animales en período preparto a la deseada (80% en producción y 20% secas), lo que puede estar implicando problemas reproductivos, además de la necesidad de introducir animales de reemplazo para minimizar el impacto de un hueco en la producción de leche a futuro y por ende aumentar la carga animal sin haberlo planificado con anterioridad. Esto se representa de manera adecuada en la Figura 1.

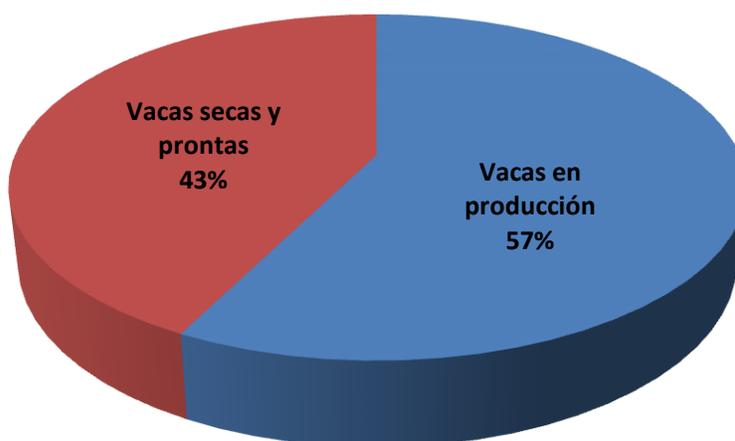


Figura 1. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca GoSa Los Laureles.

En la reproducción se utiliza tanto inseminación artificial como monta natural, y para la detección de celos los métodos de observación y parches. Asimismo, la genética

del hato está compuesta por cruces de razas cebuinas y europeas, predominando mayoritariamente el origen *B. indicus* en las proporciones de los cruces.

### **3.1.3. Manejo Agronómico.**

El hato de producción se mantiene en pastoreo constante. El forraje de piso de mayor incidencia en la finca es el Mombaza (*Panicum máximum cv.*), seguido del *Brachiaria brizantha*. Las 8 ha de pastoreo dedicadas al grupo de producción no tienen programa de fertilización y están distribuidas en 60 apartos de un día de ocupación cada uno, para un total de 59 días de recuperación. Además, una plaga muy frecuente en los potreros es la *Collaria sp*, para la cual no se aplica ningún tratamiento.

Se han realizado análisis bromatológicos, medición de biomasa y análisis de suelos, sin embargo, la periodicidad es muy poca y los últimos que se registran son de febrero de 2019, julio de 2015 y julio de 2015 respectivamente. Asimismo, se está empezando a establecer algunas arbustivas como forrajes de corte tales como Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y Morera (*Morus alba*).

### **3.1.4. Alimentación y suplementación.**

La dieta en esta finca es específica para cada vaca, por lo que dependiendo de su producción de leche así se modifica. En promedio, la relación leche:alimento balanceado (AB) está en 4:1 y a las tres vacas más altas productoras, se les brinda también medio kilogramo de destilados de maíz. Dicha suplementación se realiza en el comedero durante el ordeño, mientras que el restante está conformado por el forraje consumido en pastoreo.

### **3.1.5. Manejo sanitario.**

Cetosis es la enfermedad catalogada por el productor como muy frecuente en la finca, generando afectaciones graves en las vacas entre la cuarta y sexta semana de lactancia, tales como disminución excesiva de consumo de alimento, poca producción de leche, pérdida de condición corporal, dificultad para movilizarse y recuperarse de una manera adecuada y rápida.

Se realiza vacunación anual de CATTLE MASTER® para rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea vírica bovina (BVD) tipo 1, respiratorio sincitial bovino (RSV) y parainfluenza bovina tipo 3 (PI-3), además de aplicación de la vacuna contra la brucelosis a las terneras mayores de cuatro meses.

## 3.2. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).

### 3.2.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica.

Se ubica en el distrito de Laguna, perteneciente al cantón de Zarceros en la provincia de Alajuela. La temperatura media anual es de 17,3°C y una humedad relativa del 80%, para un índice de temperatura y humedad (ITH) promedio del 62,6. La precipitación media anual es de 2735 mm, se encuentra a una altitud de 1794 msnm y presenta una topografía muy quebrada (Climate-data 2019).

La extensión total de la finca es de 17 ha, de las cuales, 6,3 están dedicadas a las vacas de producción. Las restantes 10,7 ha son áreas no aprovechables o boscosas, así como lo representa el Cuadro 3, además, cabe resaltar que cuenta con 3 trabajadores a tiempo completo.

Cuadro 3. Distribución por áreas de la finca GoSa La Rosa.

Enfoque	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Producción	6,3	37
Bosque	10,7	63
Total	17,0	100

### 3.2.2. Descripción del sistema de producción.

El enfoque productivo es considerado como lechería especializada de altura, en donde se realizan dos ordeños mecánicos por día con diferencia de 12 horas entre cada uno y la entrega de leche es a la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos en intervalos de dos días. El pago es constante durante todo el año y depende de la cantidad de sólidos presentes en la leche, debido a que se fija un precio para la grasa, proteína y lactosa más minerales, además, brindan bonificaciones de acuerdo a las células somáticas promedio y el conteo bacteriano de la leche.

La producción promedio es de 22,7 kg de leche por vaca por día, con un 11,61% de sólidos, en donde la composición está dada por 3,37% de grasa, 2,88% de proteína y 5,36% lactosa más minerales (LAC-Dos Pinos 2019a). Asimismo, la totalidad de animales en la explotación es de 53 los cuales se dividen según su respectiva clasificación, tal como lo expresa el Cuadro 4.

Cuadro 4. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción La Rosa.

Clasificación	Cantidad de animales
Vacas en producción	30
Vacas secas	3
Vacas prontas	1
Novillas reemplazo	14
Terneritas reemplazo	5
Toros	0
Total	53

La distribución de los animales muestra una cantidad un poco menor de animales en período preparto a la deseada (80% en producción y 20% secas), lo que podría implicar la introducción obligatoria de animales de reemplazo para minimizar el impacto de un hueco en la producción de leche a futuro y por ende aumentar la carga animal sin haberlo planificado con anterioridad. Esto se representa de manera adecuada en la Figura 2.

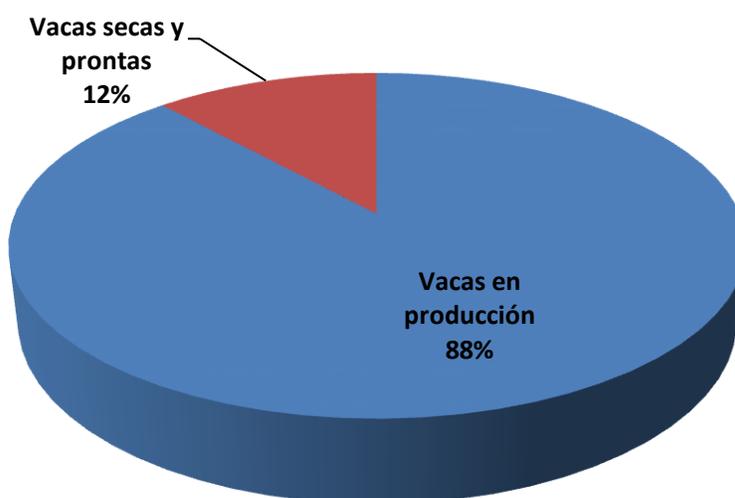


Figura 2. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca La Rosa.

En la reproducción se utiliza solamente la inseminación artificial, y para la detección de celos los métodos de observación y parches. Asimismo, la genética del hato está compuesta por animales *B. taurus* tales como Jersey, Holstein y cruces entre sí, predominando mayoritariamente el origen Holstein en las proporciones de los cruces.

### **3.2.3. Manejo Agronómico.**

Se maneja un sistema semi estabulado en donde se brinda una parte de la ración diaria en comedero durante el ordeño, sin embargo, el resto del día pasan en pastoreo. El forraje de piso de mayor presencia en la finca es el Kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*), seguido del Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Las 6,3 ha de pastoreo dedicadas al grupo de producción cuentan con un programa de fertilización donde se aplica urea, fertilizante alto en fósforo y purines, según corresponda. Esta área está distribuida en 22 apartos de un día de ocupación cada uno, para un total de 21 días de recuperación. Además, una plaga muy frecuente en los potreros es la *Prosapia spp.* y joboto (*Phyllophaga spp.*), para los cuales se aplica un producto con mezcla de hongos como *Metharizium* y *Fusarium* como control biológico.

Como forrajes de corte se mantiene un área de 5 mil m<sup>2</sup> con Kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y Cuba 22 (*Pennisetum híbrido*). Además, es importante resaltar que nunca se han realizado análisis bromatológicos ni medición de biomasa para ningún forraje tanto de piso como de corte, y tampoco análisis de suelos en algún sector de la finca.

### **3.2.4. Alimentación y suplementación.**

La dieta en esta lechería es la misma para todas las vacas en producción. Se maneja una relación leche:AB de 3,3:1, 15 kg de pasto Kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) picado, 2 kg de pulpa de cítricos deshidratada y 1 kg de heno de trasvala, todo esto por vaca por día. Dicha suplementación se realiza en el comedero durante las horas de ordeño, mientras que el resto de la alimentación está conformado por el pasto consumido mediante pastoreo en el potrero.

### **3.2.5. Manejo sanitario.**

Mastitis es la enfermedad catalogada por el productor como muy frecuente en la finca, generando afectaciones en las vacas durante todo el período lactancia, tales como inflamación de ubre o incomodidad al ordeño. Del mismo modo, se ve afectada la economía de la producción al tener que comprar medicamentos como antibióticos y tener que perder la leche producida por ese animal durante los días de retiro del producto veterinario.

Se realiza vacunación anual de CATTLE MASTER® para rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea vírica bovina (BVD) tipo 1, respiratorio sincitial bovino (RSV) y parainfluenza bovina tipo 3 (PI-3), además de aplicación de la vacuna contra la brucelosis a las terneras mayores de cuatro meses.

### 3.3. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez)

#### 3.3.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica.

Se ubica en el caserío de El Porvenir, perteneciente al distrito San Jorge en el cantón de Los Chiles, provincia de Alajuela. La temperatura media anual es de 26,1°C y una humedad relativa del 85%, para un índice de temperatura y humedad (ITH) promedio del 77,2. La precipitación media anual es de 2205 mm, se encuentra a una altitud de 41 msnm y presenta una topografía ligeramente quebrada (Climate-data 2019).

La extensión total de la finca es de 97 ha, de las cuales, 24 están dedicadas a las vacas de producción de leche. Las restantes 73 ha es área dedicada a la producción de ganado de engorde, así como lo representa el Cuadro 5, además, cabe resaltar que cuenta con 3 trabajadores a tiempo completo.

Cuadro 5. Distribución por áreas de la finca Lilliana.

Enfoque	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Producción de leche	24	25
Ganado de engorde	73	75
Total	97	100

#### 3.3.2. Descripción del sistema de producción.

El enfoque productivo es considerado como lechería doble propósito, en donde se realiza solamente un ordeño mecánico por día y se produce inmediatamente queso como producto final para realizar la entrega todos los días a un comercializador del mismo. El pago es constante durante todo el año y se fija un precio por kilogramo de queso entregado.

La producción promedio es de 6 kg de leche por vaca por día y no se realizan análisis de leche que permitan conocer la proporción de sólidos ni sus respectiva composición, así como de células somáticas y recuento bacterial. Asimismo, la totalidad de animales en la explotación es de 89 los cuales se dividen según su respectiva clasificación, tal como lo expresa el Cuadro 6.

Cuadro 6. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción Lilliana.

Clasificación	Cantidad de animales
Vacas en producción	55
Vacas secas	10
Vacas prontas	4
Novillas reemplazo	14
Ternereras reemplazo	5
Toros	1
Total	89

La distribución de los animales muestra una cantidad mayor de animales en período preparto a la deseada (80% en producción y 20% secas), lo que podría significar un faltante en la producción de leche a futuro y por ende, la introducción obligatoria de animales de reemplazo para minimizar ese el impacto, lo que genera un aumento en la carga animal sin haberlo planificado con anterioridad. Esto se representa de manera adecuada en la Figura 3.

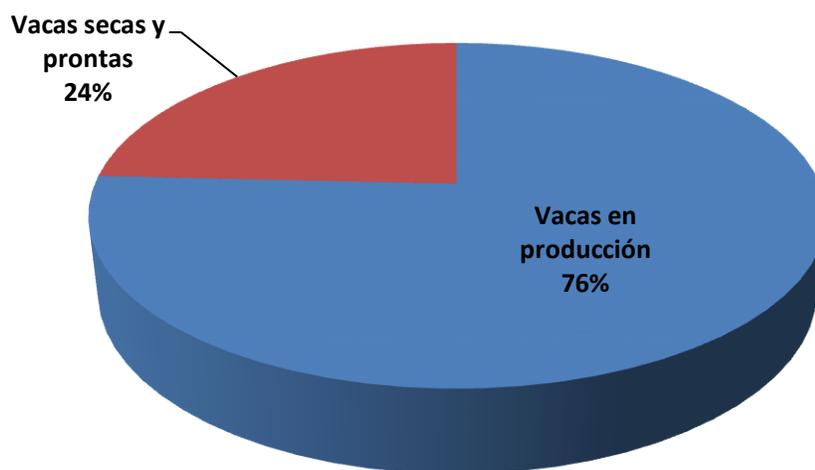


Figura 3. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca Lilliana.

En la reproducción se utiliza tanto la inseminación artificial como monta natural, y para la detección de celos solamente el método de observación. Cabe resaltar que, la genética del hato está compuesta por cruces de razas cebuinas y europeas, predominando mayoritariamente el origen *B. indicus* en las proporciones de los cruces.

### **3.3.3. Manejo Agronómico.**

El hato de producción se mantiene en pastoreo constante, por lo que no se utiliza ningún tipo de confinamiento. El forraje de piso de mayor presencia en la finca es el Ratana (*Ischaemum ciliare*), seguido por el Mombaza (*Panicum máximum cv.*). Las 24 ha de pastoreo dedicadas al grupo de producción no tienen ningún programa de fertilización y están distribuidas en 61 apartos de un día de ocupación cada uno, para un total de 60 días de recuperación. Además, una plaga muy frecuente en los potreros es la *Prosapia spp.* para la cual no se aplica ningún tratamiento.

Es importante resaltar que nunca se han realizado análisis bromatológicos ni medición de biomasa para ningún forraje tanto de piso como de corte, y tampoco análisis de suelos en algún sector de la finca.

### **3.3.4. Alimentación y suplementación.**

La dieta en esta lechería es la misma para todas las vacas en producción, a las cuales se les ofrece concentrado en una relación leche:AB de 4:1. Dicha suplementación se realiza en el comedero durante el ordeño, mientras que el resto de la alimentación está conformado únicamente por lo consumido de forraje mediante pastoreo en el potrero.

### **3.3.5. Manejo sanitario.**

Mastitis es la enfermedad catalogada por el productor como muy frecuente en la finca, generando afectaciones en las vacas durante todo el período lactancia, tales como inflamación de ubre o incomodidad al ordeño. Del mismo modo, se ve afectada la economía de la producción al tener que comprar medicamentos como antibióticos y tener que perder la leche producida por ese animal durante los días de retiro del producto veterinario.

Se realiza vacunación anual de CATTLE MASTER® para rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea vírica bovina (BVD) tipo 1, respiratorio sincitial bovino (RSV) y parainfluenza bovina tipo 3 (PI-3), además de aplicación de la vacuna contra la brucelosis a las terneras mayores de cuatro meses.

### 3.4. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán).

#### 3.4.1. Descripción del sitio y ubicación geográfica.

Se ubica en el caserío de Marsella, perteneciente al distrito Venecia en el cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. La temperatura media anual es de 24,3°C y una humedad relativa del 85%, para un índice de temperatura y humedad (ITH) promedio del 74,3. La precipitación media anual es de 4335 mm, se encuentra a una altitud de 487 msnm y presenta una topografía ligeramente quebrada (Climate-data 2019).

La extensión total de la finca es de 5 ha, de las cuales, 4 están dedicadas a las vacas de producción. La hectárea restante es considerada como área no aprovechable o boscosa, así como lo representa el Cuadro 7, además, cabe resaltar que cuenta con 2 trabajadores a tiempo completo.

Cuadro 7. Distribución por áreas de la finca Marsella.

Enfoque	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Producción	4,0	80
Bosque	1,0	20
Total	5,0	100

#### 3.4.2. Descripción del sistema de producción.

El enfoque productivo es considerado como lechería especializada de bajura, en donde se realizan dos ordeños mecánicos por día con diferencia de 12 horas entre cada uno y la entrega de leche se realiza a Productos Lácteos Valenciano en intervalos de dos días. El pago es constante durante todo el año y no depende de la cantidad de sólidos presentes en la leche ni se brindan bonificaciones de acuerdo a las células somáticas promedio y el conteo bacteriano de la leche, por el contrario, se fija un precio por kilogramo de leche entregado.

La producción promedio es de 8,3 kg de leche por vaca por día, con un 12,90% de sólidos, en donde la composición está dada por 4,20% de grasa, 3,30% de proteína y 5,40% lactosa más minerales lactosa más minerales (LCL Valenciano 2019). Asimismo, la totalidad de animales en la explotación es 41 de los cuales se dividen según su respectiva clasificación, tal como lo expresa el Cuadro 8.

Cuadro 8. Inventario según la clasificación de los animales del sistema de producción Marsella.

Clasificación	Cantidad de animales
Vacas en producción	25
Vacas secas	5
Vacas prontas	3
Novillas reemplazo	5
Ternereras reemplazo	3
Toros	1
Total	41

La distribución de los animales muestra una cantidad mayor de vacas en período preparto a la deseada (80% en producción y 20% secas), lo que implica introducir animales de reemplazo para minimizar el impacto de un hueco en la producción de leche a futuro y por ende aumentar la carga animal sin haberlo planificado con anterioridad. Esto se representa de manera adecuada en la Figura 4.

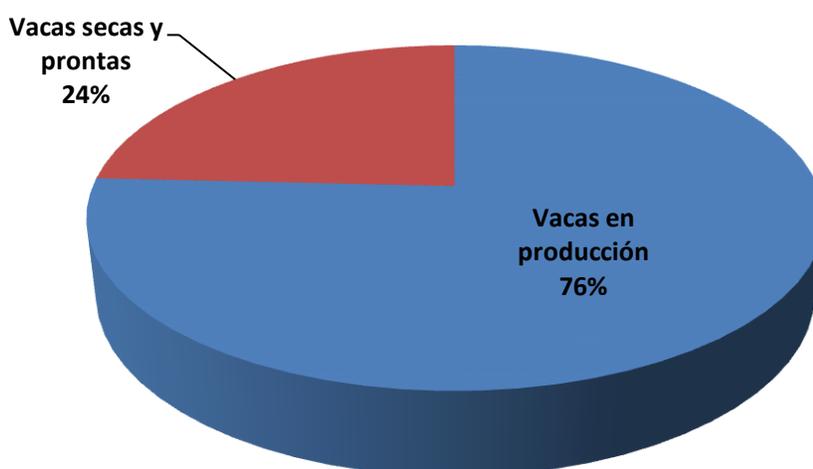


Figura 4. Porcentaje del hato en producción y período preparto de la finca Marsella.

En la reproducción se utiliza solamente la monta natural, y para la detección de celos el método de observación. Asimismo, la genética del hato está compuesta por animales *B. taurus* de origen Jersey predominantemente.

### **3.4.3. Manejo Agronómico.**

Se maneja un sistema semi estabulado en donde se brinda una parte de la ración diaria en comedero durante el ordeño, sin embargo, el resto del día pasan en pastoreo. El forraje de piso de mayor incidencia en la finca es el Tanner (*Brachiaria arrecta*). Las 4 ha de pastoreo dedicadas al grupo de producción no tienen ningún programa de fertilización y están distribuidas en 26 apartos de un día de ocupación cada uno, para un total de 25 días de recuperación. Además, una plaga muy frecuente en los potreros es la *Prosapia spp.*, para la cual no se aplica ningún producto remedial.

Como forrajes de corte se mantiene un área con King grass (*Pennisetum purpureum cv.*). Además, es importante resaltar que nunca se han realizado análisis bromatológicos ni medición de biomasa para ningún forraje tanto de piso como de corte, y tampoco análisis de suelos en algún sector de la finca.

### **3.4.4. Alimentación y suplementación.**

La dieta en esta lechería es la misma para todas las vacas en producción. Se maneja una relación leche:AB de 3,3:1, 2,5 kg de pasto King grass (*Pennisetum purpureum cv.*) picado, 5 kg de pulpa de piña, todo esto por vaca por día. Dicha suplementación se realiza en el comedero durante las horas de ordeño, mientras que el resto de la alimentación está conformada por el pasto consumido mediante pastoreo en el potrero.

### **3.4.5. Manejo sanitario.**

Hipocalcemia es la enfermedad catalogada por el productor como muy frecuente en la finca, generando afectaciones en las vacas durante el período post-parto y bajando considerablemente la condición corporal de las mismas, aunado a la necesidad de implementar productos veterinarios, en donde se ve afectada la economía de la producción al tener que comprar medicamentos como sueros cálcicos y perder kilos de leche por día por animal.

Se realiza vacunación anual de CATTLE MASTER® para rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea vírica bovina (BVD) tipo 1, respiratorio sincitial bovino (RSV) y parainfluenza bovina tipo 3 (PI-3), además de aplicación de la vacuna contra la brucelosis a las terneras mayores de cuatro meses.

## Capítulo 4. Resultados y discusión

### 4.1. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar).

#### 4.1.1. Mayor eficiencia en el manejo de pasturas.

La tecnificación para esta finca ha sido prioridad desde hace algunos años, en donde se ha enfocado el trabajo tanto en la digitación y registro de la información recolectada, como en el mejoramiento del sistema de pastoreo y disminución de costos provenientes de la suplementación. En junio del 2018 se inició con un sistema de pastoreo más intensivo, por lo tanto, lograron manejar la misma carga animal en una menor área, pasando de 12 a 8 ha dedicadas al grupo en ordeño y aumentando los niveles de producción por área, tal y como lo representa la Figura 5.

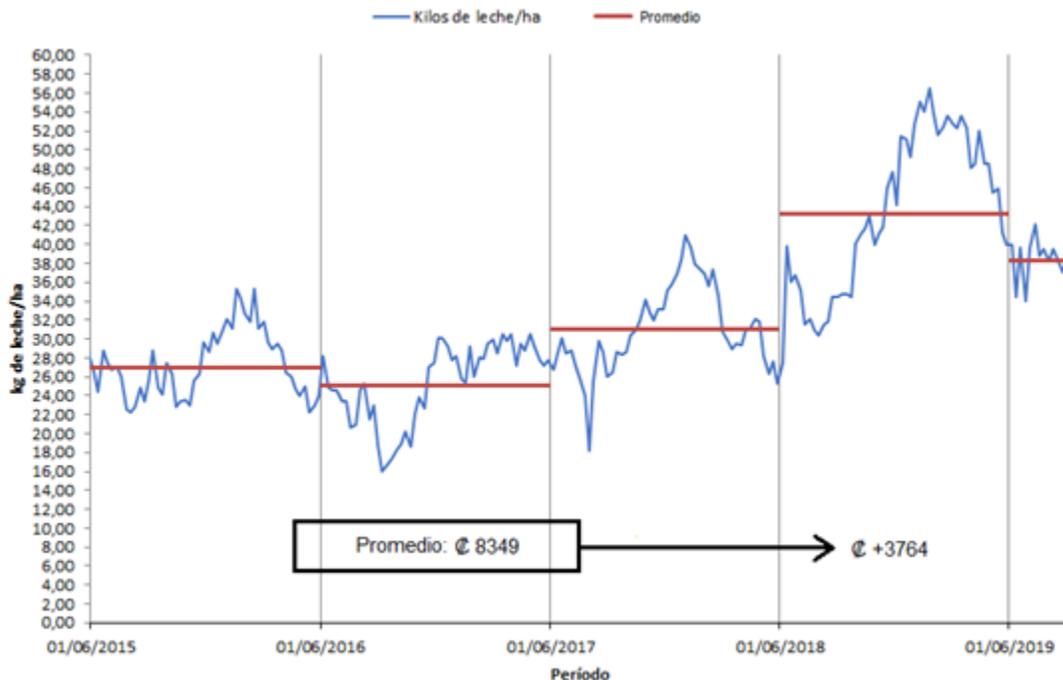


Figura 5. Producción de leche por hectárea de diferentes períodos en la finca GoSa Los Laureles.

Así como se aumentó la producción por hectárea, la ganancia bruta por ha por día también se incrementó, llegando a ₡3.764 más por ha por día en comparación al promedio de los tres períodos anteriores derivado del cambio realizado en el manejo de pasturas. Al estimar esta ganancia en la totalidad de ha utilizadas actualmente por la finca (8 ha) y en términos mensuales, el impacto económico sería de ₡918.416/mes.

#### 4.1.2. Disponibilidad de biomasa.

El principal limitante de la producción de leche en sistemas de pastoreo es el bajo consumo de materia seca (MS) (Gutiérrez *et al.* 2019), lo cual se ve reflejado a la hora de realizar el balance nutricional de esta finca. La capacidad de consumo esperada para el tipo de animales presentes en esta explotación es de 14,4 kg de materia seca (NRC 2001), sin embargo, se estima que lo que están consumiendo son solamente 12,3 kg MS. Esto se debe al alto contenido de fibra detergente neutro que contienen los forrajes de pastoreo presentes en esta finca, lo cual les aumenta el tiempo que necesitan mantenerse en el rumen para una correcta degradación y aprovechamiento de nutrientes (Gutiérrez *et al.* 2019).

Se midió la disponibilidad de biomasa en los potreros para determinar si la cantidad de pasto por metro cuadrado es suficiente para cubrir los requerimientos de consumo de los animales en producción. Utilizando análisis bromatológicos realizados con anterioridad en la finca, se estimó la capacidad de consumo del mismo por medio de la FDN y un aprovechamiento del 60% de los potreros. Se determinó que los potreros sí tienen la capacidad de satisfacer el consumo de forraje por animal por día, lo cual se representa en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Disponibilidad de biomasa por vaca por día para la finca GoSa Los Laureles.

Análisis	Dato
Disponibilidad de biomasa (kg MS/m <sup>2</sup> )	0,35
FDN del forraje (%)	67
Capacidad de consumo (% PV)	1,79
Capacidad de consumo (kg MS/vaca/día)	9,85
Tamaño promedio de potreros (m <sup>2</sup> )	1333
Disponibilidad considerando un aprovechamiento del 60% (kg MS/potrero)	279,93
Vacas en producción	27
<b>Forraje disponible (kg MS/vaca/día)</b>	<b>10,37</b>

#### 4.1.3. Inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la dieta.

Debido a la ubicación geográfica de la finca, el estrés por calor en las vacas es una constante durante gran parte del día a través de todo el año, esto agrava aún más el

consumo de materia seca, ya que los animales prefieren limitar la alimentación solamente a las horas más frescas del día (Macías-Rioseco *et al.* 2018). Una recomendación brindada y que ya se inició con la primera etapa es la de implementar un banco de arbustivas para incluirlas en la dieta diaria. Esto incrementaría el consumo de materia seca mediante la utilización de materiales forrajeros tal y como lo desea el productor, por ende, la producción se aumentaría por efecto de un menor tiempo de retención ruminal debido a un contenido celular mayor en comparación al pasto (Valenciaga *et al.* 2018).

Para la siembra se consideró una recuperación de 70 días y la biomasa de 2,5 kg MF/m<sup>2</sup> producida en promedio por el Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) a esa edad (Londoño *et al.* 2019). Por lo tanto, para obtener 10 kg/animal/día con un promedio de 30 animales en ordeño, se necesitan 8.500 metros cuadrados disponibles para el cultivo. El proceso de establecimiento dura 7 meses aproximadamente, por lo que se espera estarlo cosechando en marzo del 2020. El sistema recomendado es de corte y acarreo con la finalidad de brindarlo en canoa.

Se hace la recomendación de la inclusión de 10 kg/animal/día porque de esta manera se alcanza el requerimiento de consumo de materia seca esperado, del mismo modo, se recomienda la adición de 250 gramos de melaza por animal/día para aumentar la efectividad en el acoplamiento de sustratos a nivel ruminal (Ledea-Rodríguez *et al.* 2018). Además del importante aporte proteico de alta calidad que brinda el Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), su aporte energético sumado al de la melaza es de gran relevancia, debido a que se logra disminuir la brecha del desbalance energético promedio actual de la finca, pasando de -3,7 Mcal ENI a -1,2 M Mcal ENI tal y como se representa en el Cuadro 10 de los balances realizados.

Cuadro 10. Balance nutricional actual y balance nutricional con inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) para la finca GoSa Los Laureles.

	Consumo MS (%PV)	Consumo MS (kg MS)	PC (g/día)	Energía (Mcal ENI/día)
Balance nutricional actual de la finca (10,5 kg leche/vaca/día)				
Requerimientos	2,6	14,3	1256,5	20,5
Dieta	2,2	12,2	1418,5	16,8
<b>Balance</b>	<b>-0,4</b>	<b>-2,1</b>	<b>+162,0</b>	<b>-3,7</b>
Balance nutricional con inclusión de Botón de oro				
Requerimientos	2,6	14,3	1256,5	20,5
Dieta	2,6	14,2	1793,7	19,3
<b>Balance</b>	<b>+0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>537,2</b>	<b>-1,2</b>

De acuerdo al balance nutricional actual, la dieta no cumple con los requerimientos energéticos para la producción promedio de 10,5 kg/vaca/día, por lo tanto, se considera que los animales están utilizando sus reservas corporales para alcanzar dicha producción de leche. Se midió mediante la calificación de condición corporal, todas las vacas en producción en la finca y se comparó con la curva de recuperación ideal durante todo el ciclo de lactancia que se desearía tener en un hato lechero bajo características raciales y ambientales similares a esta finca.

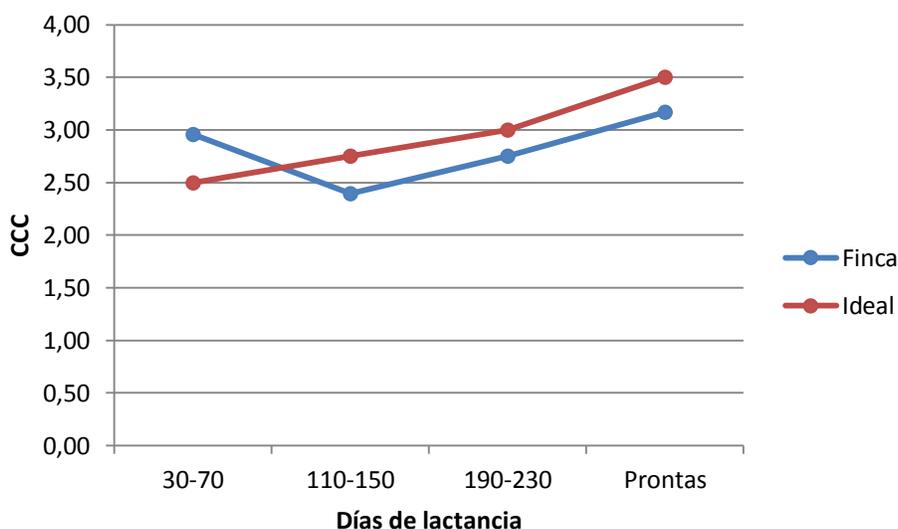


Figura 6. Curva ideal de recuperación de calificación de condición corporal vs. la curva de recuperación obtenida de la finca GoSa Los Laureles.

En la Figura 6 se confirma una caída en la condición corporal luego del pico de lactancia (30-70 días) y se mantiene constante hasta el momento del parto. Esto también podría generar problemas metabólicos post-parto en las vacas, con presencia de enfermedades como cetosis en algunos animales luego del primer mes después del parto, lo que provoca pérdidas económicas importantes al tener que retirar a los animales durante el pico de lactancia y además la necesidad de aplicarles tratamiento veterinario para su adecuada recuperación (Carmona 2009).

Debido al aporte energético realizado por la arbustiva y la melaza, los animales tienen la capacidad de aumentar 3 kg/día de leche en promedio según el NRC (2001). En este caso se hace énfasis en la energía por ser el nutriente limitante en la dieta con la que se está trabajando, ya que, al considerar la proteína brindada por la inclusión de los

nuevos materiales, la producción podría aumentarse hasta 3,8 kilogramos más por vaca por día aproximadamente.

Proyectando un incremento en la producción de la mitad de lo esperado por el NRC mediante energía (1,5 kg/vaca/día), la ganancia por día aumenta aunque se mantenga constante el número de animales en lactancia y el pago por kilogramo de leche, lo que se detalla en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Diferencia en la ganancia diaria por venta de leche al aumentar 1,5 kg de leche/vaca/día debido a la inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la finca GoSa Los Laureles.

Análisis	Actual	Esperado	Diferencia
Pago/kg de leche	₡300	₡300	₡0
Vacas en producción	27	27	0
Producción promedio (kg/vaca/día)	10,5	12	1,5
Ganancia bruta/día	₡85.050	₡97.200	₡12.150
Costo producción de la arbustiva/día	₡0	₡10.868	₡10.868
<b>Ganancia/día</b>	<b>₡85.050</b>	<b>₡86.332</b>	<b>₡1.282</b>

Esta ganancia adicional por mes sería de ₡39.101. Estos datos justificarían el pago por asesoría técnica de un profesional y el costo de producción de la arbustiva por día por kg de materia fresca según Rojas-Bourrillón (2010). Las horas invertidas por parte del profesional fueron de 3 horas en total para esta recomendación, por lo tanto, en poco más de 59 días la finca tendría la capacidad de pagar ese tiempo invertido en términos de costo mínimo establecido por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica (CIAgro) para profesionales con grado de licenciatura (Cuadro 12) (CIAgro 2019).

Cuadro 12. Días necesarios en la finca GoSa Los Laureles para pagar el profesional que realiza la recomendación de inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

Análisis	Dato
Costo por hora profesional	₡25.500
Costo de un profesional por 3 h	₡76.500
Ganancia neta por día en la finca debido a la recomendación	₡1.282
Días para pagar el profesional	59,7

#### 4.1.4. Relación entre días de lactancia y producción.

Utilizando los datos registrados en esta finca desde el año 2015 hasta setiembre de 2019 se analizó la variación en la producción de leche promedio por vaca por día de acuerdo a los días de lactancia. La tendencia se representa en la Figura 7 en donde se aprecia que los días de lactancia son inversamente proporcional a la producción de leche promedio, por lo que las fincas deberían manejar datos actualizados de este parámetro para considerarlo a la hora de implementar cambios o recomendaciones, porque podría alterar los resultados que se desean medir.

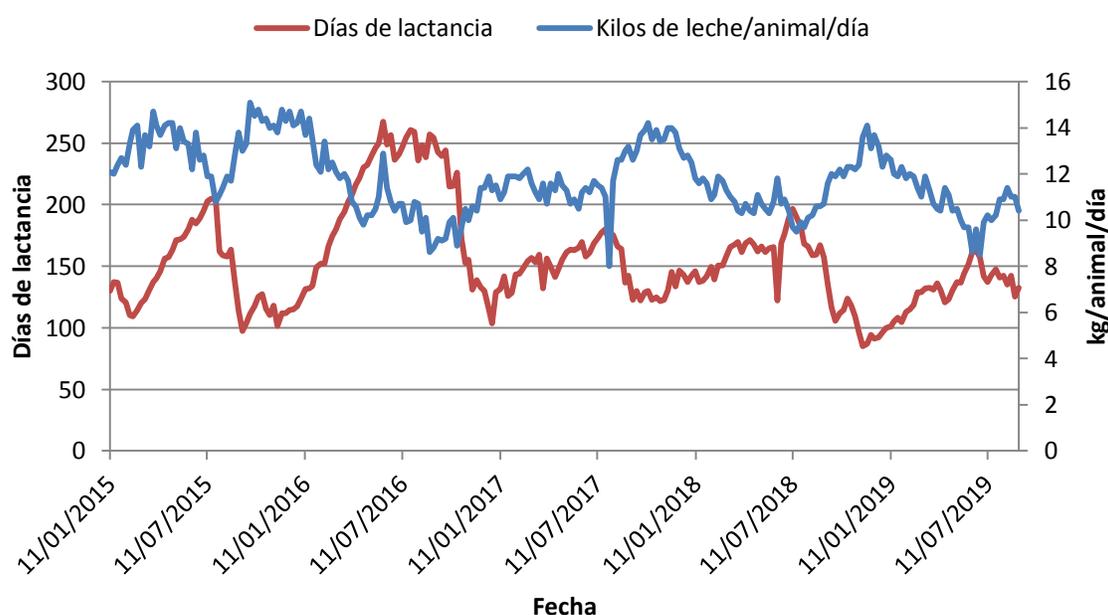


Figura 7. Relación entre días de lactancia y producción de leche desde el año 2015 a la actualidad, para la finca GoSa Los Laureles.

#### 4.2. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).

En esta finca se detectaron problemas en la producción de leche y sólidos totales a inicios del mes de julio de 2019, debido a que empezaron a disminuir considerablemente en pocos días según el productor, además de considerar que para la zona donde se ubica, tipo de animales y la alta calidad nutricional de los materiales que conforman la dieta, el promedio de producción podía mejorarse.

#### 4.2.1. Disponibilidad de biomasa y manejo de pasturas.

Se realizó un balance nutricional en donde se estimó que para el promedio en ese momento de 23 kg/vaca/día, los requerimientos tanto de energía como de proteína se cumplían, sin embargo, al efectuar un análisis para estimar la disponibilidad de biomasa en los potreros, se detectó una deficiencia importante de pasto generada por una plaga de *Prosapia spp.*, la cual está detallada en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Faltante de pasto de la finca La Rosa para satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca de las vacas en producción.

Análisis	Dato
Disponibilidad de biomasa (kg MS/m <sup>2</sup> )	0,07
Tamaño promedio de potreros (m <sup>2</sup> )	2500
Disponibilidad considerando un aprovechamiento del 60% (kg MS/potrero)	105
Vacas en producción	25
Forraje disponible (kg MS/vaca/día)	4,20
Cantidad mínima de pasto para satisfacer los requerimientos (kg MS/vaca/día)	8,25
<b>Deficiencia para cumplir el requerimiento (kg MS/vaca/día)</b>	<b>-4,05</b>

Al realizar un nuevo balance con el consumo real de pasto se puede observar cómo la energía de la dieta queda deficiente, mientras que la proteína sí logra cubrir el requerimiento. Esto se expone en el Cuadro 14, mientras que los datos de calidad de pasto utilizados se encuentran en el Anexo 3.

Cuadro 14. Balances nutricionales sin y con deficiencia de pasto para la finca La Rosa.

	Consumo MS (%PV)	Consumo MS (kg MS)	PC (g/día)	Energía (Mcal ENI/día)
Balance sin deficiencia de pasto (22,7 kg leche/vaca/día)				
Requerimientos	3,4	18,4	2295,1	28,9
Dieta	3,4	18,8	3530,6	29,0
<b>Balance</b>	<b>0,0</b>	<b>+0,4</b>	<b>+1235,5</b>	<b>+0,1</b>
Balance con deficiencia de pasto (22,7 kg leche/vaca/día)				
Requerimientos	3,4	18,4	2295,1	28,9
Dieta	2,7	14,8	2598,5	23,4
<b>Balance</b>	<b>-0,7</b>	<b>-3,6</b>	<b>+303,4</b>	<b>-5,5</b>

Al corroborar que la finca presentaba el balance con deficiencia de pasto, se procedió a realizar una evaluación de calificación de condición corporal para todas las vacas en producción y prontas, las cuales se mantenían por debajo de la condición ideal hasta el momento del parto en donde se recuperaban adecuadamente (Figura 8). Esto puede generar problemas por enfermedades metabólicas post-parto que disminuyen la producción láctea tanto de la lactancia actual como las futuras e incrementa los gastos por medicamentos para los animales (Carmona 2009).

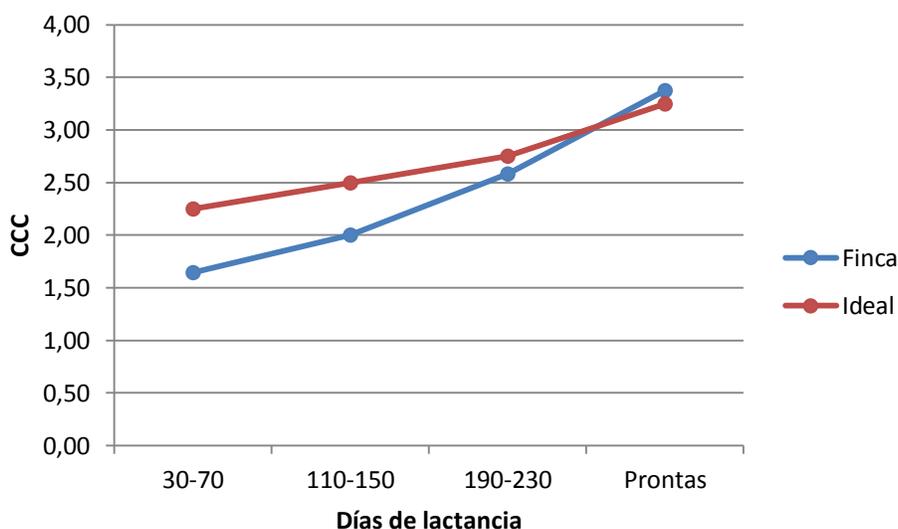


Figura 8. Curva ideal de recuperación de calificación de condición corporal vs. la curva de recuperación obtenida de la finca La Rosa.

Con el objetivo de evitar la continua caída en producción y sólidos totales generada por la deficiencia de forraje, se recomendó la inclusión de 1 kg más de pulpa de cítricos deshidratados, llegando a un tope de 3 kg por animal por día. Este material provee una fibra de alta calidad como pectinas, que sustituye de manera adecuada al pasto y no disminuye el pH ruminal, evitando caer en riesgos de acidosis subclínica tal como lo harían materiales altos en carbohidratos no fibrosos y bajos en fibra (Castillo-López y Domínguez-Ordóñez, 2019). Por otro lado, se recomendó tratar la *Prosapia spp.* con mezcla de *Metharizium* y *Fusarium* debido a que es un método que ya se ha aplicado en la finca con resultados positivos sobre esta plaga.

Se inició un seguimiento sobre los potreros para medir la respuesta en cuanto a disponibilidad de biomasa en los días posteriores. El dato mínimo de disponibilidad de biomasa que debería tener la finca para satisfacer la capacidad de consumo de las vacas

en producción con la dieta que se manejaba era de 140 g MS/m<sup>2</sup>, sin embargo, en la Figura 9 se observa cómo la disponibilidad no llega a alcanzar los niveles mínimos.

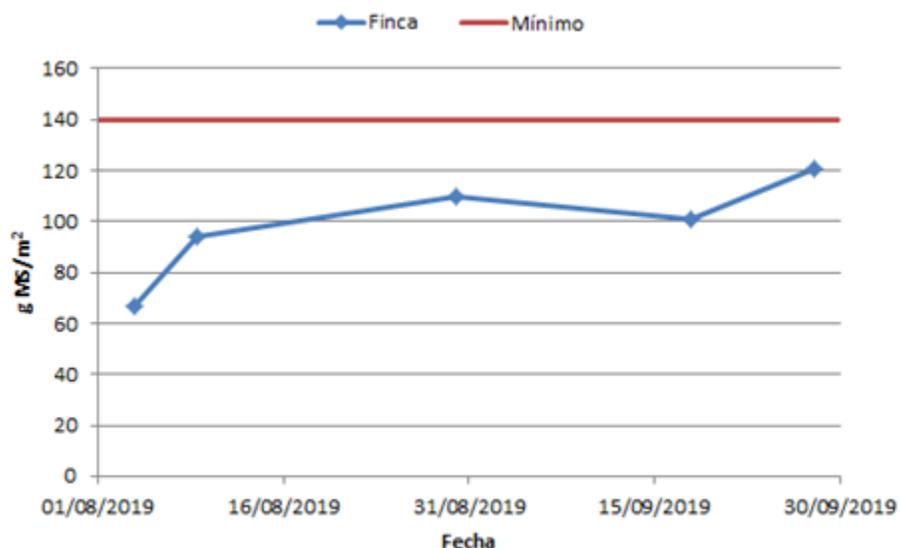


Figura 9. Disponibilidad de biomasa en la finca La Rosa vs. la disponibilidad mínima que debería tener para cumplir con el requerimiento de consumo de materia seca.

Ante la escasez de pasto, se recomendó la posibilidad de aplicar métodos de conservación de forrajes como el ensilaje, ya que podría almacenarse alimento durante las épocas de abundancia y ser utilizado en estas épocas históricamente reconocidas por el productor como afectadas por las plagas o condiciones climáticas. Se le explicó las alternativas de ensilajes que podría aplicar y la manera correcta de su realización. Asimismo, considerando que el productor tiene acceso a pacas de heno de arroz a bajo costo, se le recomendó aplicar la amonificación de las mismas con el objetivo de aumentar su calidad nutricional al disminuir FDN, FDA y lignina e incrementar la disponibilidad de la energía contenida en el material (Mina *et al.* 2018).

#### 4.2.2. Cambios en las estrategias de alimentación.

Para esta finca se analizó todo el sistema de alimentación y se determinó que las técnicas utilizadas no eran las óptimas, por lo que cambiando algunas prácticas podría obtenerse un impacto productivo importante. Todo el grupo de vacas en lactancia se manejaba como uno solo y la dieta era igual para todos los animales, por lo tanto, bajo esta práctica se considera que las vacas más productivas están siendo subalimentadas y por el contrario, las menos productivas, sobrealimentadas. Esto es palpable también en la

Figura 8 en donde la primera mitad de la lactancia se mantienen muy bajas de condición corporal, mientras que para el periodo de secado están alcanzando la condición ideal.

Se decidió estratificar por días de lactancia en dos grupos denominados altas y bajas con el fin de cambiar la distribución del concentrado de una manera más equitativa, ya que se estaba manejando una relación 3,3:1 en términos de producción de leche:alimento balanceado. El grupo de las altas son las vacas menores a 150 días de lactancia y se les adjudica una relación de 2,5:1, mientras que el grupo de las bajas tienen más de 150 días de lactancia y el concentrado se les sigue ofreciendo en la misma relación (3,3:1). Para evaluar los resultados se analizaron tanto la pesa de leche actual, es decir, con relación 3,3:1 para todas las vacas, así como las tres pesas posteriores desde la aplicación del cambio con intervalos de 21 días entre cada una.

Al grupo de las altas se les impuso un tope de 12 kg/día, el cual se estableció considerando el balance nutricional y la composición de la dieta para que permitiera mantener la relación límite de 40:60 forraje:AB, carbohidratos no fibrosos (36%) y FDN (36%) en niveles adecuados para evitar presencia de acidosis. Este grupo presentó un incremento constante de la producción de leche a pesar de que los días de lactancia también se aumentaron. Esto demuestra un mejor aprovechamiento de los nutrientes durante el pico y la etapa inicial de la lactancia, cubriendo de una manera más eficiente los requerimientos nutricionales para las producciones alcanzadas (Carizi *et al.* 2019), tal como lo representa la Figura 10.

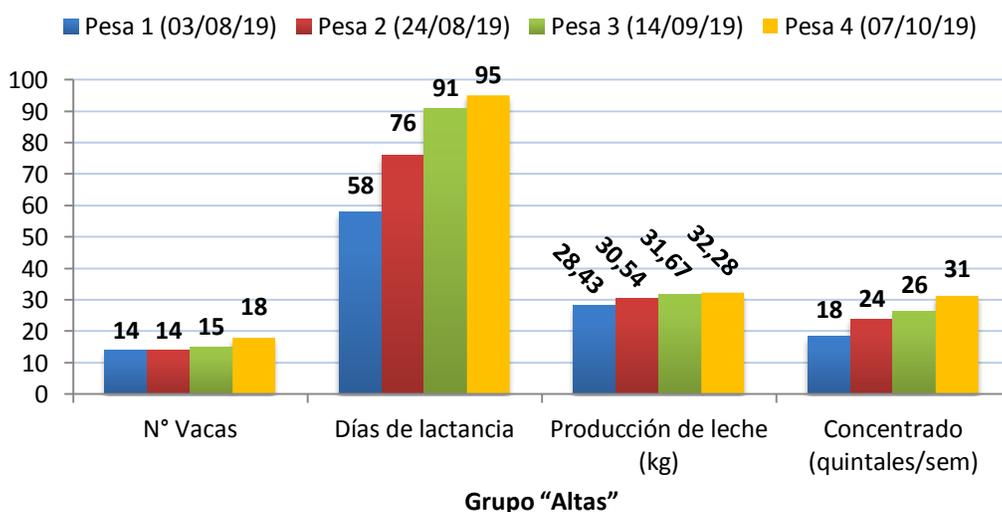


Figura 10. Variaciones en el grupo de las altas desde la pesa inicial (pesa 1) hasta la última pesa de leche (pesa 4) efectuada en la finca La Rosa.

Por su parte, el grupo de las bajas presentó una buena persistencia en la producción de leche e inclusive aumentaron en la última pesa. Contrario al grupo de las altas, la cantidad de concentrado utilizado por la finca disminuyó por efecto tanto de menor producción como de menor cantidad de animales en el grupo, lo cual se ilustra en la Figura 11.

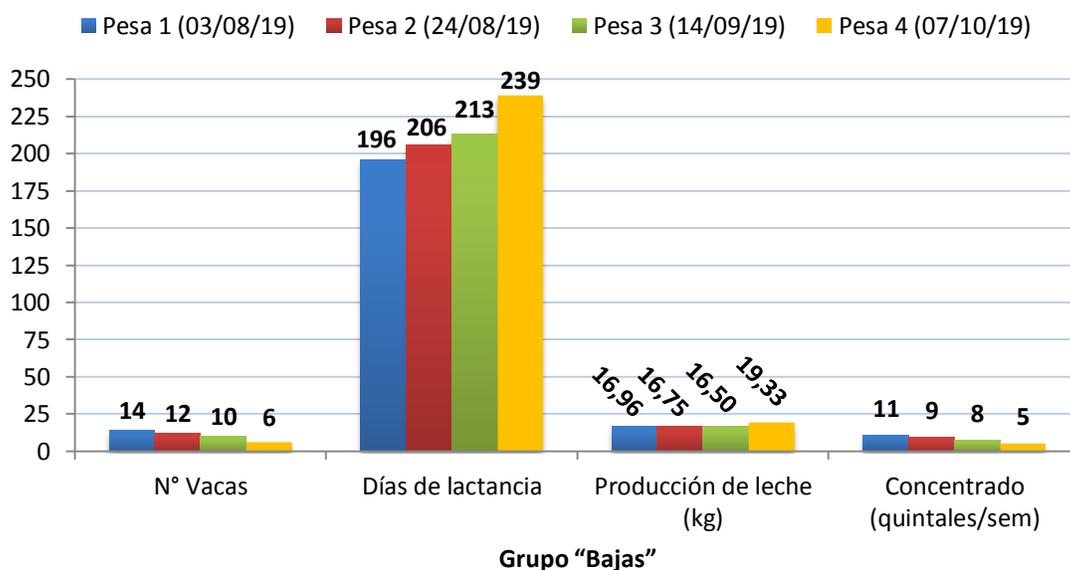


Figura 11. Variaciones en el grupo de las bajas desde la pesa inicial (pesa 1) hasta la última pesa de leche (pesa 4) efectuada en la finca La Rosa.

Considerando los dos grupos como hato de producción en general, se obtiene que aunque la cantidad de animales disminuyera y los días de lactancia aumentaran en promedio, la producción de leche se mantuvo constante a la alza así como lo demuestra la Figura 12.

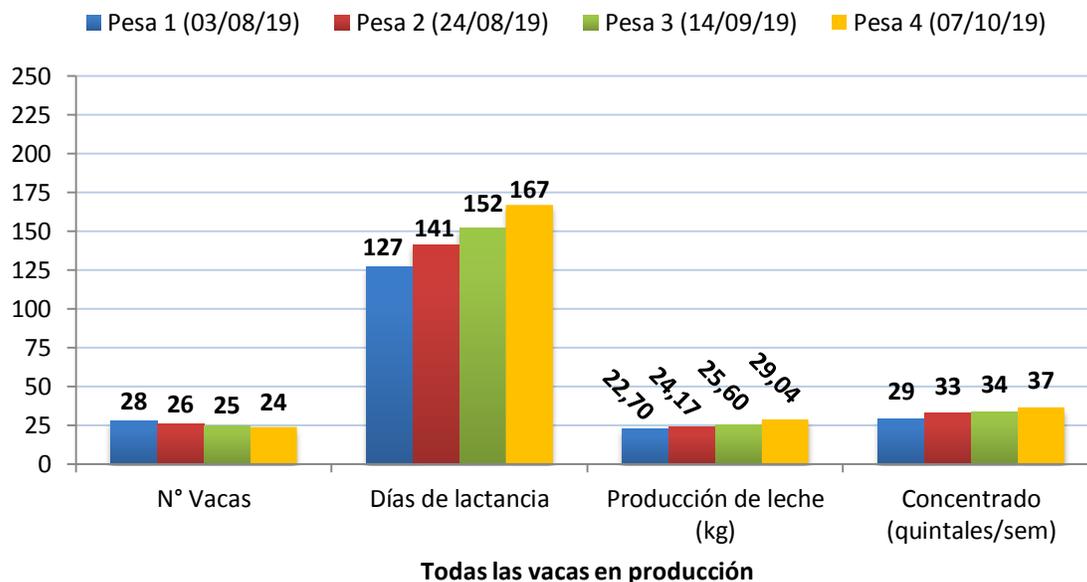


Figura 12. Variaciones en el hato de producción en general desde la pesa inicial (pesa 1) hasta la última pesa de leche (pesa 4) efectuada en la finca La Rosa.

En la Figura 13 se representa detalladamente la tendencia en la producción de leche/vaca/día, la cual llegó a incrementar hasta 6,35 kg/vaca/día en el transcurso de los dos meses que se realizaron las mediciones.

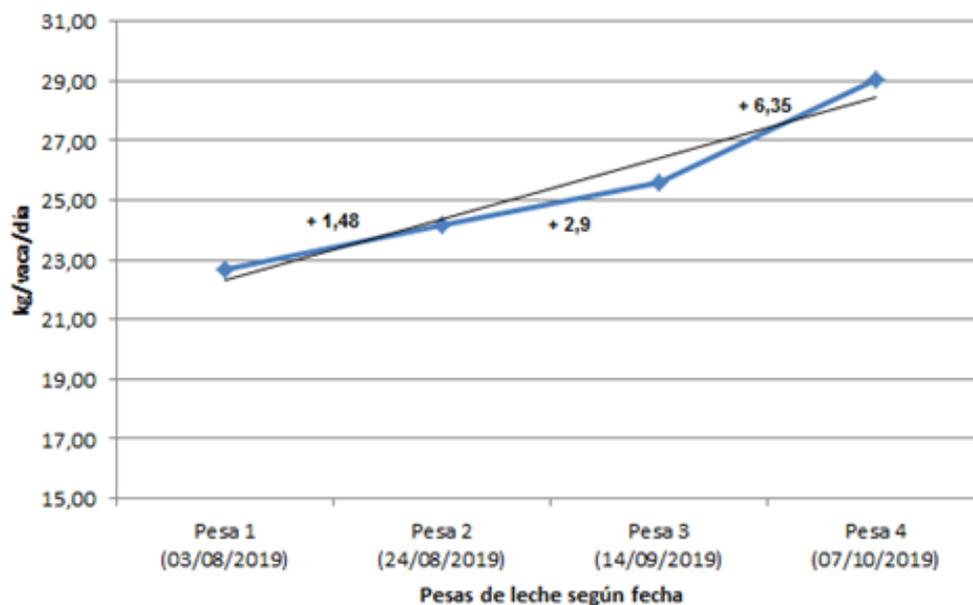


Figura 13. Tendencia en la producción de leche/vaca/día en la finca La Rosa luego de aplicar la recomendación de estratificación por grupos.

Además de la producción de leche promedio por vaca, se mejoró la calidad de la leche en cuanto a sólidos totales (Figura 14), lo cual causó que al productor se le pagara en promedio  $\text{C}\$315/\text{kg}$  de leche, mientras que en el mes de julio se le estaba pagando en promedio  $\text{C}\$300/\text{kg}$  de leche. Estos cálculos se realizan utilizando el sistema de pago por sólidos con el que trabaja la compañía industrializadora de leche a la cual se le entrega en esta finca.

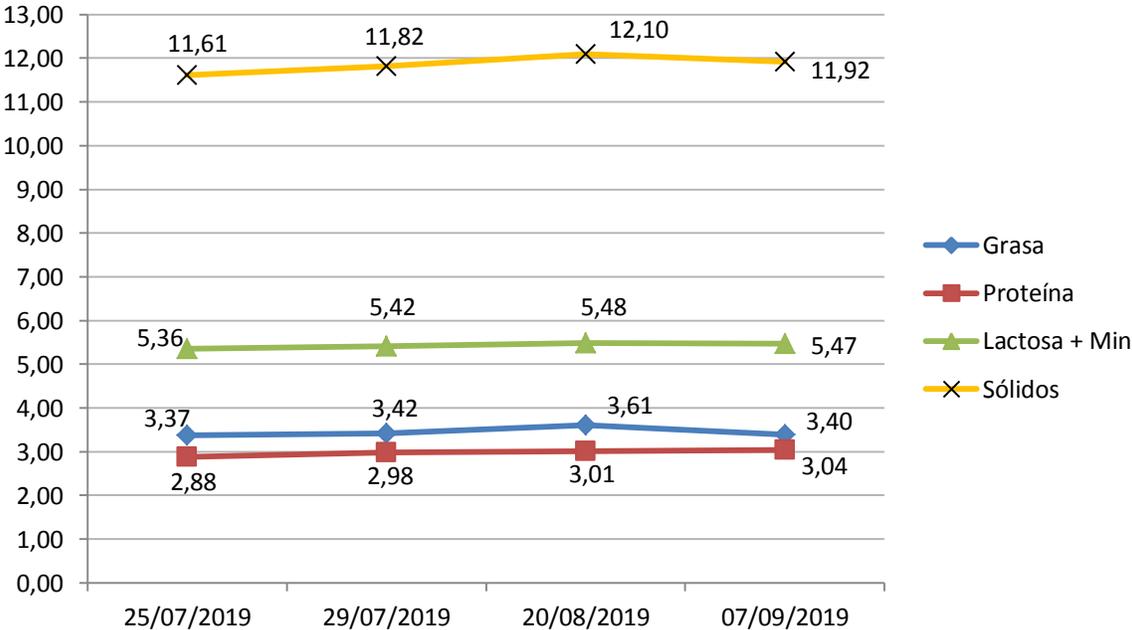


Figura 14. Variabilidad en los sólidos totales y cada uno de sus componentes a través del tiempo para la finca La Rosa.

La inversión en alimento balanceado por parte del productor fue mayor al aplicar la recomendación, sin embargo, la productividad e ingresos también lo fueron, por lo tanto al detallar los ingresos netos por hectárea disponible para producción al considerar la compra de más concentrado, así como la mejora en la calidad y cantidad de leche producida, se obtienen  $\text{C}\$2.902$  más por ha/día, es decir,  $\text{C}\$557.619$  más por mes para esta finca. El período de análisis económico comprendió desde agosto cuando se aplicaron los cambios, hasta el mes de octubre de 2019 con los datos obtenidos en la última pesa, tal y como se muestra en la Figura 15.

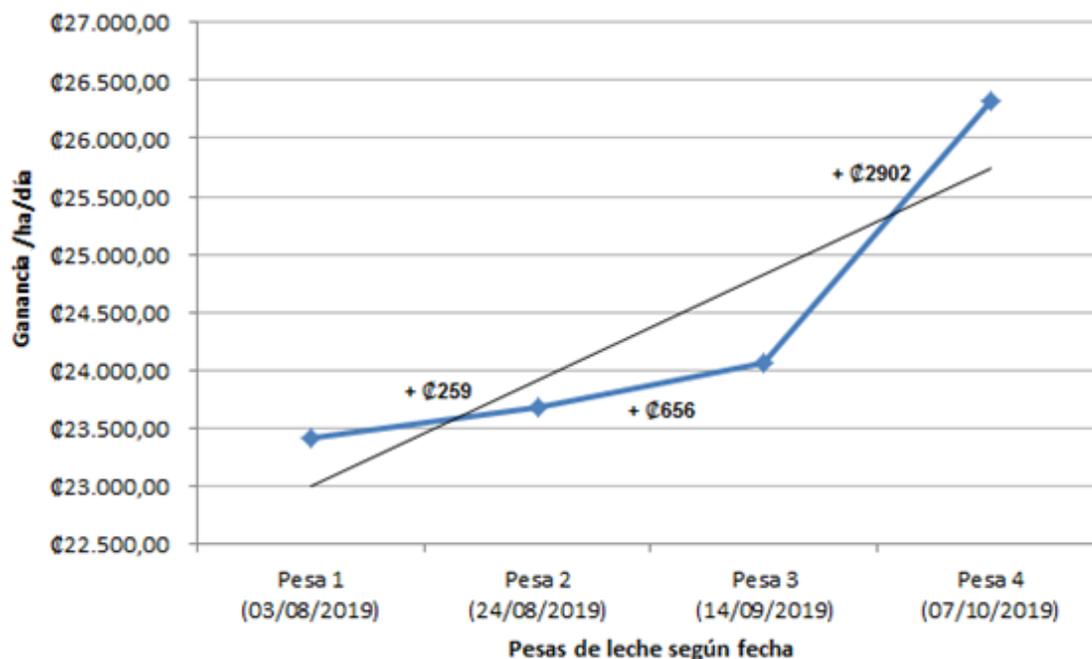


Figura 15. Tendencia en la ganancia/ha/día en la finca La Rosa luego de aplicar la recomendación de estratificación por grupos.

Al considerar el área de la finca destinada al hato de producción (6,3 ha) y las horas invertidas por parte del profesional para realizar la recomendación técnica (8 h), se obtiene el Cuadro 15, el cual indica que la finca tendría la capacidad de pagar en poco tiempo el profesional con grado de licenciatura en términos de costo mínimo establecido por el CIAgro (2019).

Cuadro 15. Días necesarios en la finca La Rosa para pagar el profesional que realiza la recomendación de estratificación por grupos.

Análisis	Dato
Costo por hora profesional	€25.500
Costo de un profesional por 8 h	€204.000
Ganancia neta por día en la finca debido a la recomendación	€18.282
Días para pagar el profesional	11,2

#### 4.3. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez):

En esta finca la calidad del producto final es una prioridad porque según planeamientos del productor a mediano y largo plazo, desea diferenciar el queso producido para incursionar en nichos de mercado con énfasis en salud y ambientalmente

amigables. Es por esto que la finca se maneja con un enfoque hacia la producción orgánica, así como bajos niveles de inclusión de concentrado y subproductos.

No se realiza pesa individual de leche debido a la inexistencia de pesadores en la finca, por lo tanto, el dato que se obtiene es solamente la cantidad total de leche por día. Esto no permite estratificar los animales por grupos para darle mejores condiciones tanto nutricionales como ambientales en general, además podría ser un parámetro para realizar una selección genética para los futuros reemplazos (González *et al.* 2017). Es por esto que se recomendó la adquisición de estos instrumentos para empezar a medir la producción láctea por vaca.

#### 4.3.1. Análisis bromatológico.

Otro punto a resaltar es que nunca se habían realizado análisis de leche, forrajes ni suelos, por lo tanto se procedió a trabajar en estas áreas. En cuanto a los forrajes se tomó muestras separadas de Ratana (*Ischaemum ciliare*) y Mombaza (*Panicum máximum* cv.) debido a que son los pastos con mayor incidencia en los potreros, obteniendo los resultados bromatológicos expuestos en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis bromatológicos de los forrajes de piso más comunes de la finca Lilliana y su respectivo promedio (LAC-Dos Pinos 2019b).

Componente	Ratana	Mombaza	Promedio
Materia seca (%)	16,7	27,3	22,0
Proteína (%)	13,2	11,1	12,2
FAD (%)	42,8	43,5	43,2
FND (%)	63,3	72,6	68,0
Lignina (%)	5,0	5,5	5,3
Extracto etéreo (%)	2,0	2,1	2,1
Cenizas (%)	10,3	9,2	9,8

#### 4.3.2. Inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), AB o ambos.

Al utilizar los datos promedio para incluirlos en el balance nutricional de la finca, se evidencia que no se satisface la capacidad de consumo de materia seca de los animales debido al alto contenido de FDN del forraje, en especial la Mombaza (*Panicum máximum* cv.). Dos recursos que se recomiendan para el incremento en este consumo es la inclusión de alimento balanceado y/o arbustivas. Se proyectó la posible respuesta productiva al adicionar 1 kg en materia seca de cada material a la dieta actual.

Cuadro 17. Balance nutricional actual de la finca vs balances con inclusión de 1 kg MS de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), alimento balanceado o ambos, para la finca Lilliana.

	Consumo MS (%PV)	Consumo MS (kg MS)	PC (g/día)	Energía (Mcal ENI/día)
Balance nutricional actual de la finca (6 kg leche/vaca/día)				
Requerimientos	2,4	13,1	915,2	17,7
Dieta	2,0	11,0	1389,8	14,0
<b>Balance</b>	<b>-0,4</b>	<b>-2,1</b>	<b>+474,6</b>	<b>-3,7</b>
Balance nutricional con inclusión de 1 kg MS de Botón de oro				
Requerimientos	2,4	13,1	915,2	17,7
Dieta	2,2	12,0	1611,9	15,3
<b>Balance</b>	<b>-0,2</b>	<b>-1,1</b>	<b>+696,7</b>	<b>-2,4</b>
Balance nutricional con inclusión de 1 kg MS de alimento balanceado				
Requerimientos	2,4	13,1	915,2	17,7
Dieta	2,2	12,0	1550,5	15,9
<b>Balance</b>	<b>-0,2</b>	<b>-1,1</b>	<b>+635,3</b>	<b>-1,8</b>
Balance nutricional con inclusión de 1 kg MS de AB + 1 kg MS de Botón de oro				
Requerimientos	2,4	13,1	915,2	17,7
Dieta	2,4	13,0	1772,6	17,2
<b>Balance</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>+857,4</b>	<b>-0,5</b>

Al adicionar 1 kg MS de cada material se cubre el requerimiento de consumo de materia seca en las vacas, sin embargo, la energía se mantiene deficiente (Cuadro 17). Lo ideal es incrementar un poco el concentrado hasta satisfacer el requerimiento, esto porque la energía está más concentrada que en la arbustiva y permite aportar más cantidad de ese nutriente con menos alimento ofrecido, considerando que se alcanzó la capacidad teórica de consumo de materia seca (NRC 2001) y además que la finca se ubica en una zona con altos índices de temperatura y humedad que generan estrés calórico.

La proyección de producción de leche por medio de energía que brinda estos materiales representa la capacidad que tiene la finca de incrementar las ganancias diarias hasta con cantidades pequeñas de alimentos. En el Cuadro 18 se detallan los posibles incrementos en leche que se podría obtener dependiendo de la modificación de la dieta.

Cuadro 18. Proyección del incremento en producción mediante energía y proteína al incluir 1 kg MS de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), alimento balanceado o ambos, para la finca Lilliana.

Alimento	Producción ENI (vaca/día)	Producción PC (vaca/día)
Botón de oro (1 kgMS)	1,6	2,2
AB (1 kgMS)	2,3	1,6
Botón de oro + AB (2 kgMS)	3,9	3,8

Considerando un aumento en la producción más bajo incluso que cualquier material de las proyecciones anteriores, de 1 kg de leche por vaca por día y suponiendo que se está ofreciendo mediante el Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), la ganancia neta por día incrementaría debido al alimento brindado, así como lo expone el Cuadro 19.

Cuadro 19. Diferencia en la ganancia diaria por venta de queso al aumentar 1 kg/vaca/día debido a la inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la finca Lilliana.

Análisis	Actual	Esperado	Diferencia
Pago/kg de queso	₡2.000	₡2.000	₡0
Producción promedio por día (kg de queso)	47	55	8
Ganancia bruta/día	₡94.000	₡110.000	₡16.000
Costo producción de la arbustiva/día	₡0	₡9.171	₡9.171
<b>Ganancia/día</b>	<b>₡94.000</b>	<b>₡100.829</b>	<b>₡6.829</b>

La ganancia por mes para esta finca con esta recomendación sería de ₡208.285/mes con solamente la adición de 1 kg MS de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), o su igualdad de 5 kg MF. Permite pagar el costo de producción necesario para ofrecerlo en canoa (Rojas-Bourrillón 2010) y además el pago del costo mínimo del técnico profesional (CIAgro 2019) que sugiere la recomendación y para la cual invierte aproximadamente 3 horas (Cuadro 20).

Cuadro 20. Días necesarios en la finca Lilliana para pagar el profesional que realiza la recomendación de inclusión de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

Análisis	Dato
Costo por hora profesional	₡25.500
Costo de un profesional por 3 h	₡76.500
Ganancia neta por día en la finca debido a la recomendación	₡6.829
Días para pagar el profesional	11,2

#### 4.3.3. Disponibilidad de biomasa.

Debido a que no existía información sobre la cantidad de pasto por metro cuadrado, se realizó un muestreo para cuantificar la disponibilidad de biomasa para los potreros de esta finca y si el mismo era suficiente para soportar la carga animal, además, el balance nutricional sería inexacto sin estos datos. Los resultados bromatológicos indican un potencial de consumo y luego de realizar el aforo, se puede visualizar en el Cuadro 21 que la disponibilidad de biomasa es suficiente para la cantidad de vacas en producción.

Cuadro 21. Disponibilidad de pasto en la finca Lilliana luego de satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca de las vacas en producción.

Análisis	Dato
Disponibilidad de biomasa (kg MS/m <sup>2</sup> )	0,28
Tamaño promedio de potreros (m <sup>2</sup> )	4000
Disponibilidad considerando un aprovechamiento del 50% (kg MS/potrero)	560
Vacas en producción	55
Forraje disponible (kg MS/vaca/día)	10,2
Cantidad mínima de pasto para satisfacer los requerimientos (kg MS/vaca/día)	9,7
<b>Excedente de pasto (kg MS/vaca/día)</b>	<b>+0,5</b>

#### 4.3.4. Análisis de suelos.

En cuanto a los análisis de suelos, se efectuaron con objetivo de examinar dos áreas específicas de la finca en donde según el productor, la producción de pasto es muy deficiente durante todo el año. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 22 y Cuadro 23, por lo que las recomendaciones dependen de cada sección. Para la sección 2 se recomendó encalar a razón de 1 ton/ha con un producto que contenga CaO (49%) y MgO (5%) con el objetivo de incrementar el pH pero sin el aporte excesivo de calcio y magnesio, debido a que estos elementos tienen niveles adecuados. En caso de no encontrar ningún producto con esas características, se recomienda el encalado con carbonato de calcio en proporción de 1 ton/ha y volver a muestrear dentro de 6 meses para medir la respuesta.

Por su parte, la sección 1 no presenta problemas graves de acidez, aunque al igual que la sección 2, los datos de potasio y fósforo pueden aumentarse para obtener una mejor respuesta en el forraje. Se recomienda la aplicación de fertilizante con una

composición de 10:30:10 para aumentar la disponibilidad de estos elementos, aplicado a razón de 100 kg/ha, además de nitrato de amonio cada vez que los animales salen del potrero en cantidades de 37 kg/potrero. Igualmente se aconseja muestrear el suelo de nuevo dentro de 6 meses.

Cuadro 22. Análisis de suelos obtenido en dos zonas específicas de la finca Lilliana (LAA-TEC 2019).

Identificación	pH	Acidez ext.	cmol(+)/L				mg/L			
			Ca	Mg	K	Cu	Mn	Fe	Zn	P
Sección 2 mejorado	5,51	5,44	6,51	1,94	0,03	12	17	377	3,74	3,21
Sección 1 amarillo	5,78	0,29	6,35	2,21	0,03	11	25	252	4,46	5,09
Rango óptimo	5,5-7,0	<0,5	4,0-15,0	1,0-6,0	0,2-0,8	1,0-20,0	5,0-50,0	5,0-50,0	3,0-10,0	10,0-40,0

Cuadro 23. Relaciones catiónicas del análisis de suelos obtenido en dos zonas específicas de la finca Lilliana (LAA-TEC 2019).

Identificación	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K	C.I.C.E	Saturación de acidez %
Sección 2 mejorado	3,4	217,0	64,7	281,7	13,92	39,08
Sección 1 amarillo	2,9	211,7	73,7	285,3	8,88	3,27
Rango óptimo	2,0-5,0	5,0-25,0	2,5-15	10,0-40,0	>5,0	≤10,00

#### 4.3.5. Análisis de leche.

El análisis de calidad y composición de leche en una producción lechera es fundamental para evaluar el trabajo en general que se está realizando, desde las prácticas de ordeño hasta la salud y nutrición animal, además de ser la base económica que soporta la explotación (Fernández y Tarazona 2015). Detectar cambios en la composición de la leche permite actuar sobre estas áreas antes mencionadas y corregir oportunamente problemas que puedan estarse presentando. Se detalló el Cuadro 24 que

contiene el análisis recolectado de esta finca y se notó un alto número de células somáticas por mL de leche (ideal < 100 mil), lo cual significa que la salud de ubre en las vacas no es la ideal y probablemente hay vacas con mastitis subclínica o clínica.

Cuadro 24. Resultado del análisis de leche realizado en la finca Lilliana (LAC-Dos Pinos 2019a).

Componente	Dato
Células somáticas (cs/mL)	440000
Grasa (%)	3,89
Lactosa (%)	4,53
Proteína (%)	3,33
Sólidos (%)	12,44

Según Blowey y Edmondson (2010) un dato de 400 mil células somáticas significa que se perderá un 5% en la siguiente lactancia debido al daño generado a la glándula mamaria. Para esta finca, con su producción promedio de 2.196 litros/vaca/año, significaría pérdidas de 110 kg de leche/vaca en el siguiente año. Considerando el pago por queso recibido por el productor, esta baja en la producción representaría ₡1.728.571 menos por año para esta finca.

Se evaluaron las prácticas de ordeño y el recorrido de las vacas desde el potrero hasta la sala de ordeño. Los caminos no son adecuados porque no existen aceras y los animales deben caminar por barro prácticamente todo el trayecto, asimismo, no se utiliza pre-sellador ni se lava el equipo de ordeño entre vacas durante el ordeño, además de no realizar pruebas para detectar mastitis tales como Test California (CMT) y/o fondo negro. Se recomendó la aplicación de estas pruebas, el pre-sellado y el lavado de equipo, además de mejorar las condiciones del camino a los potreros. De igual forma, se ofreció la posibilidad de realizar un nuevo análisis de leche luego de aplicar las recomendaciones.

Derivado del enfoque comercial que el productor desea darle a su producto final, se le recomendó etiquetar el queso con la bandera azul ecológica y con análisis de factor anticancerígeno. Los trámites para la bandera azul ya los está realizando y se espera que dentro de poco tiempo la finca esté acreditada con esa certificación, mientras que para el análisis de factor anticancerígeno se realiza mediante detección de ácido linolénico u omega 3 en el producto final, para lo cual la dieta debe proveer cantidades importantes

(Morales-Almaráz *et al.* 2018) y en este caso se estima que sí cumple, sin embargo, el equipo necesario para los respectivos análisis no estuvo disponible durante la realización de esta práctica dirigida.

#### **4.4. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán).**

Esta lechería empezó a funcionar en abril de 2019 sin registros que brinden información sobre la actividad, por lo tanto, se considera una producción nueva en donde el productor debe iniciar por ordenar y registrar datos que permitan la evaluación y mejora constante. Se creó un machote de registro productivo y otro reproductivo, no obstante, no se cuenta con pesadoras de leche individuales y se desconoce la producción por vaca/día. Esto dificulta la correcta distribución de la alimentación en la finca y por ende, incremento en la producción debido a mejoras en las técnicas de alimentación, además, no permite considerar este criterio como selección en los futuros reemplazos.

##### **4.4.1. Registros**

En cuanto al registro reproductivo y trabajando en conjunto con el veterinario, se efectuó la palpación de todas las vacas de la finca con el objetivo de iniciar la recolección de información y asesorar al productor sobre la planificación reproductiva anual. Se recomendó la utilización de cartulinas adheridas en alguna pared de la lechería, en donde se proyecta a un mínimo de dos años y se anota el mes destinado a la monta, el secado y el parto de cada vaca en producción así como reemplazos pronto a ingresar.

Al llevar un control sobre estos eventos reproductivos por mes, posibilita el enfoque de la atención hacia los animales que se encuentran próximos a algún evento importante. Del mismo modo, aumenta las posibilidades de mantener un flujo constante de producción durante todo el año, evitando huecos por secado de animales en cierta época o en caso de que ocurra, tomar precauciones como incrementar los reemplazos para ese momento (González *et al.* 2017).

##### **4.4.2. Balance nutricional**

Se realizó un balance nutricional con la dieta actual en donde se determinó que cumple con los requerimientos, así como lo muestra el Cuadro 25. Al desconocer los días de lactancia no se puede estimar una curva de recuperación de condición de condición

corporal durante la lactancia que permita conocer la respuesta a esta dieta, sin embargo, se evaluó la condición corporal de todas las vacas en producción y prontas para instruir al productor sobre la manera correcta de realizar las mediciones.

Cuadro 25. Balance nutricional de la finca Marsella.

	Consumo MS (%PV)	Consumo MS (kg MS)	PC (g/día)	Energía (Mcal ENI/día)
Balance nutricional actual de la finca (8,3 kg leche/vaca/día)				
Requerimientos	2,8	12,5	1089,8	17,2
Dieta	2,9	13,0	1471,6	17,6
<b>Balance</b>	<b>+0,1</b>	<b>+0,5</b>	<b>+381,8</b>	<b>+0,4</b>

El potencial de consumo de forraje para el pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*) en esta finca y los animales que se manejan es de 7,8 kg MS/vaca/día, según los valores de análisis bromatológico obtenidos por Arce (2018) para la misma zona geográfica y expuestos en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Análisis bromatológico para el pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*) utilizado para realizar balances y evaluaciones en la finca Marsella (Arce 2018).

Componente	Dato
Materia seca (%)	16,9
Proteína (%)	12,0
FAD (%)	41,6
FND (%)	68,8
Lignina (%)	3,8
Extracto etéreo (%)	2,4
Cenizas (%)	11,1

#### 4.4.3. Disponibilidad de biomasa.

Se realizó un análisis de disponibilidad de biomasa para los potreros de esta lechería en donde se estimó que el pasto tiene una producción de 0,22 kg MS/m<sup>2</sup>, lo que permite cubrir la capacidad de consumo de los animales en producción, así como lo expone el Cuadro 27.

Cuadro 27. Disponibilidad de pasto en la finca Marsella luego satisfacer el requerimiento de consumo de materia seca de las vacas en producción.

Análisis	Dato
Disponibilidad de biomasa (kg MS/m <sup>2</sup> )	0,22
Tamaño promedio de potreros (m <sup>2</sup> )	2000
Disponibilidad considerando un aprovechamiento del 50% (kg MS/potrero)	220
Vacas en producción	25
Forraje disponible (kg MS/vaca/día)	8,8
Cantidad mínima de pasto para satisfacer los requerimientos (kg MS/vaca/día)	7,8
<b>Excedente de pasto (kg MS/vaca/día)</b>	<b>+1,0</b>

#### 4.4.5. Balance catión-anión y vacas secas.

Según el productor, es frecuente la caída de vacas luego del parto, las cuales se tratan con un suero de calcio y magnesio como una medida remedial. Por lo tanto, se estudió con detenimiento el manejo del período pre-parto, en donde se detectaron malas prácticas de manejo y alimentación. Todas las vacas se manejaban como un sólo grupo, en donde las secas y prontas consumían la misma dieta de producción, lo cual genera un desbalance catión-anión muy alto, con consumos excesivos de calcio en pre-parto y por ende, problemas de hipocalcemia post-parto, tal y como se ilustra en el Cuadro 28 con el balance realizado.

Cuadro 28. Balance catión-anión y % de calcio de la dieta de producción ofrecida en la finca Marsella.

Ingrediente	Cantidad ofrecida (kg MF)	BCAD (mEq/kg)	Calcio (%MS)
Tanner pastoreo	43,24		
King grass de corta	2,50		
Melaza	0,25	<b>+496,09</b>	<b>0,37</b>
Alim. Balanceado	2,55		
Pulpa de piña	5,00		

Al considerar que el balance catión-anión para vacas pre-parto debe ser menor a 250 mEq/kg y los niveles de calcio en la MS de la ración total de entre 0,22 a 0,30% (Martins *et al.* 2015, Campos 2017a), se confirma que la dieta de producción no es adecuada para este período. Se recomendó la modificación de la dieta mediante la eliminación de la melaza y sustitución del AB de producción por el AB pre-parto. Con esto, los resultados obtenidos y presentados en el Cuadro 29 permiten disminuir el % de Ca a

un nivel adecuado para mantener la normocalcemia post-parto, mientras que el BCAD, aunque no alcanza el dato ideal mencionado anteriormente, se disminuye de manera importante.

Cuadro 29. Nuevo balance catión-anión y % de calcio al aplicar cambios en la dieta de producción ofrecida en la finca Marsella.

Ingrediente	Cantidad ofrecida (kg MF)	BCAD (mEq/kg)	Calcio (%MS)
Tanner pastoreo	43,24		
King grass de corta	2,50		
AB pre-parto	2,55	<b>+394,29</b>	<b>0,29</b>
Pulpa de piña	5,00		

Además de estas modificaciones nutricionales, se hicieron recomendaciones en cuanto al manejo del parto. Se le instó al productor a separar en dos grupos, las vacas secas o ganado suelto, y las vacas prontas debido a que tienen diferentes requerimientos y cuidados (Sánchez-González y Saborío-Montero 2014a, Campos 2017a). Las vacas secas representan el grupo de los animales de 60 hasta 30 días antes del parto, y van a pasar a ser seguidoras del grupo de producción en cuanto al pastoreo, evitando llevarlas a la sala de ordeño para no promover el estímulo de ordeño en ellas, lo que permite un mejor proceso de secado. Por otro lado, las prontas van de los 30 días hasta el momento del parto y se les van a asignar los potreros más cercanos a la lechería para mantener un monitoreo cercano y oportuno del parto, así como la correcta suplementación en galerón.

#### 4.5. Otras actividades.

Se realizó una encuesta y un mapa de calor de la cantidad de fincas por zona con la intención de generar información para el análisis de datos del departamento de ventas. La encuesta se aplicó vía telefónica a los 50 clientes de lechería con mayor volumen de compra de alimento balanceado, donde se realizaron 5 preguntas y se obtuvieron resultados de gran utilidad para la toma de decisiones en la empresa y captación de nuevos clientes.

#### 4.5.1. Resultados de encuesta aplicada a clientes.

Tal como se puede observar en la Figura 16, la principal razón por la que los clientes utilizan el concentrado de ABA es por el precio, seguido de la calidad de presenta el alimento balanceado, en donde calidad abarca la palatabilidad, la respuesta productiva, la constancia tanto en las fórmulas como la presentación y vida útil. Entre los dos aspectos principales (precio y calidad) abarcan el 66% de todas las respuestas recibidas, por lo tanto, al ofrecer alimento de buenas características cualitativas a través del tiempo y a un precio accesible, hay altas posibilidades de incursionar en nuevos mercados.

50 respuestas

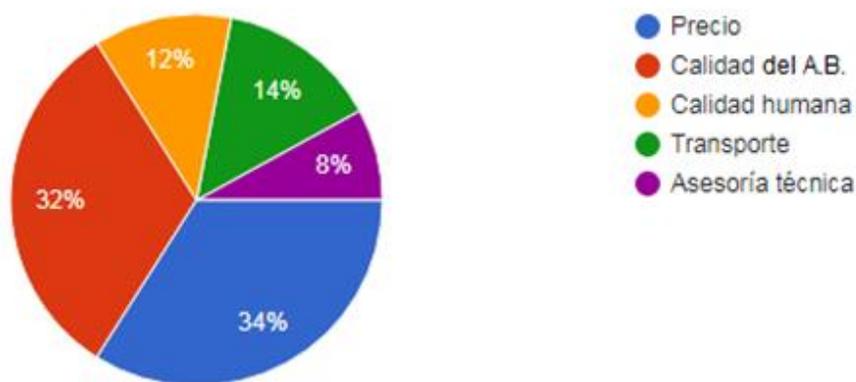


Figura 16. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre la razón principal por la que utiliza concentrados ABA.

Conocer la relevancia del servicio de transporte es fundamental para la empresa, debido a que está incluido dentro del paquete que conlleva la venta de alimento balanceado, por lo tanto, se consultó a los productores el nivel de importancia que le asignan a este servicio y los resultados confirman que es prioritario para todos ellos, tal como lo expone la Figura 17.

50 respuestas



Figura 17. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre la importancia del servicio de transporte ofrecido por ABA.

Por su parte, la asistencia técnica consiste en la visita y seguimiento a la finca por parte de un profesional con la intención de mejorar aspectos específicos, lo que también se encuentra incluido por la venta del concentrado. Los resultados sobre la importancia de este servicio (Figura 18) demuestran que un alto porcentaje de los clientes lo identifican de mucha relevancia para poder mejorar su actividad productiva en general.

50 respuestas

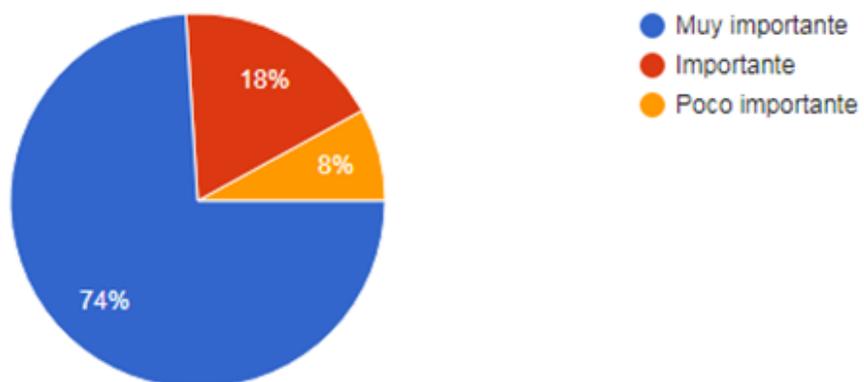


Figura 18. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre la importancia del servicio de asistencia técnica en sus respectivas fincas.

Los clientes resaltaron algunos aspectos que consideran positivos durante todo el tiempo que han trabajado con ABA, en donde sobresale la puntualidad y responsabilidad con las entregas del alimento (Figura 19). Este dato indica que los productores valoran mucho este compromiso de la empresa y de ahí existe la posibilidad de abarcar nuevos clientes mediante recomendaciones de ellos mismos o por reconocimiento en la credibilidad y seriedad de la empresa. Cabe resaltar que en esta pregunta, 13 de los 50 encuestados no respondieron debido a que manifestaron no tener una respuesta para esa consulta en ese momento.

37 respuestas

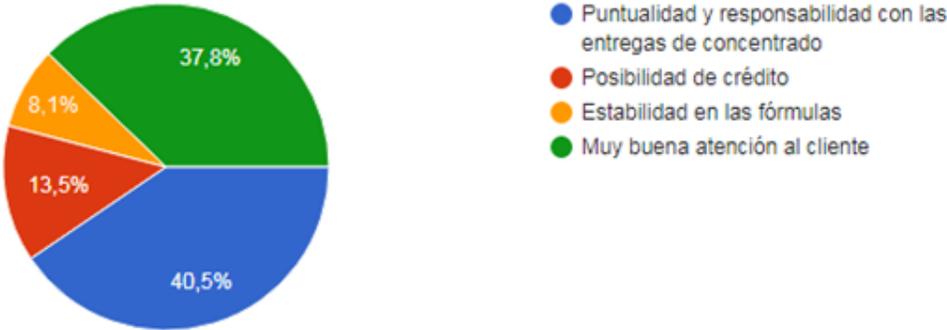


Figura 19. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre aspectos positivos que quisieran resaltar del servicio en general brindado por ABA.

Como última pregunta se evaluaron las recomendaciones que los productores quisieran hacer, en donde lo más mencionado fue una mayor disponibilidad de asistencia técnica en las fincas, tal y como se representa en la Figura 20.

50 respuestas



Figura 20. Resultados de las respuestas de los clientes al consultar sobre recomendaciones para mejorar el servicio en general brindado por la empresa ABA.

#### 4.5.2. Distribución geográfica de lecherías clientes.

Con la finalidad de obtener una representación geográfica de la ubicación y distribución de los clientes, se realizó un mapa de calor (Figura 21) con los 81 clientes de lechería con mayor volumen de compra de alimento balanceado en la empresa ABA. Este mapa permite apreciar la concentración de las fincas según su distribución geográfica para la toma de decisiones y análisis de factores por ejemplo, que puedan estar influyendo en zonas donde se vende bastante o por el contrario, zonas donde aún la empresa no se posiciona con fuerza.

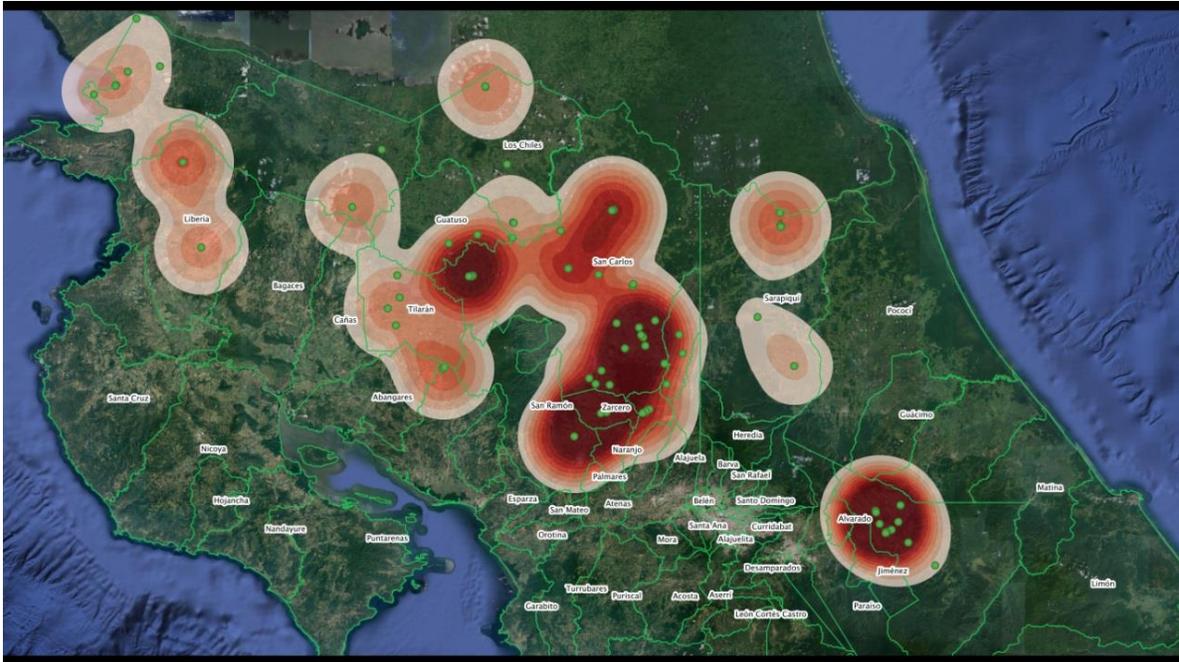


Figura 21. Mapa de calor de la distribución de las 81 lecherías con mayor volumen de compra en la empresa ABA.

Con la misma información que se realizó el mapa, se hizo un gráfico que representa cuantitativamente las fincas ubicadas por zona geográfica (Figura 22). Esto permite la identificación de zonas frías y calientes en cuanto a cantidad de fincas de una manera gráfica.

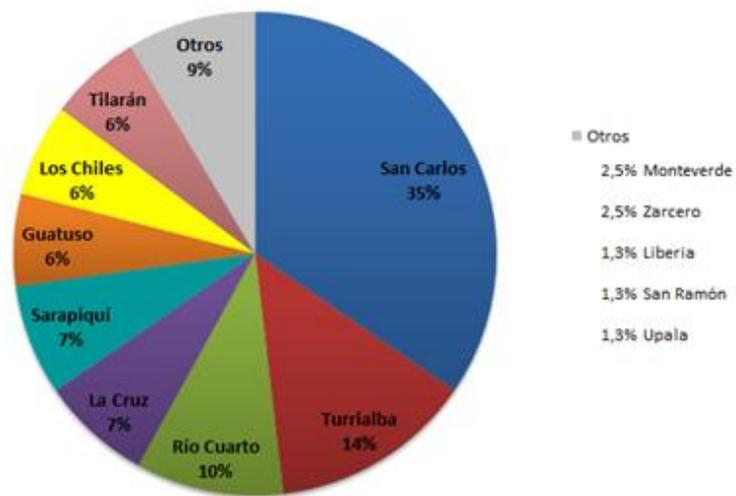


Figura 22. Distribución de cantidad de fincas por zona de las 81 lecherías con mayor volumen de compra en la empresa ABA.

Aunado a esto, se realizó otro gráfico pero esta vez con la distribución de volumen de alimento balanceado comercializado por zona (Figura 23). Se observa cómo las dos zonas con mayor cantidad de fincas siguen siendo las que encabezan el listado, sin embargo, la tercera zona con mayor volumen de compra es una diferente.

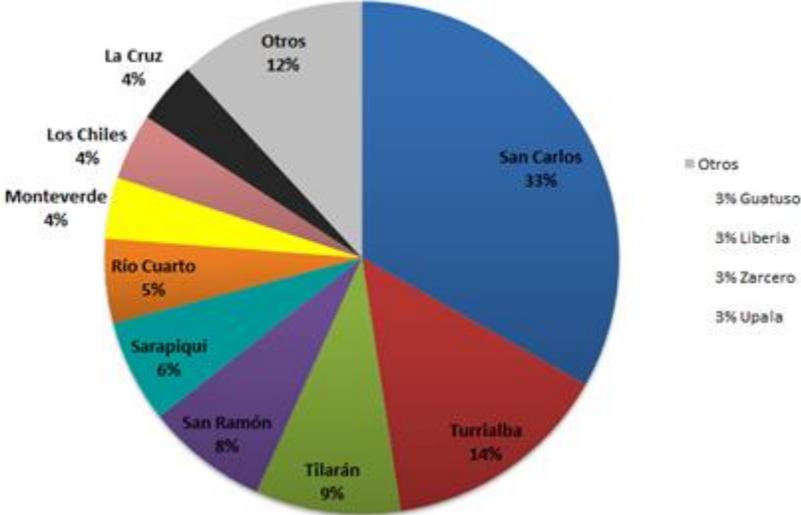


Figura 23. Distribución de volumen de alimento balanceado consumido por zona de las 81 lecherías con mayor volumen de compra en la empresa ABA.

## Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones.

#### 5.1.1. General.

El servicio de acompañamiento ofrecido por parte de la empresa ABA a sus clientes es fundamental en la estabilidad y crecimiento de sus ventas, ya que es considerado por los productores como un aspecto de gran importancia que brinda valor agregado a la hora de adquirir el alimento balanceado. De igual forma, se concluye que para las fincas evaluadas un cambio proveniente de la asistencia técnica de un profesional en Zootecnia, se paga de entre 11 a 60 días y genera ganancias de entre ₡39.101 a ₡557.619 mensuales. Esto depende de las características propias de la finca, las horas invertidas por el profesional, el impacto productivo obtenido y el mercado del producto final, lo cual es variable en todos los casos.

#### 5.1.2. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar).

1. Mejorar el manejo de pasturas representó un impacto económico de ₡3.764 más por ha/día. Se aumentó la carga animal debido a que la disponibilidad de biomasa lo permitía.
2. No llenar los requerimientos de consumo de materia seca en los animales significa una recuperación de condición corporal inadecuada durante la lactancia, lo que provoca problemas en los partos y futuras lactancias.
3. La disponibilidad de biomasa en los potreros permite cubrir la capacidad de consumo de los animales en producción, considerando la dieta actual.
4. Inclusión de alimentos más digestibles con tasas de degradación mayores en el rumen, permiten satisfacer los requerimientos de consumo de materia seca en los animales, lo que incrementará la producción.
5. Se proyecta una ganancia de ₡1.282 más por día debido a la inclusión de 10kgMF/vaca/día de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*).
6. Con esa ganancia extra, la finca tardaría 59,7 días para pagar la asistencia técnica del profesional en términos de costo mínimo por hora.

7. Es sumamente importante considerar los días de lactancia, debido a que pueden tener efectos directos sobre la producción de leche.

#### **5.1.3. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).**

1. El hecho de no realizar análisis de disponibilidad de biomasa impide conocer deficiencias o excedentes de pasto por épocas durante el año.
2. No llenar los requerimientos de consumo de materia seca en los animales significa una recuperación de condición corporal inadecuada durante la lactancia, lo que provoca problemas en los partos y futuras lactancias.
3. La disponibilidad de biomasa en los potreros no permite cubrir la capacidad de consumo de los animales en producción, considerando la dieta actual.
4. Estrategia de alimentación estratificada por grupos, permitió incrementar la producción a 6,35 kg/vaca/día en promedio y mejorar la calidad láctea, lo que significó un incremento de ₡2.902 más por ha/día al término de dos meses de aplicados los cambios.
5. Con esa ganancia extra, la finca duraría 11 días aproximadamente para pagar la asistencia técnica en términos de costo mínimo por hora profesional.

#### **5.1.4. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez).**

1. No realizar análisis de suelos, bromatológicos y de leche, evitan una mejora constante de las lecherías, ya que brinda información para la toma de decisiones o análisis de estrategias con respaldo sólido.
2. La disponibilidad de biomasa en los potreros permite cubrir la capacidad de consumo de los animales en producción, considerando la dieta actual.
3. Se proyecta una ganancia de ₡6.829 más por día en las ventas de queso debido a la inclusión de 1kg MS/vaca/día de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) al aumentar la producción en 1kg de leche/vaca/día en promedio. Se considera que se incrementaría esa ganancia al utilizar también concentrado.
4. Con ese ingreso extra, la finca duraría 11,2 días aproximadamente para pagar la asistencia técnica en términos de costo mínimo por hora profesional.

#### **5.1.5. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán).**

1. La deficiencia de registros e información impiden conocer el estado actual de la finca y cómo encaminarla hacia una mayor rentabilidad.
2. La disponibilidad de biomasa en los potreros permite cubrir la capacidad de consumo de los animales en producción, considerando la dieta actual.
3. Balance catión-anión y % de calcio en la dieta ofrecida para las vacas en período pre-parto, estimulan la hipocalcemia, la cual es una situación común en la finca.
4. Brindar el mismo manejo que se le da a las vacas en producción para las vacas pre-parto, evita el éxito durante y después del parto, además de las siguientes lactancias.

#### **5.1.6. Otras actividades.**

1. La mayoría de los clientes entrevistados eligen comprar concentrado por tener precios accesibles, seguido de una buena calidad del alimento a través del tiempo.
2. El 100% de los clientes entrevistados considera el servicio como muy importante a la hora de comprar concentrado.
3. Incluir el servicio de asistencia técnica por compra de alimento balanceado es muy importante para la mayoría de los clientes.
4. El aspecto más positivo que resaltan los clientes sobre el servicio en general brindado por ABA es la puntualidad y responsabilidad con las entregas de concentrado.
5. Tener mayor disponibilidad de asistencia técnica en las fincas es el punto más recomendado por parte de los clientes.
6. San Carlos, Turrialba y Río Cuarto son las zonas con mayor cantidad de lecherías con volúmenes altos de compra de concentrado, mientras que Upala, Liberia y San Ramón las de menor cantidad, de acuerdo a las zonas evaluadas.
7. San Carlos, Turrialba y Tilarán son las zonas con mayor consumo de concentrado, mientras que Upala, Liberia y Guatuso las de menor consumo, de acuerdo a las zonas evaluadas.

## **5.2. Recomendaciones.**

### **5.2.1. Finca GoSa Los Laureles (Sr. Marco Gómez Salazar).**

1. Mantener un constante monitoreo de disponibilidad de biomasa debido a que el sistema intensivo de carga animal que se utiliza así lo requiere.
2. Inclusión de 10 kg MF/vaca/día de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), lo que incrementará la producción y rentabilidad de la finca, además de la condición corporal de los animales.
3. Continuar con el sistema de registro de información que se ha llevado hasta ahora.

### **5.2.2. Finca La Rosa (Sr. Juan Rodríguez).**

1. Mantener un constante monitoreo de disponibilidad de biomasa a través del año donde se identifiquen épocas de escases y abundancia de pasto, lo que permitiría aplicar métodos de conservación de forraje que disminuirían los problemas de faltante de pasto.
2. Mantener la estratificación de vacas como una estrategia alimenticia en la finca, supervisado constantemente por el nutricionista.
3. Actualización de los días de lactancia constante en los registros para permitir el análisis del efecto causado por cambios en las estrategias alimenticias aplicadas.

### **5.2.3. Finca Lilliana (Sr. Adrián Hidalgo Víquez).**

1. Realizar análisis de suelos, bromatológicos y de leche con mayor regularidad.
2. Inclusión de al menos 1 kg MS/vaca/día de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o en su defecto 1 kg MS/vaca/día de concentrado, lo que permitirá aumentar la productividad.
3. Mantener un constante monitoreo de disponibilidad de biomasa debido a que la carga animal está muy ajustada al límite de pasto disponible.
4. Aplicar el encalado con carbonato de calcio en proporción de 1 ton/ha en la “sección 2 mejorada” y el programa de fertilización brindado en las dos áreas muestreadas para volver a analizar dentro de 6 meses para medir la respuesta.

5. Efectuar pruebas para mastitis como california y fondo negro, así como el pre-sellado y el correcto lavado de equipo, además de mejorar las condiciones del camino a los potreros.
6. Realizar el análisis de factor anticancerígeno para poder incluirlo en el etiquetado del producto final.

#### **5.2.4. Finca Marsella (Sr. Rosario Jiménez Guzmán).**

1. Registrar al menos la información productiva y reproductiva que acontece en la finca.
2. Invertir en compra de pesadoras para leche.
3. Utilizar concentrado pre-parto y eliminar la inclusión de melaza durante el período seco.
4. Separar las vacas secas y prontas del grupo de producción, para diferenciar la dieta, evitar el estímulo de ordeño y mejorar la atención del parto.
5. Estimar los valores de fósforo y magnesio en la dieta de las vacas secas para evitar la hipocalcemia derivada de un mal balance de estos elementos.

#### **5.2.5. Otras actividades.**

1. Poner especial atención a los factores mencionados por los clientes como los más importantes a la hora de comprar concentrado, debido a que se pueden crear estrategias de mercado con esa información.
2. Estudiar el apartado de “recomendaciones” realizadas por los clientes entrevistados, con la finalidad de mejorar el servicio ofrecido por la empresa.
3. Identificar las zonas con mayor y menor impacto en cuanto a número de fincas y consumo de alimento balanceado.
4. Estudiar los principales factores que generan actualmente que en algunas zonas se venda más concentrado que en otras.

## Referencias

- Aguilar-González, M; Buitrón, G; Shimada-Miyasaka, A; Mora-Izaguirre, O. 2016. Estado actual de los sistemas bioelectroquímicos: factibilidad de su uso para aumentar la producción ruminal de propionato. *Agrociencia* 50(2): 149-166.
- Albornoz, L; Albornoz, J; Cruz, J; Fidalgo, L; Espino, L; Morales, M; Ruprecht, G; Piaggio, J; Verdes, J. 2017. Estudio comparativo de los niveles de Calcio, Fosforo y Magnesio durante el parto en vacas lecheras en diferentes sistemas de producción en Uruguay y España. *Veterinaria Montevideo* 53(205): 5-12.
- Almada, A. 2008. Acidosis ruminal aguda (clínica) y crónica (subclínica). *Feedlot Actual* 5(1): 1-6.
- Álvarez, A; Del Corral, J. 2008. ¿Ineficiencia o diferencias tecnológicas en el sector lechero?. *Economía Aplicada* 48(16): 68-88.
- Álvarez, D; Salas, M; Franco, G; Figueroa, E. 2018. Condición corporal y su relación con la producción de leche y el número de servicios por preñez en vacas Holstein. *Anales Científicos* 79(2): 473-476.
- Arce, C; Aranda, M; Osorio, M; González, R; Díaz, P; Hinojosa, J. 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1): 83-91.
- Arce, L. 2018. Práctica laboral y profesional en el Programa de Transferencia Tecnológica (PTT) del AV Dos Pinos en Venecia, San Carlos, enfocado en la evaluación del manejo nutricional de la transición vaca lactante-vaca seca y valoración del manejo de pasturas en las fincas de los asociados. Práctica de Bachillerato. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Arias, M; Lammoglia, M; Daniel-Rentería, I; Marini, P. 2018. Impacto de la condición corporal sobre la fertilidad en vacas de la provincia de Pastaza-Ecuador. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 7(11): 1967-1976.
- Blowey, R; Edmondson, P. 2010. *Mastitis Control in Dairy Herds*. 2nd Edition. CABI, Oxfordshire, UK. 154 p.

- Boschini-Figueroa, C; Pineda-Cordero, L. 2016. Ensilaje de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* o *Kikuyuocloa clandestina*) fermentado con tres aditivos. *Agronomía Mesoamericana* 27(1).
- Brenes, C; Vargas, J; Abarca, S. 2013. Modelado de un sistema de información para el manejo de lecherías en el cantón de Turrialba, Costa Rica. *Revista Intersedes* 14(29): 41-55.
- Bretschneider, G. 2016. Acidosis Ruminal en el Ganado Lechero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. Consultado el 25 de abril de 2018. Disponible en [http://produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/metabolicas/metabolicas\\_bovinos/46-acidosis\\_ruminal\\_2009.pdf](http://produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/metabolicas/metabolicas_bovinos/46-acidosis_ruminal_2009.pdf)
- Campo, Y; Valero, J; Gómez, M. 2015. Evaluación de ensilajes a partir de residuos de post-cosecha de arroz tratados con bacterias ácido lácticas. *Revista Alimentos Hoy* 23(36): 62-74.
- Campos, C. 2017a. Estrategias de alimentación en vacas secas. Manejo Integral del Recurso Alimenticio AZ-4107, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
- Campos, C. 2017b. Análisis fermentativos para evaluar la calidad de los ensilajes. Nutrición Animal AZ-3201, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
- Campos-Granados, C; Rojas-Bourrillon, A; Martínez-Machado, A. 2015. Digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro de 9 forrajes de piso utilizados en lecherías de altura y de bajura en Costa Rica. *Memorias Congreso Nacional Lechero*. p. 3.
- Campos-Granados, C; Rojas-Bourrillon, A; Martínez-Machado, A. 2016. Digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro de 8 forrajes de corte utilizados en lecherías de altura y de bajura en Costa Rica. *Memorias Congreso Nacional Lechero*. p. 3.
- Carizi, V; Garzón, J; Alvarado, J; Marini, P. 2019. Condición corporal y su relación con producción láctea, reproducción y perfil metabólico en vacas lecheras del trópico boliviano. *RIVEP* 30(1): 107-118.
- Carmona, G. 2009. El impacto de las enfermedades metabólicas sobre la reproducción en Ganado de Leche. Congreso Lechero Nacional, Costa Rica. Consultado el 11 de

mayo de 2018. Disponible en <http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2009/Impacto-EM-sobre-REP-FINAL-nov-09.pdf>

Carvalho, I; Guimaraes, F; Moreira, A; Rodrigues, L; Albuquerque, M; Rodrigues, J; Villaca, J; Ferreira, A; Alves, A. 2018. Coproductos de la industria de etanol de maíz en la alimentación de rumiantes. PUBVET 12(11): 1-7.

Castillo, A; Hidalgo, M. 2016. Caracterización de un sistema de pastoreo rotacional intensivo con pasto Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087) y Cayman (*Brachiaria* híbrido CIAT BR02/1752) (en línea). Tesis de Licenciatura. Zamorano, Honduras. Consultado 18 abr. 2019. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5943/1/CPA-2016-T023.pdf>

Castillo-Badilla, G; Vargas-Leitón, B; Hueckmann-Voss, F; Romero-Zúñiga, J. 2019. Factors that affect the production in first lactation of dairy cattle of Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 30(1): 209-227.

Castillo-López, E; Domínguez-Ordóñez, M. 2019. Factors affecting the ruminal microbial composition and methods to determine microbial protein yield. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10(1): 120-148.

Castro, S; Galvis, R; López, A; Giraldo, J. 2017. Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el período de transición a la lactancia sobre actividad ovárica y desempeño reproductivo en vacas Holstein. *Revista Lasallista de Investigación* 14(2): 30-40.

CIAGro (Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica). 2019. Normativa (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 20 oct. 2019. Disponible en <http://www.ing-agronomos.or.cr/>

Climate-data. 2019. América del Norte, Costa Rica (en línea). Consultado 20 oct. 2019. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-norte/costa-rica-43/>

Cobos, M. 2004. 4 técnicas de ensilaje y construcción de silos forrajeros. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), México.

- Condren, S; Kelly, A; Lynch, M; Boland, T; Whelan, S; Grace, C; Rajauria, G; Pierce, K. 2019. The effect of by-product inclusion and concentrate feeding rate on milk production and composition, pasture dry matter intake, and nitrogen excretion of mid-late lactation springcalving cows grazing a perennial ryegrass-based pasture. *Journal of Dairy Science* 102(2): 1-10.
- Dale, A; Hunter, B; Law, R; Gordon, A; Ferris, C. 2016. The effect of early lactation concentrate build-up strategy on milk production, reproductive performance and health of dairy cows. *Livestock Science* 184: 103-111.
- Díaz, B; Iglesias, A; Valiño, E. 2014. Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes bacterianos nativos para ensilajes. *Revista Ciencia y Agricultura* 11(1): 17-25.
- Elizondo-Salazar, J. 2015. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica. *Agron. Mesoam.* 26(1): 27-32.
- Espinoza, I; Montenegro, L; Torres, C; López, R; García, Y. 2015. Efecto de inoculantes microbianos sobre las características químicas y fermentativas de ensilajes de maíz forrajero. *Espamciencia* 6(1): 15-21.
- Fernández, J; Tarazona, G. 2015. Factores que Influyen en la composición de la leche en el sector el Retorno, Parroquia Sabanilla, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe - Ecuador. *Revista Politécnica* 36(2): 2-10.
- Garcés, A; Berrio, R; Ruiz, A; Serna de León, J; Builes, A. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Rev. Lasallista. Inv.* 1: 66-71.
- García, K; Campos, G; Giraldo, P. 2016. Suplementación vitamínica y mineral como estrategia para reducir la incidencia de cetosis bovina en el trópico bajo. *Rev. Colombiana de Ciencia Animal* 8(2): 204-213.
- González, J. 2013. Situación actual y perspectivas del sector lácteo costarricense (en línea). Congreso Nacional Lechero 2013. San Carlos, Costa Rica. Consultado 30 mar. 2019. Disponible en [http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2013/Situacion\\_actual\\_y\\_perspectivas\\_del\\_sector\\_lacteo\\_a\\_nivel\\_nacional\\_Vision\\_de\\_la\\_Camara\\_Lic\\_Jorge\\_Manuel\\_Gonzalez\\_Echeverria\\_Costa\\_Rica.pdf](http://www.proleche.com/recursos/documentos/congreso2013/Situacion_actual_y_perspectivas_del_sector_lacteo_a_nivel_nacional_Vision_de_la_Camara_Lic_Jorge_Manuel_Gonzalez_Echeverria_Costa_Rica.pdf)

- González, R; González, J; Peña, B; Moreno, A; Reye, J. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerros de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios* 40(1): 561-569.
- Granja, S; Ribeiro, J; Toro, G; Rivera, C; Machado, M; Manrique, A. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. *Revista electrónica de Veterinaria* 13(1): 1-11.
- Grigera, J; Bargo, F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. *Elanco Animal Health*. Consultado el 08 de mayo de 2018. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/45-cc\\_lecheras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf)
- Gutiérrez, F; Rocha, R; Portilla, A; Ruales, B. 2019. Efecto de la suplementación en vacas de pastoreo sobre la producción, eficiencia del uso y costo beneficio. *Siembra* 6(1): 15-23.
- Heuwieser, W. 2012. Balance energético negativo y cetosis subclínica y su relación con la salud y reproducción de los animales. ¿Qué puede hacer en la práctica?. *Bayer Azul y Verde* 4: 2-14.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2015. IV Censo Nacional Agropecuario (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 30 mar. 2019. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/U40-10581.pdf>
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2018. Costa Rica en cifras (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 30 mar. 2019. Disponible en <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/recostraricaencifras2018.pdf>
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). 2017. Manual de manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería de engorde (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 30 mar. 2019. Disponible en <https://fundecooperacion.org/wp-content/uploads/2018/05/Manual-de-manejo-sistemas-intensivos-sostenibles-de-ganaderia-de-engorde.pdf>

- Iñamagua-Uyaguari, J; Jenet, A; Alarcón-Guerra, L; Vilchez-Mendoza, S; Casasola-Coto, F; Wattiaux, M. 2015. Environmental and economic impacts of feeding strategies in Costa Rican dairy farms. *Agronomía Mesoamericana* 27(1): 1-17.
- Jones, R. 2017. The effects of feed additives in beef finishing systems and the effect of rumen degradable protein supplementation in corn residue grazing systems with the use of distillers on growth performance (en línea). Tesis de Maestría. University of Nebraska-Lincoln. Consultado 18 abr. 2019. Disponible en [https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1167&context=animalsci\\_diss](https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1167&context=animalsci_diss)
- Kurtz, D; Ligier, H; Navarro, R; Sampedro, D; Calvi, M; Bendersky, D. 2015. Superficie ganadera y carga animal en Corrientes. *Noticias y Comentarios del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* (528): 1-5.
- LAA-TEC (Laboratorio de Análisis Agronómicos del Tecnológico de Costa Rica). 2019. Análisis de suelo. Santa Clara de San Carlos, Costa Rica.
- LAC-Dos Pinos (Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.). 2019a. Análisis de leche cruda. El Coyol de Alajuela, Costa Rica.
- LAC-Dos Pinos (Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.). 2019b. Análisis bromatológico. El Coyol de Alajuela, Costa Rica.
- LCL Valenciano (Laboratorio de Calidad de Leche Lácteos Valenciano). 2019. Análisis de leche cruda. Venado de San Carlos, Costa Rica.
- Ledea-Rodríguez, J; Ray-Ramírez, J; LaO-León, O; Reyes-Pérez, J. 2018. Degradabilidad ruminal de la materia orgánica de variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a sequía. *Agronomía Mesoamericana*. 29(2): 375-387.
- Lin, L; Yang, C; Xie, Z; Zhang, Y. 2017. A high-concentrate diet induced milk fat decline via glucagon-mediated activation of amp-activated protein kinase in dairy cows. *Nature Scientific Reports* 7: 44217.

- Londoño, J; Mahecha, L; Angulo, A. 2019. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. Revista Colombiana de Ciencia Animal 11(1): 28-41.
- López, F. 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Universidad del Cauca 4(1): 77-86.
- López, O; Tinajero, P; López, O; Mendoza, M; Roldán, M; Vite, A; Ruíz, F. 2017. Relaciones entre calcio, ácidos grasos no esterificados, e insulina sanguínea en parto y leche bovina perdida en el inicio de la lactancia. Nova Scientia 9(19): 306-328.
- López-Herrera, M; Wing-Ching, R; Rojas-Bourrillon, A; Rodríguez-Chacón, S. 2014. Valor nutricional del ensilaje de rastrojo de piña con niveles crecientes de urea. Nutrición Animal Tropical 8(1): 1-20.
- Macaya-Quirós, S; Rojas-Bourrillón, A. 2009. Uso de granos secos con solubles (DDGS) provenientes de la destilería del maíz en suplementos para vacas lactantes en pastoreo de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*). Agronomía Costarricense 33(2): 237-248.
- Macías-Rioseco, M; Armendano, J; Costa, R; Fraga, M; Caffarena, R; Aráoz, V; Pla, M; Giannitti, F; Riet-Correa, F. 2018. Caída en la producción láctea, signos respiratorios agudos y muertes asociadas a estrés calórico en bovinos lecheros de Uruguay. SMVU 54(209): 4-8.
- Marín, A; Baldissera, T; Pinto, C; Garagorry, F; Zubieta, A; Giraldo, L; Chirinda, N; Arango, J; Carvalho, P. 2017. Una innovación en el manejo del pastoreo como estrategia para mejorar la producción animal y reducir las emisiones de GEI (en línea). CCAFS Info Note. Wageningen, Holanda. Consultado 18 abr. 2019. Disponible en [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89804/InfoNote\\_RotaninuosStocking\\_ES.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89804/InfoNote_RotaninuosStocking_ES.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Martínez, P. 2007. Descripción y evaluación económica de los sistemas de producción: Pastoreo, semi-estabulado y estabulado en una muestra de fincas lecheras asociadas a Dos Pinos de la Zona Norte, Costa Rica (en línea). Tesis de

Licenciatura. Zamorano, Honduras. Consultado 18 abr. 2019. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/463/1/AGN-2007-T013.pdf>

- Martins, C; Arcari, M; Welter, K; Netto, A; Oliveira, C; Santos, M. 2015. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. *Journal of Dairy Science* 98(4): 2650-2661.
- Mina, M; Ramos, F; Cordero, A; Contreras, J; Curasma, J; Tunque, M. 2018. Niveles de urea y agua sobre la composición bromatológica del heno de avena (*Avena sativa* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 29(3): 743-755.
- Morales-Almaráz, E; Domínguez-Vara, I; Mejía-Uribe, L; Cruz-Monterrosa, R; Jiménez-Guzmán, J; Vieyra-Alberto, R. 2018. Efecto del tipo de alimentación sobre la composición de ácidos grasos en leche de vaca. *AGROProductividad* 11(11): 21-31.
- Moscoso, J; Franco, F; San Martín, F; Olazábal, J; Chino, L; Pinares-Patiño, C. 2017. Producción de Metano en Vacunos al Pastoreo Suplementados con Ensilado, Concentrado y Taninos en el Altiplano Peruano en Época Seca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 28(4): 822-833.
- Muñoz, C; Hube, S; Morales, J; Yan, T; Ungerfeld, E. 2016. Effects of concentrate supplementation on enteric methane emissions and milk production of grazing dairy cows. *Livestock Science* 175: 37-46.
- NRC (National Research Council). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington, Estados Unidos.
- Ordaz, R; Pérez, T; Ordaz, R; Martínez, G; Montiel, J; Aranda, A; Flores, A. 2017. Relaciones entre calcio, ácidos grasos no esterificados, e insulina sanguínea en parto y leche bovina perdida en el inicio de la lactancia. *Nova Scientia* 9(19): 306-328.
- Orozco-Barrantes, J; Barboza-Arias, L. 2018. Innovación y crecimiento inclusivo en Costa Rica: el caso del sector lácteo. *Revista de Política Económica y Desarrollo Sostenible* 4(1): 1-20.

- Patty-Quispe, M; Loza-Murguía, M; Achu-Nina, C; Rojas-Pardo, A; Chura-Limachi, F; Quispe-Paxipati, C. 2017. Evaluación del efecto de suplemento de heno fortificado y concentrado en la producción de leche de bovinos (*Bos taurus*) durante la época seca en la comunidad Achaca-Tiahuanacu. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4(1): 13-37.
- Petres, C; Mujica, F; Uribe, H. 2015. Influencia de la época de parto sobre la producción y calidad de leche de un predio con estabulación completa en la Región de los Ríos, Chile. *Agro Sur* 43(1): 61-66.
- Pizzio, R; Bendersky, D. 2014. Metodología de muestreo de vegetación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. Consultado el 25 de abril de 2018. Disponible en <https://fcvinta.files.wordpress.com/2014/08/medicion-de-la-vegetacion3b3n-3.pdf>
- Purcell, P; Law, R; Gordon, A; McGettrick, S; Ferris, C. 2016. Effect of concentrate feeding method on the performance of dairy cows in early to mid lactation. *Journal of Dairy Science* 99(4): 2811-2824.
- Ray, J; Benites, D; García, R; Senra, A. 2014. Estrategias de manejo de pastoreo racional para la producción de leche a partir de pastos tropicales. *Revista de Producción Animal* 26(2).
- Rebollar, S; Rebollar, A; Gómez, G; González, F. 2017. Optimización de la producción de leche en vacas pardo suizo suplementadas con concentrado. *Revista Mexicana de Agronegocios* 41: 1-12.
- Reyes, J; Martín, P; Gálvez, M; Rey, S; Capdevila, J; Noda, A; Redilla, C. 2014. Comportamiento productivo de vacas mestizas Siboney, en condiciones de estabulación en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 19(1): 41-51.
- Rodríguez, J; Arroqui, M; Mangudo, P; Toloza, J; Jatip, D; Rodríguez, J; Zunino, A; Mateos, C; Machado, C. 2017. Revisión y análisis de técnicas y métodos computacionales para la evaluación de la condición corporal en vacas. Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO), IX Congreso Argentino de AgroInformática, Córdoba.

- Rojas-Bourrillón, A. 2010. Sistemas de Alimentación Bovina. Nutrición de Rumiantes AZ-4105. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.
- Rugoho, I; Cheng, L; Aizimu, W; Bryant, R; Edwards, G. 2016. Effects of post-grazing herbage height and concentrate feeding on milk production and major milk fatty acids of dairy cows in mid-lactation. *Grass and Forage Science* 72(2): 211-219.
- Saborío-Montero, A. 2015. Enfermedades metabólicas y su impacto en la productividad del ganado lechero (en línea). Centro de Investigación en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica. Consultado el viernes 11 de mayo de 2018. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UKGD-WF-3zsJ:www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-11-02-22-02-37/documentos-de-descarga/Charlas%20XXX%20Aniversario/Ing.%20Alejandro%20Sabor%20C3%20Do.%20Enfermedades%20metab%20C3%20B3licas%20y%20su%20impacto%20sobre%20la%20productividad%20del%20ganado%20lechero..pdf/download+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=cr>
- Saborío-Montero, A; Sánchez-González, J. 2014. Evaluación de la condición corporal en un hato de vacas Jersey en pastoreo en la zona alta de Cartago. Variaciones durante el ciclo productivo. *Agronomía Costarricense* 38(1): 55-65.
- Saborío-Montero, A; Sánchez-González, J; Vargas-Camacho, M. 2017. Dinámica de la concentración de calcio sanguíneo durante el parto y su relación con producción y reproducción en un hato de vacas Jersey. *Agronomía Costarricense* 41(2): 7-16.
- Sánchez-González, J; Saborío-Montero, A. 2014a. Hipocalcemia e hipomagnesemia en un hato de vacas Holstein, Jersey y Guernsey en pastoreo. *Agronomía Costarricense* 38(2): 55-65.
- Sánchez-González, J; Saborío-Montero, A. 2014b. Prevalencia de hipocalcemia en cuatro hatos Jersey en pastoreo en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 38(2): 33-41.
- Sarkar, S; Poon, J; Lepage, E; Bilecki, L; Girard, B. 2017. Enabling a sustainable and prosperous future through science and innovation in the bioeconomy at agriculture and agri-food Canada. *New Biotechnology* 40(A): 70-75.

- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2018. Informe de gestión del sector agropecuario y rural (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 30 mar. 2019. Disponible en [http://www.sepsa.go.cr/docs/2018-005-Informe\\_Gestion\\_Sector\\_Agropecuario\\_2014-2018.pdf](http://www.sepsa.go.cr/docs/2018-005-Informe_Gestion_Sector_Agropecuario_2014-2018.pdf)
- Valdovinos, M; Espinoza, J; Velez, A. 2015. Innovación y eficiencia de unidades bovinas de doble propósito en Veracruz. Rev. Mexicana de Agronegocios 36: 1306-1314.
- Valencia, A; Hernández, A; López, L. 2011. El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve?. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana 24(2).
- Valencia, D. 2011 Determinación de producción forrajera para el ajuste de cargas animales en sistemas de rotación en la hacienda los Alpes utilizando como método un Botanal. Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia. Consultado el 25 de abril de 2018. Disponible en [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/408/1/Produccion\\_forraje\\_ra\\_cargas\\_animales\\_sistemas\\_rotacion.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/408/1/Produccion_forraje_ra_cargas_animales_sistemas_rotacion.pdf)
- Valenciaga, D; López, J; Galindo, J; Ruiz, T; Monteagudo, F. 2018. Cinética de degradación ruminal de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* recolectados en la región oriental de Cuba. Livestock Research for Rural Development 30(186).
- Vargas, B. 2000. Bioeconomic modeling to support management and breeding of dairy cows in Costa Rica. Wageningen, Holanda. 187 p.
- Vargas-Leitón, B; Solís-Guzmán, O; Sáenz-Segura, F; León-Hidalgo, H. 2015. Eficiencia técnica en hatos lecheros de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 26(1): 1-15.
- Vargas, O; Lasso, S; Gaitán, J; Corrales, J. 2016. Modelación de curvas de lactancia para producción de leche por parto en vacas Holstein en Boyacá, Colombia. Revista Colombiana de Zootecnia 2(4): 13-20.
- Vera, J; Roca, A; Curbelo, L; Flores de Valgas, A; Pedraza, R; Guevara, R. 2018. Incremento de la eficiencia bio-económica en un sistema lechero a pastoreo producto de cambios en su manejo. Ecuatoriana de Ciencia Animal 2(2): 81-90.
- Villalobos, L. 2017. Sistemas de pastoreo. Producción y uso de plantas forrajeras AZ-4109, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.

## Anexos

Anexo 1. Herramienta tipo encuesta aplicada con fines de caracterización de la finca.

<b>Datos de identificación de la finca</b>			
Nombre del productor:		Número de teléfono:	
Nombre de la finca:		Ubicación de la finca:	
<b>Factores climáticos y geográficos</b>			
Altitud (msnm):		Temperatura promedio (°C):	
Humedad promedio (%):		ITH promedio:	
Topografía: <input type="checkbox"/> Llano <input type="checkbox"/> Ligeramente quebrado <input type="checkbox"/> Muy quebrado		Precipitación anual (mm):	
<b>Producción</b>			
Enfoque productivo: <input type="checkbox"/> Lechería especializada de altura <input type="checkbox"/> Lechería especializada de bajura <input type="checkbox"/> Doble propósito			
Grado de intensificación: <input type="checkbox"/> Extensivo <input type="checkbox"/> Semiintensivo <input type="checkbox"/> Intensivo		Sistema de confinamiento: <input type="checkbox"/> Pastoreo <input type="checkbox"/> Semiestabulado <input type="checkbox"/> Estabulado	
Área dedicada a producción (ha):		Extensión total de la finca (ha):	
Grupo de vacas	Cantidad	Grupo de vacas	Cantidad
Producción		Novillas de reemplazo	
Secas		Terneritas	
Prontas		Toros reproductores	
Tipo de ordeño: <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico		Producción promedio (kg/vaca/día):	
Sólidos promedio (% ó kg):		Células somáticas promedio (células/mL):	
Conteo bacteriano en leche (UFC):		Costo de producción de 1kg de leche según el productor (¢/kg):	
Entrega de leche: <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Artesanal Cuál y hace cuánto trabaja con ese comprador:		Pago por la entrega de leche (¢/kg):  El pago es constante durante el año: Sí( <input type="checkbox"/> ) No ( <input type="checkbox"/> )	
<b>Registros</b>			
Qué tipo de registros lleva en su lechería: <input type="checkbox"/> Productivo <input type="checkbox"/> Reproductivo <input type="checkbox"/> Inventario <input type="checkbox"/> Otro, cuál:			

<b>Nutrición</b>		
Grupo de vacas	Dieta	
Producción (primera)		
Producción (segunda)		
Producción (tercera)		
Secas		
Prontas		
Novillas		
Terneras		
Precio de los subproductos que suplementa (puesto en finca) (¢/kg):		
<b>Manejo agronómico</b>		
Fertilización potreros de pastoreo (kg/ha):		Tipo de suelo:
Forrajes de piso (de mayor a menor incidencia dentro de la finca):		
Área dedicada a pastoreo (ha):	Número de apartos:	Días de rotación:
Forraje de corta	Área (m <sup>2</sup> )	Proceso desde la preparación del terreno hasta ofrecer en canoa (semilla, fertilizante, herbicidas, cosecha...)

Realiza análisis bromatológicos ( )No ( )Sí Periodicidad: Cuándo fue el último análisis:		Realiza medición de biomasa ( )No ( )Sí Periodicidad: Cuándo fue la última medición:	
Plagas más frecuentes	Producto usado	Malezas más frecuentes	Producto usado
<b>Reproducción</b>			
Tipo de reproducción: ( )Monta natural ( )Inseminación artificial		Técnicas aplicadas para detección de celo: ( )Observación ( )Ampolla	
Utiliza raza específica o cruce:		( )Collar ( )Otro:	
<b>Manejo sanitario</b>			
Realiza vacunación: ( ) No ( ) Sí			
Producto		Momento de aplicación	
Realiza desparasitación: ( ) No ( ) Sí			
Producto		Momento de aplicación	
<b>Enfermedades</b>			
Enfermedad (de mayor a menor frecuencia)		Tratamiento	

<b>Mano de obra</b>	
Número de trabajadores:	Salario o costo por trabajador:
<b>Agroindustrial ABA S.A.</b>	
Fecha en que empezó a implementar el concentrado para ganado lechero de ABA:	
Cuál concentrado utilizaba antes:	
Por qué cambió el concentrado:	
Además del concentrado, ha implementado cambios con respecto a cuando utilizaba el otro concentrado: ( ) No ( ) Sí, cuáles:	
Qué piensa sobre los rendimientos en general a partir de la implementación del concentrado ABA: ( ) Mejoraron ( ) Se han mantenido ( ) Han empeorado	
Está conforme con el servicio brindado por parte de ABA (calidad de concentrado, transporte y entrega, asesoría técnica, entre otros): ( ) Sí ( ) No, por qué:	
Cuáles aspectos considera que ABA podría mejorar para aumentar la calidad de su servicio:	
Históricamente, la lechería ha sufrido en algún momento, un evento o situación de gran impacto sobre la productividad o economía de la producción: ( ) No ( ) Sí, cuál y cuándo:	

Anexo 2. Herramienta tipo encuesta aplicada a los clientes de ABA.

Nombre del cliente:
1. ¿Cuál es la razón principal por la que usted decidió utilizar concentrados ABA?
2. ¿Usted considera que el servicio de transporte que brinda la empresa es? ( ) Muy importante ( ) Importante ( ) Poco importante
3. ¿Qué tan importante considera la asistencia técnica para su finca? ( ) Muy importante ( ) Importante ( ) Poco importante
4. ¿Algún aspecto positivo que usted quiera resaltar de la empresa?
5. ¿Alguna recomendación para mejorar el servicio brindado por la empresa en general?

Anexo 3. Análisis bromatológico para el pasto Kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) utilizado para realizar balances y evaluaciones en la finca La Rosa.

Componente	Dato
Materia seca (%)	13,20
Proteína (%)	22,90
FAD (%)	23,10
FND (%)	54,60
Lignina (%)	2,30
Extracto etéreo (%)	3,50
Cenizas (%)	11,90