



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE I**

**Optimización De La Ganadería Lechera De Honduras En Una  
Hacienda Del Trópico.**

**PRESENTADO POR:**

**21441232      MELISSA MONTOYA**

**21341195      AILEEN AGUILAR**

**ASESORES:**

**Ing. Roberto Rodríguez (asesor metodológico)**

**Ing. María Auxiliadora Amador (asesor temático)**

**Ing. Guillermo Lardizabal (asesor temático)**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**ABRIL, 2019**

## Resumen Ejecutivo

El objetivo principal del proyecto fue investigar cómo hacer más eficiente la ganadería lechera en el trópico de Honduras, analizando factores raciales, alimenticios y del manejo vacuno de una hacienda para obtener una producción más rentable a un menor costo generando mayores ingresos. Fue posible gracias al arduo trabajo que se invirtió mediante visitas, entrevistas, reuniones, llamadas, análisis y bastante investigación de parte de los integrantes del grupo y asesores. Todo ello para el cumplimiento exitoso de la investigación, considerando cada objetivo específico que se planteó. Se escogió una hacienda lechera que está situada en la zona del litoral atlántico (trópico bajo) de Honduras, en Mezapita, Arizona del departamento de Atlántida específicamente debido a que las ganaderías del trópico han afrontado momentos críticos por lo impredecibles que han sido sus fenómenos de cambio climático. Las desventajas se han presentado a la orden del día también para esa zona, como lo son el calor, moscas, garrapatas, virus o los climas irregulares considerados como factores que han perjudicado a los bovinos y por ende hacen que la producción disminuya. El tema de hacer más eficiente la ganadería lechera en esta zona fue el punto de partida ya que la ubicación del país presenta diversos retos que impactan diariamente a los productores del sector lechero. Para abordar ciertos de estos inconvenientes se plantearon objetivos específicos que consistían en escoger la raza ideal para el trópico, determinar la mezcla ideal de alimento a un costo mínimo y analizar una nueva técnica de pastoreo moderna que permitiera el aprovechamiento del ganado. Para lograr el primer objetivo específico se utilizó el método de ponderación de factores. Después se analizaron diversos factores y se obtuvo el fundamento numérico en base a la calificación de pesos compuestos se determinó que la raza ideal para el trópico es la Jersey con un 9% de diferencia en cuanto a la Holstein, partiendo de esos resultados y en base a lo que se indagó mediante las entrevistas realizadas a los expertos se llegó a la conclusión que el encaste es la que mejor se adapta y se caracterizan por tener buen tamaño y capacidad productiva de leche. Para el cumplimiento del segundo objetivo se elaboró un modelo de programación lineal utilizando los forrajes de maíz, cuba 22 y heno que consume el ganado y se investigaron sus niveles de proteína

y fibra por libra de forraje, así como sus costos. Se determinó mediante el programa POM QM la solución para obtener un costo mínimo. La cantidad de libras de ensilaje de maíz, cuba 22 y heno recomendadas para realizar la mezcla de alimento fueron de 485, 400 y 400 libras respectivamente, esta mezcla permitirá conservar costos mínimos y cumplirá con los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras según el alcance del programa. Por último se realizó un análisis para la implementación de la técnica de pastoreo intensivo racional en la hacienda presentando como ventaja al pastoreo tradicional. También se sugiere el método semi-estabulado que es el combinado entre potreros y establo y se concluye que lo ideal sería distribuir doce horas en el establo (5:00am – 5:00 pm) y doce horas en los potreros (5:00 pm – 5:00 am). Estos últimos métodos de pastoreo fueron elegidos en función de obtener el mayor rendimiento del ganado.

# Índice

Resumen Ejecutivo.....	5
Glosario .....	9
I. Introducción .....	15
II. Planteamiento del Problema .....	16
2.1. Antecedentes .....	16
2.2. Definición del problema.....	17
2.3. Preguntas de Investigación .....	18
2.4. Objetivos .....	18
2.4.1. Objetivo General .....	18
2.4.2. Objetivos Específicos.....	18
2.5. Justificación.....	19
III. Marco Teórico .....	20
3.1. Nutrición Animal .....	20
3.1.2. Pilares de la Ganadería .....	20
3.1.3. Requerimientos nutritivos de vacas lecheras .....	21
3.1.4. Eficiencia alimentaria en el ganado .....	21
3.1.5. Características propias del animal .....	22
3.1.6. Características del alimento suministrado a las vacas.....	23
3.1.7. Efectos del manejo.....	23
3.1.8. Efecto de las condiciones climáticas.....	23
3.1.9. Consejos para el programa de Alimentación .....	24
3.1.10. ¿Cómo optimizar el uso de equipos para elaborar forraje de calidad?.....	25
3.1.11. ¿Cómo se elaboran forrajes y cómo se logra tener suficiente alimento durante el año para los hatos de ganado?.....	25
3.2. Manejo Animal.....	25
3.2.1. Semi-estabulación.....	26
3.3. Sobre la sanidad .....	27
3.4. Sobre la genética.....	27
3.4.1. Inseminación Artificial.....	27

3.4.2. Transferencia de Embriones .....	28
3.4.3. Apareamiento programado .....	28
3.4.4. Importación y Exportación.....	29
3.5. Sobre razas.....	29
3.5.1. Raza Holstein.....	29
3.5.2. Raza Jersey.....	30
3.5.3. Raza Gyr .....	30
3.5.4. Método de Ponderación de Factores .....	30
3.5.5. Programación Lineal .....	31
IV. Metodología.....	31
4.1. Enfoque y Métodos.....	31
4.2. Población y muestra.....	31
4.2.1. Población.....	31
4.2.2. Muestra.....	31
4.3. Técnicas e instrumentos aplicados .....	31
4.4. Unidad de Análisis.....	32
4.5. Métodos para la recolección de datos.....	32
4.5.1 Observación .....	32
4.5.2. Entrevista .....	32
4.5.3. Formato de observación .....	34
V. Resultados y Análisis.....	36
5.1. Método de Ponderación de Factores .....	36
5.1.2. Selección de la raza de ganado .....	37
5.1.3. Análisis del problema utilizando el método de factores ponderados .....	39
5.1.4. Modelo de programación lineal.....	40
5.1.5. Análisis del aprovechamiento del ganado por medio de los métodos de pastoreo racional intensivo y semi-estabulación.....	45
5.1.6. Semi-estabulado .....	45
5.1.7. Pastoreo racional intensivo.....	45
VI. Conclusiones .....	47
VII. Recomendaciones.....	49
IX. Referencias Bibliográficas .....	50
X. Anexos.....	52

## Glosario

- 1) agropecuario:** califica a aquel o aquello que tiene vínculo con la ganadería y con la agricultura.
- 2) alfalfa:** Se emplea con referencia a la mielga cultivada con fines de forraje.
- 3) anaplasmosis:** La enfermedad en el ganado es causada por la infección con la bacteria *Anaplasma marginale*, que infecta y conduce a la muerte de las células rojas de la sangre en el animal.
- 4) arveja:** Planta de tallos inclinados, rastreros o trepadores, flores de color púrpura y rosa, dispuestas por parejas o solitarias en la articulación del tallo y el pecíolo de la hoja, y fruto en legumbre que se da como pienso al ganado.
- 5) automatizada:** Aplicar máquinas o procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.
- 6) bávaros:** Relativo a Baviera, región de Alemania, o a sus habitantes.
- 7) bovinos:** De la vaca, el toro o el buey, o relacionado con ellos.
- 8) calórico:** Del calor o relacionado con él.
- 9) cebada:** Planta cereal forrajera, muy parecida al trigo, de espigas prolongadas, flexibles, algo arqueadas y semilla alargada y puntiaguda.
- 10) cebuino:** que presentan sobresaliente fertilidad, habilidad maternal, precocidad sexual y productiva, excelente capacidad de crecimiento.
- 11) celo:** Estado de excitación del apetito sexual en los animales.
- 12) concentrado:** Mezclas de alimentos que contengan índices elevados de determinadas sustancias pero que, por su composición, sólo garanticen la ración diaria asociados con otros piensos, por ejemplo, con forrajes.
- 13) confección:** Producción de una cosa material a partir de la combinación de sus componentes, especialmente las que requieren un trabajo manual, como prendas de vestir, comidas y bebidas, compuestos, etc.
- 14) confort:** Condiciones materiales que proporcionan bienestar o comodidad.
- 15) deficiencia:** Defecto o imperfección que tiene una cosa, especialmente por la carencia de algo.

- 16) destetar:** Hacer que deje de mamar la cría de un animal.
- 17) dieta:** Control o regulación de la cantidad y tipo de alimentos que toma una persona o un animal, generalmente con un fin específico.
- 18) digestibilidad:** Facilidad de un alimento para ser digerido.
- 19) diseminación:** Esparcimiento, dispersión de algo por distintos lugares.
- 20) disipar:** Hacer desaparecer una cosa de la vista poco a poco por la disgregación y dispersión de sus partes.
- 21) doble propósito:** tienen una producción de carne y leche de buena calidad.
- 22) eficiente:** Que cumple su misión o trabajo del modo deseado.
- 23) élite:** Que forman el núcleo más destacado de un grupo.
- 24) embriones:** El nuevo ser, antes de desarrollarse lo suficiente para que se conozcan sus caracteres distintivos, en los mamíferos.
- 25) encartuchadas:** Enrollar algo en forma de cartucho.
- 26) encaste:** Es utilizado por ganaderos de bovino, para hablar de la cruce de las terneras. Es también el mejoramiento genético de una raza bovina mediante cruzamiento, natural o por inseminación artificial, con un animal de la misma raza, u otra con características genéticas mejores a los animales a encastar.
- 27) energía:** Capacidad y fuerza para actuar física o mentalmente.
- 28) ensilaje:** El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del grano o del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos.
- 29) establo:** Recinto cubierto en el que se encierra el ganado para su descanso y alimentación.
- 30) estabulación:** Los animales están confinados en compartimentos algo más grande que ellos, llamados puestos. Por lo general, tienen libertad para levantarse y echarse pero no pueden desplazarse. Este sistema permite la limpieza, el ordeño y la alimentación manual o automatizada.
- 31) fecundar:** Unir o unirse el elemento reproductor masculino al femenino dando inicio al desarrollo de un nuevo ser vivo.
- 32) fenotipo:** La expresión variable de un genotipo en un cierto ambiente. El genotipo está formado por la totalidad de los genes de un individuo.
- 33) fertilidad:** La fertilidad es una cualidad que tiene todo ser viviente de procrear y de reproducirse.

**34) fibra:** Es la denominación de un componente alimenticio con características saludables. Aunque no son nutrientes, las fibras –presentes en legumbres, cereales, vegetales y frutas– contribuyen al desarrollo de funciones fisiológicas y mejoran la digestión.

**35) fisiológico:** Esta palabra indica, por lo tanto, que algo está relacionado con el funcionamiento biológico de los seres vivos.

**36) forraje:** Pasto o alimento herbáceo que consume el ganado.

**37) frisios:** Un grupo étnico de Europa, habitantes de una comarca conocida como Frisia.

**38) ganadería lechera:** El compuesto por las razas destinadas a la producción de leche.

**39) genética:** Es el área de estudio de la biología que busca comprender y explicar cómo se transmite la herencia biológica de generación en generación mediante el ADN.

**40) gestación:** Estado de la hembra de mamífero que lleva en el útero un embrión o un feto producto de la fecundación del óvulo por el espermatozoide.

**41) Girolando:** Es una raza de ganado originalmente creada en Brasil, que resulta del cruce entre la raza Friesland-Holstein (*Bos primigenius taurus*) y la raza Gyr (*Bos primigenius indicus*).

**42) glándula:** Órgano que se encarga de elaborar y segregar sustancias necesarias para el funcionamiento del organismo o que han de ser eliminadas por este.

**43) Gyr:** Una alternativa para mejorar la producción de leche en los climas cálidos, pues comparte las características de los ganados bos índicus como son su gran rusticidad, resistencia y alta adaptabilidad al medio tropical.

**44) Gyrsey:** El bovino que resulta del cruce de razas Gyr con Jersey.

**45) habas:** Planta herbácea leguminosa de hojas compuestas con hojuelas crasas, flores blancas o rosáceas y fruto en vaina.

**46) hacienda:** Es una finca ubicada fuera de la zona urbana (en el área rural) que se destina a la producción agropecuaria, especialmente agrícola, teniendo un tamaño grande y con enorme producción.

**47) hatos:** Sitio donde se instalan los pastores, fuera de las poblaciones, mientras están allí con el ganado.

**48) heno:** Hierba segada y seca que se usa para alimento del ganado.

**49) Holstein:** Es una raza vacuna procedente de la región frisosajona (Baja Sajonia y Schleswig-Holstein en Alemania, Frisia y Holanda del Norte en los Países Bajos), que destaca por su alta producción de leche, carne y su buena adaptabilidad.

**50) Jersey:** Es una raza de ganado vacuno británico productor de leche y carne, de pelaje marrón claro, es famosa por el alto contenido graso de su leche y por la docilidad de sus vacas.



**51) lácteos:** Productos hechos a partir de la leche o que derivan de la misma, como ser queso, yogurt, manteca, crema de leche.

**52) levante:** Nombre que se usa para designar al bovino que tiene una edad comprendida entre el destete y el principio de la ceba.

**53) litoral:** Constituye el área de transición entre los sistemas terrestres y los marinos.

**54) lote:** Conjunto de cosas que tienen características comunes y que se agrupan con un fin determinado.

**55) mamaria:** De las mamas femeninas, de las tetillas de los varones, o relativo a ellas.

**56) materia seca:** Materia seca o extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. Es una noción usada principalmente en biología y agricultura.

**57) mastitis:** Es un término médico que se refiere a la inflamación de la glándula mamaria de primates y la ubre en otros mamíferos. Se da por una obstrucción de los conductos de la leche.

**58) metabólico:** Relacionado con el metabolismo (el conjunto de todos los cambios químicos que ocurren en una célula o un organismo para producir la energía y los materiales básicos necesarios para importantes procesos vitales).

**59) mestizaje:** Es el encuentro biológico y cultural de etnias diferentes, en el que estas se mezclan, dando nacimiento a nuevas etnias y nuevos fenotipos.

**60) novillas:** Cría de la vaca que tiene dos o tres años.

**61) nutrientes:** Son elementos necesarios para realizar las funciones vitales de la célula a través de un proceso metabólico.

**62) obstrucción:** Cierre o estrechamiento de un conducto o un camino que impide o dificulta el paso por él.

**63) óptima:** Que es extraordinariamente bueno o el mejor, especialmente en lo que se refiere a las condiciones o características de una cosa, por lo cual resulta muy difícil o imposible encontrar algo más adecuado.

**64) ordeño:** Procedimiento para extraer la leche de la vaca o de otros animales por medios manuales o mecánicos presionando los pezones con la mano o con un mecanismo, imitando la forma en que lo realiza el ternero (becerro).

**65) parición:** Es el tiempo de parir del ganado.

**66) pastoreo intensivo rotacional:** Consiste en dividir toda el área de una pastura de manera que, mientras uno está ocupado, los demás permanecen en descanso. Este sistema tiene en

cuenta que el objetivo principal de la producción y utilización de los pastos es el incremento en la productividad de la finca, en general.

**67) pasturas:** Pasto para el ganado.

**68) pecuaria:** Se denomina pecuaria a aquella actividad relacionada con la producción de ganado, y forma un sector esencial dentro de las actividades agropecuarias, que a su vez se constituyen como actividades primarias dentro de la economía.

**69) peso vivo:** El peso que se toma en una balanza es el peso vivo.

**70) pezoneras:** Pieza redonda de distintas materias, con un hueco en el centro, que se usa para la succión de la leche.

**71) piroplasmosis:** Es una enfermedad parasitaria producida por protozoos hemáticos.

**72) plagas:** Las plagas son plantas, animales, insectos, microbios u otros organismos no deseados que interfieren con la actividad humana.

**73) potreros:** Es una meseta de extensión considerable. El potrero, en este sentido, cuenta con un extremo en elevación que sube hasta alcanzar terrenos superiores.

**74) precocidad:** Desde la perspectiva de la zoología, una especie es precoz cuando sus crías presentan casi desde el momento de su nacimiento habilidades y funciones esperadas en el ejemplar adulto.

**75) preñez:** Estado de la hembra que lleva en el útero un embrión o un feto.

**76) productiva:** Que produce o es capaz de producir.

**77) progenie:** Descendencia o conjunto de hijos de una persona.

**78) proliferación:** Reproducción o multiplicación de algún organismo vivo, especialmente de las células.

**79) proteína:** Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos que están unidos por un tipo de enlaces conocidos como enlaces peptídicos.

**80) receptora:** Receptor es aquel o aquello que recibe algo. El verbo recibir, por su parte, hace referencia a obtener, tomar, asumir o asimilar alguna cosa.

**81) rentable:** Que produce un beneficio que compensa la inversión o el esfuerzo que se ha hecho.

**82) robusta:** Que es regularmente grueso, de compleción fuerte y con buena salud.

**83) rumiantes:** Es un animal que digiere alimentos en dos etapas: primero los consume y luego realiza la rumia. La rumia consiste en regurgitación de material semidigerido, remasticación (que lo desmenuza) y agregación de saliva. Rumiantes son los bovinos, ovinos, caprinos, Giraffidae y cérvidos.

**84) rusticidad:** El conjunto de características heredables que le permiten superar las variaciones aleatorias y adversas del medio ambiente, sin disminuir demasiado su capacidad productiva.

**85) silo:** Un silo es una estructura diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio de la agricultura.

**86) sorgo:** Planta forrajera de tallos largos parecidos a los del maíz, pero más delgados, hojas planas y largas, flores agrupadas en racimos colgantes y semillas dispuestas en panículas apicales.

**87) ternera:** Cría hembra de la vaca, en especial hasta los seis meses de edad.

**88) transferencia de embriones:** Es una técnica que consiste en recoger los embriones de una hembra donante y transferirlos al útero de una hembra receptora en donde se completará la gestación.

**89) trópico:** Dichas regiones presentan características en común en cuanto a su clima, su vegetación, etc. Las precipitaciones sobre el terreno tropical son abundantes, lo que favorece a la actividad agrícola.

**90) ubre:** Teta de la hembra, en un animal mamífero.

**91) útero: Órgano** interno de reproducción de las hembras de los animales vivíparos en el que se desarrolla el feto.

**92) zootecnista:** Técnica de la cría, mejora y explotación de los animales domésticos que son útiles al hombre y cuya finalidad es la obtención del máximo rendimiento.

## I. Introducción

La importancia de la ganadería lechera y su impacto en la economía nacional es contundente puesto que Honduras produce anualmente alrededor de 650 millones de litros de leche cruda representando un 28% de la producción total de Centroamérica. El sector de la leche y sus derivados brinda propiedades nutritivas de alto valor para el consumo humano, por lo que se considera un producto básico en la dieta alimenticia de la población. Sin embargo, la ganadería lechera hondureña presentó altibajos en el 2018 al caer su producción en un 30%. Ser eficiente, productivo y rentable en las ganaderías de hoy en día es todo un reto, y más si la hacienda cuenta con un espacio limitado y está situada en el trópico, lo cual sucede con la mayoría de pequeños y medianos ganaderos del país.

En este rubro la producción de leche es prioridad y para ello es vital concentrarse en tener vacas lecheras saludables y en brindarles la mejor nutrición, garantizando la calidad y aumento en su producción. Para lograr esa eficiencia es fundamental tomar en cuenta los cuatro pilares de la ganadería que son: la nutrición, manejo, sanidad y genética del animal. Por este motivo se planteó el objetivo de investigar cómo hacer más eficiente la ganadería lechera en el trópico de Honduras, analizando factores raciales, alimenticios y del manejo vacuno de una hacienda para obtener una producción más rentable, minimizando costos y optimizando recursos. Todo ello con el fin de compartir mejoras que pequeños y medianos productores puedan implementar de manera que les ayude significativamente en las distintas áreas que se decidió investigar.

## II. Planteamiento del Problema

### 2.1. Antecedentes

La vaca lechera de la raza Jersey es la segunda más utilizada (National Animal Health Monitoring System, 2007). Esta fue originada en la Isla de Jersey, situada en el Canal de la Mancha (Chikhi et al., 2004; Oklahoma State University, 2016). Las vacas Jersey son animales más pequeños que las Holstein, por lo que requieren un menor consumo de materia seca para producir leche (Prendiville et al., 2009), resultando en una menor producción de calor metabólico (Espinoza et 2009). De hecho, estudios han demostrado que las vacas de la raza Jersey muestran una menor temperatura corporal que sus contemporáneas de la raza Holstein, por lo que son más tolerantes a climas tropicales (Gaztambide et al., 1952; West et al., 2003; Espinoza et al., 2009). Además, cuando estas son expuestas a ambientes cálidos, las mismas presentan una menor tasa respiratoria que vacas de la raza Holstein, lo cual ha sido atribuido a que las Jersey tienen una mayor habilidad para disipar calor hacia al medio ambiente (Gaztambide et al., 1952). Por lo tanto, podemos considerar a la raza Jersey como una con gran potencial para la producción de leche.(Castro Ramos, 2016, p. 2)

La raza Holstein tiene como sus ancestros más remotos los animales negros de los bávaros y los blancos de los frisios, tribus que hace cerca de 2.000 años se ubicaron en el delta del Rin. Por sus características únicas de color, fortaleza y producción, la Holstein empezó a diferenciarse de las demás razas y pronto comenzó a expandirse por otros países, empezando por Alemania y desde hace acerca de 300 años está consolidada en lugar de privilegio en los hatos mundiales por su producción y su adaptación a diferentes climas. (Bernal & Gómez, n.d., p. 46)

## **2.2. Definición del problema**

El consumo de alimento es el factor más importante y limitante de la producción de leche de la vaca lechera. Por lo tanto, un mayor conocimiento sobre el tipo y cantidad adecuada de alimentación para el ganado permitirá un mejor manejo de la alimentación, así como una dieta equilibrada por medio de una buena técnica de pastoreo. (Cancel Medina, 2002)

Según un estudio realizado por el (Instituto Internacional de Investigación en Ganadería ILRI 2015) el 20% de productores pequeños en Honduras disminuyen su producción durante la época seca ya que no preparan con anticipación el alimento del ganado o no tienen la raza adecuada de ganado que se adapte a los diferentes cambios climáticos. (Fujisaka et al., n.d., p. 10)

Es por esto que aproximadamente 20 millones de litros de leche se dejaron de producir en el año 2018 en Honduras. Según la Asociación de productores de leche (Ahproleche) la producción bajó de 650,000 a 400,000 mil litros diarios. Esto se debe a diversos factores relacionados con la inadecuada alimentación del ganado, falta de buenas técnicas de pastoreo y el tipo de raza empleada para la producción de leche. Cabe destacar que cuando se quiere obtener una producción alta de leche es muy importante el tipo de raza de ganado lechero que se esté utilizando, ya que no todas las razas se adaptan al trópico y la calidad de la leche dependerá del tipo de ganado. (Sam Fujisaka et al., 2005, p. 10)

## 2.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Qué raza es la idónea para la adaptación de la zona tropical según los resultados del método de factores ponderados?
2. ¿Cómo demostrará el modelo de programación lineal la mezcla ideal de alimentos a un costo mínimo?
3. ¿De qué manera el método de semi-estabulación y el pastoreo intensivo rotacional favorecerán al aprovechamiento del ganado?

## 2.4. Objetivos

### 2.4.1. Objetivo General

Investigar cómo hacer más eficiente la ganadería lechera en el trópico de Honduras, analizando factores raciales, alimenticios y manejo vacuno de una hacienda para obtener una producción más rentable a un menor costo generando mayores ingresos.

### 2.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar cuál es la raza ideal para el trópico mediante un análisis comparativo de sus características a través del método de factores ponderados.
- Desarrollar un modelo de programación lineal que determine la mezcla diaria de alimento a un costo mínimo.
- Analizar el aprovechamiento del ganado implementando el método semi-estabulado y el pastoreo intensivo rotacional.

## 2.5. Justificación

El ganado lechero representa el 40% del valor mundial de la producción agrícola y es la base de los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria de casi 1.000 millones de personas en todo el mundo (FAO, 2009: 17). Razón por la cual la industria lechera juega un papel muy importante ya que representa productos de primera necesidad y es ahí la importancia de adquirir nuevas técnicas de producción y recursos de alimentación para poder competir en un mercado internacional.

La industria lechera es considerada muy importante en el desarrollo de áreas rurales (FAO 2009) a través de la producción de leche y todos sus derivados. Es de ahí la importancia de tener una alta productividad para competir en mercados extranjeros y poder satisfacer la demanda del mercado que cada vez es más exigente.

Dado lo anterior es necesario enfocar esta investigación en incrementar la eficiencia de una hacienda ubicada en Tela, Atlántida, analizando dos tipos de razas de ganado lechero Holstein y Jersey para determinar cuál es la raza ideal para el trópico haciendo un análisis comparativo. También se centra en la búsqueda de estrategias de alimentación que permitan reducir los costos de acuerdo a los requerimientos de fibra y proteína de las vacas lecheras. De igual forma se pretende implementar técnicas de pastoreo rotacional con el objetivo de que el forraje o pasturas tengan un periodo de descanso y así mantener una producción constante de forraje todo el año, obtener un mayor aprovechamiento energético en el ganado y proporcionándole alimentos de manera más controlada.



### **III. Marco Teórico**

Ser eficiente, productivo y rentable en las ganaderías de hoy en día es todo un reto y más si la hacienda cuenta con un espacio limitado y está situada en el trópico. En una ganadería lechera la producción de leche es una prioridad. Es vital concentrarse en tener vacas lecheras saludables y en brindarles la mejor nutrición, garantizando la calidad de la leche y el aumento de la producción. Invertir en alimentos de óptima calidad es una forma de lograr la eficiencia. Todo en la ganadería es un ciclo, la vaca tiene que alimentarse bien y obtener todos los nutrientes necesarios para producir con la mejor calidad y cantidad posible. El estar sano le permite al bovino reproducirse sin dificultades.

Para lograr esa eficiencia esperada se deben tomar en cuenta los cuatro pilares de la ganadería que son: la nutrición, manejo, sanidad y genética del animal. Lafaurie, presidente ejecutivo de la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) afirma para la revista colombiana "Contexto Ganadero" que "La suma y el manejo adecuado de esos cuatro aspectos constituye la ecuación que permite proyectar un negocio bovino exitoso". (Santos, 2015)

#### **3.1. Nutrición Animal**

##### **3.1.2. Pilares de la Ganadería**

"La columna vertebral en la producción pecuaria es la nutrición", señala Aguirre un zootecnista y especialista con diecisiete años de experiencia en nutrición animal. Afirma también como la dieta alimenticia adecuada hace que se exprese el máximo potencial productivo del animal. Una buena alimentación no solo beneficia la producción, sino también la calidad de la leche, reproducción y sanidad del ganado. Las vacas deben ser alimentadas de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Todos estos aspectos deben ser considerados para obtener la ración óptima, las cuales van a variar según el peso, nivel de producción y momento de lactancia en el cual se encuentran los animales(Santos, 2015).

Informarse un poco más acerca de estos requerimientos permitirá maximizar la eficiencia en el uso de los alimentos y obtener una mayor rentabilidad en el negocio lechero.

### **3.1.3. Requerimientos nutritivos de vacas lecheras**

Uno de los aspectos más importantes que se debe considerar en la alimentación de las vacas lecheras es que ellas realicen un alto consumo de alimento, de manera de maximizar la producción. Existe una serie de factores que influye en el consumo voluntario de los rumiantes en general y, de las vacas lecheras en particular. Estos pueden agruparse en: (Hazard, 2001, p. 1)

1. Características propias del animal.
2. Características del alimento que reciben.
3. Efecto del manejo a que están sometidos.
4. Efecto de las condiciones climáticas.

(Hazard, 2001) Afirma:

A través del consumo de los animales, ingieren los nutrientes que son indispensables para vivir, reproducirse, producir entre otros. Los principales nutrientes son: azúcares, proteína, grasa, agua, minerales y vitaminas. Los factores a continuación se deben tomar en cuenta al momento de proceder a alimentar al ganado. (p. 2)

### **3.1.4. Eficiencia alimentaria en el ganado**

Araujo-Febres (2005) Afirma:

La eficiencia alimentaria en el ganado bovino está influenciada por la digestibilidad de la dieta, y otros factores ambientales, la habilidad genética y el estado fisiológico. El animal con un déficit fisiológico de algunos nutrientes (hambre) se moviliza para buscar alimentos que le satisfagan (apetito) y los consume hasta sentir la sensación de saciedad. El apetito varía de un animal a otro. En la ganadería moderna se busca maximizar el consumo, y minimizar las pérdidas de energía, para alcanzar el máximo potencial de producción. (p. 1)

La energía es el limitante más importante en la nutrición de vacas al pastoreo puesto que su valor nutricional bajo. Además vacas en pastoreo requieren de mayor energía para mantenimiento debido a su actividad física al caminar a potreros. La suplementación es una práctica rentable siempre y cuando se mantenga en proporciones bajas. Suplementar ensilajes es requerido para suplir el déficit productivo y nutricional de las pasturas,

especialmente en vacas de alta producción. El ensilaje de maíz ha sido la opción por excelencia de suplementación de energía en sistemas pastoriles intensivos debido a su bajo costo y practicidad (Kolver, Roche, Miller, & Densley, 2001, pp. 195-201).

La suplementación con fuentes energéticas y proteicas no solo contribuye a incrementar la producción de leche, sino que también contribuye a mejorar la condición corporal (o sea el balance energético de la vaca), lo cual beneficia sustancialmente los índices reproductivos en el ganado lechero. La condición corporal debe monitorearse durante toda la lactancia para tener un sistema de producción de leche sostenible (Barton, 1996, pp. 17-32).

La energía juega un papel fundamental en la producción de leche. Entre más energética esté la vaca, mayores beneficios tendrá la leche que produce. Si la vaca pastorea todo el día en un potrero, es más probable que tenga pérdidas de energía mientras que mediante el semi-estabulado un proceso que se explica posteriormente con más detalle en la investigación, contribuirá enormemente al aprovechamiento del ganado.

### **3.1.5. Características propias del animal**

Las características propias del animal en conjunto con las características de la dieta, son los factores más importantes. El animal está capacitado para realizar un cierto consumo potencial, que está afectado por una serie de factores, tales como:

- a. **Peso del animal:** El peso del animal juega un papel fundamental, al momento de saber la cantidad de comida que va a ingerir ya que el consumo ideal en alimento debe ser el 10% de su peso.
- b. **Rendimiento potencial de leche:** Depende de la capacidad productiva que heredaron de sus padres. Si la alimentación suministrada a la vaca es la correcta, en cantidad como en calidad, el rendimiento potencial de la leche prevalecerá.
- c. **Estado de la lactancia:** La máxima producción de leche se logra entre los 45- 60 días después del parto y es por eso que el productor debe tratar de obtener el punto de máxima producción. Los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras varían en función de la etapa de la lactancia en la que se encuentren. (Hazard, 2001, p. 2,3)

### **3.1.6. Características del alimento suministrado a las vacas**

Las vacas lecheras se caracterizan por ser muy selectivas en lo que comen. Son capaces de distinguir cuales son los forrajes de mejor calidad y dentro de la misma planta preferirán las hojas antes que los tallos. Los alimentos más comunes para las vacas se clasifican en dos tipos: forrajes y concentrados. Los forrajes están constituidos por tallos, hojas y flores de las plantas de especies forrajeras como la cebada, avena, vicia vellosa, alfalfa, trébol, pasto oville, etc. Los animales pueden consumir forrajes en los siguientes estados: verde, heno y ensilaje. Se llaman alimentos concentrados a granos y frutos de origen vegetal con muy poca fibra, formados en gran parte por sustancias nutritivas altamente digestibles, como en el maíz, cebada, arveja, habas, arroz, trigo, sorgo, soya, pepa de algodón, etc (Samaniego, 2009, pp. 2-3).

### **3.1.7. Efectos del manejo**

Hazard, (2001) Menciona:

Que los efectos del manejo se refieren básicamente al tiempo de acceso que tienen los animales al alimento. Además se consideran los efectos de frecuencia (número de veces que ingresan las vacas a comer) y forma de presentaciones de las dietas (enteras, molidas, otros.). Es importante tener orden y control en el manejo para obtener los beneficios y resultados esperados. (p. 6)

### **3.1.8. Efecto de las condiciones climáticas**

El factor climático es una de las condiciones que más influye en el sector agropecuario. La hacienda que servirá de estudio para esta investigación está situada en la zona del litoral atlántico del país. Es importante determinar en qué zona del país se encuentra la hacienda para así poder establecer los beneficios y retos existentes que influirán directamente en la producción.

Los efectos del clima sobre la producción animal son directos e indirectos. Directos porque afectan las necesidades energéticas de los animales e indirectos porque influyen sobre la disponibilidad del forraje. Los fenómenos meteorológicos que influyen en el consumo son: temperatura, humedad, viento, radiación, lluvia y altitud. La máxima producción de leche se logra con una temperatura que oscila entre 4-21 °C.

Según el experto Luis Fuentes afirma que “Hay muchos empresarios ganaderos que tienen negocios exitosos en trópico bajo, porque ordeñan 2 veces al día sin alimentar el ternero, hacen crianza artificial, destetan a los 4 meses con crías que pesan 100 kilos, sus animales llegan a la adultez productiva a los 2 años, lo cual les permite ser mejores y más productivos, aprovechando los beneficios de la zona en la que están”. Algunas ventajas del trópico bajo es que la calidad de los pastos es óptima y mantener una ganadería en esa región es menos costosa en comparación al trópico alto. (Castrillón, 2013)

La zona se ubica en el trópico bajo (departamentos calurosos), estas ganaderías del trópico afrontan un momento crítico debido a lo impredecibles que se han vuelto los fenómenos de cambio climático del momento. Las desventajas están a la orden del día también para esa zona, como lo son el calor, moscas, garrapatas, virus o los climas irregulares siendo algunos factores que afectan a los animales.

### **3.1.9. Consejos para el programa de Alimentación**

La especialista en ganado lechero, Beth Wheeler señala en su artículo “Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras” publicado en el 2006, algunos consejos para la alimentación de este tipo de ganado que se describen a continuación.

- Suministrar varias comidas con menores cantidades al día de mezclas de cereales, en vez de dos comidas con cantidades mayores, especialmente durante el verano.
- Tener siempre alimentación fresca disponible en los comedores o pesebres después del ordeño.
- Barrer bien las sobras de los alimentos para mantener las vacas limpias. Limpiar diariamente los comedores y los pesebres, especialmente en el tiempo caluroso.
- Limpiar frecuentemente todos los tipos de bebederos.
- Proveer por lo menos 60 cm de espacio por vaca.
- Permitir que las vacas tengan acceso libre al alimento, por lo menos 22 horas del día.
- Las vacas saludables y contentas comen más.

- El cuidado de las pezuñas mejorará la movilidad de la vaca y su ingestión de alimentos.(Wheeler, 2006)

### **3.1.10. ¿Cómo optimizar el uso de equipos para elaborar forraje de calidad?**

La confección de materia prima energética, silos y pasturas se ha convertido en una de las bases fundamentales en la producción de la ganadería sostenible, además se puede almacenar para épocas críticas del año en las cuales los árboles tienden a perder nutrientes por la ausencia o abundancia de agua.

Tener bovinos bien alimentados contribuye con la ganancia de su peso, pero lo más importante, lograrán producir leche y carne de alta calidad, y con ello, el producto será más apetecido en el mercado.(Contexto Ganadero, 2013)

### **3.1.11. ¿Cómo se elaboran forrajes y cómo se logra tener suficiente alimento durante el año para los hatos de ganado?**

Pablo Cattani, ingeniero agrónomo de Argentina, señaló que los puntos esenciales a desarrollar para hacer retributivo el negocio ganadero están en la confección de silo y pasturas para que cada productor tenga un paquete tecnológico ajustable a su finca.

Se refirió a la implementación de equipos como el "míxel" vertical y horizontal con el que se puede conseguir un alimento con alto contenido nutricional. La implementación de la maquinaria es uno de los temas a discutir entre productores que deben tener claro que de nada sirve ponerla a funcionar si no se programan las raciones de forrajes durante el año. Es así como el ganadero, luego de hacer forrajes, agenda la cantidad de alimento que necesitan sus animales los 365 días del año, lo almacena y va dando al ganado. (Contexto Ganadero, 2013)

Si los animales están bien alimentados, ganan peso y el sistema general de eficiencia va a mejorar.

## **3.2. Manejo Animal**

El manejo animal abarca varios puntos esenciales para lograr que la dieta dada al rumiante surta efecto positivo. El confort en los predios, la cantidad de comida y la hora establecida para darla,

la rotación de potreros, división de praderas, la movilización del ganado, la separación de reses por edad, raza y zona forman parte de este factor.

Gilberto Camacho, zootecnista y profesional en Gestión Productiva y Salud Animal del Fondo Nacional del Ganado, afirma a la revista colombiana "Contexto Ganadero" que la clave del manejo animal es conformar grupos por edades productivas. Las hembras de levante estarán en un lote, al igual que las novillas preñadas. (Santos, 2015)

Esto quiere decir que las hembras de levante que son las terneras que aún no están en edad para quedar preñadas deben estar separadas de las que ya están en la edad de preñez debido a que el consumo de alimento varía según las edades y desarrollo de cada una de ellas. Otra observación importante es que los terneros recién nacidos deben estar separados también porque son más vulnerables y así se evita cualquier infección ocasionada por molestias que otros animales le puedan crear. Los pequeños tienden a buscar salida de leche por instinto incluso en vacas que ni siquiera están lactando y en consecuencia pueden ocasionarle enfermedades. Una de ellas es la mastitis que es la inflamación de la glándula mamaria de la ubre en mamíferos y se da por la obstrucción de los conductos de la leche.

### **3.2.1. Semi-estabulación**

Una propuesta tecnológica acertada es brindar al ganado un espacio donde se pueda alimentar a plena satisfacción y de forma que tengan la absoluta capacidad de controlar esta alimentación, para así evitar al máximo las pérdidas. El establo es un lugar que si está bien diseñado de acuerdo a las exigencias de los bovinos para su comodidad y óptimo desempeño fisiológico, puede garantizar que la alimentación del ganado sea de una forma más controlada. Encerrar al animal en un establo de forma permanente resulta costoso y riesgoso. La estabulación permanente no es viable para todo tipo de ganado en el trópico ya que si la finalidad es el ganado destinado a la lechería pues el método que se recomienda es el combinado entre potreros y establo llamado semi-estabulación. (Rúa Franco, 2010)

En la hacienda utilizan este método y tratan de distribuir doce horas en los potreros (5:00pm-5:00am) y doce horas en el establo (5:00am-5:00pm). Las horas destinadas para los potreros son

elegidas en función a disminuir el estrés calórico causado por las altas temperaturas del trópico. Es por eso que los lapsos más calientes del día lo pasan en el establo y cuando el calor disminuye porque está empezando a anochecer salen a pastorear. El método de pastoreo que utilizan es el pastoreo intensivo rotacional (PRI) que divide un potrero en mitad formando dos zonas de pastoreo. El ganado se rota de un potrero a otro según sea conveniente. Presenta diversas ventajas como el aprovechamiento del espacio, se disminuye el desperdicio ya que al tener espacios más pequeños, es más probable que se coman todo el pasto ayudando también a que crezca de manera uniforme. (Asesor temático)

### **3.3. Sobre la sanidad**

Mauricio Mendoza Quesada, profesional en Gestión Productiva y Salud Animal, manifestó que “La sanidad es la que se encarga de mantener estable la nutrición, la genética y el manejo. Es transversal en el negocio productivo”, resaltó. Se refiere a que si el animal está saludable, aprovechará al máximo sus nutrientes y su gestación será pronta obteniendo así buenos ejemplares.(Santos, 2015)

### **3.4. Sobre la genética**

#### **3.4.1. Inseminación Artificial**

La necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo ha llevado a diseñar protocolos de Inseminación a Tiempo Fijo (IATF) y aun cuando puede existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas. Los costos de administración de protocolos de IA a tiempo fijo pueden parecer elevados, pero las deficiencias en la detección de celos es un problema importante y que puede afectar la productividad de un establecimiento.(Huanca, 2001)

La necesidad de reducir y corregir las deficiencias que se presentan en el ganado a nivel productivo, reproductivo y corporal ha llevado a que la implementación de la inseminación artificial (IA) sea cada vez más utilizada. La inseminación artificial ha demostrado su gran aporte al mejoramiento genético en la ganadería lechera en diferentes partes del mundo. Es por eso que



es una alternativa eficiente que permite utilizar esperma de toros élite con las mejores características a nivel mundial permitiendo llegar al nivel genético deseado. La IA es un método de reproducción que sustituye el apareamiento natural entre el macho y la hembra. Se debe extraer el semen al macho, diluirlo y conservarlo. Mediante una técnica e instrumental adecuado depositarlo en el aparato reproductor de la hembra con el fin de fecundarla. (Asesor temático)

La ecuación entonces se entiende: Nutrición + manejo + sanidad + genética, que da como resultado la máxima productividad en el predio ganadero. Si alguna se resta se descompensa la reproducción y producción de leche y carne, si las 4 se integran de forma correcta, el negocio prospera. (Santos, 2015)

### **3.4.2. Transferencia de Embriones**

La transferencia comercial de embriones en Norteamérica se desarrolló en los principios de los años setenta con la introducción de razas continentales (Betteridge, 1981; Betteridge, 2003). En los últimos 30 años la aplicación de esta tecnología ha ido en aumento (especialmente en el ganado lechero), con más animales seleccionados por su genética que por un fenotipo deseable. (Smith, 1988; Gibson and Smith, 1989)

La transferencia de embriones podría ser usada para producir toros hijos de las mejores vacas y toros disponibles. De esta manera, la industria ganadera comercial se vería muy beneficiada. Embriones producidos in vitro podrían ser transferidos para aumentar el mejoramiento genético, siempre y cuando la fertilización se realice con el semen proveniente de toros "elite".

### **3.4.3. Apareamiento programado**

El uso más común de la transferencia de embriones es la proliferación de los llamados fenotipos deseables. La IA solo permite la diseminación del potencial genético de los machos. En cambio, la transferencia de embriones provee la oportunidad de diseminar el potencial genético de las hembras como el de los machos. El desarrollo de grupos de hembras "elite" es posible a través de la transferencia de embriones (Betteridge, 1981). Muchos criadores han identificado hembras cuya progenie es muy buscada y fácilmente vendible, por lo tanto esas hembras son usadas exclusivamente para transferencia embrionaria. También, la transferencia de embriones puede ser usada para propagar rápidamente un determinado grupo genético. El rápido desarrollo de la

industria de la transferencia de embriones en Canadá en los años 70 fue el resultado directo de la introducción de razas europeas de ganado.

#### **3.4.4. Importación y Exportación**

El transporte de animales vivos es muy costoso, mientras que con embriones congelados un rodeo entero podría ser transportado en un tanque de nitrógeno líquido. Además, cabe destacar que el beneficio más importante del uso de embriones en el comercio internacional es la reducción del riesgo de la transmisión de enfermedades (Mapletoft, 1987; Wrathall et al., 2004). Otros beneficios son, que se puede importar una más amplia variedad genética, que el país exportador conserva la genética y se observa una mejor adaptación del material genético importado. Esto último, es muy importante en climas tropicales y subtropicales, donde el embrión tiene la oportunidad de adaptarse primero en el útero y luego al pie de la madre receptora.

### **3.5. Sobre razas**

#### **3.5.1. Raza Holstein**

La raza de ganado Holstein se originó en dos provincias de Holanda: Frisia Occidental y País Bajo del Norte. Es la más pesada y la más productiva de todas las razas lecheras. Basta decir que, a la fecha, la vaca más notable en cuanto a rendimiento lechero pertenece a esta raza; su nombre Arlinda Ellen, produjo en una lactación 25,300 kg de leche en 365 días netos. La inseminación artificial ha tenido un impacto sobre el mejoramiento genético de la raza. Desde el perfeccionamiento del proceso de congelamiento del semen en los 40's, ha permitido el uso de toros probados. El 85 por ciento de los nacimientos son a consecuencia del uso de la inseminación artificial. Esta raza se encuentra en cada continente y en casi cada país. («Características de la raza Holstein», 2018)

El peso vivo en las hembras es de 600 a 700 kg aproximadamente en su edad adulta, este ganado es el más pesado de todas las razas lecheras. La alzada de esta raza es superior a los 1.50 metros.(Ruiz, 2016b)

### **3.5.2. Raza Jersey**

La raza Jersey se caracteriza por ser más pequeña y más ligera que la vaca Holstein, otras características importantes son su precocidad para reproducirse y sus sólidos totales en leche. Tiene como atributos su fácil manejo, su excelente fertilidad, tiene un ordeño rápido y no tiene problemas con la facilidad de parto, además tiene mejor conversión alimenticia comparada con otras razas lecheras. Una hembra adulta pesa entre 430 y 450 Kg, su altura es de 1.20 m en promedio.(Ruiz, 2016a)

La vaca Jersey come el 80% de la ingesta de una vaca Holstein, pero tiene el 75% de peso corporal que una Holstein. "Las vacas Jersey son capaces de captar energía que comen adicional a su peso corporal y ponerla en la leche" (Pine Creek Nutrition service Inc, Denair, California). La energía corregida en leche es mayor por libra de materia seca en la raza Jersey que en la Holstein (65, 66).

### **3.5.3. Raza Gyr**

Son animales de tamaño mediano, cuerpo bien proporcionado de líneas nítidas y constitución robusta. El promedio de peso de las hembras adultas es de 450 kg y de los machos de 800 kg. Se caracteriza por presentar una cabeza prominente, frente larga y ultra convexa; los cuernos son gruesos, algunas veces retorcidos. Las orejas son muy largas y encartuchadas.

Las razas doble propósito han desempeñado un papel importante en la generación de un lácteo de calidad. Doble propósito siendo que tienen una producción de carne y leche de buena calidad. La Gyr es una de ellas y ha sido aprovechada por ganaderos, que incluso han hecho cruces con la Holstein, lo que ha dado como resultado la Girolando, con la que se ha aumentado la producción del lácteo por ordeño. (Contexto Ganadero, 2014)

### **3.5.4. Método de Ponderación de Factores**

Este método sirve para realizar un análisis cuantitativo o cualitativo en el que se comparan las diferentes alternativas. El método permite ponderar factores de preferencia que ayuden a la toma de decisiones. Se sugiere aplicar el presente procedimiento para jerarquizar los factores cualitativos.

### **3.5.5. Programación Lineal**

Es una herramienta de la investigación de operaciones que consiste en optimizar, es decir maximizar o minimizar funciones lineales en varias variables reales con restricciones lineales, optimizando una función objetivo también lineal. (Taha,2012)

## **IV. Metodología**

### **4.1. Enfoque y Métodos**

El modelo de enfoque del proyecto es cualitativo/cuantitativo ya que se utilizará para descubrir preguntas de investigación en lo referente a la raza lechera idónea para la adaptación a la zona tropical, mezcla adecuada de alimentos reducción de costos alimenticios y técnicas de pastoreo, y en base a esta información poder para determinar una propuesta de mejora para cada uno de estos aspectos. La investigación presente hace uso tanto de datos numéricos como de la interpretación de la realidad, es por ello que el proyecto es una mezcla de ambos enfoques.

### **4.2. Población y muestra**

#### **4.2.1. Población**

Todas las razas lecheras presentes en la hacienda incluyendo razas puras y mezclas.

#### **4.2.2. Muestra**

Se utilizó un muestreo por conveniencia seleccionando las razas lecheras Jersey y Holstein, esto con el fin de determinar cuál de las de las dos razas es más conveniente y rentable en el trópico.

### **4.3. Técnicas e instrumentos aplicados**

Se utilizó la técnica de observación para obtener información acerca de todas las actividades relacionadas con la hacienda. Se aplicó esta técnica con el objetivo de identificar aquellas deficiencias en diferentes partes de la hacienda. Se utilizó la investigación etnográfica que combina los dos tipos de observación participativa y no participativa. La observación participativa se utilizó para conocer el ambiente y entorno general de la hacienda y las actividades involucradas en ella con el objetivo de vivir de primera mano las experiencias de los trabajadores y entender su manera de trabajar. La observación no participativa se utilizó para llevar a cabo un estudio más exhaustivo de los posibles problemas o deficiencias que pudiera estar teniendo la hacienda e impidiendo que esta sea más rentable.

De igual forma se aplicó una entrevista estructurada de 8 preguntas a diferentes expertos en el área de la industria lechera. En cuanto a las entrevistas, estas permitieron la recolección de información de acuerdo al objeto de estudio, pero con la libertad de formular preguntas no planeadas con el fin de obtener la mayor información posible y enriquecer la investigación.

#### **4.4. Unidad de Análisis**

Hacienda de 20 manzanas en Arizona, Atlántida, situada en la zona del litoral atlántico del país que se caracteriza por ser del trópico bajo.

#### **4.5. Métodos para la recolección de datos**

##### **4.5.1 Observación**

Mediante la observación se pretende entender el proceso de producción de leche y explorar el ambiente de la hacienda, así como también observar posibles deficiencias que estén ocurriendo en la hacienda desde la manera en como alimentan al ganado y el tipo de pastoreo que utilizan. El objetivo es identificar todo tipo de problemas que impiden que la hacienda sea más rentable y productiva. Para esto se recabará información de cada uno de los elementos o actividades que involucra el funcionamiento de una hacienda. Se anotará todo lo que se considere pertinente para luego encontrar oportunidades de mejora en la hacienda.

##### **4.5.2. Entrevista**

Se decidió utilizar la entrevista como uno de los instrumentos de investigación, con el objetivo de recolectar información de diversos expertos. Todo esto con el fin de obtener información relevante que sería aplicada a los modelos de programación lineal y así mismo al del método de ponderación de factores. La información recolectada se obtuvo de los conocimientos que compartieron los expertos el Ing. En Gestión Logística Guillermo Lardizabal que trabaja en conjunto con el veterinario Carlos Pinto, ambos dedicados a la ganadería lechera y cuentan con sus respectivas haciendas.

## Ilustración 1: Infografía



#### 4.5.3. Formato de observación

<b>Estudio en una hacienda de Arizona, Atlántida sobre las principales deficiencias en las técnicas de pastoreo usadas por los empleados en los animales y problemas en el área de pastoreo y alimentación del ganado</b>	
<b>Fecha:02/ 2019</b>	<b>Lugar o área: Hacienda ubicada en Mezapita, Arizona, Atlántida.</b>
<b>Hora:</b>	
<p>1. Resumen de las principales impresiones y actividades que se desempeñan en la hacienda.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- En la hacienda se desempeñan una serie de actividades, pero las principales son el proceso del ordeño, alimentación del ganado y la elaboración de los lácteos. Algunas de las impresiones fue ver como el ganado está separado por edades, aplican nuevas tecnologías y no cuentan con mucho personal.</li></ul>	
<p>2. Resumen de lo que sucede en el área de producción de leche.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Las vacas son llevadas a las 5: 00 am del área de pastoreo al establo. El ordeño se lleva a cabo de manera automatizada. Se conectan las pezoneras a la máquina y se llevan las vacas en grupos de 4 al proceso de ordeño. Se amarran a cada puesto y se realiza la limpieza de las ubres, para evitar mastitis y conservar la higiene de la leche. Luego se sitúan las pezoneras en la vaca y se ordeña hasta que no queden restos de leche.</li></ul>	
<p>3. Resumen detallado del tipo y cantidad de alimentación que se le proporciona al ganado y cuantas veces al día se le da alimentación.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- El alimento proporcionado varía de acuerdo a la etapa de desarrollo del animal. Las terneras recién nacidas solo toman leche y entre el primer y segundo mes ya comienzan a consumir concentrado. Luego las novillas ya requieren de más fibra para su desarrollo y por esa razón comienzan a comer heno. Ya cuando se encuentran en la etapa de la adultez requieren de mayores proporciones de fibra, proteína y energía, consumiendo una mezcla de heno, maíz y piña respectivamente.</li></ul>	

- Las vacas son alimentadas de acuerdo al tiempo que pasan en el establo y se les proporciona comida cada vez que se acaba la que tienen a disposición, siempre y cuando ellas tengan más hambre. No cuentan en la hacienda con una cantidad establecida de las veces que las alimentan diariamente y es muy difícil para ellos llevar un control de la cantidad de alimento que el ganado consume el tiempo que pasa en los potreros.

4. Explicación de que técnicas utilizan para pastorear el ganado y cuánto tiempo permanece el ganado en el área de pastoreo.

- El método que se recomienda es el combinado entre potreros y establo llamado semi-estabulación. En la hacienda se utiliza este método, pero no siempre destinan la misma cantidad de horas al pastoreo o al tiempo que permanecen en el establo.

5. Obtener datos sobre la producción de leche diaria.

- No todos los días se obtiene la misma cantidad de leche, ya que depende del grado de preñez en el que se encuentren las vacas. La máxima producción de leche de una vaca se obtiene entre el primer y tercer mes después del parto, y cada vaca puede dar distintas cifras según su estado o etapa de preñez. En la hacienda se obtiene actualmente un promedio de 14.5 litros por vaca, dando diariamente entre 160-175 litros de leche con 12 vacas en producción. En marzo la producción de leche incrementó debido a la compra de dos vacas adultas y otras pariciones recientes. Se obtienen ahora entre 200- 240 litros de leche al día.



## V. Resultados y Análisis

### 5.1. Método de Ponderación de Factores

Selección de la raza ideal de ganado lechero para el trópico:

Por medio de las entrevistas realizadas los expertos expresaron lo que consideran los cuatro criterios de vital importancia para seleccionar una raza de ganado ideal para el trópico. Estos criterios fueron el tamaño, producción, rusticidad y fertilidad. Se le asignó el mismo porcentaje de importancia del 25% a cada uno. Para la selección de la raza ideal se hizo en base a 2 alternativas: raza Holstein y raza Jersey que fueron elegidas como las razas lecheras importantes a considerar.

En base a la importancia de cada criterio se obtuvieron las siguientes calificaciones definidas por los expertos:

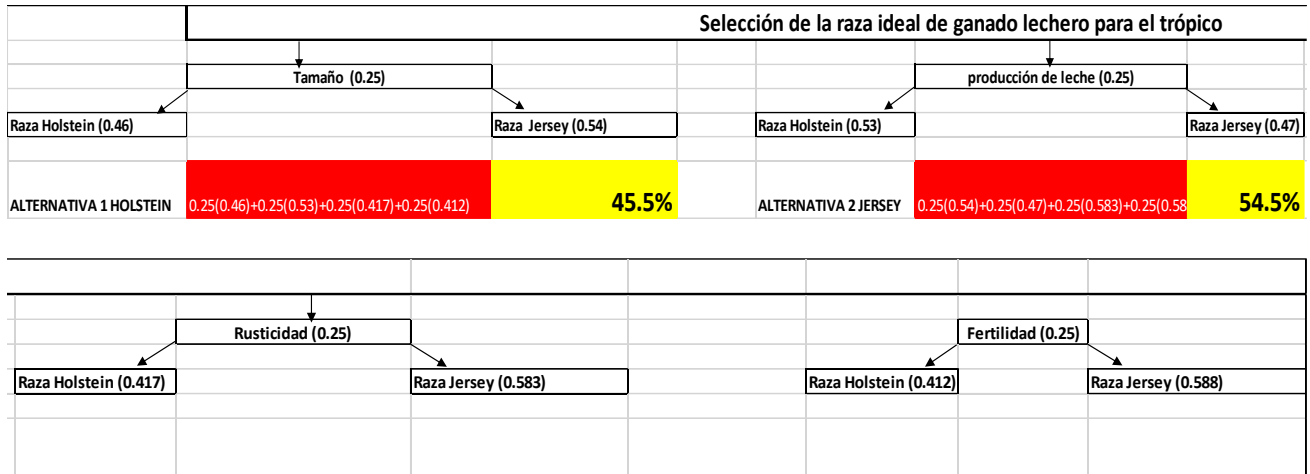
**Tabla 1. Calificaciones de Criterios según Expertos**

Calificaciones definidas por el experto	Raza Holstein	Raza Jersey
<b>CRITERIOS</b>		
Tamaño	6	7
produccion de leche	9	8
Rusticidad	5	7
Fertilidad	7	10

**Tabla 2. Estimaciones de Peso en Porcentaje**

Criterio	Estimaciones de peso en porcentaje para:	
	Raza Holstein	Raza Jersey
Tamaño	46	54
Producción de leche	53	47
Rusticidad	41.7	58.3
Fertilidad	41.2	58.8

### 5.1.2. Selección de la raza de ganado



**Ilustración 2. Aplicación del Método de Factores Ponderados**

Calificación basada en los pesos compuestos:

ALTERNATIVA 1 HOLSTEIN	0.25(0.46)+0.25(0.53)+0.25(0.417)+0.25(0.412)	45.5%
ALTERNATIVA 2 JERSEY	0.25(0.54)+0.25(0.47)+0.25(0.583)+0.25(0.588)	54.5%

**Ilustración 3. Resultados de Alternativas mostrado en Porcentajes**

**Tabla 3. Resultados de Toma de Decisiones en POM QM**

Decision Making Results			
	Weights	Option 1	Option 2
Tamaño	.25	46	54
produccion de leche	.25	53	47
rusticidad	.25	41.7	58.3
fertilidad	.25	41.2	58.8
	1		
Weighted Total		45.48	54.53
Weighted Average		45.48	54.53

Según los resultados obtenidos por medio del programa POMQM, la alternativa 2 (Raza Jersey) obtuvo el mayor peso ponderado con una diferencia del 9% respecto a la alternativa 1 (Holstein).

### 5.1.3. Análisis del problema utilizando el método de factores ponderados

Según los resultados obtenidos la alternativa con el peso compuesto más alto es la 2 raza Jersey. La raza Jersey posee un tamaño más pequeño lo cual hace que se puedan poner mayor número de animales por área de pastoreo y la hace ideal para una hacienda de 20 manzanas. Esta raza es de fácil adaptación a los climas tropicales, reportándose buenos rendimientos en ese clima. En cuanto a producción de leche ambas razas poseen una gran capacidad de producción. La Holstein (24,291 libras de leche Grasa 3,66% Grasa 765 libras Proteína 3.15% Proteína) vs (Jersey 16997 libras de leche 776 libras de grasa 4.57% Grasa 633 libras Proteína 3.73% Proteína). Sin embargo, la raza Jersey tiene una ventaja y es que produce as leche por unidad de peso corporal y por unidad de pastoreo.

En el aspecto de rusticidad la raza Jersey se adapta rápidamente a los distintos tipos de climas y suelos. Es muy resistente al estrés calórico. Dada la pigmentación oscura de la piel, esta raza soporta los fríos rigurosos, así como altas temperaturas. Su capacidad para producir leche sin suplementos y su adecuación a todo tipo de terrenos la convierte en la raza ideal para todo tipo de condición.

En lo que se refiere a fertilidad la raza Jersey es más precoz y fértil que cualquier otra raza lechera y tienen la vida productiva más larga.

Después de analizar todos estos factores y obtener el fundamento numérico en base a la calificación de pesos compuestos podemos determinar que la raza ideal para el trópico es la Jersey con un 9% de diferencia en cuanto a la Holstein.

#### 5.1.4. Modelo de programación lineal

Para cumplir con el objetivo de determinar la mezcla diaria de alimento a un costo mínimo, se elaboró un modelo matemático que toma en cuenta tres alimentos importantes y ricos en proteína y fibra que debe ser suministrado a las vacas lecheras en su dieta.

##### **Problema (sobre la dieta de las vacas lecheras)**

La Hacienda consume diariamente un mínimo de 1200 lb de alimento especial conocido como ensilaje de maíz o de cuba 22(zacate de corte). Este alimento es cultivado, cortado, picado y por último ensilado que es el proceso de conservación de forraje basado en la fermentación. También suelen comprar heno para complementar la dieta de su ganado. Básicamente las dietas de las vacas lecheras requieren de entre 14-18% de proteína cruda y de 14-16% de fibra cruda. Para realizar el mix de los alimentos La Hacienda debe contar con 400 lbs de cada forraje (maíz, cuba22 y heno). Los costos de forraje y su composición de fibra y proteína por libra se detallan a continuación.

**Tabla 4. Costos y composición (proteína, fibra) de forrajes por lb**

Forraje en libras	Proteína %	Fibra %	Costo por libra
Maíz	9	2	L. 0.70
Cuba 22	20	30	L. 0.50
Heno	20	19	L. 1.00

##### **Objetivo**

El objetivo es determinar la mezcla diaria de alimento a un costo mínimo. Las variables de decisión del modelo son:

X1= libras de ensilaje de maíz en la mezcla diaria

X2= libras de ensilaje de cuba 22 en la mezcla diaria

X3= libras de heno en la mezcla diaria

El objetivo es minimizar el costo diario total de la mezcla de alimento, es decir,

$$\text{Minimizar } z = 0.7x_1 + 0.5x_2 + 1x_3$$

### Restricciones

Las restricciones representan la cantidad diaria de la mezcla y las necesidades dietéticas. La Hacienda requiere un mínimo de 1200 libras de alimento diario es decir,

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 1200$$

La cantidad de proteína contenida en  $x_1$  libras de maíz,  $x_2$  libras de cuba 22 y  $x_3$  libras de heno requerido para la alimentación de las vacas lecheras es de:

$$0.09x_1 + 0.2x_2 + 0.2x_3$$

Esta cantidad debe ser al entre 14% -18% de la mezcla de alimentos total ( $x_1 + x_2 + x_3$ ) lb, es decir:

$$0.09x_1 + 0.2x_2 + 0.2x_3 \geq 0.14(x_1 + x_2 + x_3)$$

$$0.09x_1 + 0.2x_2 + 0.2x_3 \leq 0.18(x_1 + x_2 + x_3)$$

La necesidad de fibra para una vaca lechera es del 14% mínimo y 16% máximo y se representan ambas restricciones de la siguiente manera:

$$0.02x_1 + 0.3x_2 + 0.19x_3 \geq 0.14(x_1 + x_2 + x_3)$$

$$0.02x_1 + 0.3x_2 + 0.19x_3 \leq 0.16(x_1 + x_2 + x_3)$$

Las restricciones en cuanto a las libras diarias con las que cuenta La Hacienda para cada forraje son:

$$x_1 \geq 400$$

$$x_2 \geq 400$$

$$x_3 \geq 400$$

Simplificando las restricciones y cambiando los términos de  $x_1$ ,  $x_2$  y  $x_3$  al lado izquierdo de cada desigualdad, el modelo completo quedaría así:

$$\text{Minimizar } z = 0.7x_1 + 0.5x_2 + 1x_3$$

**S.A.**

- $x_1 + x_2 + x_3 \geq 1200$
- $-0.05x_1 + 0.06x_2 + 0.06x_3 \geq 0$
- $-0.09x_1 + 0.02x_2 + 0.02x_3 \leq 0$
- $-0.12x_1 + 0.16x_2 + 0.05x_3 \geq 0$
- $-0.14x_1 + 0.14x_2 + 0.03x_3 \leq 0$
- $x_1 \geq 400$
- $x_2 \geq 400$
- $x_3 \geq 400$
- Lógicas  $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

La siguiente tabla detalla el modelo del problema elaborado ya respectivamente ingresado en el programa POM QM.

**Tabla 5. Modelado del Problema en el Programa**

Objective		Instruction				
<input type="radio"/> Maximize <input checked="" type="radio"/> Minimize		This cell can not be changed.				
(untitled)						
	X1	X2	X3		RHS	Equation form
Minimize	.7	.5	1			Min .7X1 + .5X2 + X3
Libras de alimento diario	1	1	1	>=	1200	$X_1 + X_2 + X_3 \geq 1200$
Proteína mínima requerida	-.05	.06	.06	>=	0	$-.05X_1 + .06X_2 + .06X_3 \geq 0$
Proteína máxima requerida	-.09	.02	.02	<=	0	$-.09X_1 + .02X_2 + .02X_3 \leq 0$
Fibra mínima requerida	-.12	.16	.05	>=	0	$-.12X_1 + .16X_2 + .05X_3 \geq 0$
Fibra máxima requerida	-.14	.14	.03	<=	0	$-.14X_1 + .14X_2 + .03X_3 \leq 0$
Maíz disponible para mix	1	0	0	>=	400	$X_1 \geq 400$
Cuba 22 disponible para mix	0	1	0	>=	400	$X_2 \geq 400$
Heno disponible para mix	0	0	1	>=	400	$X_3 \geq 400$

Al resolver el problema mediante el programa, muestra los siguientes resultados:

**Tabla 6. Resultados de la Programación Lineal**

	X1	X2	X3		RHS	Shadow Price
Minimize	.7	.5	1			
Libras de alimento diario	1	1	1	>=	1200	0
Proteína mínima requerida	-.05	.06	.06	>=	0	0
Proteína máxima requerida	-.09	.02	.02	<=	0	0
Fibra mínima requerida	-.12	.16	.05	>=	0	0
Fibra máxima requerida	-.14	.14	.03	<=	0	5
Maíz disponible para mix	1	0	0	>=	400	0
Cuba 22 disponible para mix	0	1	0	>=	400	-1.2
Heno disponible para mix	0	0	1	>=	400	-1.15
Solution->	485.7143	400	400		940	

La solución indica que para obtener un costo mínimo la cantidad de libras de ensilaje de maíz, cuba 22 y heno que se utilizan para realizar la mezcla de alimento es de 485, 400 y 400 libras respectivamente.

El análisis de sensibilidad que se muestra a continuación tiene como objetivo identificar el impacto que resulta en los resultados del problema original luego de determinadas variaciones en los parámetros, variables o restricciones del modelo. En otras palabras son los parámetros del modelo que pueden cambiar dentro de ciertos límites sin que cambie la solución óptima. Según los resultados del análisis muestra un excedente de 85 lbs más de maíz que se pueden brindar y aun así conservar costos mínimos y cumpliendo con los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras.



**Tabla 7. Análisis de Sensibilidad**

Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	485.7143	0	.7	0	Infinity
X2	400	0	.5	-.7	Infinity
X3	400	0	1	-.15	Infinity
Constraint	Shadow Price	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
Libras de alimento diario	0	85.7142	1200	-Infinity	1285.714
Proteína mínima requerida	0	23.7143	0	-Infinity	23.7143
Proteína máxima requerida	0	27.7143	0	-27.7143	Infinity
Fibra mínima requerida	0	25.7143	0	-Infinity	25.7143
Fibra máxima requerida	5	0	0	-30	12
Maíz disponible para mix	0	85.7143	400	-Infinity	485.7143
Cuba 22 disponible para mix	-1.2	0	400	357.143	Infinity
Heno disponible para mix	-1.15	0	400	329.412	39199.05

El precio dual o sombra de una restricción representa la tasa de cambio del valor óptimo ante una modificación del lado derecho de una restricción. De acuerdo al análisis se obtuvo un precio dual de -1.2 para cuba 22 y -1.15 para el heno. Esto quiere decir que son los menos factibles en cuestión monetaria ya que por cada libra que se le dé al ganado de cuba y heno así será el incremento respectivamente. El intervalo muestra que cualquier variación de dicho lado derecho en ese intervalo provocará una variación proporcional al precio sombra en cuanto al valor de la función objetivo.

### **5.1.5. Análisis del aprovechamiento del ganado por medio de los métodos de pastoreo racional intensivo y semi-estabulación.**

#### **5.1.6. Semi-estabulado**

Brindar al ganado un espacio donde se pueda alimentar a plena satisfacción y de forma que tengan la absoluta capacidad de controlar esta alimentación es una propuesta acertada, para así evitar al máximo las pérdidas. El establo es un lugar que si está bien diseñado de acuerdo a las exigencias de los bovinos para su comodidad y óptimo desempeño fisiológico, puede garantizar que la alimentación del ganado sea de una forma más controlada. Encerrar al animal en un establo de forma permanente resulta costoso y riesgoso. La estabulación permanente no es viable para todo tipo de ganado en el trópico ya que si la finalidad es el ganado destinado a la lechería pues el método que se recomienda es el combinado entre potreros y establo llamado semi-estabulación.

#### **5.1.7. Pastoreo racional intensivo**

La Hacienda ha logrado un nivel de tecnificación más intensiva, por lo que el reto consiste en incrementar la productividad y optimizar los recursos disponibles. Antes utilizaban el pastoreo extensivo tradicional que incluía una interacción humana con el fin de darle un mejor manejo a las praderas y al ganado. Hacer uso de esta técnica de pastoreo está muy bien, sin embargo, si se quieren mayores beneficios se recomienda cambiar al pastoreo racional intensivo.

Se puede decir que la técnica de pastoreo intensivo rotacional es la especialización del manejo de pasto que determina periodos recurrentes de pastoreo y descansos. El pastoreo racional intensivo permite una mayor carga animal y días de descanso para permitir el desarrollo óptimo de pasturas.

Esta técnica cuenta con muchas más ventajas que la tradicional brindando una dieta equilibrada para la alimentación del ganado. En este sistema el animal cosecha cada día un pasto sano y limpio. Al implementar este tipo de pastoreo el ganado expresaría su óptima capacidad de producción.

Dentro de las ventajas del pastoreo intensivo racional se tienen:

1. Permite que la producción de forraje tenga un periodo de recuperación o descanso.

2. Se producen alimentos saludables
3. Promueve la producción de semilla y la resiembra natural.
4. Facilita el control de malezas.

Se debe tener cuidado al momento de implementar el pastoreo intensivo racional y tener las siguientes consideraciones:

### **SUELO**

1. Evitar que sufra: aprender a observar sus signos vitales y comprenderlo como un sistema biológico no solamente mineral.

### **PASTOS**

1. Buscar la diversidad: es importante conocer las especies del pastizal para saber que característica del suelo representan.
2. El pasto es la imagen del suelo: La calidad nutritiva dependerá del manejo del pastoreo.
3. Aprender los ritmos de crecimiento y los tiempos de descanso para cada estación del año.

### **VACAS**

1. La vaca no es máquina, es necesario comprender que tenemos la obligación de cuidarlas.
2. La permanencia determina la sanidad: La flora ruminal debe estar en equilibrio con el campo, y esto es un aspecto fundamental en la adaptación a un pastizal.

## VI. Conclusiones

**1)** Tras realizar el análisis de la raza ideal de ganado lechero en el trópico por medio del método de ponderación de factores en el programa de POMQM se concluye que:

La raza Jersey aventaja la raza Holstein en el aspecto de rusticidad ya que se adapta rápidamente a diferentes tipos de clima y suelos. Dada la pigmentación oscura de la piel, esta raza soporta los fríos rigurosos, así como altas temperaturas. Esta raza también es más precoz y fértil, con una facilidad de parto que cualquier otra raza lo que trae otro beneficio económico para el ganadero. Otro factor diferenciador de la raza Jersey que incide en la rentabilidad económica es la calidad de leche, por su cantidad de grasa, proteína y contenido mineral.

Después de analizar todos estos factores y obtener el fundamento numérico en base a la calificación de pesos compuestos podemos determinar que la raza ideal para el trópico es la Jersey con un 9% de diferencia en cuanto a la Holstein. Sin embargo, se obtuvo una propuesta mejorada como el encaste o mezcla entre la Jersey siendo una raza con calidad de leche y el cebú más lechero y con mayor resistencia denominado Gyr, mezcla ideal para enfrentar las problemáticas del trópico.

**2)** El modelo de programación lineal realizado en POM QM indica que la solución para obtener un costo mínimo, la cantidad de libras de ensilaje de maíz, cuba 22 y heno que se deben utilizar para realizar la mezcla de alimento es de 485, 400 y 400 libras respectivamente. Según los resultados del análisis muestra un excedente de 85 lbs más de maíz que se pueden brindar y aun así conservar costos mínimos y cumpliendo con los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras. De acuerdo al análisis se obtuvo un precio dual de -1.2 para cuba 22 y -1.15 para el heno. Esto quiere decir que son los menos factibles en cuestión monetaria ya que por cada libra que se le dé al ganado de cuba y heno así será el incremento respectivamente.

**3)** Después del análisis realizado sobre las técnicas de pastoreo se concluyó que lo recomendado es el método de semi- estabulado que es el combinado entre potreros y establo que permite el

aprovechamiento energético del ganado, el consumo controlado de alimentos y disminución en el estrés calórico. Brindando así un estado físico y emocional estable para las vacas permitiéndoles aumentar la calidad y cantidad de su producción.

**4)** Si se quieren mayores beneficios se recomienda el pastoreo racional intensivo que es una de las mejores técnicas a implementar y brinda la especialización del manejo de pasto que determina periodos recurrentes de pastoreo y descansos. Permite el desarrollo óptimo de pasturas cosechando un pasto sano y limpio destinando una dieta equilibrada para la alimentación del ganado. Al implementar estos métodos de pastoreo el ganado expresaría su óptima capacidad de producción.

## VII. Recomendaciones

- 1)** Cruzar las razas Gyr y Jersey para combinar lo mejor de ambas especies para producir leche de alta calidad y aumentar la resistencia en zonas del trópico. La raza Gyr aporta adaptabilidad al trópico y se caracteriza por ser el cebú más lechero de todos. La raza Jersey aporta mejoramiento en la calidad de la leche. Es por esto que la que mejor se adapta es el encaste que se caracterizan por tener buen tamaño y capacidad productiva de leche. Ante las dificultades climáticas sobre todo en los meses de sequía daría la posibilidad de tener a favor la adaptabilidad y una leche apetecida por sus nutrientes.
- 2)** Incrementar las libras de forraje en maíz y mantener las mismas cantidades de los forrajes de cuba 22 y heno para obtener un costo mínimo y que satisfaga los requerimientos proteicos y fibrosos del ganado lechero.
- 3)** Implementar el método de semi estabulado distribuyendo doce horas en el establo (5:00am – 5:00 pm) y doce horas en los potreros (5:00 pm – 5:00 am). Las horas destinadas para los potreros son elegidas en función a disminuir el estrés calórico causado por las altas temperaturas del trópico. Es por eso que los lapsos más calientes del día lo pasan en el establo y cuando el calor disminuye al anochecer salen a pastorear.
- 4)** Cambiar del pastoreo extensivo tradicional a la nueva técnica de pastoreo racional intensivo siguiendo las consideraciones mostradas en el documento con el fin de obtener mejores resultados en el manejo de praderas y en la alimentación del ganado.

## IX. Referencias Bibliográficas

- 1) Araujo-Febres, O. (2005). *Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales*. Universidad del Zulia, Venezuela.
- 2) Barton, B. 1996. Determining If Reproduction is Affected by a Nutrient Imbalance. IN: Tri-State Dairy Nutrition Conference. Fort Wayne, Indiana. Pp. 17-32.
- 3) Bernal, F. A. D., & Gómez, C. A. F. (n.d.). ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE GANADO LECHERO HOLSTEIN Y JERSEY EN DOS FINCAS DE LA SABANA DE BOGOTÁ, 97.
- 4) Betteridge K.J. 1981. An historical look at embryo transfer. *Journal Reproduction Fertility*, 62: 1-13.
- 5) Betteridge K.J. 2003. A history of farm animal embryo transfer and some associated techniques. *Animal Reproduction Sciences*, 79: 203-244.
- 6) Castrillón, D. (2013). ¿Ganadería en trópico alto o bajo? Decisión clave para el negocio. *Contexto Ganadero*.
- 7) Cancel Medina, E. (2002). *Efectos del nivel de concentrado y contenido de proteína protegida en el consumo voluntario y producción de leche en vacas Holstein (M.S.)*. Ann Arbor, United States. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/230924108/abstract/92FB12EC50064656PQ/14>
- 8) Castro Ramos, A. M. (2016). *Evaluación de la capacidad termorreguladora en vacas lecheras puertorriqueñas de las razas Holstein y Jersey con diferentes tipos de pelo bajo condiciones ambientales tropicales (M.S.)*. Ann Arbor, United States. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1809761466/abstract/92FB12EC50064656PQ/5>
- 9) Contexto Ganadero. (2013). ¿Cómo optimizar el uso de equipos para elaborar forraje de calidad?
- 10) Contexto Ganadero. (2014). Raza gyr: ideal para la producción de leche en climas cálidos.

- 11)** Desconocido. (2018). Características de la raza Holstein. *El Productor*.
- 12)** Fujisaka, S., Holmann, F., Peters, M., Schmidt, A., White, D., Burgos, C., ... Davis, C. (n.d.). Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua, 30.
- 13)** Gibson J.P y Smith C. 1989. The incorporation of biotechnologies into animal breeding strategies. In: Babiuk LA, ed. *Comprehensive Biotechnology*, First Ed. New York: Pergammon Press; 203-231.
- 14)** Hazard, S. (2001). *Alimentación de vacas lecheras*.
- 15)** Huanca, W. (2001). *Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras*. Perú.
- 16)** Kolver, E.S., J. Roche, D. Miller. y R. Densley. (2001). Maize Silage for Dairy Cows. *New Zealand Grassland Association*, 63:195-201.
- 17)** Mapletoft R.J. 1987. Technology of embryo transfer. *Proc XXXIII World Veterinary Congress*, Montreal, PQ, 2-40.
- 18)** Rúa Franco, M. (2010). Semiestabulación de bovinos en 21 pasos. *Ganadería*.
- 19)** Ruiz, A. (2016a). Características de la raza Jersey. *Genbiogan*.
- 20)** Ruiz, A. (2016b). Características fenotípicas de la raza Holstein. *Genbiogan*.
- 21)** Samaniego, L. (2009). Nutrición y nutrición del ganado lechero (1.<sup>a</sup> ed.).
- 22)** Santos, S. (2015). La ecuación de la ganadería: nutrición, manejo, sanidad y genética. *Contexto Ganadero*.
- 23)** Smith C. 1988. Applications of embryo transfer in animal breedings. *Theriogenology*; 29: 203-212.
- 24)** Wheeler, B. (2006). Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras.
- 25)** Wrathall A.E, Simmons H.A, Bowles D.J, Jones S. 2004. Biosecurity strategies for conserving valuable livestock genetic resources. *Reproduction Fertility Development*, 16: 103-112.



## **X. Anexos**



**Raza Holstein Pura**



**Raza Jersey Pura**



**Raza Gyr, Toro Élite Sansao de Brazil utilizado en inseminación.**



**Raza Gyr, Toro Élite Gengis Khan de Brazil utilizado en inseminación.**



**Raza Gyr, Toro Élite Davi de Brazil utilizado en inseminación.**



**Cuba 22 cultivado en la Hacienda**



**Cultivos de Maíz**



**Heno**