

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA

Producto previo la obtención del Título de: INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

**SOPORTE TÉCNICO INVESTIGATIVO PARA LA ESTRUCTURA Y
DISEÑO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO GANADERO DESTINADO A
LA GESTIÓN DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEDICADAS A
LA PRODUCCIÓN DE LECHE.**

AUTOR:

GONZALO ESPINOSA CUZCO

DIRECTORA:

DRA. NANCY BONIFAZ G.

Quito, Febrero del 2014

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento, ni su traducción ni su distribución, sin autorización previa del autor.

Quito, Febrero-2014

.....
(f): Gonzalo Espinosa Cuzco

DEDICATORIA

A mis padres por ayudarme a cumplir un objetivo más en la vida ya que con sus consejos, amor, esfuerzo, sacrificio y comprensión supieron guiarme en el camino del estudio, ser una persona de bien e incidir en la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme en el camino del bien y permitirme llegar al éxito de ser profesional, a mis padres Gonzalo Espinosa N. y María Cuzco C. por apoyarme económicamente y darme lo mejor para mi vida, a mis hermanas Jeanneth y Elizabeth por estar pendientes de mis estudios y darme consejos y apoyo moral.

Un eterno agradecimiento a la Dra. Nancy Bonifaz por ser la gestora del producto quién con su iniciativa e innovación ha contribuido en el desarrollo del documento.

A los tutores: Janns Beltrán, Narcisa Requelme y Francisco Gutiérrez por contribuir con sus valiosos conocimientos y consejos en la elaboración del trabajo investigativo.

A los catedráticos, personal administrativo y todos los que hacemos la Universidad Politécnica Salesiana un campo de aprendizaje y formación de buenos cristianos y honrados ciudadanos.

A mis compañeros por su amistad sincera y apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN	14
1.1. Descripción del problema.	15
1.2. Indicadores del problema.	17
1.3. Efectos que genera.	17
2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	18
3. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS.....	18
3.1. Beneficios.....	18
3.2. Beneficiarios	19
4. MARCO TEÓRICO.....	20
4.1. Sistema	20
4.1.1. Clasificación de los sistemas.....	21
4.1.2. Sistema de producción	23
4.1.2.1. Sistema de producción agropecuario	23
4.1.2.2. Sistemas de cultivos	23
4.1.2.3. Sistemas ganaderos o pecuarios	23
4.1.3. Estructura de un sistema de producción agropecuario	24
4.1.4. Sub-sistemas agropecuarios	27
4.1.5. Dinámica del sistema de producción.....	28
4.1.6. Funcionamiento del sistema de producción	28
4.1.6.1. Itinerarios técnicos	29
4.1.6.2. Un sistema técnico	29
4.2. Definición de un modelo.....	29
4.2.1. Tipos de un modelo	30
4.2.2. Modelización.....	31
4.2.2.1. Características de los modelos de simulación.....	31
4.2.3. ¿Para qué sirven los modelos y la simulación?	32
4.2.4. Modelización de procesos agronómicos	32
4.2.5. Los modelos y el enfoque en agroecosistemas.....	33
4.3. Sistemas de producción bovina.....	34
4.3.1. Ganadería bovina extensiva.....	34

4.3.2. Ganadería bovina intensiva	34
4.3.3. Tipos de sistemas de producción bovina.....	35
4.3.3.1. Cría.....	35
4.3.3.2. Ceba	36
4.3.3.3. Leche	36
4.3.3.4. Doble Propósito.....	36
4.3.3.5. Ciclo Completo	37
4.3.4. Principales razas lecheras.....	37
4.3.4.1. Holstein	37
4.3.4.2. Brown swiss o pardo suizo.....	37
4.3.4.3. Jersey.....	38
4.3.4.4. Montbeliarde	38
4.3.5. Alimentación	39
4.3.5.1. Forrajes y henolajes.....	39
4.3.5.2. Suplementación con concentrados	39
4.3.5.3. Suplementos minerales.....	40
4.3.6. Producción de forraje	40
4.3.6.1. Cantidad de forraje suministrado	40
4.3.7. Lugar de almacenamiento	41
4.3.8. Manejo de potreros.....	41
4.3.8.1. Estrictamente pastoril.....	41
4.3.8.2. Pastoril con suplementos.....	41
4.3.8.3. Fertilización.....	42
4.3.9. Reproducción	42
4.3.9.1. Eficiencia en la detección del celo	42
4.3.9.2. Inseminación artificial.....	43
4.3.9.2.1. Ventajas de la inseminación artificial	43
4.3.9.2.2. Desventajas de la inseminación artificial	43
4.3.9.3. Monta natural	44
4.3.9.4. Parámetros de la reproducción bovina	44
4.3.9.4.1. Días abiertos.....	44
4.3.9.4.2. Servicio por concepción	44
4.3.9.4.3. Intervalo celo-primer parto.....	44

4.3.9.4.4.	Intervalo primer celo-primer servicio	45
4.3.9.4.5.	Intervalo parto-primer servicio.....	45
4.3.9.4.6.	Días de intervalo entre partos.....	45
4.3.9.4.7.	No retorno al celo.....	45
4.3.9.4.8.	Días de lactancia.....	45
4.3.9.4.9.	Días de periodo seco	46
4.4.	Manejo	46
4.4.1.	Producción de leche	46
4.4.1.1.	Ordeño.....	46
4.4.1.2.	Higiene en el ordeño	46
4.4.2.	Bienestar animal.....	47
4.4.3.	Sanidad	48
4.4.3.1.	Sanidad animal.....	48
4.4.3.2.	Principales enfermedades del ganado bovino	48
4.4.3.3.	Desparasitación periódica	48
4.4.3.4.	Mastitis.....	49
4.4.3.4.1.	Prueba de California para Mastitis (CMT).....	49
5.	PROCEDIMIENTO Y RECURSOS	50
5.1.	Procedimiento	50
5.1.1.	Recopilación de información bibliográfica.....	50
5.1.2.	Conceptualización del Sistema.....	51
5.1.2.1.	Las características	51
5.1.2.1.1.	Estructura	51
5.1.2.1.2.	Función.....	52
5.1.3.	Diseño Modular.....	52
5.1.4.	Elaboración del producto final	53
5.2.	Recursos	54
5.2.1.	Recursos Humanos.....	54
5.2.2.	Recursos Materiales	54
5.2.3.	Recursos Económicos	54
6.	RESULTADOS.....	55
6.1.	Módulo, inventarios de animales, infraestructura, maquinarias y equipos.....	55
6.1.1.	Introducción	56

6.1.2.	Objetivos	56
6.1.2.1.	General	56
6.1.2.2.	Específico	56
6.1.3.	Propósito	57
6.1.4.	Funciones	57
6.1.5.	Componentes	59
6.1.6.	Método	61
6.1.7.	Procedimientos	62
6.2.	Módulo de riego	64
6.2.1.	Introducción	65
6.2.2.	Objetivos	65
6.2.2.1.	General	65
6.2.2.2.	Específicos	65
6.2.3.	Propósito	65
6.2.4.	Funciones	66
6.2.5.	Componentes	67
6.2.6.	Método	68
6.2.7.	Procedimientos	68
6.2.8.	Lista de símbolos empleados	83
6.3.	Módulo de nutrición	85
6.3.1.	Introducción	86
6.3.2.	Objetivos	86
6.3.2.1.	General	86
6.3.2.2.	Específicos	86
6.3.3.	Propósito	87
6.3.4.	Funciones	87
6.3.5.	Componentes	87
6.3.6.	Método	88
6.3.7.	Procedimientos	88
6.3.8.	Lista de símbolos empleados	100
6.4.	Módulo de pasturas	101
6.4.1.	Introducción	102
6.4.2.	Objetivo	102

6.4.2.1. General	102
6.4.2.2. Objetivos específicos	102
6.4.3. Propósito	102
6.4.4. Funciones	103
6.4.5. Componentes.....	103
6.4.6. Método	104
6.4.7. Procedimientos.....	104
6.4.8. Lista de símbolos empleados	114
6.5. Módulo de producción y calidad de leche.....	115
6.5.1. Introducción	116
6.5.2. Objetivos	116
6.5.2.1. General	116
6.5.2.2. Específicos	116
6.5.3. Propósito	116
6.5.4. Funciones	117
6.5.5. Componentes.....	117
6.5.6. Método	118
6.5.7. Procedimientos.....	118
6.5.8. Lista de símbolos empleados	122
6.6. Módulo de control sanitario, reproductivo y ginecológico	123
6.6.1. Introducción	124
6.6.2. Objetivos	124
6.6.2.1. General	124
6.6.2.2. Específicos	124
6.6.3. Propósito	125
6.6.4. Funciones	125
6.6.5. Componentes.....	125
6.6.6. Método	126
6.6.7. Procedimientos.....	126
6.6.8. Lista de símbolos empleados	131
7. CONCLUSIONES.....	132
8. RECOMENDACIONES	133
9. RESUMEN	134

SUMMARY.....	135
10. BIBLIOGRAFÍA.....	136
11. ANEXOS.....	139

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁG.
Cuadro 1. Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo a ETo y al cultivo.....	69
Cuadro 2. Porcentaje de eficiencia de riego de acuerdo al tipo de clima	75
Cuadro 3. Valor energético (Mcal ENI) de la movilización o depósito de 1 kg de peso vivo a diferentes niveles de condición corporal.....	94
Cuadro 4. Gramíneas forrajeras más comunes de la sierra ecuatoriana	108
Cuadro 5. Leguminosas forrajeras de la sierra ecuatoriana	108
Cuadro 6. Hierbas invasoras o malezas de la sierra ecuatoriana	108
Cuadro 7. Valores de apreciación de las gramíneas	110
Cuadro 8. Valores de apreciación de las leguminosas.....	110
Cuadro 9. Valores de apreciación de las hierbas invasoras o malezas	110
Cuadro 10. Rangos de interpretación de la calidad de pasturas.....	111
Cuadro 11. Porcentajes de relación entre gramíneas y leguminosas	112
Cuadro 12. Categorización de la calidad de la leche	120

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁG.
Figura 1. Interrelaciones módulo inventario de animales, equipos y maquinarias. ...	63
Figura 2. Interrelaciones módulo riegos.	82
Figura 3. Interrelaciones módulo nutrición.....	99
Figura 4. Interrelaciones módulo pasturas	113
Figura 5. Interrelaciones módulo producción y calidad de leche	121
Figura 6. Interrelaciones módulo de control sanitario, reproductivo y ginecológico	130

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PÁG.
Anexo 1. Tabla texturas del suelo.....	139
Anexo 2. Tabla consultiva de tanque evaporímetro	140
Anexo 3. Tabla coeficientes del cultivo forrajero según la FAO	141
Anexo 4. Tabla de eficiencia de riego por aspersión según tipo de clima.....	142
Anexo 5. Forrajes de la zona norte del Ecuador	143
Anexo 6. Heno y otros forrajes	144
Anexo 7. Materias primas	145
Anexo 8. Suplementos comerciales	146

1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

El Ecuador es considerado como un productor neto de leche cruda, lo que se refleja en el último Censo Agropecuario con una producción de más o menos 4 millones de litros por día, distribuida en la sierra en un 73%, costa 19% y en la Amazonía 8%, y por provincias: Pichincha 20%, Manabí 9%, Azuay 8%, Cotopaxi 8%, Chimborazo 8%, Tungurahua 6%, Loja 5%, Carchi 5%, Guayas 4%, Morona Santiago 3% y Zamora Chinchipe 3%. Donde el parámetro productivo a nivel nacional actualmente es de 4.4 litro/vaca/día, de esta el 75% se dice que es generada en pequeñas y medianas explotaciones, convirtiéndose en un pilar fundamental del desarrollo de nuestro país, puesto que la demanda de este producto es orientado a la población infantil, también para el consumo de terneros, la industria como leche pasteurizada, en polvo y otros productos lácteos que se elaboran a nivel artesanal con alrededor de 1'400.000 litros/día. (INEC, 2008)

Según datos (BONIFAZ & REQUELME, 2011) generados en el Proyecto Buenas prácticas de Ordeño y Calidad de Leche el 75% de la producción de leche se genera en pequeñas y medianas explotaciones, es entonces allí Donde se debe trabajar para obtener los mejores parámetros productivos y reproductivos del sector.

En la actualidad los ganaderos de pequeñas y medianas fincas no llevan con frecuencia registros del manejo de sus fincas y los que lo realizan, no dan a esta información un adecuado tratamiento debido a su complejidad, provocando que estas unidades productivas no reflejen su potencialidad y peor aún su rentabilidad. (YASACA, 2011). Además existe el desconocimiento por parte de los pequeños ganaderos de sistemas informáticos para la gestión ganadera siendo una gran herramienta tecnológica al momento de la toma de decisiones, pero estos programas computacionales no son de fácil acceso debido a los altos costos, limitando su uso a los pequeños productores.

La información de las unidades productivas es elemental para la construcción de políticas públicas para el sector, así como para la definición de estrategias y acciones

de investigación, validación, transferencia de tecnología y capacitación de los productores-as.

1.1. Descripción del problema.

La vida de cada habitante del mundo está íntimamente relacionada con la agricultura y la ganadería, en forma directa o indirecta por el simple hecho de que todos tenemos que alimentarnos. Nuestra tarea inmediata, como profesionales responsables, es el desarrollo, manejo, implementación y fomento de sistemas agropecuarios con las siguientes características:

Económicamente rentables.

Biológicamente eficientes.

Ecológicamente sustentables.

A través de los sistemas de producción ganadera se espera lograr ciertas metas como por ejemplo:

- Aumentar la producción de alimentos para abastecer las necesidades de la población a precios alcanzables por todos.
- Aumentar la generación y ahorro de divisas por medio de exportaciones y sustitución de importaciones.
- Aumentar la eficiencia del uso de los recursos naturales de la región.
- Reducir el daño al medio ambiente y proveer un futuro más seguro para las futuras generaciones.
- Reducir el movimiento de personas hacia las ciudades donde los problemas sociales ya han llegado a niveles críticos.
- Contribuir al desarrollo socio-económico de la región en términos generales y mejorar el bienestar de toda la población.

Según (BONIFAZ & REQUELME, 2011), en nuestro país los aspectos administrativos de los sistemas productivos, entre ellos el manejo de registros es un elemento importante tanto para la planificación, seguimiento de las acciones como también para la toma de decisiones. Así en la región húmedo temperado y muy húmedo sub temperado los productores de menos de 20 has manejan ciertos registros

y las fincas de más de 20 has, manejan todos los registros productivos y reproductivos, podemos decir entonces que es necesario trabajar en este aspecto mejorando a la vez los niveles de instrucción de los productores que limitan el manejo de los registros.

No obstante los sistemas productivos de pequeños y medianos hatos lecheros no reflejan exactitud al momento de la gestión de dichos sistemas ya que al no poseer datos precisos acerca del manejo del hato “registros de animales, inventarios de infraestructura y equipos, registros de materiales e insumos, evolución del hato, nutrición, sanidad animal, fertilización, riego, finanzas, calendarios reproductivos, calendarios veterinarios, capacidad de carga animal, control de la inocuidad de la leche, etc.” hacen que estas pequeñas y medianas empresas no puedan competir con otras ganaderías con similares características y recursos, debido a que no cuentan con el estado situacional de su hato lechero en forma técnica y financiera provocando pérdidas económicas en este tipo de microempresas pecuarias de la zona norte del Ecuador.(BATALLAS E., 2011)

En la actualidad existen programas informáticos que ayudan a planificar, controlar y proyectar las actividades optimizando así recursos y esfuerzo de los ganaderos, convirtiéndose en herramientas útiles al momento de la toma de decisiones en el campo pecuario pero al ser softwares especializados introducidos, estos sistemas son de poca accesibilidad debido al precio, no cubren ciertos requerimientos del ganadero o no se acoplan a la realidad ganadera acorde a nuestro entorno y economía. Razón por la cual es necesario crear un Soporte Técnico Investigativo para la Estructura y Diseño de un Sistema Informático Ganadero para la Gestión de Pequeñas y Medianas empresas dedicadas a la producción de leche.

1.2. Indicadores del problema

- Falta de registros relacionados a la actividad ganadera.
- Ausencia de herramientas de gestión de la finca esto relacionado al riego, manejo de pasturas, manejo nutricional, manejo reproductivo, sanidad, cantidad y calidad de leche, infraestructura y equipamiento.
- Altos costos de los programas informáticos especializados en ganadería.
- Falta de capacitación en cuanto al manejo de sistemas informáticos ganaderos.
- Alta incidencia de analfabetismo informático.

1.3. Efectos que genera

Las falencias en cuanto al manejo del sistema producción ganadera en uno de sus componentes o subsistemas provocan pérdidas económicas y a su vez inciden en la rentabilidad de las fincas ganaderas repercutiendo de manera directa a los productores lecheros y las industrias lácteas.

A su vez las distintas actividades dentro de las explotaciones ganaderas de nuestro país inciden en la calidad de leche al no cumplir los estándares y normas INEN necesarios para la producción de leche cruda, generando efectos directos en los precios que se pagan al productor por parte de las industrias que realizan control de calidad siendo necesario desarrollar, diseñar y adoptar tecnologías nuevas como los software especializados ganaderos que optimicen y facilite la administración dentro de las medianas y pequeñas explotaciones ganaderas, tecnologías que reflejen nuestra realidad, pero para implantar estas tecnologías de información es necesario crear un soporte técnico investigativo para la estructuración y diseños de softwares ganaderos que se acoplen a la realidad de la serranía y a su vez a los requerimientos de los productores de leche. De esta manera las instituciones estatales, privadas y organizaciones no gubernamentales podrían contar con herramientas tecnológicas que ayudarían a la formación de técnicos en cuanto a los sistemas de producción ganadera.

2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto comprende la elaboración de un documento que contiene 6 módulos: inventarios de animales, infraestructura, maquinarias y equipos, riegos, nutrición, pasturas, control sanitario, reproductivo y ginecológico, producción y calidad de leche siendo esta temática las base para el manejo de la ganadería, cada módulo contiene criterios didácticos que facilitan la comprensión de los procedimientos metodológicos aplicados en la gestión de la ganadería de leche, sirviendo como directrices para el diseño y estructuración de un software ganadero destinado a la gestión de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de leche. Además en este documento se adjuntará un CD que contiene el sistema informático ganadero.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

3.1. Beneficios

Sociales.- Con el soporte técnico investigativo se contribuyó a la generación de información base para la construcción de un software ganadero destinado a la producción de leche que será una herramienta que ayudará a mejorar la gestión y productividad de las pequeñas y medianas empresas ya que los ganaderos conocerán las nuevas formas tecnológicas de producción a través de este sistema de información ganadera y a su vez mejorarían los distintos procesos dentro de las unidades productivas, además se generaría una herramienta que facilite a los programadores de sistemas informáticos a comprender los indicadores básicos del manejo ganadero como: la nutrición animal, análisis económico, sanidad animal, manejo de pasturas, riego, calidad de leche y reproducción, siendo de apoyo para la estructuración y diseño de un software ganadero.

Económicos.- Mediante el soporte técnico investigativo se estableció las directrices necesarias para la ejecución de un software ganadero que contribuirá a la eficiencia en el manejo del sistema productivo y al establecerse en las unidades ganaderas

generara parámetros técnicos en cuanto a la producción provocando un impacto en la economía de las pymes, ya que demostrará cuanto del presupuesto está destinado en distintas actividades y procesos relacionados a la actividad ganadera, buscando la disminución de los costos de producción y a su vez el mejoramiento la calidad de la leche.

Ambientales.- El soporte técnico investigativo proporcionará lineamientos en cuanto a la optimización de recursos como alimento, agua, insumos veterinarios y agrícolas utilizados por los productores de leche conllevando a la disminución de suelos erosionados, contaminación del agua y antibióticos en la leche, siendo esta información útil al momento del diseño y construcción de un software ganadero.

3.2. Beneficiarios

Beneficiarios directos.

- 2500 pymes dedicadas a la producción de leche
- Centros de acopio

Beneficiarios indirectos.

- Pequeños y medianos productores de leche del país
- Industrias lácteas
- Centros de Investigación
- Instituciones Públicas y Privadas
- Universidades

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Sistema

Según (GRENÓN, 2009), el sistema es un conjunto de componentes, arreglados o acomodados entre sí de manera tal que actúan interrelacionadamente como una unidad, procesando materia, energía e información que ingresa al sistema (entradas) y obteniendo resultados (salidas de materia, energía e información) en base a un objetivo que regula su funcionamiento.

En los estudios realizados por (GRENÓN, 2009), citando a (Dent y Blackie, 1979) los sistemas tienen rasgos distintivos y características generales cuales son:

- Estar integrado por una serie de elementos o entidades identificables que mantienen una relación dinámica entre ellos.*
- Tener una estructura jerárquica que comprende un número de subsistemas definidos de manera autónoma, aunque cada uno de estos englobe a otros de rango inferior e igualmente autónomos.*
- Tener carácter abierto, lo que supone que es sensible al entorno o ambiente en que se encuentra.*
- Ser de carácter dinámico o evolutivo, lo que significa que las características más importantes aparecen con el paso del tiempo. Por ello, el estudio de los sistemas requiere la consideración explícita de dicha variable.*

Se podría decir que un sistema está basado en la teoría de sistemas, según (DOGLIOTTI, 2007), citando a Maciel, citado a su vez por (E. Gastal en 1980), que “La Teoría General de Sistemas es la ciencia multidisciplinaria que tiene como objetivo la investigación de los sistemas y sus elementos, la combinación de los primeros en súper sistemas y de los segundos en subsistemas así como sus modos de acción o comportamiento”.

Los propósitos de la Teoría General de Sistemas son:

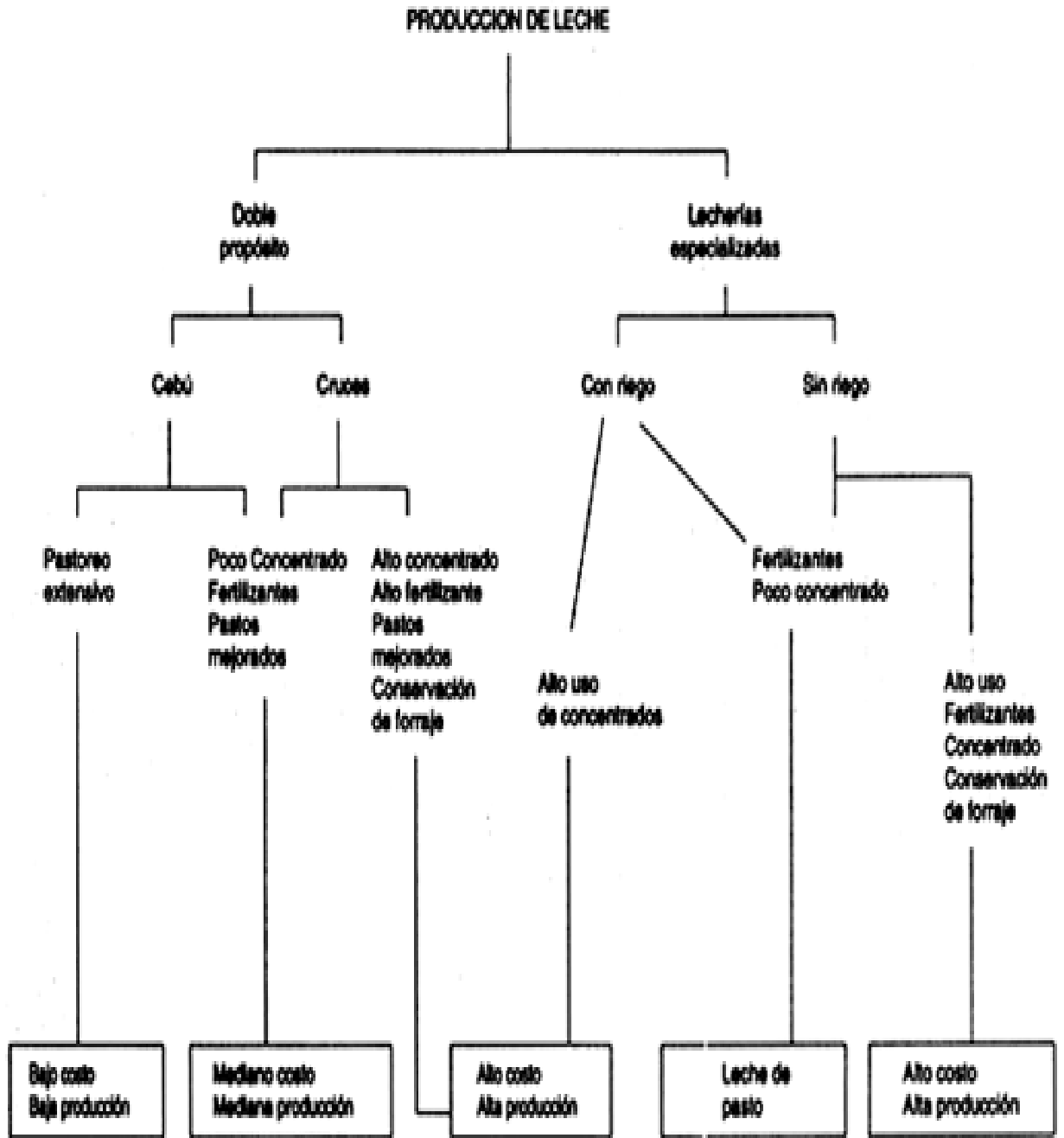
- Usar los mismos términos y conceptos para describir rasgos esenciales de sistemas reales muy diferentes y encontrar leyes generales aplicables a la comprensión de su dinámica.*
- Favorecer, primero, la formalización de las descripciones de la realidad; luego, a partir de ella, permitir la modelización de las interpretaciones que se hacen de ella.*

- *Facilitar el desarrollo teórico en campos en los que es difícil la abstracción del objeto; o por su complejidad, o por su historicidad, es decir, por su carácter único.*
- *Superar la oposición entre las dos aproximaciones al conocimiento de la realidad:*
 - A) *La determinística, basada en operaciones de reducción.*
 - B) *La sistémica, basada en la composición y comportamiento probabilístico. (DOGLIOTTI, 2007)*

4.1.1. Clasificación de los sistemas.

Según (WADSWORTH, 1997), la clasificación de distintos sistemas en grupos comunes depende del propósito de estudio. Además, el número de grupos o “tipos” de sistema que la clasificación determina será en función del nivel de precisión y detalle que se incluye en la clasificación. Al hacer la clasificación de los sistemas entre categorías según sus características sobresalientes es necesario lograr suficientes detalles para el propósito del estudio.

Si clasificamos con demasiados detalles es probable que resulten miles ‘diferentes’ sistemas lo cual dificultaría la comparación y el análisis de diferencias entre sistemas. Por otro, una clasificación muy simplista corre el riesgo de no diferenciar sistemas fundamentales distintos. El hecho de clasificar sistemas nos obliga a pensar en cómo funcionan y las razones de las diferencias entre distintos tipos de sistemas. Al poder llevar a cabo este proceso de clasificación, análisis y razonamiento, sólo entonces estaremos en condiciones de determinar cómo se puede mejorar, corregir y diseñar sistemas más eficientes.

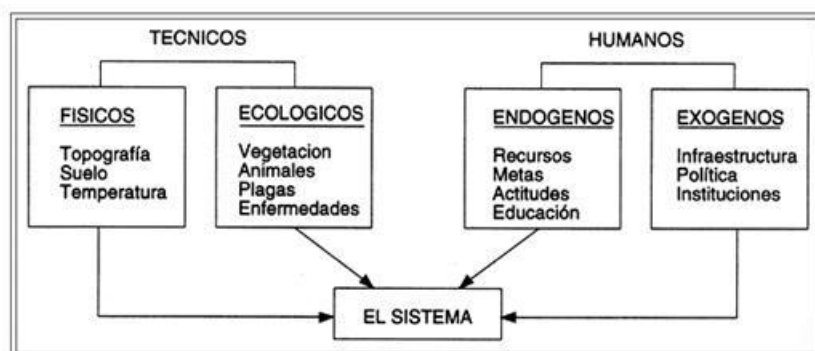


Fuente: Wadsworth, 1984.

Figura. Clasificación de sistemas de producción de leche en Costa Rica.

4.1.2. Sistema de producción

Según (SCALONE, 2006), es una combinación de sistemas de cultivos y sistemas pecuarios simples, conducidos en los límites autorizados por el aparato de producción de una empresa agropecuaria (fuerza de trabajo, saber-hacer, medios mecánicos, químicos, biológicos y tierra, disponibles en la unidad de producción considerada).



Fuente: Scalone, 2006

Figura. Interacción de factores que definen el sistema de producción

4.1.2.1. Sistema de producción agropecuario

Es la forma en que el productor organiza la utilización de sus recursos en función de sus objetivos y necesidades, condicionado por factores externos de carácter socioeconómico y ecológico. (DOGLIOTTI, 2007)

4.1.2.2. Sistemas de cultivos

Son sub-sistemas del sistema de producción, definidos por una superficie de terreno tratada de manera homogénea, plantada con cultivos con su orden de sucesión y por los itinerarios técnicos que le deben ser aplicados. (DOGLIOTTI, 2007)

4.1.2.3. Sistemas ganaderos o pecuarios

Son sub-sistemas del sistema de producción formado por los animales de una misma especie, distribuido por edad y/o sexo, según proporciones definidas y sometidas a itinerarios técnicos determinados. (DOGLIOTTI, 2007)

4.1.3. Estructura de un sistema de producción agropecuario

La estructura del sistema está dada por las características cuanti y cualitativas de sus componentes y de las interacciones entre ellos. La forma en que los insumos o entradas son procesados por el sistema para obtener los productos o salidas determina el funcionamiento del sistema. (FRESCO, 1994, citado por DOGLIOTTI S.)

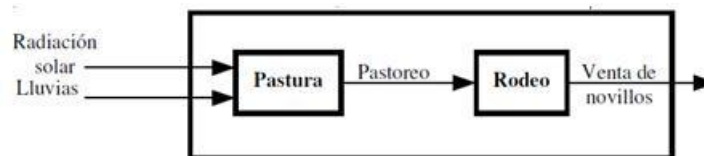
Tomando en consideración que la estructura de un sistema depende de las características relacionadas con sus componentes esto según (GRENÓN, 2009), está dada de la siguiente manera:

A.- Cantidad de componentes: es simplemente la cantidad de elementos básicos que interactúan para constituir el sistema.

B.- Tipos de componentes: la variedad en las características de los componentes individuales puede tener mucha influencia sobre la estructura de un sistema. No es lo mismo para un sistema "Pasturas" ser pastoreado por terneros recién destetados, que por vacas de tambo o por novillos de dos años. Los primeros tienen requerimientos menores y formas de "cosechar" el pasto diferente a las vacas adultas. Además, el efecto del pisoteo sobre el suelo no será el mismo entre un animal liviano como el ternero, que el de un animal pesado como la vaca adulta.

C.- Arreglo o interacción entre los componentes: las relaciones pueden ser:

- *De cadena directa, en la cual la salida de un componente es la entrada del otro. Por ejemplo, en una empresa productora de carne, la producción de forraje del subsistema (pastura) es la entrada de alimento para el subsistema (rodeo).*

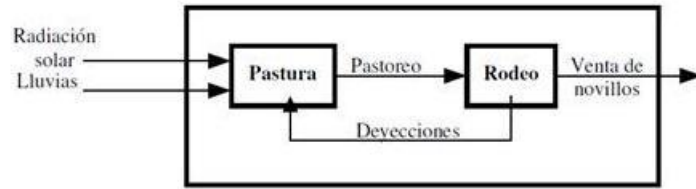


Fuente: Grenón A., 2006

Figura. Interacción entre componentes de cadena directa.

- *De cadena cíclica, en la cual hay retroalimentación y la salida de un componente es la entrada de otro y a su vez la salida de éste vuelve, en parte, a ser entrada del primer componente. Siguiendo con el ejemplo*

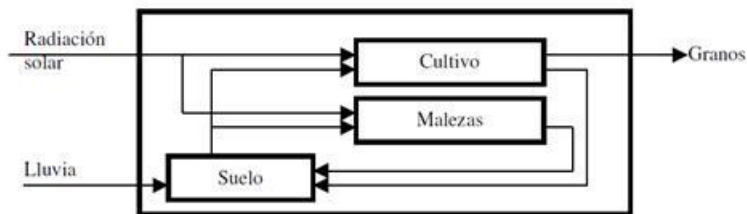
anterior, las heces de los animales regresan a la pastura, reponiendo al suelo parte de los minerales extraídos por los vegetales e ingeridos por los animales.



Fuente: Grenón A., 2006

Figura. Interacción entre componentes de cadena cíclica.

- De tipo competitivo, en la cual dos componentes compiten por la misma entrada. Por Ejemplo, una maleza y una planta cultivada que compiten por los nutrimentos y el agua del suelo y por la radiación solar, o en el caso del ejemplo anterior, diversas categorías de animales que compiten por el mismo forraje.

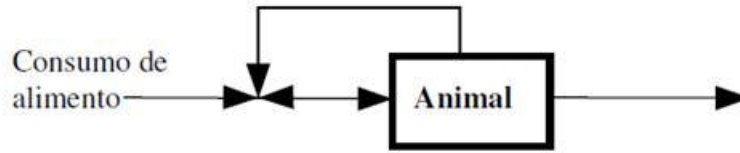


Fuente: Grenón A., 2006

Figura. Interacción entre componentes de tipo competitivo.

D.- Interacción entre componentes y flujos que salen de los componentes: Existen aquí otros tres tipos de relaciones:

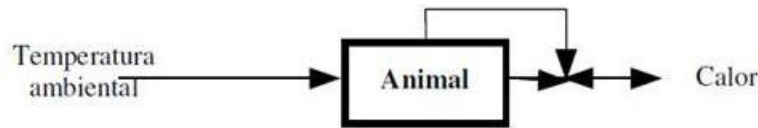
- Autocontrol negativo, es el caso del componente que regula su propia entrada. Ejemplos: un animal cualquiera que se alimenta hasta el límite de su necesidad (llenado físico o fisiológico), o el caso del índice de área foliar de un cultivo, el cual a medida que aumenta favorece una mayor interceptación de radiación y un mayor crecimiento del cultivo (esto hasta que se alcanza un óptimo del área foliar, a partir del cual el valor del control se vuelve negativo por autosombreado). (GRENÓN, 2009)



Fuente: Grenón A., 2006

Figura. Interacción entre componentes y flujos de tipo autocontrol negativo.

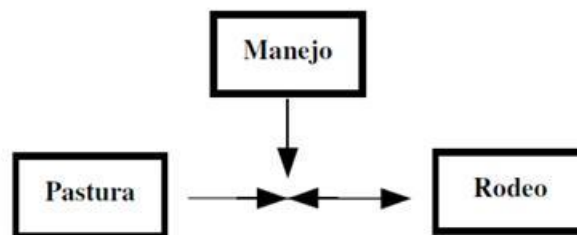
- *Autocontrol positivo; es el caso de un componente que controla su propia salida. Como ejemplo se puede citar el caso de los animales homeotérmicos (como los mamíferos) que regulan su pérdida de calor corporal como una respuesta interna a la temperatura ambiental.*



Fuente: Grenón A., 2006

Figura. Interacción entre componentes de tipo autocontrol positivo.

- *Control intercomponente, donde un componente regula el flujo entre otros dos componentes. Ejemplos que se ajustan a esta relación son: a) la mayoría de las decisiones de manejo de un establecimiento agropecuario, como la cantidad de alimento que se dará a una vaca y que controla la relación entre la disponibilidad de forrajes y los requerimientos del animal; b) el tiempo y forma de pastoreo que decide un productor y que controla la relación entre el pasto y el animal.” (GRENÓN, 2009)*



Fuente: Grenón A., 2006

Figura. Interacción entre componentes de tipo control intercomponente.

4.1.4. Sub-sistemas agropecuarios

Según (SCALONE, 2006), es un conjunto de recursos que se organizan en función de un objetivo, para lo que requieren determinados flujos desde la unidad social (productor y/o grupo familiar) o desde otros subsistemas o desde las reservas de mano de obra, energía, maquinaria, información etc.

De acuerdo a los objetivos y características de los componentes básicos, el productor establece una determinada forma de uso del suelo, destinando diferentes recursos a distintos objetivos, que a su vez se organizan como un sistema que en este caso denominamos “sub-sistema”.

Los sub-sistemas son:

- Identificables*
- Cuantificables*
- Jerarquizados*

La organización de los recursos en distintos sub-sistemas, es lo que denominamos “estructura del sistema de producción” y los objetivos o resultados que organizan cada sub-sistema, los llamamos “funciones”.

En el análisis sistémico, hay cuatro elementos fundamentales que componen la estructura del sistema de producción:

El entorno o frontera. En un diagnóstico, su análisis, permite distinguir oportunidades o potencialidades y limitaciones o restricciones, comprende de los siguientes elementos

- Dimensión ambiental = clima y microclimas, suelos y recursos naturales.*
- Variable económica = mercados, cadenas productivo comerciales.*
- Transformación, industrialización, abastecimiento de insumos, venta de productos.*
- Variable política = marco institucional nacional y regional.*
- Variable socio-cultural = mentalidades, valores, cultura.*
- Variable espacial = organización espacial y densidad poblacional.*

Los flujos, son elementos de cuantificación de la estructura y de medición del funcionamiento (criterios indicadores, registros, instrumentos de gestión de los flujos, niveles, fichas de gestión).

Los flujos pueden ser:

- De productos = físicos (materiales) o financieros.*
- De energía = de trabajo humano, tracción, energía mecanizada.*

- *De información = para entender el entorno, manejar la explotación agropecuaria y mejorar también la toma de decisiones.*

Los stocks o reservas, son instrumentos de regulación de los flujos del sistema. El nivel de estas reservas constituye un indicador de la fragilidad o resistencia de los sistemas. Pueden estar constituidos por: materia (por ej. stocks de semillas o reservas de vientres pecuarios), dinero (cuentas corrientes, caja chica) o pueden ser reservas de información en forma de registros” (SCALONE, 2006).

4.1.5. Dinámica del sistema de producción

Es la evolución del funcionamiento del sistema y de su estructura, en relación con los objetivos del productor y los cambios ocurridos en su entorno. (DOGLIOTTI, 2007)

En la dinámica se toma en consideración lo que entra y sale del sistema según las investigaciones realizadas por (SCALONE, 2006) afirma lo siguiente:

Entran al sistema desde su entorno: semillas, fertilizantes, insumos en general, dinero por concepto de venta de productos y/o créditos, plantas de frutales, mano de obra, informaciones, energía en forma de electricidad y/o combustibles etc.

Salen del sistema a su entorno: informaciones, pagos por concepto de mano de obra, seguros, créditos, compras de insumos, manzanas, duraznos, ciruelas, papas, cebollas, tomates de invernadero, verduras de hoja etc.”

4.1.6. Funcionamiento del sistema de producción

Es el proceso de intercambio de energía, productos e informaciones entre el mismo y su entorno, a través del tiempo.

Este funcionamiento puede ser descrito a través de esquemas generales Donde gráficamente, se establecen las interrelaciones entre los elementos estructurales del sistema. Como parte del funcionamiento debemos identificar los itinerarios técnicos de los diferentes sub-sistemas (DOGLIOTTI, 2007)

Según (GRENÓN, 1994), un sistema tiene una función en términos del macrosistema en el cual se halla inserto: cada componente o subsistema

genera una salida que es a su vez entrada de otro componente o subsistema con el cual está relacionado por algún intercambio de energía, materia y/o información, es decir que un componente (o un subsistema) cumple una función con respecto a otro. Los tres criterios más importantes para caracterizarla son: Productividad, Eficiencia y Variabilidad.

4.1.6.1. Itinerarios técnicos

Es el conjunto de operaciones que deben ponerse en marcha para instalar un cultivo. Cómo y cuándo sembrar, tipo y cantidad de fertilizantes, tipos de semillas, forma de plantación y de cosecha etc. (SCALONE, 2006)

4.1.6.2. Un sistema técnico

Según (SCALONE, 2006), puede definirse como la combinación de los itinerarios técnicos implementados, dentro de una unidad de producción agropecuaria. El paquete tecnológico a aplicar, podría considerarse como un itinerario técnico, pero puede no corresponderse, por diferentes motivos, con el que realmente aplica el productor. Es la formalización de un subsistema productivo, en coherencia con el sistema de producción.

Entran al sistema desde su entorno: capitales en general, semillas de las especies para forrajes, animales reproductores y/o de reposición, fertilizantes, agroquímicos, productos veterinarios, dinero de los créditos y de la venta de productos, informaciones, energía, bienes de capital etc.

Salen del mismo hacia su entorno: novillos, vacas de descarte y/o conserva, informaciones, ganado de diferentes tipos, dinero para el pago de créditos y obligaciones, arroz en cáscara (o limpio y pulido), a granel o en bolsas, cáscara de arroz etc.

4.2. Definición de un modelo

En los estudios realizados por (CANDELARIA, RUIZ, & OTROS, 2012), citando a (García, 2008), Un modelo puede ser una representación conceptual, numérica o gráfica de un objeto, sistema, proceso, actividad o pensamiento; destaca las características que el modelador considera más importantes del fenómeno en cuestión, por lo que se emplea para analizar exhaustivamente

cada una de sus relaciones e interacciones, y con base en su análisis, predecir posibles escenarios futuros para dicho fenómeno. Así, un modelo puede describirse como una representación simplificada de un sistema real, y es en esencia, una descripción de entidades y la relación entre ellas.

El modelado o modelaje puede considerarse como un método eficiente para reducir y entender la complejidad de los sistemas. Un modelo de simulación es un conjunto de ecuaciones que representa procesos, variables y relaciones entre variables de un fenómeno del mundo real y que proporciona indicios aproximados de su comportamiento bajo diferentes manejos de sus variables (Pérez et al., 2006); los cuales, permiten abordar una cuestión puramente teórica, en cuyo caso su finalidad es puramente teórica, o una situación real, orientado a dar una respuesta concreta (García, 2004), formalizar en un modelo de simulación nuestra percepción del fenómeno real y simular el efecto de diferentes alternativas. (CANDELARIA, RUIZ, & OTROS, 2012)

4.2.1. Tipos de un modelo

Existen diferentes tipos de modelos, en función de la finalidad para la cual se crean o diseñan. Sus clasificaciones son variadas, y buscan dar una idea de sus características esenciales; pueden ser en base a su dimensión, función, propósitos y grado de abstracción. (CANDELARIA, RUIZ, & OTROS, 2012)

La clasificación con base a las capacidades de representar la dinámica y control de los componentes e interacciones del sistema (Quinteros et al., 2006), de esta manera los modelos son:

1) estáticos, cuando se representa un sistema en un solo instante de tiempo en particular, o bien para representar un sistema en donde el tiempo no es importante, por ejemplo, simulación Montecarlo.

2) dinámicos, representan sistemas en los que las variables son funciones del tiempo, permitiendo predecir su desarrollo en un periodo dado; este tipo de modelos es de gran importancia para representar procesos biológicos.

3) determinísticos, no consideran la variación estocástica, comportándose de manera probabilística, los datos de entrada y las relaciones existentes en el sistema son especificados al inicio, es decir, no influye el azar en los resultados.

4) estocásticos, la modelación se realiza considerando que al menos una de las variables que definen el comportamiento del sistema se muestra aleatoria, y entonces el resultado es al menos en parte variable.

Sin embargo, los modelos lineales o estáticos, no describen la dinámica de los procesos biológicos y físicos que ocurren en el sistema, y en los resultados no se incluye sus efectos e interacciones. Mientras que los modelos dinámicos, representan los procesos que se desarrollan en un sistema a través del tiempo y los integra en la representación de su comportamiento. También proporcionan una herramienta para evaluar los sistemas de producción más completa y adaptable a diferentes condiciones, por integrar todos los procesos como variables. (Rotz et al., 2005a) (CANDELARIA, RUIZ, & OTROS, 2012)

4.2.2. Modelización

Según (DIEGUEZ, BOMMEL, & OTROS, 2012), citando a (Corral y Calegari, 2011), La modelización es el proceso de construcción de un modelo y la simulación es la experimentación con un modelo de una hipótesis de trabajo. Un modelo, al ser una simplificación de la realidad, permite ser abarcativo de toda la realidad de forma manejable, pues se rescata sólo aquello que es relevante, para el problema a modelar, para el modelador y para el nivel de abstracción que se esté modelando.

Considera (Morin, 1977), En la construcción de modelos agronómicos existe un orden jerárquico de niveles de aproximación. Por ejemplo un cultivo, planta, órganos, tejidos, células, organelos, etc., planos que tienen escalas de tiempo y espacio diferentes. Cada sistema puede ser formulado como un «sistema de sistemas», en cualquier nivel de complejidad que se considere. (DIEGUEZ, BOMMEL, & OTROS, 2012)

4.2.2.1. Características de los modelos de simulación

De acuerdo a (RUIZ & OREGUI, 2001) citando a (Bernuez, 1995), los aspectos que hacen que los modelos de simulación se conviertan en herramientas de gran utilidad y en gran cantidad, de las facetas de investigación son:

- Posibilitar el análisis de un determinado sistema bajo situaciones en las cuales la experimentación no es factible, principalmente por el coste de ella supondría tanto a nivel económico, recursos humanos o tiempo.*
- Facilitar el estudio de los efectos a largo plazo, siendo el investigador que determina los límites temporales de la simulación.*
- Permite la incorporación de elementos de incertidumbre, intrínsecos por otra parte a los sistemas biológicos.*
- Trabaja de manera simultánea con gran cantidad de variables.*
- Generar grandes cantidades ingentes de resultados y datos en poco tiempo.*

- *Su construcción obliga al investigador a hacer un estudio objetivo del sistema.*

4.2.3. ¿Para qué sirven los modelos y la simulación?

Según (DIEGUEZ, BOMMEL, & OTROS, 2012), la simulación puede, ayudar al aprendizaje generando escenarios y sirve como medio de comunicación. A su vez el mismo autor destaca que “Los modelos agronómicos en particular ayudan a interpretar resultados experimentales, y son herramientas para la investigación y para los productores. Según Boote et al. (1996) los modelos pueden ser valiosos para integrar el conocimiento de la investigación, evidenciando carencias de información, lo que puede orientar para una futura investigación. Otra ventaja es de índole ética, ya que «el esfuerzo se traslada al desarrollo del modelo y no a la unidad experimental» (Vargas, 2003)”.

Para resumir, los modelos pueden ayudarnos a comprender y a realizar «experimentos virtuales», especialmente en el contexto de los sistemas de apoyo a las decisiones. (Wainwright y Mulligan, 2004), (DIEGUEZ, BOMMEL, & OTROS, 2012)

4.2.4. Modelización de procesos agronómicos

Clásicamente se distinguen dos ramas de aplicación de los modelos agronómicos: 1) la investigación básica, orientada a resolver problemas científicos, que tiende a desarrollar robustos modelos mecánicos para aumentar el conocimiento de un proceso, y 2) la investigación aplicada, orientada a resolver problemas técnicos, la que desarrolla modelos empíricos (Thornley y France, 2007). Como ejemplos de modelos de simulación citaremos el modelo DSSAT (Jones et al., 2003), creado con fines de transferencia de tecnología para mejorar las decisiones de los productores en cultivos comerciales. En producción animal existe una miríada de modelos, que abarcan desde la simulación de la dinámica ruminal (NRC, 2000) la gestión de pastoreo de una explotación (GrazFeed de Freeret al., 2004) e incluso la dinámica del sector ganadero nacional. (Chiara y Ferreira, 2011), (DIEGUEZ, BOMMEL, & Otros, 2012)

Según (CANDELARIA, RUIZ, & Otros, 2012) citando a (Pérez, 2006), también es utilizado para evaluar servicios ambientales hidrológicos a nivel cuenca, proponen un modelo de simulación dinámico y complejo, que tiene la particularidad de hacer proyecciones en sistemas en los que no existe un monitoreo permanente de datos. Este tipo de modelación se puede utilizar para desarrollar políticas de manejo del agua a nivel cuenca, relacionando los

diferentes usos del recurso, entre los que destaca el agrícola, por su importancia socioeconómica.

4.2.5. Los modelos y el enfoque en agroecosistemas

Enfocando los modelos a los agroecosistemas se estudia y planea la agricultura, logrando una interrelación entre la agronomía, la ecología y la teoría de sistemas; además, se busca entender a los sistemas de producción con base en las interacciones entre sus componentes a diferentes escalas geográficas. Los componentes del agroecosistema son biológicos (recursos naturales en su totalidad), sociales, políticos, económicos y humanos. Los objetivos productivos y de conservación de los recursos son claves en estos sistemas. Dentro de la modelación también ha permeado el enfoque agroecosistémico, y algunos modelos reportados bajo este enfoque se mencionan a continuación. (CANDELARIA, RUIZ, & OTROS, 2012)

Para crear un modelo de simulación del crecimiento de diferentes cultivos, Denizov (2001) sistematizó la información experimental generada en un instituto de investigación agrícola de Lituania. Este complejo modelo, llamado Dialog Simulator and Predictor for Research in Agriculture (DIASPORA), integra conocimientos de diferentes disciplinas para un mejor entendimiento y representación de los agroecosistemas en la relación agua-suelo-atmósfera; cuenta también con modelos simplificados para aplicaciones ya determinadas. Por su parte, Franco y Mirschel (2001) hacen una simulación de procesos complejos, representando el desarrollo de los cultivos y la dinámica de nutrientes en el suelo, con el modelo de crecimiento de cultivos AGROSIM-ZR (AgroecosystemSimulation- Sugarbeet ZR), que también modela procesos edáficos basados en el manejo agrícola. Para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, Belcher et al. (2004) proponen el uso del modelo de simulación SAM (Sustainable Agroecosystem Model), que incluye los submodelos económico y ambiental, y recomiendan la simulación como una herramienta útil para evaluar la sustentabilidad a largo plazo; sin embargo, mencionan que los resultados varían de acuerdo a los indicadores utilizados, pues las diferentes decisiones originan mayores o menores cambios sobre el agroecosistema. Utilizando este mismo modelo e integrando un modelo económico que simula las decisiones de uso del suelo, más un modelo de crecimiento de cultivos y de calidad del suelo, Belcher et al. (2004) evaluaron la sostenibilidad de agroecosistemas, obteniendo indicadores económicos (ganancia o beneficio y riesgo) y de suelo (contenido de materia orgánica, rendimiento de los cultivos y pérdida de carbono) proyectados en el tiempo. (CANDELARIA, RUIZ, & OTROS, 2012)

4.3. Sistemas de producción bovina

Debido a la domesticación del ganado bovino y a su capacidad de adaptación a la diversidad de climas presentes, su producción se ha convertido en una de las mayores fuentes alimenticias que hoy día poseen los seres humanos.

En zonas donde existe una constante pluviosidad, la producción de ganado bovino está beneficiada, debido a que el crecimiento de las pasturas se incrementa rápidamente, lo que no ocurre en aquellas regiones en donde las condiciones de sequía extrema generadas por verano, disminuyen y en algunos casos, anulan, el desarrollo de los pastos.

Considera (PHILLIPS, 2003), el ganado bovino entrega un mayor rendimiento en regiones templadas. Altas temperaturas reducen sus niveles de producción, a no ser que se les proporcione sombra, refrigeración y una dieta altamente concentrada para minimizar el incremento de calor propio de la digestión. Los bovinos a los que no se les proporcionen estas modificaciones, adaptarán su morfología de forma que absorban menos calor y lo pierdan con mayor facilidad. En algunas regiones calurosas el ganado vacuno se ha adaptado muy bien a su entorno y han persistido los sistemas tradicionales.

4.3.1. Ganadería bovina extensiva

Según (ORTIZ & FLORES, 2010), la ganadería extensiva es aquel sistema de crianza de ganado, el cual se lleva a cabo en grandes extensiones de terreno, donde la carga va hasta dos animales por hectárea. La supervisión de los animales se hace de manera esporádica, los animales pastorean libremente y se encargan de buscar y seleccionar su alimentación en potreros de gran tamaño. La ganancia promedio en peso oscila entre los 0 y 450 gramos/día.

4.3.2. Ganadería bovina intensiva

La ganadería intensiva es un sistema de producción agropecuario mixto, implementado en pequeñas extensiones de terreno, en el cual, la cría bovina se realiza con un manejo intensificado en todos sus aspectos (salud animal, nutrición, genética, etc.), donde la carga va desde cuatro hasta treinta animales por hectárea, la supervisión de los animales es permanente, los animales no tienen que buscar su comida, esta es llevada a donde ellos se

encuentran. Se alimentan de manera balanceada para su adecuada nutrición, garantizando siempre la cantidad y calidad del alimento, obteniendo una ganancia promedio en peso entre 450 y 1500 gramos/día. (ORTIZ & FLORES, 2010)

Los sistemas de pastoreo comúnmente utilizados en la ganadería de la zona norte del Ecuador son: extensivo, semi-intensivo, cada uno de ellos tienen ventajas y desventajas, pero solo nos centraremos en la producción de leche bajo sistemas intensivos de pastoreo.

4.3.3. Tipos de sistemas de producción bovina

Existen en la actualidad diferentes tipos de prácticas ganaderas, algunas dedicadas a la explotación de carne, otras cuyo objetivo central es la producción de leche y unas tantas que se dedican únicamente a la cría. En nuestro país podemos decir que la práctica más común de las ganaderías es la producción de leche en la Sierra y en la Costa es a la producción de leche y carne mientras que en la Amazonía es netamente a la producción de carne. A continuación se presenta una descripción de cada uno de estos tipos de sistemas de producción.

4.3.3.1. Cría

En este sistema de producción, el ternero es el principal producto y el coste de mantenimiento que implica la tenencia de la madre que amamanta, debe ser incluido al realizar cualquier consideración sobre la eficiencia del sistema. Una vez los terneros son destetados, el productor procede a venderlos. En éste sistema no se pretende la producción de carne y leche, por tanto, es practicado en muchas ocasiones, en aquellos terrenos cuya fertilidad no es tan alta, las vacas que amamantan a sus terneros se ven confinadas en lotes que no pueden ser muy utilizados para otras actividades agrícolas, mientras que los terneros serán tenidos en estabulación, hasta alcanzar el peso apto para ser vendidos o transportados a regiones más favorables para su cría. (ORTIZ & FLORES, 2010)

4.3.3.2. Ceba

Según (PHILLIPS, 2003), la producción de carne es el eje de éste sistema de producción, por tanto, es de mucha importancia que las razas sean aptas para el engorde. Los animales se engordan hasta alcanzar un peso adecuado y luego se procede a venderlos a un precio acorde a su peso. En la ceba, los animales son seleccionados recién dejan la etapa de levantes y son tratados con un régimen alimenticio indicado para su cebe, complementando sus dietas con suplementos y forrajes seleccionados. En la actualidad, se implementan sistemas de producción intensiva de carne de vacuno, en los cuales el ganado es alimentado en estabulación durante toda su vida e incluye animales alimentados con dietas basadas en cereales y aquellos alimentados principalmente con forrajes conservados. Esta técnica presenta como ventajas, la reducción del período de cría a menos de un año y una mayor explotación de pastos, ya que la hierba cultivada suele ser mejor aprovechada al ser conservada en forma de ensilado que al ser pastada.

Dentro de las desventajas de este sistema son las altas necesidades de capital para la mano de obra, infraestructura y maquinaria. No obstante, estos requerimientos de dinero están repartidos en forma homogénea a lo largo del año y en comparación con las utilidades obtenidas, vale la pena asumirlos. (ORTIZ & FLORES, 2010)

4.3.3.3. Leche

En una explotación lechera, las terneras que nacen son, principalmente, criadas como potenciales reemplazos de las vacas lecheras, en lugar de asignarlas para la producción de carne. La raza de las vacas es de mucha importancia, ya que no todas poseen las cualidades de productividad de leche suficiente para la explotación. Esta práctica puede implementarse en varios sistemas de pastoreo, sean extensivos, semi-intensivos o intensivos. (ORTIZ & FLORES, 2010)

4.3.3.4. Doble Propósito.

Este sistema posee la capacidad de ajustar sus niveles de producción de carne y leche, dependiendo del comportamiento del precio relativo. Ésta característica técnica se conoce como flexibilidad, lo que ha permitido que los sistemas de producción doble propósito, sean en la actualidad, los de mayor auge entre los productores bovinos de Colombia. El productor, sin necesidad de grandes cambios técnicos en su esquema de producción, puede enfatizar en

uno u otro producto (carne o leche), acorde a las circunstancias del mercado. (ORTIZ & FLORES, 2010)

4.3.3.5. Ciclo Completo

Según (ORTIZ & FLORES, 2010), es el sistema de producción más generalizado, ya que reúne los cuatro anteriores sistemas en mención. El hato está preparado para vender terneros al destete, cebar animales y producir leche; además, algunos animales son destinados para la reproducción, escogiendo los de mejor calidad genética.

4.3.4. Principales razas lecheras

En este apartado se hará una breve descripción de las razas bovinas lecheras con más acogida dentro de los sistemas de producción intensiva en la zona norte del Ecuador, sus principales características productivas, genéticas y reproductivas.

4.3.4.1. Holstein

Origen y características de la raza

(SANCHEZ, 2003), considera que es seleccionada en Norteamérica, considerado más popular a nivel de la zona por ser netamente lechero. Son animales grandes, de muy alta capacidad de producción. En los Estados Unidos el promedio está por los 700 kg de peso, si bien el contenido de grasa con 3.5% y el de proteína no son muy altos. Bajo buenas condiciones esta raza se adapta bien al trópico, pero la falta de pigmentación en la piel en las partes blancas puede ocasionar problemas con quemaduras por el sol (lomo, párpados, vulva).

4.3.4.2. Brown swiss o pardo suizo

Origen y características de la raza

Es una selección realizada en Norteamérica del Pardo de los Alpes. Al igual que los Holstein son animales grandes con unos 650 kg de peso adulto en las vacas. La producción es inferior a la Holstein con unas 5500 a 6000 kg en los

Estados Unidos pero el contenido de grasa es mayor, con un promedio que oscila por el 4%; igualmente el contenido de proteína es mayor. Siendo esto una ventaja para la elaboración de queso y mantequilla, ya que con volúmenes menores de leche se procesa la misma cantidad de producto final. Esta raza en el trópico ha tenido mucho éxito por su rusticidad y por tener la piel pigmentada no presenta termo sensibilidad además al momento de nacer sus crías no requieren auxilio como es en el caso de las Holstein que tienen mayor incidencia de asistencia en el parto siendo que el peso es similar a las Holstein. (SANCHEZ, 2003)

4.3.4.3. Jersey

Origen y características de la raza

Según (VELEZ, 1988), es originaria de la isla de Jersey, es la raza lechera más pequeña, el peso de las vacas es de unos 450 kg. Es considerada la segunda raza lechera del mundo en cuanto a número de ejemplares, Son animales nerviosos, especialmente los toros, y muy precoces. El color es variado de crema a pardo oscuro, ocasionalmente con manchas blancas; El perfil es cóncavo con frente ancha, cara corta y descarnada de pezuñas, borla y mucosidades oscuras, lo que le confiere una alta adaptabilidad a climas cálidos, se adapta a cualquier tipo de topografía y la producción de leche es de unos 4500 kg con 5.5% de grasa.

4.3.4.4. Montbeliarde

Origen y características de la raza

Según (s/a, 2009), Es originaria de las zonas montañosas del centro-este de Francia, raza resistente y sobria, con buenas patas. Su producción de leche es realmente buena, en lactaciones controladas en Francia con aproximadamente 7.500 litros de leche, muy valorada por su alto contenido en proteína, siendo utilizada para hacer queso en múltiples denominaciones de origen francesas.

Es un animal grande teniendo un peso de 600 kilos la vaca adulta, tiene buena producción y rusticidad, destaca por su facilidad de parto (Esto entre los cruces de vacas Montbeliarde y toros Charolais), resistente a las enfermedades, de gran longevidad en producción y capaz de buenas producciones con pasto. Todas estas virtudes la convierten en una buena apuesta como raza pura, pero donde está alcanzando gran difusión es mediante cruces con Holstein, donde con pequeñas pérdidas en producción respecto a Holstein puras, mejora a estas en fertilidad, facilidad de parto y longevidad.

4.3.5. Alimentación

La alimentación es el pilar de la ganadería ya de ella depende la productividad y reproducción de la misma, una buena alimentación mejora la producción de las vacas, por lo que, es aconsejable pastorear en potreros cercanos al establo o sitio de ordeño, así la vaca no caminará demasiado, ni perderá energía y por ende, no disminuirá la producción de leche y también se evita problemas de cojeras, etc. (GASQUE GOMEZ, 2008).

Según el mismo autor recalca que el alimento que proporcione a su ganado debe ser balanceado, que se consigue al establecer potreros con mezclas de leguminosas y gramíneas, lo que determinará tener un contenido de: proteínas, vitaminas, minerales, fibra y carbohidratos, necesarios para la manutención y producción de los animales.

4.3.5.1. Forrajes y henolajes

Según (BATALLAS E., 2011), los recursos forrajeros son las gramíneas y leguminosas solas o asociadas, cereales (trigo, cebada, avena, etc.), Brásicas (nabo, brócoli), hortalizas, tubérculos (zanahoria y papas), frutas (plátano verde), ensilajes, henolajes y henos son los de mayor uso y proporción en las dietas lecheras nacionales debido a sus cantidades de proteína. Indistintamente de sus niveles productivos, todas las vacas del país requieren de un porcentaje mínimo de forrajes en su dieta.

4.3.5.2. Suplementación con concentrados

La selección de una suplementación es primordial en la nutrición de los hatos y a su vez es conocer las necesidades nutricionales de sus vacas (basándose en el estado físico del ganado). Es importante que los ganaderos lecheros sepan determinar si las vacas o vaquillas tienen deficiencias de Proteína Cruda, Energía, Minerales como Fósforo, Calcio, etc. O aún más en vitaminas (A, D, E, o K), esto puede saberse analizando los forrajes del potrero y/o de la dieta que se está ofreciendo. Si el ganado lechero en potrero se encuentra con una baja condición corporal, probablemente este deficiente de energía (TND), pero también puede estar deficiente en proteína o fósforo, ya que toma algo para la energía metabólica.

En los sistemas de pastoreo intensivo la base de la dieta la constituye el forraje proveniente de los potreros, pero la mayor producción de leche se obtendrá si se ofrece una suplementación balanceada de acuerdo a las necesidades del ganado o viéndolo de otra manera, balanceando de acuerdo a las deficiencias que el pasto presenta. (CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA, 2004)

4.3.5.3. Suplementos minerales

La suplementación de sales minerales al ganado lechero es un proceso que ayuda a mejorar los requerimientos nutricionales de las vacas en sus diferentes estados de producción. En el país se puede conseguir con facilidad todos los productos necesarios para la elaboración de sales minerales de alta calidad. La calidad de las sales minerales que se encuentran en el mercado debe ser regulada por el conocimiento de su contenido y su aplicación puntual para suplir las deficiencias del ganado en cada operación lechera. En la mayoría de casos, las deficiencias en la suplementación apropiada de minerales causan pérdidas muy importantes a la producción lechera nacional, ya sea vía disminución de la producción de leche directamente, o indirectamente afectando el desempeño reproductivo de los hatos e incrementando el nivel de gasto en medicinas en animales que enferman más fácilmente. Siendo necesario colocar a un lado del comedero un salero con sal mineralizada para que los animales la consuman a voluntad. Los minerales que se requieren en mayor proporción son el fósforo y el calcio.”(BATALLAS E., 2011)

4.3.6. Producción de forraje

Según (VELEZ, 1988), la producción de forraje debe de ser constante debido a que es la materia prima para el alimento de los animales, esto se le debe realizar durante todo el año tratando de obtener el máximo de producción, tomando en consideración el tipo y calidad de forraje debiendo ser equilibrado dentro del área de pastura. Esta producción se ve afectada por factores como climáticos, geográficos y de infraestructura como el sistema de riego siendo una limitante para la producción de forraje.

4.3.6.1. Cantidad de forraje suministrado

A los bovinos de producción de leche se debe proporcionar suficiente cantidad de forraje con la finalidad que cubra los requerimientos nutricionales de los animales tomando en consideración la calidad y cantidad de pastura proporcionada diariamente, estas requerimientos están dados por la edad, peso corporal, estado de lactación, producción de leche, nivel de crecimiento, actividad física y clima. El forraje de la pastura deberá contener suficiente macro y micronutrientes para el balance energético de los animales, siendo necesario recalcar que el forraje suministrado debe estar libre de contaminantes así como el agua de riego que se aplica en las pasturas. (FAO, 2004)

4.3.7. Lugar de almacenamiento

El lugar de almacenamiento de alimentos es indispensable en la finca ya que estas materias primas deben estar en ambientes limpios, secos y con protección del agua “techos” y sin riesgos de contaminación por cursos de agua. También se debe tomar en cuenta que el almacenamiento de los recursos alimenticios debe ser muy distinto al de fertilizantes y pesticidas.

4.3.8. Manejo de potreros

Según (TORRES, 2002), esta actividad depende de la gestión de los recursos forrajeros que se realicen en la finca, para ello es necesario reconocer la calidad del suelo para realizar la compensación de macro y micronutrientes del mismo así como su respectiva enmienda de tal forma que la pastura en el potrero sea con altos rendimientos en cuanto a calidad y cantidad, una vez establecido la pradera se realiza enmiendas como eliminación de especies no deseadas, resiembras, abonaduras según el consumo de los animales, esparcimiento de heces, cortes de igualación y el riego respectivo. Incidiendo de manera directa en la producción de las praderas de una ganadería.

4.3.8.1. Estrictamente pastoril

En este tipo de manejo, los animales dependen exclusivamente de la pastura como único medio de alimentación, estos sistemas pastoriles son extremadamente frágiles puesto que, en su mayoría, dependen de la explotación indiscriminada de los recursos naturales donde se ubica la pastura; es decir que no son sostenibles, además estos sistemas se caracterizan por extraer permanentemente los nutrientes del suelo, causar erosión, y disminuir su productividad con el pasar del tiempo. La productividad pastoril en estos sistemas son frágiles ya que dependen de la presencia o ausencia de lluvias por lo que es nula en los veranos, y la calidad del alimento es deficiente. En muy raras ocasiones estas pasturas proveen suficiente alimento para sostener más de 0,5 animales/ha/año y la productividad es muy limitada por las deficiencias nutricionales del pasto. (BATALLAS E., 2011)

4.3.8.2. Pastoril con suplementos

La introducción de animales de mayor productividad evidencia las limitaciones alimenticias de las pasturas. En los casos donde la pastura no supe los requerimientos básicos alimenticios de los animales, el productor se ha visto

forzado a mejorar la alimentación o descartar sus animales. El primer paso, generalmente, ha sido el de conformar pasturas que puedan ofrecer mayor cantidad y calidad de alimento. Con esta idea, el productor ha aprendido a aplicar varias estrategias:

- Introducción de semillas de otras variedades.*
- Manejo de pasturas con especies nativas y/o introducidas.*
- Formación de pasturas (siembra o resiembra).*
- Control del pastoreo*

4.3.8.3. Fertilización

La Fertilización es necesario para el mantenimiento de las pasturas en un determinado sitio, siendo necesario el análisis del suelo poder para determinar las deficiencias de macroelementos y microelementos presenta el suelo con la finalidad de saber la cantidad que se requiere de fertilizante. (BERNAL & ESPINOSA, 2003)

4.3.9. Reproducción

Según(BATALLAS E., 2011), administradores de una ganadería debe identificar el estado reproductivo de su hato lechero siendo necesario que tenga registros de fechas de controles ginecológicos, fechas de partos, producción de leche día en función del nivel de partos del ganado, el descenso de la leche y el porcentaje de animales en primera y segunda lactación ya que estos indicadores reproductivos están estrechamente relacionados con nutrición y a la sanidad del hato, incidiendo de manera directa a la ganadería en el índice de fertilidad cual puede ser alto o bajo.

4.3.9.1. Eficiencia en la detección del celo

Según (GRUPO LATINO, 2004), la detección del celo es un factor muy importante para el éxito de un programa de inseminación artificial y una de las metas del técnico inseminador es lograr que todo el personal de la finca sepa reconocer las vacas en celo y mantenga una continua observación del hato, porque dejar pasar un ciclo representa pérdida de vida reproductiva de la vaca y producción, lo cual son pérdidas económicas para la empresa.

Los signos más sobresalientes del celo son: excitación del sistema nervioso, el cual se manifiesta porque provoca inquietud y viveza de la vaca, la hace mugir mucho. La producción de leche de ese día disminuye en comparación al día

anterior, lo cual es fácilmente observado por el ordeñador. También las vacas tratan de montar a otras vacas o se dejan servir del toro. Durante la fase de celo bota una secreción viscosa que se produce en el cuello uterino, de consistencia mucosa y sale por la vulva en forma de hilos gruesos, de color cristalino y transparente y la vulva se ve algo hinchada.

4.3.9.2. Inseminación artificial

(AGSO-GENES, 2013), afirma que la inseminación artificial, consiste en depositar el semen mecánicamente en el tracto reproductor de la hembra, Sin necesidad de la copula.

4.3.9.2.1. Ventajas de la inseminación artificial

- Evita la transmisión de enfermedades venéreas*
- Facilita el transporte y distribución del semen*
- Permite realizar un mejoramiento genético acelerado, mediante el uso de sementales probados*
- Mejor utilización del semental, ya que a partir del eyaculado es posible inseminar varias hembras*
- Evita la presencia del macho en el hato, gasto de su mantenimiento y elimina el peligro que representa.*
- Estimula el uso de registros*
- Posibilita la adquisición de animales valiosos por parte de ganaderos de escasos recursos.*
- Se puede hacer pruebas de progenie de un semental más rápido que con monta natural, ya que permite cubrir un gran número de vacas de diferentes lugares al mismo tiempo.*
- Pueden servirse vaquillonas y vacas secas de tamaño pequeño sin causar daños, que a veces se presentan cuando se sirven con monta natural utilizando toros muy pesados. (AGSO-GENES, 2013)*

4.3.9.2.2. Desventajas de la inseminación artificial

- El costo inicial de un programa de Inseminación Artificial es Alto (Compra de equipos, construcción de instalaciones)*
- La consanguinidad tiene a incrementarse cuando se utilizan sementales de una sola línea genética durante muchos años.*
- Implica un dominio de la técnica. Es necesario que el técnico inseminador sea entrenado en una empresa especializada que cuente con bastante experiencia.*

- *Requiere una muy buena detección del celo, siendo necesario capacitar al personal. (AGSO-GENES, 2013)*

4.3.9.3. Monta natural

Según (BLANCH & Otros, 2004), es la utilización del toro como semental, existe copula entre el macho y hembra bovino, pero a su vez esta fertilidad está influenciada por varios factores como son: edad y madurez sexual, nutrición adecuada, enfermedades venéreas y el libido (impulso sexual) de los animales.

4.3.9.4. Parámetros de la reproducción bovina

Los parámetros de la reproducción bovina son muy importante en la toma de decisiones dentro de un hato ganadero ya que de este depende el tipo de sistema de producción bovina según (AGSO-GENES, 2013), estos indicadores son los siguientes:

4.3.9.4.1. Días abiertos

Los días abiertos son aquellos que transcurren desde el día que una vaca hace un parto hasta cuando inicia una nueva preñez, generalmente es de 90 días.

4.3.9.4.2. Servicio por concepción

Parámetro muy conocido y fácil de calcular. Esta ocasionalmente influenciado por el manejo productivo como: eliminación por problemas de infertilidad, selección, mastitis, baja producción, etc., y que no han quedado gestantes. Un bajo servicio por concepción es un factor económico importante. Valores óptimos entre 1.5 a 1.6, debe aclararse que constituye un índice de preñez final y no de inseminaciones.

4.3.9.4.3. Intervalo celo-primer parto

El primer ciclo postparto de la vaca se define con el celo que aparece inmediatamente después del parto, con el inicio de un nuevo ciclo estral y la aparición del folículo ovárico. Este período de tiempo en aparecer el primer

celo después del parto se denomina intervalo del primer celo postparto (IPCP), siendo este de 45-50 días.

4.3.9.4.4. Intervalo primer celo-primer servicio

Es el número de días que pasan entre la presencia del primer celo y el primer servicio, generalmente la monta o inseminación se la realiza a los 21 días después de presentado el primer celo, el intervalo es de 25 días generalmente.

4.3.9.4.5. Intervalo parto-primer servicio

Es el número de días que pasan entre el último parto y el primer servicio. Cuando es equivalente a los días abiertos, que sería lo ideal, el número de servicios por concepción será igual a uno, este es de 68 días.

4.3.9.4.6. Días de intervalo entre partos

El periodo debe durar mínimo 60 días, tiempo que se requiere para que la vaca reponga las reservas de nutrientes en su cuerpo, regenere el tejido secretor de la leche y gane un nuevo estímulo hormonal para la lactancia siguiente. Para obtener una lactancia al año, la vaca debe ser preñada por lo menos 85 días post-parto, generalmente este intervalo es de 365 días.

4.3.9.4.7. No retorno al celo

Se refiere a que la vaca preñada por monta o inseminación no vuelve a entrar en calor hasta después del parto, este método no es muy confiable ya que también se puede dar el no retorno al celo por quistes ováricos, contenido uterino diferente a feto normal o por fallas en la detección de los calores. Este es mayor a 45 días hasta 80 días.

4.3.9.4.8. Días de lactancia

Corresponde al número de días que pasan desde el parto (donde la vaca producirá leche, en las distintas etapas de lactancia), hasta el secado (donde la vaca recupera su condición corporal para siguiente parto y la próxima lactancia), generalmente este periodo dura alrededor de 300-305 días.

4.3.9.4.9. Días de periodo seco

Cuándo se consideran los días vacíos en vacas preñadas se refiere al intervalo parto-concepción, el cual está altamente influenciado por el manejo productivo del hato y por la práctica de detección de los celos, este es de 60-65 días.

4.4. Manejo

4.4.1. Producción de leche

Según (TORRES, 2002), las características Las vacas destinadas a la producción de leche presentan habilidades para transformar el alimento en leche. Estas cualidades especiales se notan en su apariencia, comportamiento y producción. Respecto al comportamiento de las razas lecheras, se espera que sean mansas, dóciles, que sean fáciles de manejar, especialmente para el ordeño.

4.4.1.1. Ordeño

Según el (CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA, 2004), Es la extracción de la leche de la ubre de la vaca aplicando técnicas manuales o mecánicas con una higiene adecuada, imitando en cierta forma la lactancia del ternero, para realizar esta actividad, es preciso tener un equipo indispensable de ordeño y un buen ordeñador (sea hombre o mujer), que esté adiestrado y sepa de la importancia de realizar este trabajo.

4.4.1.2. Higiene en el ordeño

La leche una vez sale de la ubre debe ser recolectada y almacenada en condiciones higiénicas, utilizando un equipo apropiado y adecuadamente mantenido para este fin. El ordeño es la actividad más importante en la explotación lechera. Los consumidores exigen normas rigurosas para calidad de la leche, razón por el cual, la gestión de ordeño debe estar dirigida a reducir al mínimo la contaminación microbiana, química y física, cubriendo todos los aspectos del proceso de obtención de la leche de las vacas de manera rápida y eficaz, al tiempo que se asegura la salud de las vacas y la calidad de la leche siendo necesario establecer en la finca las BPA sirviendo como

lineamientos para asegurar que la leche es recogida y almacenada en adecuadas condiciones higiénicas, y que el equipo utilizado para el ordeño y para el almacenamiento de la leche recibe el mantenimiento debido. (FAO, 2004)

4.4.2. Bienestar animal

Según (FAO, 2004), el bienestar animal es, esencialmente, la aplicación en la explotación de prácticas sensatas y sensibles en el cuidado de los animales. El bienestar animal se asocia principalmente con el buen estado de los animales. En general, los consumidores perciben las normas rigurosas de bienestar animal como un indicador de seguridad, salubridad y gran calidad de los alimentos. Las normas de bienestar animal han sido incorporadas en la mayoría de los planes de calidad y seguridad de los alimentos en la explotación. Los códigos de bienestar animal enumeran generalmente cinco necesidades básicas que deben apuntalar las mejores prácticas en la explotación en relación con el bienestar animal. La satisfacción de estas cinco necesidades cumple el objetivo general del bienestar animal.

Además recalca que Las buenas prácticas agrícolas (BPA) para el bienestar animal y están expuestas para reflejar las cinco necesidades básicas:

- Asegurarse de que los animales estén libres de hambre, sed y mala nutrición*
- Asegurarse de que los animales estén libres de incomodidades*
- Asegurarse de que los animales estén libres de dolores, enfermedades y lesiones*
- Asegurarse de que los animales estén libres de temores*
- Asegurarse de que los animales puedan desarrollar las formas normales de comportamiento animal.*

Se debe mantener a los animales de acuerdo con los siguientes principios:

- Libres de hambre, sed y mala nutrición*
- Libres de incomodidades*
- Libres de dolores, enfermedades y lesiones*
- Libres de temores*
- Libres para desarrollar las formas normales de comportamiento animal.*

4.4.3. Sanidad

4.4.3.1. Sanidad animal

Según (EDIFARM, 2010), los animales productores de leche necesitan estar sanos, y deberá disponerse de un programa eficaz de gestión sanitaria animal. Para asegurar que los animales que producen leche están sanos y que existe un programa efectivo de sanidad animal. Las BPA pueden ser reemplazadas por los requisitos nacionales, internacionales o por las exigencias del mercado, en muchos de los países productores de leche.

El anterior autor recomienda que las BPA para la sanidad animal sean las siguientes:

- Prevenir la introducción de enfermedades en la explotación*
- Disponer de un programa eficaz de gestión de sanitaria del rebaño*
- Utilizar los medicamentos tal y como son prescritos por el veterinario o según las indicaciones que figuran en la etiqueta*
- Formar adecuadamente al personal*

4.4.3.2. Principales enfermedades del ganado bovino

El estado de salud de los animales depende principalmente de las condiciones del animal, del entorno en el que se encuentra y de la presencia incidencia de agentes que producen enfermedades, todo productor debe desarrollar un plan sanitario preventivo en la finca que incluye vacunaciones, control de parásitos externos e internos y algunas técnicas de manejo como descorne, corte de pezuñas. Una vez que el animal ha contraído una enfermedad, el productor debe estar en capacidad de distinguirla y tratarla de la manera adecuada.

Entre las enfermedades más comunes del ganado en general se destacan las principales: Brucelosis, Carbunco Sintomático, Leptospirosis, Panadizo, Mastitis, Diarrea Viral Bovina, Fiebre Aftosa, entre otras. (FAO, 2004)

4.4.3.3. Desparasitación periódica

Según (CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA, 2004), se deben utilizar cada vez los productos de diferente composición química, y en dosis recomendadas por el fabricante y el Médico Veterinario. La desparasitación garantiza el óptimo aprovechamiento del régimen alimentario del ganado, pero para que una desparasitación sea eficaz, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- *Dosificar a todos los animales en la misma fecha*
- *No realizar tratamientos de desparasitaciones y vacunaciones a la vez*
- *El tratamiento depende del clima y el lugar en que se tenga la explotación pecuaria, por ejemplo, aplicar al inicio de la temporada de invierno, no realizar en horas de mayor incidencia del sol por posibles efectos colaterales*
- *Planificar y cumplir un calendario de desparasitaciones anuales*
- *Aplicar las dosis recomendadas por el Médico Veterinario según el peso del animal.*

4.4.3.4. Mastitis

Según (GASQUE GOMEZ, 2008), la mastitis es una inflamación de la glándula mamaria y sus tejidos secretores, que reduce la producción del volumen de leche, alterando su composición incluso su sabor, además de elevar su carga bacteriana normal es decir aumenta los recuentos de células. De acuerdo a su duración, se puede clasificar en aguda o crónica. En relación a sus manifestaciones clínicas, puede ser clínica o subclínica. Esta enfermedad provoca graves pérdidas económicas a la industria lechera. Dentro de los factores de riesgo tenemos: errores de manejo como el sobre ordeño, mamilas de ordeño de tamaño inadecuado, falta de sellado de los pezones al término del ordeño, lavado deficiente o inadecuado de la ubre, equipo o material contaminado, época de lluvias, edad, implantación de la ubre, etcétera, un medio ambiente sucio predispone en gran medida a la presentación de la mastitis.

4.4.3.4.1. Prueba de California para Mastitis (CMT)

La Prueba de California para Mastitis (CMT, por sus siglas en inglés) ha sido empleada durante décadas y sigue siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico de mastitis en el ganado bovino lechero. Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso. La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquil-arilsulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. (FAO, 2004)

5. PROCEDIMIENTO Y RECURSOS

OBJETIVO GENERAL.

Generar un soporte técnico investigativo para la estructura y diseño de un sistema informático ganadero para la gestión de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de leche.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Definir la información que integra el soporte técnico investigativo para la estructura y diseño de un sistema informático ganadero.
- Establecer los módulos para el sistema de información ganadera
- Delimitar los procedimientos para los diferentes componentes del sistema de información ganadera.
- Evaluar de la eficiencia y eficacia de cada uno de los módulos que contiene el sistema de información ganadera para la gestión de medianas y pequeñas empresas dedicadas a la producción lechera.

5.1. Procedimiento

Para el desarrollo de este Producto se dividió en 4 partes:

5.1.1. Recopilación de información bibliográfica

Se recopiló información concerniente al diseño y estructura de un programa ganadero tomando en consideración los siguientes estudios: Herramienta software para el aprendizaje del manejo de un sistema de producción de ganadería bovina, mediante simulación con dinámica de sistemas y un enfoque sistémico – SIPROB 2.0, Modelo de simulación del sistema de producción bovino doble propósito “Piedemonte Llanero”, Gestión agrícola ganadera utilizando Excel y La introducción al enfoque de

sistemas en agricultura y su aplicación para el desarrollo de sistemas de producción sostenible. Siendo estas investigaciones las directrices para el soporte técnico investigativo para el diseño y estructura del producto.

5.1.2. Conceptualización del Sistema

Una vez definida la información bibliográfica se procedió a realizar la conceptualización del sistema utilizando 9 consideraciones siendo las siguientes:

- a) El propósito
- b) El límite
- c) El contorno
- d) Los componentes
- e) Las interacciones
- f) Los recursos
- g) Los ingresos o insumos
- h) Los egresos o salidas
- i) Los subproductos

También se consideró los factores intrínsecos para la formulación de sistemas según (GRENÓN, 1994) siendo:

5.1.2.1. Las características

Los sistemas de información presentan dos características fundamentales, la estructura y la función:

5.1.2.1.1. Estructura

La estructura está relacionada con el concepto de los componentes y depende de las características que poseen, tales como:

- Número de componentes siendo la cantidad de elementos básicos que interactúan para constituir el sistema.
- Tipo de componentes son las características de un componente individual.
- Arreglo entre componentes es la relación que se produce entre los componentes de un sistema. Esta relación puede ser de cadena directa, en la cual la salida de un componente es la entrada de otro, cadena cíclica, en la cual se presenta retroalimentación y cadena competitiva donde dos componentes compiten por una misma entrada.

5.1.2.1.2. Función

La función es la forma en que actúan los componentes de un sistema, se define en términos de procesos o sea, cómo el sistema recibe las entradas y cómo produce las salidas. Los criterios más importantes que caracterizan este proceso son:

- Productividad: es la producción neta de un sistema dado en términos de unidades por superficie o tiempo, siendo la producción neta la diferencia entre las entradas y salidas.
- Eficiencia: es una relación entre las entradas y salidas.
- Variabilidad: es la probabilidad en la cantidad de salidas.

5.1.3. Diseño Modular

Una vez establecida la conceptualización del sistema se procedió a establecer las temáticas de los módulos, siendo las siguientes: Inventarios de animales, infraestructura, maquinarias y equipos, nutrición, riego, manejo de pasturas, control sanitario, reproductivo y ginecológico de los animales, producción y calidad de leche, los temas de los módulos fueron considerados de acuerdo al sistema de producción lechero.

Los módulos fueron analizados y elaborados de acuerdo a la especificidad, temática, propósito, función y finalidad.

Se analizó cada componente de los módulos mismos que constan de un conjunto de operaciones y acciones que tiene que realizarse, siendo estas de forma cualitativa

“descriptiva” o cuantitativa “ecuaciones lineales”, recalando que la metodología de cada uno de las temáticas es diferente.

Por último se realizó la interrelación entre los módulos ya que dentro de los componentes se crearon las relaciones de afinidad y se establecieron interrelaciones entre grupos para lograr un modelo conceptual completo, para ello se tomó la información de las entradas y salidas de cada uno de los componentes y se esquematizó mapas conceptuales de cada uno de los módulos.

5.1.4. Elaboración del producto final

Una vez realizado el diseño modular se procedió a redactar el producto conforme a los reglamentos y estatutos de la Universidad Politécnica Salesiana luego se procederá a la entrega del mismo.

5.2. Recursos

5.2.1. Recursos Humanos

- Tesista Agropecuario
- Ingeniero en Sistemas Informáticos
- Médico veterinario
- Ingeniero en Agronomía
- Ingeniero Agropecuario con especialización en Nutrición Animal

5.2.2. Recursos Materiales

- Programas de Microsoft office (Excel, Word)
- Computadora
- Copias
- Resmas de papel
- Impresora
- Tinta de impresora
- Lista de útiles
- Cámara fotográfica

5.2.3. Recursos Económicos

- Transporte
- Alimentación
- Servicio Telefónico
- Internet

6. RESULTADOS

6.1. Módulo, inventarios de animales, infraestructura, maquinarias y equipos.

Contenido

6.1.1. Introducción

6.1.2. Objetivos

6.1.2.1. General

6.1.2.2. Específicos

6.1.3. Propósito

6.1.4. Funciones

6.1.5. Componentes

6.1.6. Método

6.1.7. Procedimiento

6.1.8. Interrelación

6.1.1. Introducción

Un componente indispensable a considerarse dentro del sector agropecuario es la ganadería. Para entender todos los aspectos de la ganadería es necesario un sólido conocimiento de medicina clínica y zootecnia. Estas áreas deben agrupar otras ciencias como son la biología, química, física y las materias que permiten llegar a un diagnóstico clínico de las condiciones en las que se desarrolla el hato bovino.

Por otro lado, cabe recalcar la importancia económica de esta actividad. Representa aproximadamente el 46% del valor agregado del rubro agropecuario.

6.1.2. Objetivos

6.1.2.1. General

Analizar el proceso de elaboración de inventarios para la gestión de un sistema de producción lechero, con la finalidad de cuantificar los parámetros productivos y reproductivos de la ganadería

6.1.2.2. Especifico

Establecer los elementos básicos que contiene un registro de animales, infraestructura, maquinaria y equipos.

Determinar la importancia de los registros en la gestión de un hato ganadero.

Determinar la relación entre registros y su incidencia en la gestión de la ganadería.

6.1.3. Propósito

Brindar una herramienta para que el ganadero archive, procese, y analice la información de la empresa ganadera y su relación entre los distintos componentes del sistema.

6.1.4. Funciones

Este módulo nos permitirá conocer los elementos básicos y los criterios para la selección y uso de registros y su incidencia en la gestión de la ganadería. Según (AGSO-GENES, 2013), se debe tomar en consideración los siguientes parámetros

El sistema de identificación de los animales puede ser considerado como marcas en la piel, aretes o utilizando tecnologías de punta como son los microchips esto en el caso de los animales, mientras que en las maquinarias y equipos son códigos de ingreso de los mismos, generalmente son números con letras, o también se puede utilizar un código de barras.

Este sistema de identificación nos permite conocer la procedencia de los animales, equipos y maquinarias.

Dentro de los principales registros ganaderos tenemos:

Registro Individual.-Contiene la información de toda una vida del animal y permite evaluar: Genética, Producción de leche y potencial reproductivo.

Registro productivo.- Contiene información que mide los rendimientos de la empresa ganadera, y permite evaluar: La producción promedio de la leche del hato, detectar vacas ineficientes, optimizar la alimentación de los animales, calcular la rentabilidad de la empresa, medir las diferencias hereditarias, de tal manera de poder seleccionar aquellos animales que se espera que transmitan rendimientos superiores a su descendencia.

Registro reproductivo.- Contiene toda la vida reproductiva del animal y mediante esta información podemos pronosticar casi de manera exacta fechas en que ocurrirán las diferentes etapas del ciclo reproductivo de la vaca, así como: Determinar el crecimiento del hato, Planificar de mejor manera los gastos en inseminaciones, chequeos ginecológicos, tratamientos, detección de anomalías reproductivas y una pronta corrección, garantizar la salud reproductiva del animal, dándonos una cría al año con buena salud así como también una madre sana, productiva y con alta longevidad.

Registro de inseminación bovina.- Contiene la información del proceso de inseminación artificial y permite: Realizar el mejoramiento genético acelerado, mediante el uso de sementales probados, evitar la consanguinidad en el hato, mantener un stock de pajuelas de semen bovino: así como, de todos los materiales e insumos (nitrógeno líquido) que se utiliza en el proceso de inseminación.

Registro sanitario.- Contiene los análisis clínicos y de laboratorio para la detección de animales, los tratamientos sanitarios mensuales y anuales (vacunación y desparasitación), además este registro nos permite medir la eficiencia de los tratamientos aplicados, también conocer el costo del tratamiento y medidas de prevención.

Registro de alimentación.- Permite conocer la alimentación que están recibiendo los animales por grupos y categorías (vacas en producción, vaca con cría, vacas secas, terneros fierro y terneros destete) ayudándonos a optimizar la alimentación y justificar la alimentación por producción alcanzada.

Registro económico.- Son todos los datos contables referentes a la empresa lechera y permitirán: Medir en forma real las ganancias o pérdidas que nos otorga el hato, tomar las correctas correcciones necesarias para hacer más rentable la empresa lechera.

Registro de Infraestructuras, Maquinarias y equipos.- Son todos los datos referentes a los bienes tangibles que tiene la empresa ganadera estos permiten medir;

el número de infraestructuras y maquinarias y equipos disponibles así como su funcionalidad, el costo y su vida útil dentro de la empresa lechera.

Estos registros son los más básicos que se suelen utilizar en la ganadería.

6.1.5. Componentes

Para la estructuración de un registro se toma en consideración el eje temático de cada uno y deben contener los siguientes datos:

Registro individual:

- Información general: Fecha de nacimiento, nombre, número de arete, raza, color.
- Historial genealógico: Padres, abuelos
- Historial reproductivo: Fechas de celos, inseminaciones, partos, días abiertos, etc.
- Historial productivo: Producción total durante cada lactancia
- Historial sanitario: Fechas de desparasitaciones y vacunaciones, nombres de productos veterinarios y dosis aplicados.

Registro productivo:

- Arete y/o nombre de la vaca
- Cantidad de litros de leche producidos en cada ordeño
- Promedio de litros de leche
- Sumatorias de litros de leche diaria, semanal, quincenal y mensual.

Registro reproductivo:

- Arete y/o nombre de la vaca
- Fechas tales como: celo, inseminaciones, chequeo de la preñez, posible secado, secado real, parto probable y parto real.

Registro de pajuelas:

- Información general del termo de almacenamiento de nitrógeno
- Detalle de pajuelas: canastilla, nombre del toro, presentación, cantidad, etc.

Registro de inseminación artificial:

- Arete y/o nombre de la vaca
- Fecha de inseminación artificial
- Código y/o nombre del toro utilizado en la inseminación
- Número de pajuelas utilizadas en la inseminación
- Fecha de confirmación de la preñez.

Registro sanitario:

- Fecha de visita del médico veterinario
- Fecha de análisis clínico y de laboratorio
- Fecha de vacunación y desparasitación
- Grupos de animales vacunados o desparasitados
- Número total de animales vacunados o desparasitados
- Vacuna o desparasitante utilizado
- Fecha de la próxima vacunación o desparasitación
- Fecha de análisis de sanitario de leche
- Fecha de análisis de con la prueba de CMT

Registro de alimentación:

- Fecha del análisis bromatológico y de digestibilidad de la mezcla forrajera, sobrealimentos y otros insumos forrajeros.
- Cantidad y calidad del alimento consumido: pasto verde, ensilaje, henolaje, concentrados, etc.
- Costos del alimento.
- Codificación, área del potrero y días de pastoreo
- Categoría y número de animales que han pastoreado.

Registro económico:

- Ingresos en las áreas productivas y reproductivas de la empresa ganadera, así como: venta de leche, de crías, vaquillonas vientre, etc.
- Egresos en las áreas productivas, reproductivas y administrativas de la empresa ganadera, así como: compra de materiales e insumos agroveterinarios, compra de medicamentos y vacunas, pago de salarios a los trabajadores, servicios solicitados como laboratorios, profesionales, etc.

Registro de infraestructura, Maquinarias y equipos:

Infraestructuras:

- Fecha de construcción
- Tipo de construcción: mixta, tapial, ladrillo sencillo.
- Uso de la infraestructura: Establo, casa de cuidador o mayordomo, sala de ordeño, sala de tanques de enfriamiento.
- Costo de la infraestructura.
- Fecha de remodelamiento

Maquinarias:

- Fecha de compra
- Costo de la maquinaria
- Nombre de la maquinaria: Tractor, remolque, silos, bombas de riego, etc.
- Marca: Ford, Caterpillar, Pointer 2000 C12 entre otros.
- Tipo: Tracción.
- Fecha de venta o pérdida

Equipos:

- Fecha de compra
- Costo del equipo
- Nombre del equipo: Tanque de enfriamiento, rastra o arado, tuberías y accesorios de riego, etc.
- Marca: La campesina, Ford, Plastigama, entre otros.
- Tipo: Refrigeración, sistema de movimiento del suelo, sistema de riego.
- Fecha de venta o pérdida

6.1.6. Método

Inductivo-Deductivo también se aplica el método sistémico-descriptivo, ya que estos están basados en la aplicación y formulación de registros como principio de la gestión de la ganadería, estos métodos serán aplicados al momento de proporcionar los datos dentro de un programa informático.

6.1.7. Procedimientos

Según (AGSO-GENES, 2013), para la realización de los registros se tomará en cuenta los criterios de selección y uso de registros ganaderos siendo los siguientes:

Utilidad.- Un buen registro responde a la necesidad específica de información. Si al disponer de esta, el administrador puede desarrollar a tiempo una acción que mejore la producción o las ganancias de la empresa, si se tiene un registro útil.

Sencillez y claridad.- cada formato debe contener solamente los datos necesarios para calcular un parámetro de productividad ganadera. El exceso de datos debe evitarse, pues suele confundir al usuario de la información.

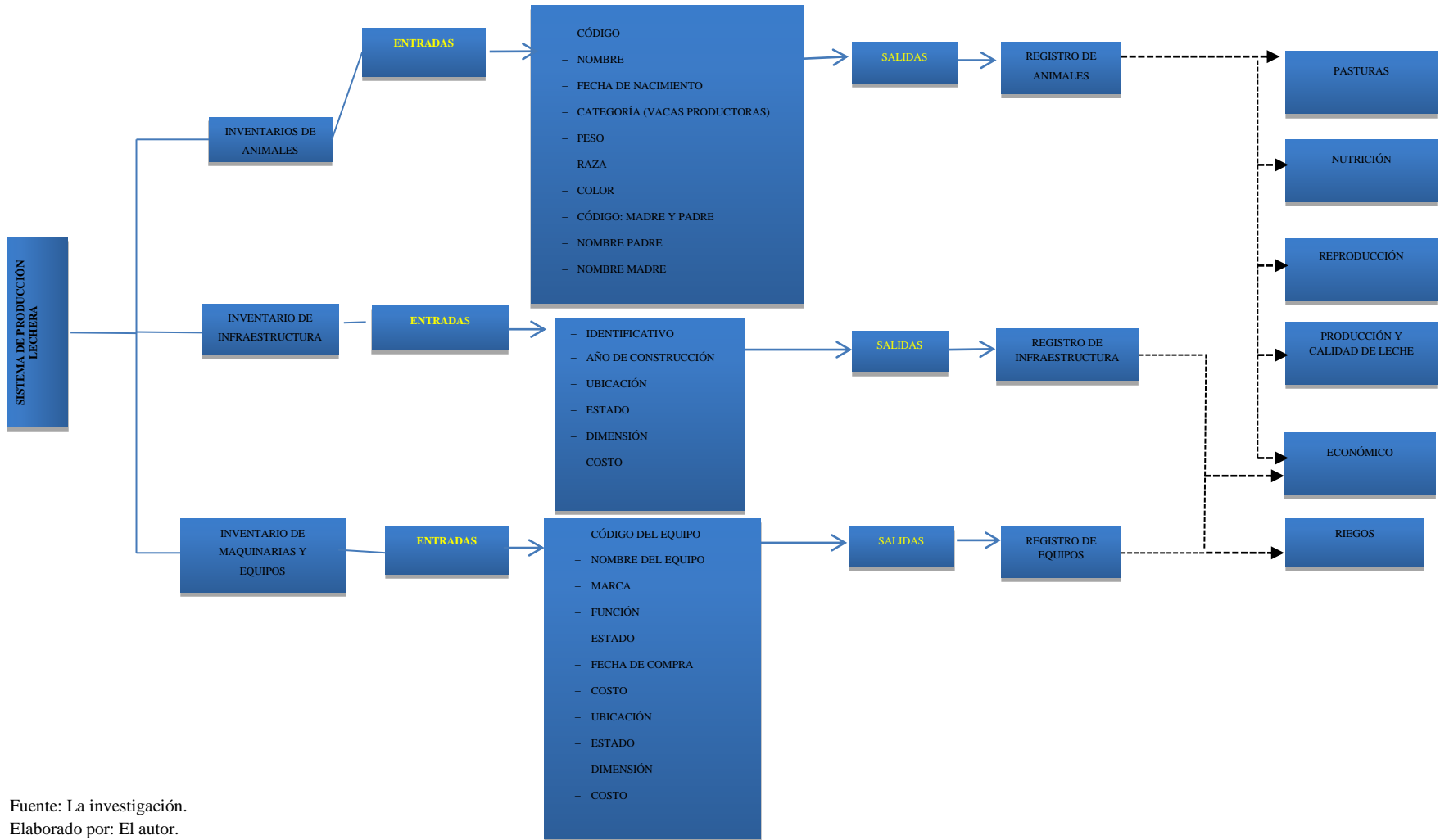
Consistencia.- Cuando un registro lo utilizan diferentes personas y en épocas y localidades distintas, deben tener el mismo significado e interpretación; por lo tanto, todos los usuarios deberían anotar la misma clase de información para lo cual se diseñó el formulario.

Fácil escritura.- Para que todo el personal de la empresa esté en la capacidad de registrar los datos pertinentes y completos de una determinada actividad.

Fácil acceso a la información.- Es importante que en cualquier momento el administrador que necesita la información recopilada mediante registros ganaderos pueda encontrarla en forma rápida y sin duda alguna.

Fácil interpretación.- Esto se consigue cuando el registro ganadero corresponde a un parámetro de productividad ganadero específico de desempeño de la empresa. Sin embargo, su interpretación para tomar decisiones aumenta, cuando se prepara una lista de posibles resultados para ese parámetro productivo y se conoce la acción necesaria para corregir situaciones indeseadas.

Figura 1. Interrelaciones módulo inventario de animales, equipos y maquinarias.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor.

6.2. Módulo de riego

Contenido

6.2.1. Introducción

6.2.2. Objetivos

6.2.2.1. General

6.2.2.2. Específicos

6.2.3. Propósito

6.2.4. Funciones

6.2.5. Componentes

6.2.6. Método

6.2.7. Procedimiento

6.2.8. Interrelación

6.2.9. Lista de símbolos empleados

6.2.1. Introducción

Es fundamental que el riego sea tomado como un medio o herramienta para lograr potenciar la capacidad productiva del sistema de producción, el riego debe ser enfocado como un factor de producción más dentro del conjunto, a su vez debe estar asociado a otros factores, tales como semillas de buena calidad, sanidad, nutrición, técnicas de manejo del cultivo, cosecha, comercialización, etc., para formar un conjunto indivisible que puede llevar un sistema de producción a tener mayor sostenibilidad, lo que implica mayor productividad y mayor rentabilidad, más estabilidad y elasticidad, más seguridad alimentaria y equidad

6.2.2. Objetivos

6.2.2.1. General

Determinar el proceso de cálculo de la dosis de agua y el intervalo de riego para estimar la demanda de agua de las pasturas.

6.2.2.2. Específicos

Determinar la demanda de agua necesaria para las pasturas según la época del año.

Determinar el régimen de riego para las pasturas de clima templado

Establecer parámetros para el sistema de riego y diseño hidráulico

6.2.3. Propósito

Explicar la forma de calcular las necesidades de riego en los cultivos de pasturas y establecer su relación con otros módulos y componentes.

6.2.4. Funciones

Este módulo permite comparar y calcular las necesidades de agua para los cultivos de pasturas por aspersión. Según(AVIDAN, 1994) toma en consideración los siguientes parámetros de riego.

- La lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo LD_{zr}
- El volumen de agua disponible a la profundidad radicular efectiva VD_{zr}
- La lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva LA_{zr}
- Porcentaje del área bajo riego Par
- Precipitación horaria del sistema de riego Phr
- Comparación de la precipitación del sistema de riego con la velocidad de infiltración del suelo
- Uso consuntivo-ETc calculado por el método del tanque evaporímetro
- Intervalo de riego I_r
- Intervalo de riego ajustado $I_r(aj)$
- Ciclo del riego CR
- Lámina de riego ajustada $LR(aj)$
- Comparación de la lámina ajustada con la máxima lámina disponible
- Porcentaje de agua aprovechada ajustada $Pa(aj)$
- Comparación del porcentaje de agua aprovechada con el máximo porcentaje de agua aprovechable
- Lámina bruta LB
- Dosis de riego bruta DB
- Horas de riego turno H_t
- Máximo número de turnos de riego T_d
- Horas de riego por día
- Horas de riego por ciclo H_c
- Número de turnos por ciclo T_c
- Superficie bajo riego por turno S_t
- Dosis bruta por turno DB_t
- Caudal requerido Q_r
- Comparación con la descarga disponible en el sistema de riego Q_s
- Número de emisores por turno E_{mt}
- Volumen bruto por ciclo de riego V_{Bc}
- Caudal específico Q_e

6.2.5. Componentes

Según (AVIDAN, 1994) para la determinación de las necesidades de riego requeridos en un determinado cultivo se toma en consideración la siguiente información:

Clima.- temperatura, humedad relativa, Precipitación, Evaporación, Viento, Porcentaje de horas luz.

Cultivos.- Especie y variedad, etapas de desarrollo del cultivo, coeficiente del cultivo (Kc) para cada una de las fases de su desarrollo, máximo aprovechamiento del agua permisible para el cultivo, profundidad de la zona radicular efectiva del cultivo: se considera el perfil del cual el sistema radicular extrae del 85 al 90 % del volumen total del agua consumido por el cultivo, espaciamiento y dirección de las líneas de siembra.

Suelo.- Textura (tipo de suelo), porcentaje de humedad a capacidad de campo a base de peso seco por capa HCc (%), porcentaje de humedad punto de marchitez permanente a base de suelo seco por capa HPm (%), Peso específico aparente en g/cm^3 por capa (Pea), infiltración básica en mm/hora por capa, profundidad efectiva.

Parcela.- área (Ha), dimensiones, Topografía (pendiente en %), linderos y obstáculos en el terreno.

Fuente de Agua.- Localización, altitud (m.s.n.m.), volumen de agua a disposición del proyecto, caudal (metros cúbicos/hora), presión del fuente de agua, descarga horaria (caudal), disponibilidad.

Sistema de riego.- Método de riego (aspersión, microaspersión), eficiencia Ef (%), modelo del emisor, presión de operación (atm), caudal del emisor q (lt/h), diámetro efectivo d (m), Angulo de cobertura. $\alpha(^{\circ})$, espaciamiento entre emisores de (m), espaciamiento entre emisores laterales dl (m), máximas horas de operación por día Hd (h), días de paro ciclo.

6.2.6. Método

En este módulo se aplicó el método Inductivo-Deductivo y el método descriptivo, basados en las siguientes temáticas: Determinación del Régimen de riego de los cultivos fascículos Factores que influyen al régimen de riego, la evapotranspiración de los cultivos y cálculo de las necesidades de riego. (AVIDAN, 1994)

6.2.7. Procedimientos

Para la elaborar este módulo se consideró los siguientes cálculos:

1.- Lámina de agua disponible, en mm de agua a la profundidad radicular efectiva (mm/zr)

Es la lámina de agua disponible en el perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo.

$$LD_{zr}(\text{mm} / \text{zr}) = (HCc - Hpm) * (Pea / Pew) * zr * 10$$

Donde:

LD_{zr} = Lámina de agua disponible en mm de agua a la profundidad radicular efectiva (mm/zr)

HCc = Contenido de Humedad a capacidad de campo a base de peso seco del suelo (%ws)

HPm = Contenido de humedad en el punto de marchitez permanente a base del peso seco del suelo (% ws)

Pea = Peso específico aparente del suelo (g/m^3)

Pew = Peso específico del agua (g/cm^3)

Zr = profundidad radicular efectiva del cultivo (m)

El factor 10 convierte los datos a (mm/zr) “Profundidad radicular efectiva”.

Para realizar este cálculo es necesario afianzarnos en la tabla de texturas del suelo mostradas en el (Anexo 1)

Nota: la profundidad radicular efectiva, empleada en el presente cálculo, corresponde al periodo de máximo consumo de agua por el cultivo.

2.- Volumen de agua disponible en metros cúbicos de agua, a la profundidad radicular efectiva ($m^3/ha/zr$)

Es el volumen de agua disponible en metros cúbicos de agua a la profundidad radicular efectiva. (AVIDAN, 1994)

$$VD_{zr} = LD_{zr} * 10$$

Donde:

VD_{zr} = Volumen de agua disponible en m^3 de agua a profundidad radicular efectiva ($m^3/ha/zr$)

LD_{zr} = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva (mm/zr)

El factor 10 convierte mm/zr a $m^3/ha/zr$.

3.- Lámina de agua aprovechable a profundidad radicular efectiva

El máximo porcentaje de agua disponible que el cultivo puede aprovechar sin que se disminuya su rendimiento (AVIDAN, 1994), para lo cual es necesario la siguiente tabla:

Cuadro 1. Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo a ETo y al cultivo.

TIPO DE CULTIVO	ETo (Evapotranspiración)	
	Baja de 2 a 5 (mm/día)	Media de 6 a 10 (mm/día)
Hortalizas	30-40	15-25
Frutales	40-50	20-35
Pastos	50-70	30-45
Cereales	60-70	40-55
Oleaginosas	60-70	40-55

Fuente: AVIDAN, Albert, Cálculo de las necesidades de riego, 1994.

Para la determinación de agua aprovechable a profundidad radicular efectiva es indispensable los registros de Evapotranspiración del sector.

$$LA_{zr} = \frac{LD_{zr} * Pa}{100}$$

Donde:

LA_{zr} = Lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva (mm/zr)

LD_{zr} = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva (mm/zr)

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal.

4.- Porcentaje del área bajo riego

El porcentaje del área bajo de riego, depende del emplazamiento del emisor y del diámetro de cobertura efectivo de este. (AVIDAN, 1994)

Para el riego por aspersión es:

$$Par = 100(\%)$$

5.- Precipitación horaria del sistema de riego

Se calcula a base del caudal emisor y del área efectiva bajo riego.

$$Phr = \frac{qe * 100}{de * dl * Par}$$

Donde:

Phr = Precipitación horaria (mm/h) del sistema de riego

qe = caudal emisor (lt/h)

de = Distancia entre emisores contiguos sobre el lateral (m)

dl = Distancia entre laterales contiguos (m)

Par = Porcentaje del área bajo riego (%)

6.- Comparación de la precipitación del sistema de riego con la velocidad de infiltración del suelo

Para ello es necesario comparar la precipitación horaria, con la velocidad de infiltración del suelo. En el riego por aspersión y microaspersión la precipitación horaria del emisor debe ser inferior a la velocidad de infiltración básica del suelo a fin de evitar pérdidas y daños por escurrimiento superficial, si no se cumple esto será necesario retornar a los datos de información “origen”. (AVIDAN, 1994)

$$Phr \leq I$$

Donde:

Phr = Precipitación horaria efectiva (mm/h)

I = Velocidad de infiltración básica (mm/h)

Si no se cumple esta condición será necesario retornar a los datos referenciales y modificar las operaciones de operación del emisor.

Esta fórmula aceptará o negará el resultado del mismo.

7.- Uso consultivo – ETC por el método del tanque evaporímetro “clase A”

$$ETc = ETan * K tan * kc$$

ETc = Consumo diario del cultivo

$ETan$ = Evapotranspiración media diaria del tanque evaporímetro clase “A”

$Ktan$ = Coeficiente del tanque evaporímetro clase “A”

kc = Coeficiente del cultivo

Para la determinación del consumo diario del cultivo es necesario tomar en cuenta los datos del clima del sector y consultar los registros de evapotranspiración Coeficientes $Ktan$ y Coeficiente del cultivo según la FAO (Anexo 2 y 3)

8.- Intervalo de riego

El intervalo de riego cuenta los días entre dos riegos sucesivos en la misma posición.

El intervalo de riego depende de la lámina de agua aprovechable del porcentaje del área bajo riego y el consumo diario del cultivo. (AVIDAN, 1994)

$$Ir = \frac{LAzr * par}{ETc * 100}$$

Donde:

Ir= Intervalo de riego (días)

LAzr= Lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva (mm/zr)

par= porcentaje de área bajo riego

El factor 100 convierte en fracción decimal

Nota: Para calcular el intervalo de riego y fórmulas subsiguientes se emplean datos correspondientes al periodo máximo de consumo de agua por el cultivo.

9.- Intervalo de riego ajustado

En el caso de que el resultado del cálculo del intervalo de riego resulte en una fracción decimal será necesario ajustarlo para abajo, a fin de obtener un número íntegro en días. (AVIDAN, 1994)

$$Ir(aj) = INTEGRO(DIAS)$$

Donde:

Ir(aj)= Intervalo de riego ajustado (días)

Ir= Intervalo de riego (días)

Esta fórmula aceptará o negará el resultado del mismo.

10.- Ciclo del riego

El ciclo de riego es el número íntegro de días durante el cual se riega una parcela determinada.

Al determinar el ciclo de riego se ha de concluir un factor de seguridad, ya que alguna falla imprevista en el sistema de bombeo o el sistema de riego, la necesidad de realizar determinadas labores agrícolas o aún días feriados pueden posponer el riego, por lo tanto el ciclo de cultivo debe ser más corto en el intervalo de riego, es conveniente planificar con 1 a 2 días de paro durante cada intervalo de riego. (AVIDAN, 1994)

$$CR = Ir - dp$$

Donde:

CR = Ciclo de riego (días/ciclo)

$Ir(aj)$ = Intervalo de riego ajustado (días)

dp = Días de paro (días)

11.- Lámina de riego ajustada

A base del intervalo de riego ajustado, del ETc y el porcentaje de área bajo riego se determina la lámina de riego ajustada.

$$LR(aj) = \frac{Ir(aj) * ETc * 100}{Par}$$

Donde:

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

$Ir(aj)$ = Intervalo de riego ajustado (días)

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Par = Porcentaje del área bajo riego (%)

El factor 100 convierte el porcentaje en fracción decimal.

12.- Comparación de la lámina ajustada con la máxima lámina disponible

Es necesario comparar la lámina de riego ajustada con la máxima lámina de agua aprovechable, la cual ha sido calculada anteriormente.

$$LR(aj) \leq LAzr$$

Donde:

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

$LAzr$ = Lámina de agua en la zona radicular efectiva (mm/zr)

Esta fórmula aceptará o negará el resultado del mismo.

13.- Porcentaje de agua aprovechado, ajustado.

Una vez ajustada la lámina de riego, es conveniente calcular el porcentaje de agua aprovechable por el cultivo. (AVIDAN, 1994)

$$Pa(aj) = \frac{LR(aj) * 100}{LDzr}$$

Donde:

$Pa(aj)$ = Porcentaje de agua aprovechado, ajustado (%)

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

$LDzr$ = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva (mm/zr)

14.- Comparación del porcentaje de agua aprovechado con el máximo porcentaje de agua aprovechable

Se recomienda comparar el resultado con el dato de máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo con el porcentaje de agua aprovechable ajustado. (AVIDAN, 1994)

$$Pa(aj) \leq Pa$$

Donde:

$Pa(aj)$ = Porcentaje de agua aprovechado, ajustado (%)

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

Esta fórmula aceptará o negará el resultado del mismo.

15.- Lámina Bruta

Cada método de riego tiene su eficiencia típica para ello se toma en consideración la siguiente tabla.

Cuadro 2. Porcentaje de eficiencia de riego de acuerdo al tipo de clima

CLIMA	EFICIENCIA, %
Desértico	65
Cálido y seco	70
Moderado	75
Húmedo o frío	80

Fuente: AVIDAN, Albert, Calculo de las necesidades de riego, 1994.

De acuerdo a la lámina de riego ajustada y a la eficiencia del sistema de riego con ello se determina la Lámina bruta. (AVIDAN, 1994)

$$LB = \frac{LR(aj) * 100}{Ef}$$

Donde:

LB = Lámina bruta (mm)

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

Ef = Eficiencia del sistema de riego (%)

El factor 100 convierte el porcentaje en fracción decimal.

Para realizar este cálculo es necesario consultar la tabla de porcentaje eficiencia del aspersor según el tipo de clima (Anexo 4)

16.- Dosis bruta de riego

Es el volumen de agua por aplicar por unidad de superficie bruta de parcela (Ha), la dosis bruta se calcula a base de la lámina bruta y del porcentaje del área bajo riego. (AVIDAN, 1994)

$$DB = \frac{LB * Par}{10}$$

Donde:

DB= Dosis bruta (m³/ha)

LB= Lámina bruta (mm), (lt/m²)

Par= Porcentaje del área bajo riego (%)

El factor 10 convierte la lámina a (m³/ha)

Se toma en consideración algunos sistemas de riego, se humedece únicamente una fracción del área del cultivo se aplicará la dosis bruta sobre esta área humedecida. Por lo tanto se multiplica la lámina bruta por el porcentaje del área humedecida. (AVIDAN, 1994)

17.- Horas de riego por turno

Es el tiempo requerido, en horas para aplicar, por medio de emisor seleccionado, la lámina bruta, y depende de la precipitación horaria.

$$Ht = \frac{LB}{Phr}$$

Donde:

Ht= Horas de riego por turno (horas/turno)

LB = Lámina bruta (mm)

Phr= Precipitación horaria del sistema de riego (mm/h)

18.- Máximo número de turnos de riegos diarios

Es el número íntegro de turnos de riego que es posible realizar durante un día, se obtiene redondeando para abajo, el cociente de las horas requeridos por turno de riego y el máximo número durante las cuales es posible operar el sistema de riego por día. (AVIDAN, 1994)

$$Td = \text{INTEGRO} \frac{Hm}{Ht}$$

Donde:

Td = Turnos por día (Turnos/día)

Hm = Horas de riego, máximas diarias (horas/día)

Ht = Horas de riego por turno (horas/turno)

Si el número de turnos de riego por días calculado fuese inferior a la unidad, es decir a un turno por día, será necesario revisar los datos a base de los cuales se determina el régimen de riego de tal manera que se haga posible abastecer el volumen requerido de agua en el tiempo disponible. (AVIDAN, 1994)

19.- Horas de riego por día

Es el total de horas de riego por día.

$$Hd = Td * Ht$$

Donde:

Hd = Horas de riego diarias (Horas/día)

Td = Turnos por día (Turnos/día)

Ht = Horas de riego por turno (Horas/turno)

20.- Horas de riego por ciclo

Es el número de horas de operación del sistema de riego durante el ciclo de riego.

$$Hc = CR * Hd$$

Donde:

Hc = Horas de riego por ciclo (horas/ciclo)

CR = Ciclo de riego (días/ciclo)

Hd = Horas de riego diarias (horas/día)

21.- Número de turnos por ciclo

Es el número de veces que es necesario poner en operación al sistema de riego para cubrir el área de riego y se lo calcula así:

$$Tc = CR * Td$$

Donde:

Tc = Turnos de riego por ciclo (turnos/ciclo)

CR = Ciclo de riego (días/ciclo)

Td = Turnos día (Turnos/días)

22.- Superficie bajo riego por turno

Se obtiene dividiendo el área neta bajo riego en la parcela Sr , entre el número de turnos, Tc . (AVIDAN, 1994)

$$St = \frac{Sr}{Tc}$$

Donde:

St = Superficie bajo riego por turno (ha/turno)

Sr = Superficie total de riego por ciclo (ha/ciclo)

Tc = Turnos de riego por ciclo (Turnos/ciclo)

23.- Dosis bruta de riego por turno

Es el volumen de agua de riego por aplicar por turno. (AVIDAN, 1994)

$$DBt = St * DB$$

Donde:

DBt = Dosis bruta por turno (m^3 /turno)

St =Superficie por turno de riego (ha/turno)

DB = Dosis Bruta (m^3 /ha)

24.- Caudal requerido

Es el caudal requerido para el riego en la parcela. (AVIDAN, 1994)

$$Qr = \frac{DBt}{Ht}$$

Donde:

Qr = Caudal requerido (m^3 /hora)

DBt = Dosis bruta por turno (m^3 /turno)

Ht = Horas de riego por turno (horas/turno)

25.- Comparación con la descarga disponible en el sistema de riego

Dado el caso de que se pretenda modificar un sistema de bombeo en pie, para adaptarlo al método de riego deseado, se hace necesario comparar el caudal disponible y la descarga disponible en la bomba, con el caudal requerido para el riego de la parcela. (AVIDAN, 1994)

$$Qr \leq Qs$$

Donde:

Qr = caudal requerido (m^3 /hora)

Qs = Caudal disponible en el sistema de riego (m^3 /hora)

Si el caudal requerido, excede la descarga disponible en el sistema de riego, será necesario corregir los datos base de los cuales se determina el régimen de riego, de tal manera que se haga disponible abastecer el volumen requerido de agua en el tiempo disponible.

Esta fórmula aceptará o negará el resultado del mismo.

26.- Número de emisores por turno

El número de emisores por turno se calcula con la base de la descarga del sistema de riego y de la descarga del emisor. Este es un dato que se utilizará para el diseño de los laterales de riego. (AVIDAN, 1994)

$$E_{mt} = \frac{Q_r * 1000}{q_e}$$

Donde:

E_{mt} = Emisores por turno de riego (emisor/turno)

Q_r = Caudal requerido (m^3 /hora)

q_e = Caudal del emisor (litros/hora)

27.- Volumen bruto por ciclo de riego

Es el volumen total de agua requerido para satisfacer las necesidades del cultivo durante la época de mayor demanda de agua por el cultivo y durante un ciclo de riego. (AVIDAN, 1994)

$$V_{Bc} = DBt * Tc$$

Donde:

V_{Bc} = Volumen bruto por ciclo (m^3 /ciclo)

DBt = Dosis bruta por turno (m^3 /turno)

Tc = Turnos de riego por ciclo (turnos/ciclo)

28.- Caudal específico.

El caudal específico se obtiene dividiendo el caudal requerido y el área bruta de la parcela. (AVIDAN, 1994)

$$Q_e = \frac{Q_r}{A}$$

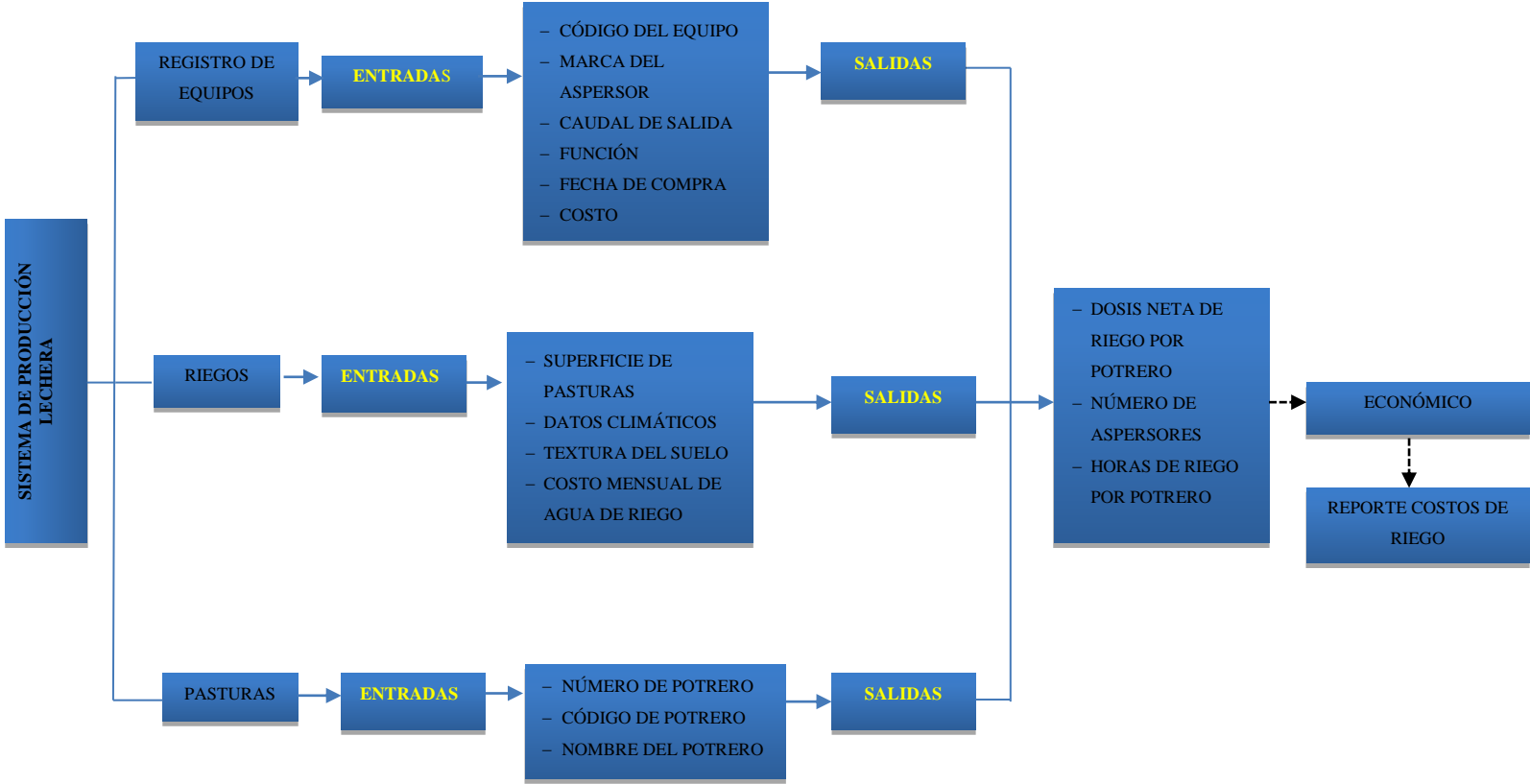
Donde:

Q_e = Caudal específico ($m^3/hora$)

Q_r = Caudal requerido ($m^3/hora$)

A = Área bruta total de la parcela (ha)

Figura 2. Interrelaciones módulo riegos.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor.

6.2.8. Lista de símbolos empleados

LD_{zr} = Lámina de agua disponible en mm de agua a la profundidad radicular efectiva (mm/zr)

HC_c = Contenido de Humedad a capacidad de campo a base de peso seco del suelo (%ws)

HP_m = Contenido de humedad en el punto de marchitez permanente a base del peso seco del suelo (%ws)

Pe_a = Peso específico aparente del suelo (g/m^3)

Pe_w = Peso específico del agua (g/cm^3)

Z_r = profundidad radicular efectiva del cultivo (m)

VD_{zr} = Volumen de agua disponible en m^3 de agua a profundidad radicular efectiva ($m^3/ha/zr$)

LA_{zr} = Lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva (mm/zr)

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

Ph_r = Precipitación horaria (mm/h) del sistema de riego

q_e = caudal emisor (lt/h)

d_e = Distancia entre emisores contiguos sobre el lateral (m)

dl = Distancia entre laterales contiguos (m)

Par = Porcentaje del área bajo riego (%)

Ph_r = Precipitación horaria efectiva (mm/h)

I = Velocidad de infiltración básica (mm/h)

ET_c = Consumo diario del cultivo

ET_{tan} = Evapotranspiración media diaria del tanque evaporímetro clase "A"

K_{tan} = Coeficiente del tanque evaporímetro clase "A"

k_c = Coeficiente del cultivo

I_r = Intervalo de riego (días)

$I_r(aj)$ = Intervalo de riego ajustado (días)

I_r = Intervalo de riego (días)

CR = Ciclo de riego (días/ciclo)

dp = Días de paro (días)

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

LA_{zr} = Lámina de agua en la zona radicular efectiva (mm/zr)

$Pa(aj)$ = Porcentaje de agua aprovechado, ajustado (%)

$LR(aj)$ = Lámina de riego ajustada (mm)

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

E_f = Eficiencia del sistema de riego (%)

DB = Dosis bruta (m^3/ha)

LB = Lámina bruta (mm), (lt/m^2)
 Ht = Horas de riego por turno (horas/turno)
 Phr = Precipitación horaria del sistema de riego (mm/h)
 Td = Turnos por día (Turnos/día)
 Hm = Horas de riego, máximas diarias (horas/día)
 Ht = Horas de riego por turno (horas/turno)
 Hd = Horas de riego diarias (Horas/día)
 Td = Turnos por día (Turnos/día)
 Hc = Horas de riego por ciclo (horas/ciclo)
 CR = Ciclo de riego (días/ciclo)
 Tc = Turnos de riego por ciclo (turnos/ciclo)
 St = Superficie bajo riego por turno (ha/turno)
 Sr = Superficie total de riego por ciclo (ha/ciclo)
 DBt = Dosis bruta por turno (m^3 /turno)
 Qr = Caudal requerido (m^3 /hora)
 Qs = Caudal disponible en el sistema de riego (m^3 /hora)
 Emt = Emisores por turno de riego (emisor/turno)
 qe = Caudal del emisor (litros/hora)
 VBc = Volumen bruto por ciclo (m^3 /ciclo)
 Qe = Caudal específico (m^3 /hora)
 A = Área bruta total de la parcela (ha)

6.3. Módulo de nutrición

Contenido

6.3.1. Introducción

6.3.2. Objetivos

6.3.2.1. General

6.3.2.2. Específicos

6.3.3. Propósito

6.3.4. Funciones

6.3.5. Componentes

6.3.6. Método

6.3.7. Procedimiento

6.3.8. Interrelación

6.3.9. Lista de símbolos empleados

6.3.1. Introducción

La nutrición dentro de un sistema ganadero, el costo de producción se encuentra en alrededor de un 75% en la alimentación de los animales, así como también es importante conocer la incidencia económica que tiene el tratamiento y recuperación del animal con deficiencias metabólicas es importante. Las investigaciones de los últimos años en nutrición animal se han planteado la búsqueda de la máxima eficiencia del uso de los alimentos consumidos por los animales. Para optimizar la alimentación y suplementación de los animales en pastoreo de manera eficiente, es necesario conocer la cantidad y calidad de forraje, sobrealimento y materias primas consumidas.

6.3.2. Objetivos

6.3.2.1. General

Analizar los requerimientos nutricionales de los animales en las diferentes etapas de producción de la unidad productora.

6.3.2.2. Específicos

Diagnosticar el tipo de pastura, suplementos y materia prima, que se suministra a los animales en las distintas etapas productivas explotación lechera.

Determinar los requerimientos de materia seca, proteína y energía metabolizable en las diferentes etapas productivas de los animales en la unidad productiva.

Establecer un plan nutricional de acuerdo al tipo de pastura, suplementos y materias primas predominantes en la zona.

Establecer los requerimientos de agua para las vacas productoras, vacas secas, vaquillonas y terneras.

6.3.3. Propósito

Explicar el procedimiento de cálculo de las necesidades nutricionales para vacas productoras, vacas en gestación, vacas secas y terneras además establecer su relación con otros módulos y componentes.

6.3.4. Funciones

Este módulo permite calcular las necesidades nutricionales mediante ecuaciones lineales según (CALSAMIGLIA, BACH, & OTROS, 2009) y (GRIJALVA, 2010), toma en consideración los siguientes parámetros:

- Requerimientos de materia seca por categoría
- Requerimientos de energía metabolizable por categoría
- Requerimientos de proteína por categoría
- Consumo de agua por categoría

6.3.5. Componentes

Según (CALSAMIGLIA, BACH, & OTROS, 2009) y (GRIJALVA, 2010), para la determinación de las necesidades nutricionales para cada una de las categorías mencionadas se toma en consideración lo siguiente:

Determinación de los niveles composicionales de forrajes, henos y otros forrajes, materias primas y suplementos “balanceados” según análisis bromatológicos. (Anexo № 5, 6, 7 y 8), siendo estos datos referenciales, ya que cada finca posee su mezcla forrajera y el estado fenológico de las plantas dependerán de las variables climáticas de cada zona.

Los requerimientos para cada una de las categorías se calculan mediante los siguientes lineamientos: materia seca, energía metabolizable y proteína de cada una de las categorías.

1.- Vacas Secas, Vaquillonas y Terneras:

- Peso vivo
- Catabolismo en Ayuno

2.- Vacas gestantes:

- Peso vivo
- Consumo de alimento EM/día (Manutención)
- Días de concepción

3.- Vacas en producción:

- Peso Vivo
- Producción litros día
- Porcentaje de proteína en leche
- Porcentaje de grasa en leche
- Semana de lactación

6.3.6. Método

Para la elaboración de este módulo se aplicó el método Inductivo-Deductivo y método descriptivo, basándonos en la bibliografía anteriormente mencionada.

6.3.7. Procedimientos

En este módulo se consideró lo siguiente:

1.- Requerimientos Energéticos para rumiantes

Los seres vivos generan calor y el total de calor desprendido depende de las células que tenga el cuerpo. Un animal de mayor peso produce más calor que uno más pequeño.

Al relacionar el peso como parámetro para medir el calor desprendido, se obtiene una disminución notoria en la producción de calor al aumentar el peso vivo ya que la

producción de calor por unidad de peso esta inversamente relacionada con el tamaño corporal.

En consecuencia, la generación de calor es proporcional a la superficie del cuerpo, al flujo sanguíneo y el peso corporal, de esta realidad empírica se ha encontrado que el calor desprendido es proporcional al peso elevado a la potencia $\frac{3}{4}$. A esta relación se denomina Peso Metabólico y se lo expresa en la siguiente relación. (GRIJALVA, 2010)

$$\text{Peso Metabólico (kg)} = \text{Peso}^{0.75}$$

1.2.- Metabolismo Basal

Es el cambio químico que ocurre en la célula animal al disipar calor, producto de la oxidación de tejidos cuando éste se encuentra en estado de ayuno y bajo condiciones basales, es decir que el animal está en un estado de termoneutralidad, reposo y estado post-abortivo. En estas condiciones basales, se estima el calor desprendido diariamente del cuerpo.

$$\text{Metabolismo basal} = 70 \text{ kcal} * \text{Peso}^{0.75} \text{ (kcal de Energía Neta)}$$

En rumiantes es difícil determinar el estado post-abortivo y en completo reposo, se habla entonces de un catabolismo en ayuno (CA). (GRIJALVA, 2010)

$$\text{CA} = 80 \text{ kcal/día} * \text{Peso}^{0.75} \text{ (kcal de EN)}$$

El concepto de metabolismo basal que se aplica en el hombre es equivalente al catabolismo de ayuno utilizado en animales y ambos corresponden a la energía neta de manutención (ENm) por consiguiente:

$$\text{ENm} = 80 \text{ kcal/día} * \text{Peso}^{0.75}$$

1.3.- Requerimiento Energético de Manutención

Es aquel consumo de energía metabolizable que el animal requiere para “pagar” el funcionamiento del corazón, hígado, producción de enzimas.

En función del peso vivo. A mayor peso, aumenta el requerimiento de EMm, esto se debe a que el animal moviliza más sangre y tiene mayor función hepática. (GRIJALVA, 2010)

La EMm representa el nivel de energía donde el balance de energía es igual a cero.

$$EMm = ENm / Km$$

Donde:

EMm = Energía metabolizable para manutención

ENm = Energía neta para manutención

Km = Eficiencia de utilización de EM

La EM varía con la concentración energética de la ración o densidad calórica de la dieta. La siguiente ecuación representa una adecuada estimación:

$$Km = 55 + 60694 * DC$$

Donde:

DC = Densidad calórica de la dieta

Un valor promedio de *Km* es de 72% o 0.72

En conclusión el requerimiento de energía de manutención equivaldría a lo siguiente:

$$EMm = (80 \text{ kcal} * \text{Peso}^{0.75}) / 0.72 \text{ expresado en kcal de EM}$$

1.4.- Requerimiento energético costo de cosecha

Es el nivel de energía metabolizable que el animal requiere gastar para cosechar su alimento.

El costo de cosecha en animales en confinamiento tiende a cero. A disponibilidad alta de pasto el costo de cosecha es bajo.

El costo de cosecha está en función del peso vivo y la disponibilidad de pasto.

De modo general, cuando se dispone de una buena cantidad de pasto, el costo de cosecha puede ser calculado como el 10% de los requerimientos de manutención. (GRIJALVA, 2010)

$$RECC = EMm + 10\% \text{ de } EMm$$

Donde:

RECC = Requerimientos energético de costo cosecha

EMm = Energía Metabolizable de Mantenimiento

2.- Vacas Gestantes

Según (GRIJALVA, 2010) para la nutrición de vacas gestantes se toma en consideración:

La vaca gestante requiere energía para mantenerse y desarrollar al feto. Además, se almacena energía en el feto, membranas asociadas y tejidos acumulados en el útero, la energía almacenada en el útero y contenido, aumenta exponencialmente a través de la preñez por lo tanto, es muy importante en esta etapa. Para bovinos, la deposición diaria de energía puede ser estimada por las siguientes ecuaciones:

$$\text{Energía Depositada (Mcal)} = 0.00717 e^{0.01774 * T}$$

Donde

T = días desde la concepción

El incremento calórico de los animales preñados (ICg) es mayor que lo esperado para animales no preñados con similares pesos. Este incremento de gestación se puede estimar mediante la siguiente función:

$$ICg = 0.216 e^{0.01 * T} \text{ (Mcal)}$$

Aproximadamente el 50% de ICg se debe a los procesos que genera el feto y las estructuras asociadas. El resto se debe a la energía usada para la manutención del feto y el aumento del catabolismo de ayuno materno durante la gestación

Así el requerimiento de Energía Metabolizable para el crecimiento del feto y estructuras asociadas será la suma de la energía depositada y la mitad del ICg.

$$EM \text{ crecimiento del feto} = \text{Energía Depositada} + (ICg/2)$$

La energía para el feto y para el aumento en el requerimiento de manutención de la madre puede asumirse que proviene de la EM de la dieta; es decir; con una eficiencia de 0.72. (GRIJALVA, 2010)

Por lo tanto el requerimiento de EM extra para la gestación será:

$$EM \text{ extra} = \text{Energía depositada} + (ICg/2) + (ICg \dots /2 * 0.72)$$

$$EM \text{ extra} = \text{Energía depositada} + 1.19 * ICg$$

El valor para esta energía neta extra se obtiene de la ecuación:

$$\text{Energía depositada} + 1019 ICg = 0.27 e^{0.0106*T}$$

Por lo tanto, el requerimiento de energía metabolizable para la gestación, independiente del requerimiento de mantención y cambio de peso, se puede calcular de la siguiente manera:

$$EM \text{ gestación (Mcal/día)} = 0.27 * e^{0.0106*T}$$

3.- Vacas Productoras

Según (CALSAMIGLIA, BACH, & OTROS, 2009) basándose en los estudios del (NRC, 2001), el cálculo Necesidades diarias del ganado vacuno lechero se basa en lo siguiente:

3.1.- Cálculo de la ingestión de materia seca

La ingestión de MS (IMS, kg MS/d) se calcula a partir de la ecuación propuesta por el NRC (2001):

$$IMS = [(0,372 \times LC4\%) + (0,0968 \times PV^{0,75})] \times [1 - e^{(-0,192 \times (SEL + 3,67))}]$$

Donde:

IMS = Ingestión de materia seca

LC4% = leche corregida al 4% de grasa, y

SEL = semana de lactación.

La corrección de la producción al 4% puede realizarse a partir de la ecuación de Gaines:

$$LC4\% = Leche \times (0,15 \%Grasa + 0,4)$$

Cuando la temperatura supera los 20 °C, la ingestión de MS disminuye. Según la siguiente ecuación:

$$Ingestión\ MS = Ingestión\ MS \times (1 - ((^{\circ}C - 20) \times 0,005922))$$

Cuando la temperatura disminuye por debajo de 5°C, entonces:

$$Ingestión\ MS = (Ingestión\ MS) / (1 - ((5 - ^{\circ}C) \times 0,004644))$$

3.2.-Cálculo de las necesidades diarias de energía

3.2.1.- Necesidades de mantenimiento:

Las necesidades de energía neta de mantenimiento se calculan en función del peso vivo del animal (NRC, 2001):

$$ENL\ (Mcal/d) = 0,080PV^{0,75}$$

Donde:

ENL = Necesidades de mantenimiento (Mcal/día)

PV = Peso vivo (al peso vivo total (kg) se le descuenta el peso estimado del feto y anejos fetales.)

0,75 = Constante para metabolismo basal

3.2.2.- Necesidades de producción de leche:

Las necesidades de producción se calculan en función del contenido en grasa y proteína según la ecuación siguiente:

$$ENL_1 \text{ (Mcal/kg de leche)} = [0,0929 \times \text{Grasa (\%)} + 0,0547 \times \text{Proteína bruta (\%)}] + 0,192$$

Si sólo se conoce el contenido en grasa, se utiliza la ecuación siguiente:

$$ENL_1 \text{ (Mcal/kg de leche)} = 0,360 + [0,0969 \times \text{Grasa (\%)}]$$

Si la producción de leche se expresa en leche corregida al 4% (LC4%), entonces podemos utilizar la ecuación:

$$ENL_1 \text{ (Mcal/d)} = 0,75 \text{ LC4\%}$$

3.3.- Necesidades energéticas de gestación:

Las necesidades energéticas para la gestación se consideran nulas hasta los 190 días de gravidez. De los 190 días en adelante el NRC (2001), adopta la siguiente ecuación:

$$ENL \text{ (Mcal/d)} = [(0,00318D - 0,0352) \times (PVN/45)]/0,218$$

Donde D representa los días de gestación y PVN es el peso vivo del ternero al nacimiento en kg.

3.4.- Valor energético del depósito/movilización de grasa

El valor energético del depósito o movilización de grasa se obtiene del cuadro 3, este debe calcular una pérdida máxima de 1,2 Kg PV/d en el postparto (días 0 a 60), y una recuperación de 0,35 Kg PV/d entre los días 100 y 300 de lactación.

Cuadro 3. Valor energético (Mcal ENI) de la movilización o depósito de 1 kg de peso vivo a diferentes niveles de condición corporal.

CONDICIÓN CORPORAL	MOVILIZACIÓN	DEPÓSITO
1	----	4,0
2	3,4	4,9
3	4,2	5,8
4	5,1	6,7
5	5,9	----

Fuente: CALSAMIGLIA, 2009, "Adaptada de NRC,2001".

3.5.- Cálculo de las necesidades proteicas diarias

3.5.1.- Necesidades proteicas de mantenimiento

El (NRC, 2001) determina las necesidades de proteína metabolizable de mantenimiento (PM_m) en función de la proteína endógena urinaria, la proteína de la piel y los pelos, la proteína metabólica fecal, y la proteína procedente del resto de secreciones endógenas. (CALSAMIGLIA, BACH, & OTROS, 2009), que se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$PM_m (g/d) = 4,1PV^{0,50} + 0,3PV^{0,60} + \{(30IMS) - 0,5[(PM_{bacteriana}/0,8) - PM_{bacteriana}]\} + (0,118 IMS)/0,67)$$

Donde:

PV (peso vivo) e IMS (ingestión de materia seca) se expresan en kg, y $PM_{bacteriana}$ es la proteína metabolizable bacteriana (en g):

$$PM_{bacteriana} = 0,64 \times 0,13 TDNa \times IMS$$

Donde TDNa son los TDN ajustados por la ingestión. En el ejemplo se considera que la ración tipo tiene un valor de TDNa de 70 %.

El (INRA, 2007) determina las necesidades de proteína metabolizable en unidades PDI (g/d):

$$PDI (g/d) = 3,25 PV^{0,75}$$

3.5.2.- Necesidades proteicas de gestación

En el (NRC, 2001), las necesidades de PM de gestación (PM_g) se calculan para vacas entre 190 y 279 días de gestación a partir del día de gestación (D) y de una eficacia de utilización de la PM para gestación de un 33%. (CALSAMIGLIA, BACH, & OTROS, 2009)

$$PM_g = (0,69 \times D - 69,2) \times (PVN_{\text{ternero}}/45)/0,33$$

Donde el PVN_{ternero} corresponde al peso del ternero en el momento de nacer.

El INRA determina las necesidades de gestación (PDIg):

$$PDIg = 0,07 PVN_{\text{ternero}} \times e^{0,111 \times SemG}$$

Donde *SemG* es la semana de gestación.

3.5.3.- Necesidades proteicas en el rumen

El aporte de proteína degradable se calcula como:

$$PDR = 1,18 \times PB_{\text{bacteriana}}$$

Donde $PB_{\text{bacteriana}}$ es la proteína bacteriana:

$$PB_{\text{bacteriana}} = 130 TDNa \times IMS$$

Donde *TDNa* son los *TDN* ajustados al nivel de ingestión (IMS, kg MS/d).

Como dicho valor sólo se conoce una vez determinada la ración, se le asigna un valor medio de 70% como ejemplo en los cálculos.

Las necesidades de PNDR se determinan por diferencia entre las necesidades totales de PM y el aporte de PM bacteriana ($PM_{\text{bacteriana}} = 0,64 \times PB_{\text{bacteriana}}$), considerando una digestibilidad intestinal media de la PNDR del 80%. (CALSAMIGLIA, BACH, & OTROS, 2009)

3.6. - Requerimientos de agua, disponibilidad y forma de entrega

El agua es muy importante en los programas ganaderos, razón por la cual las explotaciones especializadas toman en consideración los parámetros físicos, químicos y microbiológicos siendo este uno de los parámetros indispensables al momento de suministrar los alimentos, siendo necesario tener en cuenta que debe ser conducida por sistemas buenos para asegurar su calidad al momento del consumo de los animales siendo esta potabilizada. (GRUPO LATINO, 2004)

La cantidad de agua debe ser siempre suficiente, además para conservar la calidad de la misma se deben lavar y desinfectar los bebederos diariamente.

Un bovino consume entre 40 y 100 litros/día de agua, dependiendo de su edad y estado fisiológico.

Según (GRUPO LATINO, 2004), el agua que consumirán los animales se puede estimar con algún nivel de precisión, con base en datos conocidos: producción de leche, consumo de materia seca, contenido de sodio en la dieta y la temperatura ambiente. La fórmula fue adaptada por (BERETTA& COL, 2004)

3.6.1.- Consumo de Agua para Terneras

$$CAV_{Terneras} = (5.99 + 1,58 (CMS) + 0,05 (Na) + 1,20 (T)) * 0,04 * 10$$

Donde:

$CAV_{Terneras}$ = Consumo de agua terneras

CMS = Consumo de materia seca (Kg/día)

Na = Contenido de sodio en la dieta

T = Temperatura ambiente (°C)

3.6.2.- Consumo de Agua para vacas vaquillonas

$$CAV_{vaquillonas} = (5.99 + 0,90 (PL \approx 0) + 1,58 (CMS) + 0,05 (Na) + 1,20 (T))$$

Donde:

$CAV_{vaquillonas}$ = Consumo de agua vaquillonas

PL = Producción de leche (Kg/día)

CMS = Consumo de materia seca (Kg/día)

Na = Contenido de sodio en la dieta

T = Temperatura ambiente (°C)

3.6.3.- Consumo de Agua para vacas secas

$$CAV_{secas} = (5.99 + 0,90 (PL \approx 0) + 1,58 (CMS) + 0,05 (Na) + 1,20 (T)) * 1,45$$

Donde:

CAV_{secas} = Consumo de agua vacas secas

PL = Producción de leche (Kg/día)

CMS = Consumo de materia seca (Kg/día)

Na = Contenido de sodio en la dieta

T = Temperatura ambiente (°C)

3.6.4.- Consumo de Agua para vacas en producción

$$CAV_{Productoras} = 5.99 + 0,90 (PL) + 1,58 (CMS) + 0,05 (Na) + 1,20 (T)$$

Donde:

$CAV_{Productoras}$ = Consumo de agua vacas lecheras

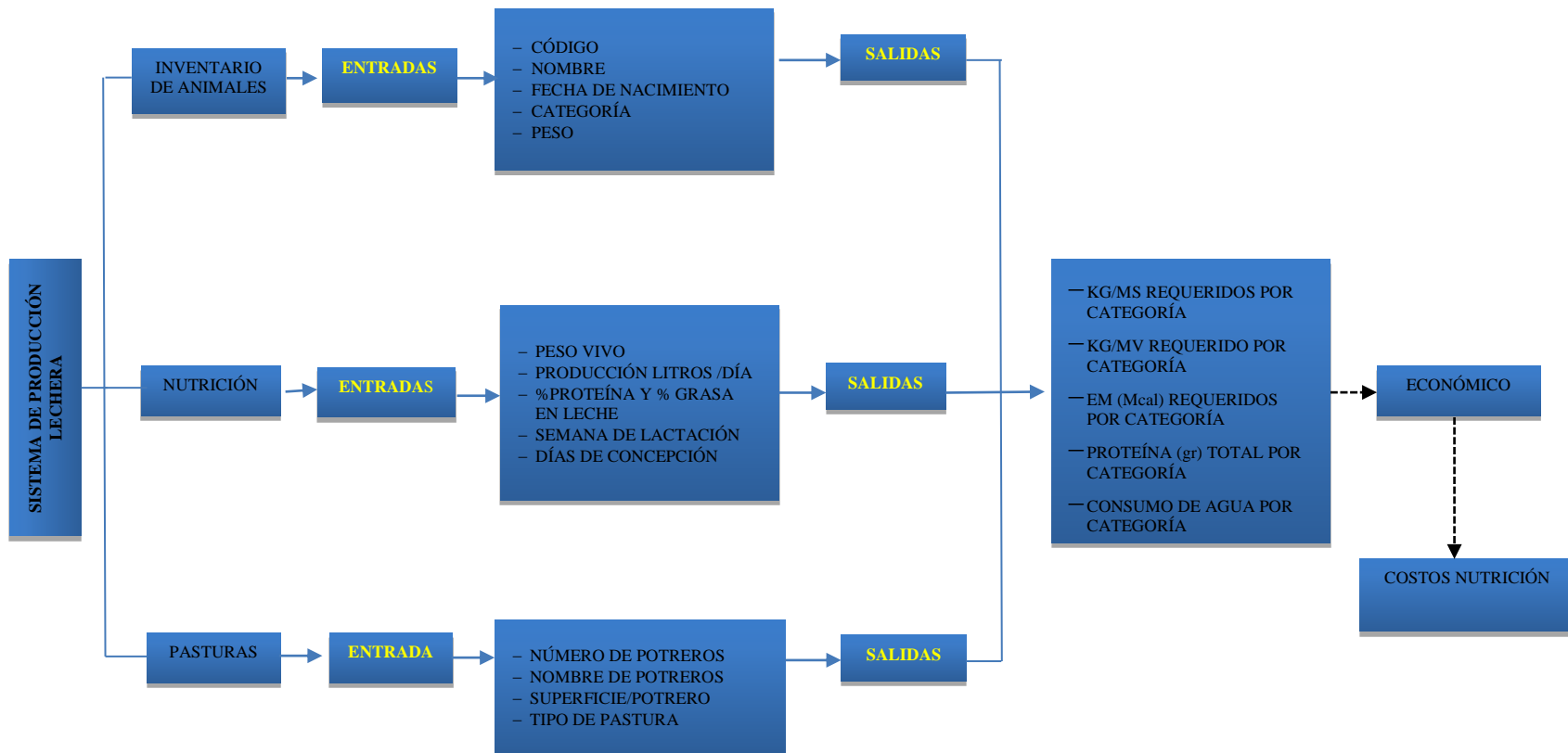
PL = Producción de leche (Kg/día)

CMS = Consumo de materia seca (Kg/día)

Na = Contenido de sodio en la dieta

T = Temperatura ambiente (°C)

Figura 3. Interrelaciones módulo nutrición



Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor.

6.3.8. Lista de símbolos empleados

MS= Materia Seca

kcal= Kilocalorías

CA= Catabolismo en ayuno

EN= Energía neta

EMm = Energía metabolizable para manutención

ENm = Energía neta para manutención

Km = Eficiencia de utilización de EM

DC = Densidad calórica de la dieta

RECC = Requerimientos energético de costo cosecha

ICg=Incremento calórico de los animales preñados

EM crecimiento del feto= Energía metabolizable para crecimiento del feto

EM gestación =Energía metabolizable extra para la gestación

IMS= Ingestión de materia seca

LC4% = leche corregida al 4% de grasa, y

SEL = semana de lactación

ENL= Necesidades de mantenimiento (Mcal/día)

PV= Peso vivo

ENL_l= Energía neta de lactación

D = Días de gestación

PVN= Peso vivo del ternero al nacimiento (kg)

PM_{bacteriana}= Proteína metabolizable bacteriana

PM_m= Proteína metabolizable de mantenimiento

NTD= Nitrógeno total digestibles

PDIg =Necesidades de gestación

SemG = semana de gestación

PDR= Proteína degradable en el rumen

PNDR= Proteína no digerible en el rumen

CAV_{Terneras} =Consumo de agua terneras

CAV_{vaquillonas} =Consumo de agua vaquillonas

CAV_{secas} =Consumo de agua vacas secas

CAV_{Productoras} =Consumo de agua vacas lecheras

PL = Producción de leche (Kg/día)

CMS = Consumo de materia seca (Kg/día)

Na = Contenido de sodio en la dieta

T = Temperatura ambiente (°C)

6.4. Módulo de pasturas

Contenido

6.4.1. Introducción

6.4.2. Objetivos

6.4.2.1. General

6.4.2.2. Específicos

6.4.3. Propósito

6.4.4. Funciones

6.4.5. Componentes

6.4.6. Método

6.4.7. Procedimiento

6.4.8. Interrelación

6.4.9. Lista de símbolos empleados

6.4.1. Introducción

Dentro de una zona ganadera, los recursos para la producción forrajera básica pueden ser muy similares para diferentes fincas. Sin embargo, existen amplias diferencias en los niveles de producción, eficiencia y rentabilidad de los programas de forraje y ganadería. No existe un plan o programa que se ajuste con todos los casos de producción forrajera. Antes de plantar forrajes, muchos factores necesitan ser considerados, incluyendo: tipos de suelos disponibles, la topografía, otros trabajos en la finca, la disponibilidad de capital, los recursos de mano de obra, el tipo de operación ganadera y metas del productor. En efecto, no existe un programa de forraje correcto o incorrecto. Existen numerosas opciones disponibles y el productor debe realizar su selección cuidadosamente.

6.4.2. Objetivo

6.4.2.1. General

Establecer parámetros de manejo de pasturas, mediante un proceso de cálculo de disponibilidad forrajera para la alimentación de bovinos de leche.

6.4.2.2. Objetivos específicos

Determinar la mezcla forrajera de la que está compuesto un potrero

Establecer la cantidad de biomasa de un potrero

Determinar el valor nutritivo de las pasturas mediante el análisis composicional

6.4.3. Propósito

Explicar los procedimientos cualitativos y cuantitativos para determinar la disponibilidad forrajera y calidad de las pasturas.

6.4.4. Funciones

Este módulo nos permite conocer el procedimiento de cálculo de la disponibilidad forrajera en una determinada área, para esto según (IZQUIERDO, 2004) y (PALADINES, IZQUIERDO, & SALAZAR, 2003), se debe tomar en consideración los siguientes parámetros:

- Disponibilidad Forrajera (Kg/MV)
- Disponibilidad forrajera real (Kg/MV)
- Disponibilidad forrajera anual (Kg/MV)
- Capacidad receptiva anual (U.B.A)
- Capacidad receptiva día (U.B.A/Potrero)
- Taza de crecimiento (Kg/MV/Potrero)
- Días de pastoreo

En cuanto a la calidad de las pasturas se toma en consideración:

- Calidad de la pastura en base a familias
- Calidad de la pastura en base a especies individuales

6.4.5. Componentes

Según (IZQUIERDO, 2004), para la determinación de la disponibilidad forrajera en un determinado potrero se toma lo siguiente:

- Extensión del potrero (m^2)
- Área de muestreo (m^2)
- Peso de materia verde + funda (gramos)
- Peso de la funda (gramos)
- Días de rotación
- Consumo U.B.A en base a MV (Kg de MV/día)
- Número total U.B.A. (animales por categorías)

Para la determinación de la calidad de la pastura se toma en consideración:

- Clasificación de las especies forrajeras (Gramíneas, leguminosas, malezas y materia seca)

- Peso de cada especie forrajera (g)
- Valores de apreciación para cada especie (puntajes)
- Rangos de interpretación para calidad de pastura (puntajes)
- Rangos porcentuales para la relación entre gramíneas, leguminosas y malezas (%)

6.4.6. Método

Para la realización de este módulo se propuso el método Inductivo-Deductivo, también se aplicó el método descriptivo, esto basado en los datos de manuales de manejo de pastizales de los autores mencionados anteriormente.

6.4.7. Procedimientos

Para la realización de este módulo se consideró la siguiente información y cálculos:

1.- Disponibilidad forrajera

Es la cantidad de fitomasa (hierba) disponible para ser usada como alimento para los animales.

$$DF = \frac{Pm - pf \times E.potr.}{A.lan.}$$

Donde:

DF = Disponibilidad forrajera

Pm = Peso Muestra

pf = Peso funda

A.lan. = Área de lanzamiento

E.potr. = Extensión Potrero

2.- Disponibilidad forrajera real

El forraje disponible (DF) sufre pérdidas, por el mismo movimiento de los animales al buscar alimento (pisoteo) o por la senescencia de las plantas (muerte). Para la

Sierra Ecuatoriana esta pérdida es del 30 % en pastoreo y 5% en corte, esto quiere decir que solo se aprovecha el 70% en pastoreo y el 95% en corte, a estos porcentajes se les denomina factor de eficiencia. (IZQUIERDO, 2004)

$$DFR = DF \times Fact_{efic}$$

Donde:

DFR= Disponibilidad forrajera real

DF= Disponibilidad forrajera

Fact_{efic}= Factor eficiencia.

Hay que recalcar que para el cálculo de materia verde y materia seca es la misma fórmula solo varía en las cantidades.

3.- Disponibilidad forrajera anual

Es la cantidad de forraje que se tiene durante un año, esto si se realiza los cortes o pastoreos cada 30 días como se establece en el ejemplo, en el año se podrían realizar de 10 a 12 cortes o pastoreos (365 días/30 días), este valor puede cambiar de acuerdo al comportamiento de los factores de producción global como son: Balance hídrico, temperatura, ingreso de insumos, manejo etc. Que pueden acortar o prolongar la tasa de crecimiento diario, es así que en verano se puede llegar hasta 45 días entre cortes o pastoreos. (IZQUIERDO, 2004)

$$DFA = DFR \times Ncortañño.$$

Donde:

DFA= Disponibilidad forrajera anual

DFR= Disponibilidad forrajera real

Ncortañño= Número de cortes al año.

4.- Capacidad receptiva anual

La Capacidad Receptiva Anual, nos da a conocer el número de animales que podemos mantener en el potrero evaluado durante 1 año (365 días) este parámetro

depende directamente de la Disponibilidad Forrajera Anual por lo que se puede aumentar o disminuir el número de animales.

$$CRA = \frac{DFA}{Consdía \times 365días}$$

Donde:

CRA= Capacidad receptiva anual

DFA= Disponibilidad forrajera anual

Consdía= Consumo diario en materia seca o en materia verde

Hay que recordar que para el cálculo de la Capacidad Receptiva Anual tanto para materia seca como para materia verde es el mismo. (IZQUIERDO, 2004)

5.- Capacidad receptiva día

La Capacidad Receptiva Día, nos da a conocer el número de animales que podemos mantener en el potrero evaluado durante 1 día. Lo que significa que el total de forraje disponible se terminaría en 24 horas.

$$CRD = \frac{DFR}{Consdía}$$

Donde:

CRD= Capacidad receptiva día

DFR= Disponibilidad forrajera real en base a materia verde (MV) o materia seca (MS)

Consdía= Consumo diario en (MV o MS)

6.- Tasa de crecimiento diario

La Tasa de Crecimiento Diario, nos permite determinar el incremento diario en cuanto a la cantidad de forraje.

$$TC = \frac{DFR}{Díascrecim.}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento

DFR= Disponibilidad forrajera real en base a materia verde (MV) o materia seca (MS)

Díascrecim. = Días de crecimiento (número de días transcurridos entre dos cosechas)

7.- Días de pastoreo

Este parámetro nos permite saber durante qué tiempo podemos mantener los animales en el potrero evaluado, con la seguridad de no sobre pastorear o dañar los rebrotes o en caso contrario dejar forraje disponible. (IZQUIERDO, 2004)

$$DP = \frac{CRD}{U.B.A._a}$$

Donde:

DP= Días de pastoreo

CRD= Capacidad receptiva día en base a materia verde (MV) o materia seca (MS).

U.B.A._a = Unidad bovina adulta a alimentar

8.- Calidad de la pastura

8.1. Composición botánica de las pasturas

La composición botánica es el porcentaje de las diferentes especies forrajeras, presentes en la pastura.

8.1.1. Clasificación botánica de las especies forrajeras.

Cuadro 4. Gramíneas forrajeras más comunes de la sierra ecuatoriana

Ryegrass Ingles “Perenne”	<i>Lolium perenne</i>
Ryegrass Italiano “Anual”	<i>Lolium multiforum</i>
Pasto Azul	<i>Dactylis glomerata</i>
Timote	<i>Phleum pratense</i>
Poa	<i>Poa trivialis-P. pratense</i>
Pasto Avena	<i>Arrenatherum elatius</i>
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Cebadilla	<i>Bromus canthárticus</i>
Festuca	<i>Festuca arundinacea</i>
Falaris	<i>Phalaris tuberosa</i>
Pasto Lanudo/Holco	<i>Holcus lanatus</i>
Poa anual	<i>Poa annua</i>
Gramma	<i>Paspalum pigmaeum</i>
Pasto Oloroso	<i>Anthoxantum odoratum</i>
Pasto Negro	<i>Sporobollus poiretii</i>

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

Cuadro 5. Leguminosas forrajeras de la sierra ecuatoriana

Trébol Ladino (Igual a 25%)	<i>Trifolium repens</i>
Trébol Ladino (más a 25%)	<i>Trifolium repens</i>
Trébol Nacional	<i>Trifolium repens</i>
Trébol Rojo	<i>Trifolium pratense</i>
Alfalfa	<i>Medicago sática</i>

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

Cuadro 6. Hierbas invasoras o malezas de la sierra ecuatoriana

Orejuela	<i>Alchemilia orbiculata</i>
Falso Llantén	<i>Plantago minor</i>
Taraxaco	<i>Taraxacum oficinalis</i>
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa pastoris</i>
Verbena	<i>Verbena litoralis</i>
Lengua de Vaca	<i>Rumex crispus</i>
Achicoria	<i>Achyrophorus quitensis</i>

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

Para la determinación de la composición botánica, luego de pesar la materia verde total obtenida con el cuadrante, se homogeniza la muestra y se toma una alícuota (muestra representativa) de 500 a 1000 gramos, la cual se procede a separar manualmente las distintas especies vegetales para determinar el porcentaje en que se hallan presentes en la muestra, de acuerdo a su peso. (IZQUIERDO, 2004)

$$P_{esp} = \frac{P_{esp} \times 100}{M_{muest.,total}}$$

Donde:

P_{esp} = Presencia por especie forrajera (%)

P_{esp} = Peso de la especie forrajera

$M_{muest.,total}$ = Peso total de la muestra.

Hay que recalcar que en los cálculos para la determinación de la presencia de cada especie forrajera se toma en cuenta también la materia muerta.

La sumatoria de todas las especies forrajeras (Gramíneas + Leguminosas + Malezas + Materia muerta) dará como resultado el cien por ciento.

8.2.- Valores de apreciación para la calidad de las especies

(IZQUIERDO, 2004), afirma que los valores de apreciación para cada una de las especies, están en función de la calidad que presenta respecto a su contribución en la dieta. Es así que se ha considerado aspectos como: valor nutritivo, palatabilidad, resistencia al pisoteo, ciclo de crecimiento, etc. A continuación se representa los valores de apreciación según cada especie.

Cuadro 7. Valores de apreciación de las gramíneas

Ryegrass Ingles	<i>Lolium perenne</i>	8,5
Ryegrass Italiano	<i>Lolium multiflorum</i>	8,5
Pasto Azul	<i>Dactylis glomerata</i>	7
Timote	<i>Phleum pratense</i>	7
Poa	<i>Poa trivialis-P. pratense</i>	7
Pasto Avena	<i>Arrenatherum elatius</i>	7
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	6
Cebadilla	<i>Bromus canthárticus</i>	6
Festuca	<i>Festuca arundinacea</i>	6
Falaris	<i>Phalaris tuberosa</i>	6
Pasto Lanudo/Holco	<i>Holcus lanatus</i>	5
Poa anual	<i>Poa annua</i>	4
Grama	<i>Paspalum pigmaeum</i>	4
Pasto Oloroso	<i>Anthoxantum odoratum</i>	4
Pasto Negro	<i>Sporobollus poiretii</i>	1

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

Cuadro 8. Valores de apreciación de las leguminosas

Trébol L. Blanco (Igual a 25%)	<i>Trifolium repens</i>	8
Trébol L. Blanco (más a 25%)	<i>Trifolium repens</i>	5
Trébol Nacional	<i>Trifolium repens</i>	6
Trébol Rojo	<i>Trifolium pratense</i>	7
Alfalfa	<i>Medicago sática</i>	7

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

Cuadro 9. Valores de apreciación de las hierbas invasoras o malezas

Orejuela	<i>Alchemilia orbiculata</i>	4
Falso Llantén	<i>Plantago minor</i>	4
Taraxaco	<i>Taraxacum officinalis</i>	4
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa pastoris</i>	4
Verbena	<i>Verbena litoralis</i>	3
Lengua de Vaca	<i>Rumex crispus</i>	3
Achicoria	<i>Achyrophorus quitensis</i>	2

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

8.3.- Determinación de la calidad de la pastura en base a la composición botánica

Para la determinación de la calidad de la pastura en base a la composición botánica se basa en lo siguiente:

$$CPASTESP = \% pres \times Vapre.$$

Donde:

CPASTESP= Calidad de la pastura (cada especie)

%pres= Porcentaje de presencia de la especie forrajera

Vapre= Valor de apreciación

Según (IZQUIERDO, 2004), la calidad de la pastura de cada especie es la suma de los porcentajes de la presencia por el valor de apreciación de cada una de las especies presentes de las pasturas.

8.4.- Calidad de la pastura en base a las familias

Es la sumatoria total de gramíneas, leguminosas, malezas y materia muerta.

8.5.- Calidad de la pastura en base a las especies individuales

Es la suma de todos los valores de todas las especies.

Los rangos para la interpretación del resultado de la calidad de pastura son los siguientes:

Cuadro 10. Rangos de interpretación de la calidad de pasturas

RANGOS	CALIDAD DE LA PASTURA
0 a 4.0	Malo
4.1 a 5.0	Regular
5.1 a 7.0	Bueno
7.1 a 8.0	Muy Bueno
8.1 a 10	Sobresaliente

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004

En lo que respecta a la relación entre gramíneas y leguminosas en pastura, los porcentajes más adecuados son los siguientes:

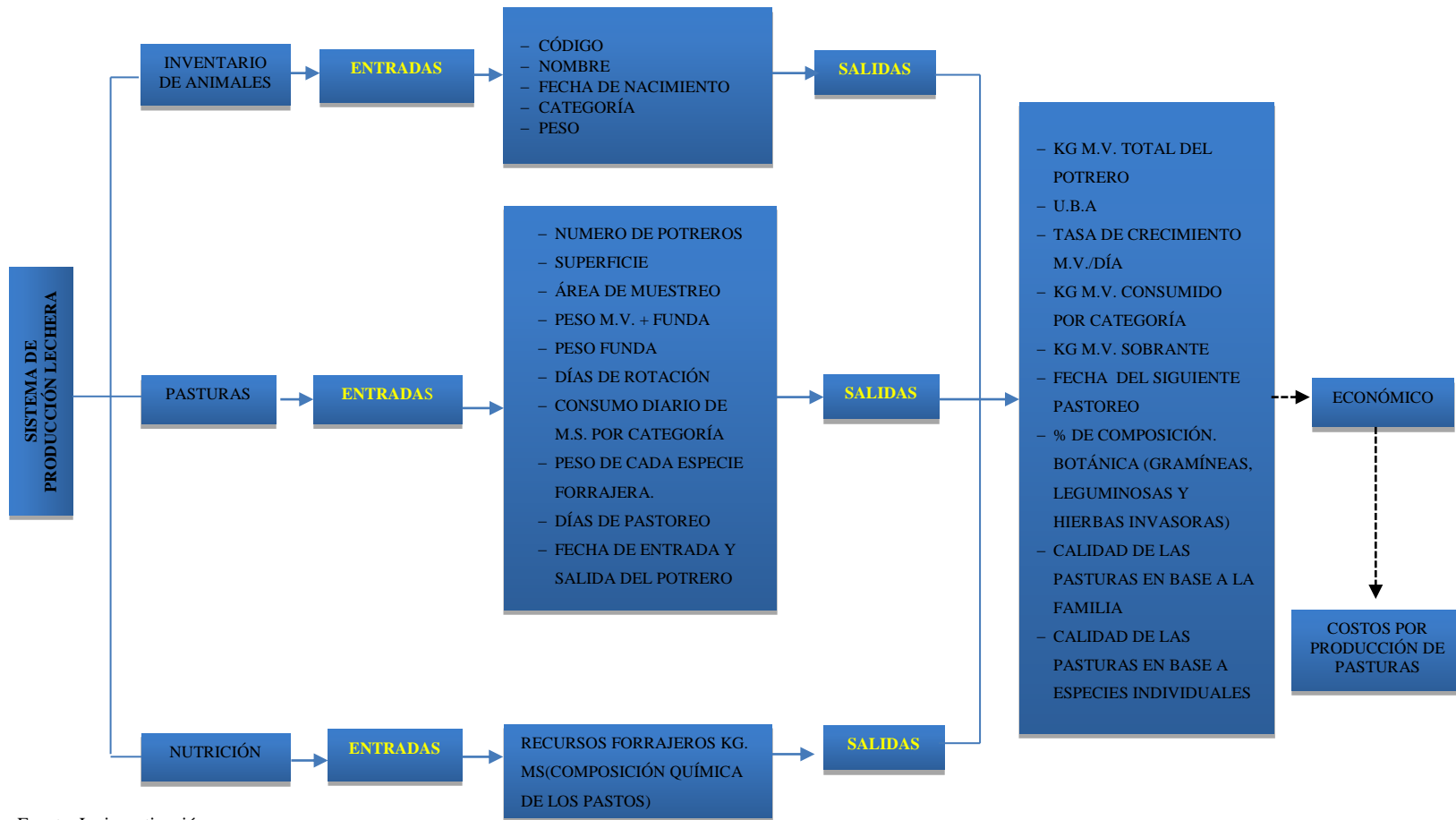
Cuadro 11. Porcentajes de relación entre gramíneas y leguminosas

FAMILIA	PORCENTAJE
Gramíneas	80-85
Leguminosas	20-25
Malezas	Hasta 5

Fuente: IZQUIERDO, Freddy, Manejo de pastizales en la finca, 2004.

Hay que recalcar que si las leguminosas están ocupando el 51% del porcentaje en el potrero es necesario tomar medidas que permitan incrementar la presencia de gramíneas. (IZQUIERDO, 2004)

Figura 4. Interrelaciones módulo pasturas



Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor

6.4.8. Lista de símbolos empleados

MV= Materia verde

MS= Materia seca

U.B.A= Unidad bovina adulta

DF = Disponibilidad forrajera

Pm= Peso Muestra

pf= Peso funda

A.lan= Área de lanzamiento

E.potr.= Extensión potrero

DFR= Disponibilidad forrajera real

Fact_{efic} = Factor eficiencia

DFA= Disponibilidad forrajera anual

*Ncortañ*o= Numero de cortes al año

CRA= Capacidad receptiva anual

Consdía= Consumo diario en materia seca o en materia verde

CRD= Capacidad receptiva día

TC = Tasa de crecimiento

Díascrecim. = Días de crecimiento (número de días transcurridos entre dos cosechas)

DP= Días de pastoreo

U.B.A._a = Unidad bovina adulta a alimentar

Psesp = Presencia por especie forrajera (%)

Pesp= Peso de la especie forrajera

Muest._{total} = Peso total de la muestra

CPASTESP= Calidad de la pastura (cada especie)

%pres= Porcentaje de presencia de la especie forrajera

Vapre= Valor de apreciación

6.5. Módulo de producción y calidad de leche

Contenido

6.5.1. Introducción

6.5.2. Objetivos

6.5.2.1. General

6.5.2.2. Específicos

6.5.3. Propósito

6.5.4. Funciones

6.5.5. Componentes

6.5.6. Método

6.5.7. Procedimiento

6.5.8. Interrelación

6.5.9. Lista de símbolos empleados

6.5.1. Introducción

El objetivo de las explotaciones lecheras es el producir alimentos. Aspiran a salvaguardar la salubridad y calidad de leche cruda de forma que satisfaga las más altas expectativas de la industria alimentaria y de los consumidores. Las prácticas en la explotación deben también asegurar que la leche sea producida por animales sanos, bajo condiciones aceptables para estos últimos y en equilibrio con el entorno medioambiental local.

6.5.2. Objetivos

6.5.2.1. General

Determinar la producción de leche mediante un proceso de cálculo para proyectar mejoras de productividad, calidad composicional y sanitaria.

6.5.2.2. Específicos

Analizar la producción quincenal, mensual y anual de litros de leche producidos en una finca.

Categorizar la calidad de la leche producida en la finca ganadera.

Estimar la pérdida de leche por la presencia de mastitis litros/cuartos/día a nivel individual y grupal del hato ganadero.

6.5.3. Propósito

Explicar la forma de calcular la producción y calidad de la leche y establecer su relación con otros módulos y componentes.

6.5.4. Funciones

Este módulo permite estimar la producción de leche tomando en consideración la calidad de la misma, para ello la (ENTIDAD DE CONTROL LECHERO, 2012) y (PARRA, RODRÍGUEZ, & OTROS, 2005), toman en consideración los siguientes parámetros.

- Calendario de producción de leche (diario, quincenal, mensual y anual)
- Categorización de la calidad de leche producida (A, B, C y D)
- Total de pérdidas de litros/cuartos/día por vaca y rejo por presencia de mastitis.

6.5.5. Componentes

Para la proyección de la producción de leche es necesario tener en cuenta los registros diarios o reportes de producción en la finca siendo, estos fundamentales para la realización de este cálculo, mientras que para categorizar la calidad y pérdidas diarias por presencia de mastitis se tomó en cuenta los estudios realizados por (ENTIDAD DE CONTROL LECHERO, 2012) y (PARRA, RODRÍGUEZ, & OTROS, 2005) quienes toman en consideración lo siguiente:

Registro individual de producción de leche diaria (cuadernos de información de la producción del ganadero)

Reportes del laboratorio de la calidad de la leche (Nombre, % grasa, % proteína total, % lactosa, % agua, crioscopia en H°, interpretación, CCS (x 1000/ml), UFC (x 1000/ml), Antibiótico)

Registro individual de vacas con presencia de mastitis (cuartos delanteros y traseros dañados)

6.5.6. Método

Inductivo-Deductivo también se aplica el método descriptivo, basados en metodologías de revisión de registros de producción lechera, diagnóstico y categorización de la leche, pérdidas diarias de litros de leche por presencia de mastitis.

6.5.7. Procedimientos

El módulo consta de los siguientes componentes:

1.- Producción de litros vaca/día

Es la cantidad de litros recolectados durante la mañana y en la tarde de una vaca.

$$Pduclitros_{vaca/día} = litros_m + litros_t$$

Donde:

$Pduclitros_{vaca/día}$ = Producción litros vaca cada día

$litros_m$ = Litros de leche de la mañana

$litros_t$ = Litros de leche de la tarde

2.- Producción de litros vaca/mes

Es la cantidad de litros recolectados de una vaca durante el mes.

$$Pduclitros_{vaca/mes} = \sum Pduclitros_{vaca/día(i)} \\ Pduclitros_{vaca/día(j)}$$

Donde:

$Pduclitros_{vaca/mes}$ = Producción litros vaca cada mes

$Pduclitros_{vaca/día(i)}$ = Producción litros vaca del primer día

$Pduclitros_{vaca/día(j)}$ = Producción litros vaca del último día

3.- Producción hato anual

Es la cantidad total de litros recolectados durante los 12 meses de las vacas productoras. (FAO, 2004)

$$Pduclitros_{hato/año} = \sum Pduclitros_{vacas/mes(1)}^{(1)} + \dots + Pduclitros_{vacas/mes(12)}^{(12)}$$

Donde:

$Pduclitros_{hato/año}$ = Producción litros del hato en producción anual.

$Pduclitros_{vacas/mes(1)}$ = Producción litros totales del primer mes.

$Pduclitros_{vacas/mes(12)}$ = Producción litros totales del doceavo mes.

4.- Cálculo de pérdidas por presencia de Mastitis

Según (HEYDEMAN, 1996), citado por (PARRA, RODRÍGUEZ, & OTROS, 2005), utilizó la siguiente metodología para estimar las pérdidas por presencia de mastitis:

Si los cuartos mamarios afectados son los delanteros, las pérdidas diarias de leche se calcularon de la siguiente forma:

$$Y = 0.84 - 0.127 * X$$

Si los cuartos mamarios afectados son los traseros, las pérdidas diarias de leche se calcularon así:

$$Y = 1.26 - 0.127 * X$$

Donde

Y = litros de leche por cuarto por día.

X = CMT (California Mastitis Test).

Cuando:

CMT= 0	X = 0
CMT= Trazas	X = 1
CMT= 2	X = 2.5
CMT= 3	X = 3
Mastitis clínica	X = 5

Cuando el CMT se valora como uno, para el cálculo de pérdidas se asume como CMT 2 con un valor de X de 2.5.

Cuando una vaca ha perdido el cuarto delantero, se pierde el 20% del total de la producción de leche por día y si es el trasero se pierde el 30%.

Una vez obtenidas las pérdidas diarias de leche con el periodo de lactancia se estiman las pérdidas que se generaron desde el inicio de la lactancia hasta la fecha de evaluación del CMT, así como las que pueden presentarse hasta el final de la lactancia. (PARRA, RODRÍGUEZ, & OTROS, 2005)

5.- Categorización de la calidad de leche

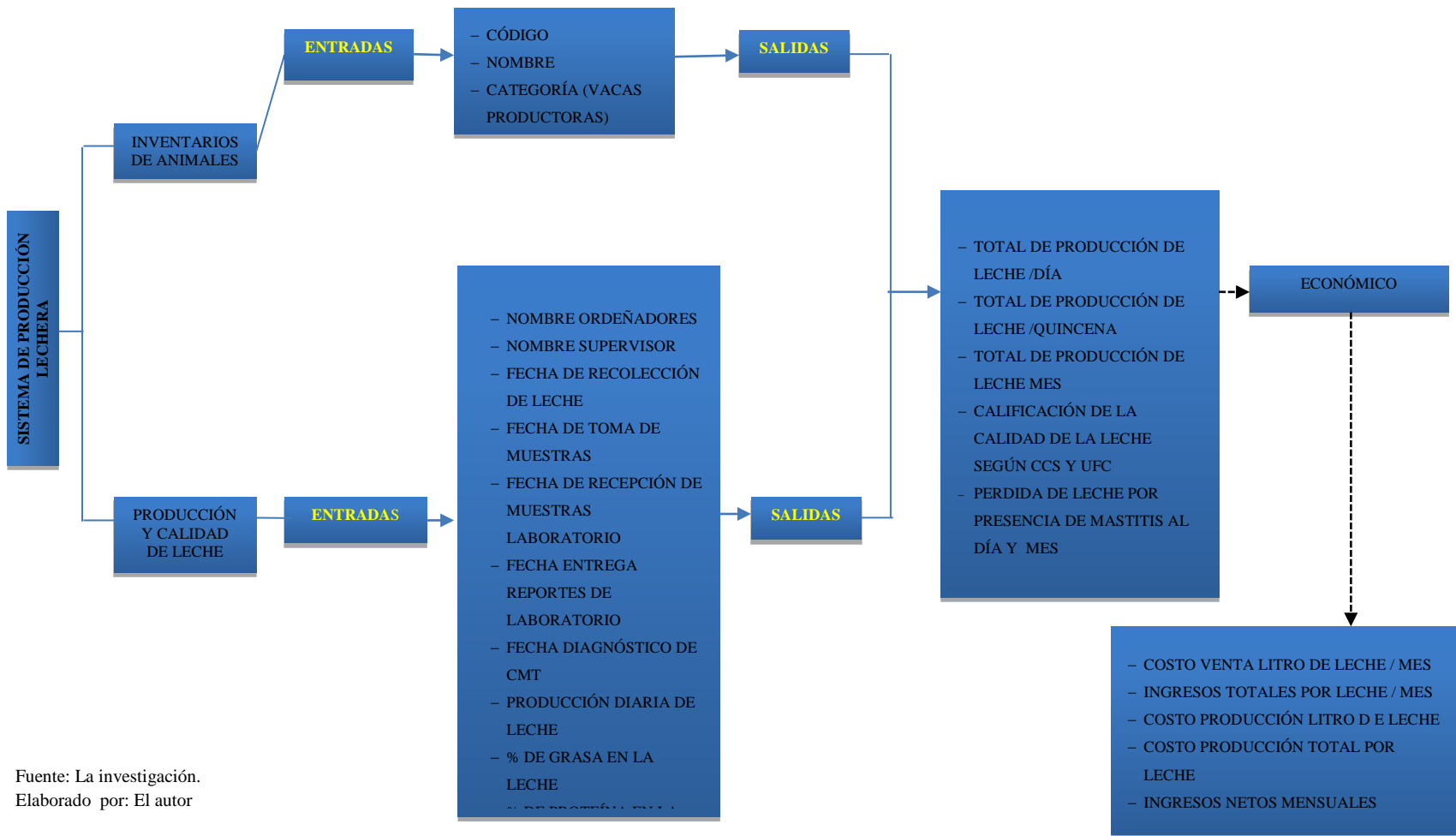
Para categorizar la leche por calidad, es necesario tener el reporte del análisis del laboratorio, de esta forma se puede establecer una comparación con los parámetros dados por (ENTIDAD DE CONTROL LECHERO, 2012) en cuanto al Contaje de Células Somáticas (CCS) y Contaje Total de Bacterias (CTB) se establece lo siguiente:

Cuadro 12. Categorización de la calidad de la leche

CATEGORÍA	CONTAJE CCS Y CTB	CALIFICACIÓN
A	> 125000	Muy bueno
B	126000-25000	Bueno
C	251000-350000	Satisfactorio
D	351000-500000	Peligra el estado sanitario
E	501000-750000	Alteración del estado sanitario
F	< 750000	Mastitis

Fuente: ENTIDAD DE CONTROL LECHERO, 2012.

Figura 5. Interrelaciones módulo producción y calidad de leche



Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor

6.5.8. Lista de símbolos empleados

CCS= Contaje de células somáticas (x 1000/ml)

UFC= Unidades formadoras de colonias (x 1000/ml)

CBT= Contaje total de bacterias

CMT= California Mastitis Test

$Pduclitros_{vaca/día}$ = Producción litros vaca cada día

$litros_m$ = Litros de leche de la mañana

$litros_t$ = Litros de leche de la tarde

$Pduclitros_{hato/año}$ = Producción litros del hato en producción anual.

$Pduclitros_{vacas/mes (1)}$ = Producción litros totales del primer mes.

$Pduclitros_{vacas/mes (12)}$ = Producción litros totales del doceavo mes

6.6. Módulo de control sanitario, reproductivo y ginecológico

Contenido

6.6.1. Introducción

6.6.2. Objetivos

6.6.2.1. General

6.6.2.2. Específicos

6.6.3. Propósito

6.6.4. Funciones

6.6.5. Componentes

6.6.6. Método

6.6.7. Procedimiento

6.6.8. Interrelación

6.6.9. Lista de símbolos empleados

6.6.1. Introducción

El proceso reproductivo constituye la esencia de la renovación biológica en todas las especies. Una alta eficiencia reproductiva es requisito indispensable para el éxito económico, tanto de la ganadería lechera como de la de carne.

La baja eficiencia reproductiva se traduce en la disminución de la producción lechera y crianza de terneras de reemplazo, el comportamiento reproductivo de una vaca se basa en la estimación de su habilidad para parir a intervalos regulares. La mayoría de las vacas lecheras tienen la capacidad de reproducirse a intervalos de 12 a 13 meses con 10 meses de lactancia en promedio; esto liga la eficiencia productiva a la producción lechera.

El proceso reproductivo está regulado por el sistema endocrino e influenciado fuertemente por las condiciones ambientales en que se desenvuelven los animales.

6.6.2. Objetivos

6.6.2.1. General

Establecer el procedimiento de cálculo de parámetros reproductivos para mejorar el índice de fertilidad según la proyección y crecimiento del hato.

6.6.2.2. Específicos

Establecer el intervalo celo-primer servicio y el diagnóstico de la preñez según el diagnóstico veterinario.

Estimar los días abiertos de cada animal con la finalidad de calcular los días interparto.

Determinar las fechas de secado y partos con la finalidad de estimar el periodo de lactancia en la ganadería lechera.

6.6.3. Propósito

Explicar la forma de calcular los índices reproductivos dentro de una ganadería lechera y establecer su relación con otros módulos y componentes.

6.6.4. Funciones

Este módulo permite comparar y calcular los índices reproductivos en una explotación bovina. Según (AGSO-GENES, 2013) y (PEÑA, 2008) toman en consideración los siguientes parámetros reproductivos:

- Intervalo celo-primer servicio.
- Diagnóstico de la preñez.
- Periodo de gestación.
- Fecha de secado.
- Fecha de partos.
- Días abiertos.
- Periodo de lactancia.

6.6.5. Componentes

Según (AGSO-GENES, 2013) y (PEÑA, 2008) para la determinación de los parámetros reproductivos en una determinada finca lechera se toma en consideración la siguiente información:

- Código
- Nombre
- Fecha de nacimiento
- Fecha de inseminación
- Sexo de la cría
- Peso

6.6.6. Método

Para la realización de este módulo se propuso el método Inductivo-Deductivo, también se aplicó el método descriptivo, esto basado en los datos de manuales de manejo reproductivo de bovinos de autores mencionados anteriormente.

6.6.7. Procedimientos

Este módulo se consideró la siguiente información y cálculos:

1.- Inseminación Efectiva

Es cuando se realiza la inseminación por parte del profesional técnico generalmente está dado por fecha específica.

$Finsem_{efectiva}$ = Fecha de Inseminación efectiva

2.- Intervalo celo-primer servicio

Una vez realizada la inseminación efectiva se identifica el próximo celo con la finalidad de conocer el posible celo, si se detecta se dará entendido que la vaca no quedo en gestación por lo tanto se toma en consideración lo siguiente:

$Intercel_{pserv} = Finsem_{efectiva} + Ndías_{celo}$

Donde:

$Intercel_{pserv}$ = Intervalo celo-primer servicio

$Finsem_{efectiva}$ = Fecha de inseminación efectiva

$Ndías_{celo}$ = 25 días

3.- Diagnóstico de la preñez

Es el método por medio del cual el médico veterinario diagnostica la gestación del animal o no, este procedimiento es indispensable para el manejo reproductivo del hato ganadero.

$$Dpreñez = Intercel_{pserv} + Ndías_{dp}$$

Donde:

$Dpreñez$ = Diagnóstico de la preñez

$Intercel_{pserv}$ = Intervalo celo-primer servicio

$Ndías_{dp}$ = El rango es entre 45 a 60 días

4.- Periodo de gestación

Es el tiempo que se halla la vaca gestante, cuya duración es de 9 meses aproximadamente.

$$Pgest = Finsemefectiva + Ndías_{pg}$$

Donde:

$Pgest$ = Periodo de gestación

$Finsemefectiva$ = Fecha inseminación efectiva

$Ndías_{pg}$ = 270 días

Además dentro del periodo de gestación se toma en consideración:

A) Fecha de secado

Es la fecha a partir la cual se debe secar o dejar de ordeñar a la vaca, esta actividad es indispensable para que el animal se recupere y se pueda dar la siguiente lactación siendo este, dos meses antes de la fecha del parto.

$$F_{secado} = Dpreñez + Ndías_{sec}$$

Donde:

F_{secado} = Fecha de secado

$D_{\text{preñez}}$ = Diagnóstico de preñez

$N_{\text{días}_{\text{sec}}}$ = 60 días

B) Fecha de parto

La fecha del parto es cuando la vaca pare al crío y deja la etapa de ser gestante. La fecha del parto tiene mucha relación al periodo de gestación y algunos profesionales zootecnistas afirman que es lo mismo.

$$F_{\text{parto}} = F_{\text{insem}_{\text{efectiva}}} + N_{\text{días}_{\text{parto}}}$$

Donde:

F_{parto} = Fecha parto

$F_{\text{insem}_{\text{efectiva}}}$ = Fecha inseminación efectiva

$N_{\text{días}_{\text{parto}}}$ = 270 días cual puede variar con una diferencia de (-/+8 días)

5.- Días abiertos

Es el número de días que transcurre desde el parto hasta la próxima concepción.

$$D_{\text{abiertos}} = F_{\text{parto}} + N_{\text{días}_{\text{abiertos}}}$$

Donde:

D_{abiertos} = Días abiertos

F_{parto} = Fecha de parto

$N_{\text{días}_{\text{abiertos}}}$ = 90 días

6.- Días de lactancia

Número de días de producción de leche desde el parto, hasta la fecha de secado. El parámetro referencial en días de lactancia es de 305 días.

$$DLact. = Fparto + F_{secado}$$

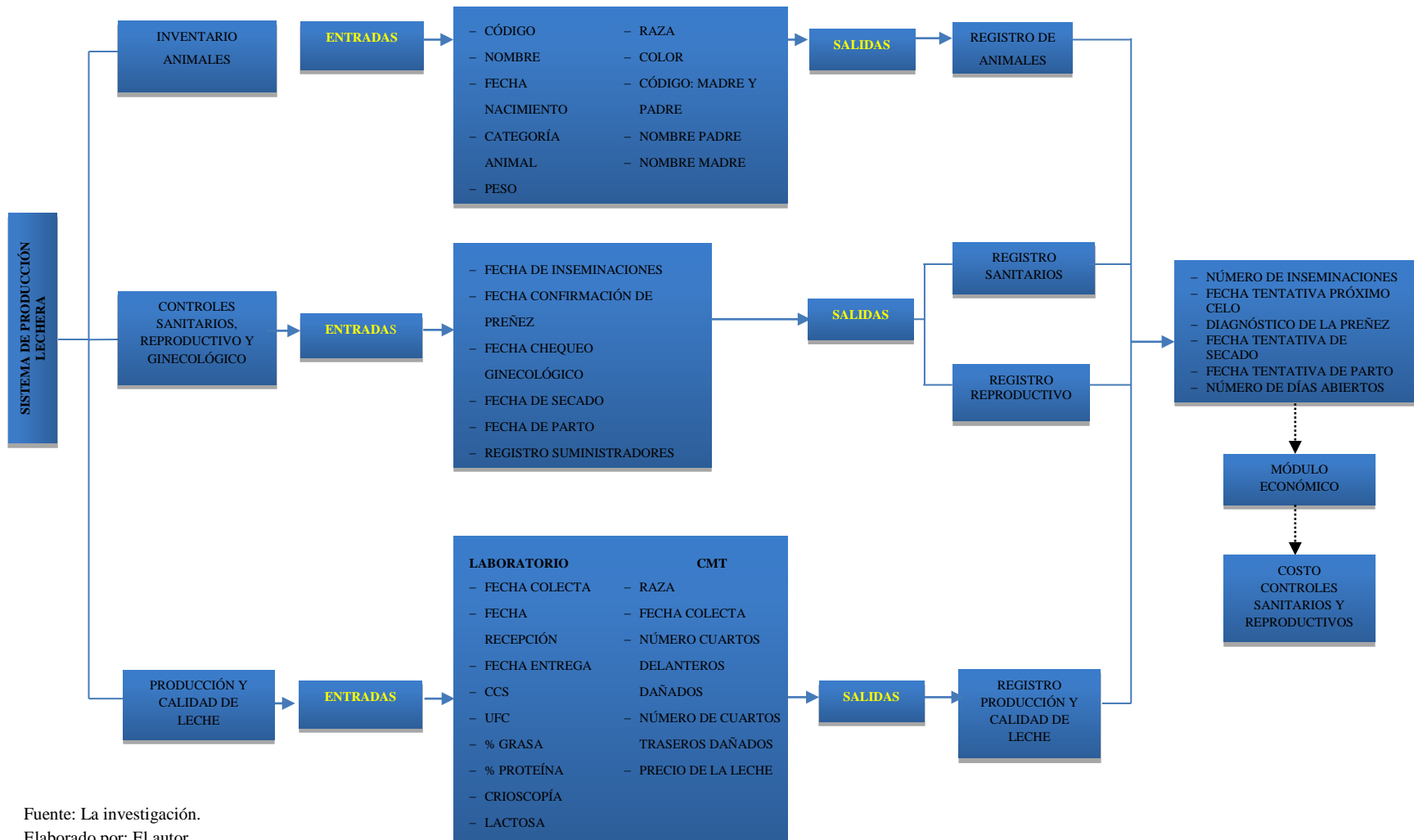
Donde:

$DLact.$ = Días de lactancia

$Fparto$ = Fecha de parto

F_{secado} = Fecha de secado

Figura 6. Interrelaciones módulo de control sanitario, reproductivo y ginecológico



Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor

6.6.8. Lista de símbolos empleados

$Finsem_{efectiva}$ = Fecha de inseminación efectiva

$Intercel_{pserv}$ = Intervalo celo-primer servicio

$Ndías_{celo}$ = Número de días de celo (25 días)

$Dpreñez$ = Diagnóstico de la preñez

$Ndías_{dp}$ = El rango es entre 45 a 60 días

$Pgest$ = Periodo de gestación

$Ndías_{pg}$ = Número de días de periodo de gestación (270 días)

F_{secado} = Fecha de secado

$Dpreñez$ = Diagnóstico de preñez

$Ndías_{sec}$ = Número de días de secado (60 días)

$Fparto$ = Fecha parto

$Ndías_{parto}$ = 270 días cual puede variar con una diferencia de (-/+8 días)

$Dabiertos$ = Días abiertos

$Ndías_{abiertos}$ = Número de días abiertos (90 días)

$DLact.$ = Días de lactancia

7. CONCLUSIONES

Se generó un soporte técnico investigativo para la estructura y diseño de un sistema informático ganadero para la gestión de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de leche que consta de los siguientes módulos: Inventarios de Animales, infraestructura, maquinarias y equipos; nutrición; riego; manejo de pasturas; controles sanitarios, reproductivos y ginecológicos a los animales y producción y calidad de leche.

La metodología propuesta en esta investigación puede considerarse una herramienta potencialmente útil para la toma de decisiones en el mejoramiento de la gestión dentro de una finca lechera.

Se logró delimitar las características de los diferentes componentes del sistema ganadero mismo que comprende de la Recopilación de información bibliográfica, Conceptualización del Sistema, características, estructura, función y el diseño modular.

Se evaluó la eficiencia y eficacia de cada uno de los módulos que contiene el sistema de información ganadera mediante la comparación de investigaciones científicas realizadas a nivel regional y la convalidación de los distintos cálculos aplicados en cada una de las temáticas referentes a la ganadería.

La generación de soportes técnicos investigativos para los diseños informáticos son muy indispensables debido a que estos proporcionan una ayuda técnica a los programadores y diseñadores de softwares, ya que agiliza la comprensión y facilidad en la interpretación de los modelos conceptuales del sistema ganadero.

8. RECOMENDACIONES

Aplicar el estudio técnico investigativo en la construcción y diseño de un software mismo que será utilizado por ganaderos de la zona norte del Ecuador.

Proponer en posteriores productos temáticas en cuanto al diseño y construcción de programas informáticos que ayuden a los distintos procesos relacionados a la actividad ganadera, agricultura y agroindustria.

Se recomienda realizar estudios de modelación de la emisión de óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) generados por la ganadería lo que ayudaría a cuantificar los gases de efecto invernadero y así establecer estrategias de mitigación atenuando los efectos generados al ambiente.

Establecer en el Centro de Investigación de la Leche una plataforma institucional que agilite la obtención, tratamiento de la información y uso de herramientas tecnológicas que ayude a los campesinos y ganaderos a obtener indicadores de gestión en sus fincas.

9. RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de proveer un soporte técnico investigativo para la estructura y diseño de un sistema informático ganadero destinado a la gestión de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de leche, en este estudio investigativo se establece los métodos y técnicas para cubrir el requerimiento documental de manejo ganadero necesario al momento de la construcción de un software ganadero, este estudio tiene tres partes esenciales cuales son:

La recopilación de información bibliográfica: consistió en buscar información relacionada al sistema de manejo ganadero, siendo de mucha utilidad investigaciones realizadas en el Ecuador como en otros países.

Para la conceptualización del sistema se tomó en cuenta los criterios de Spedding (1975), propone lo siguiente: El propósito, el límite, el contorno, los componentes, las interacciones, los recursos, los ingresos o insumos, los egresos o salidas y los subproductos. También recalca que para la conceptualización del sistema se debe tener en cuenta las características, la estructura y la función.

El diseño modular se enfocó en la temática, la importancia, la relevancia, la especificidad del módulo siendo los siguientes módulos (Animales, Infraestructura, Maquinarias y equipos, Nutrición, Riego, Manejo de pasturas, Controles Sanitarios, Reproductivos de los animales, Producción y Calidad de leche), sus objetivos dentro de un sistema ganadero, el propósito, la función, los componentes que lo integran, los métodos, los procedimientos (cualitativos “descriptivos” y “cuantitativos” a través de ecuaciones lineales) y las interrelaciones entre otros módulos.

SUMMARY

This research was conducted in order to provide investigative support to the structure and design of a livestock information system for the management of small and medium-sized enterprises active in the production of milk in this research study methods is established and techniques to meet the documentary requirements of livestock management necessary when building a livestock software, this study has three main parts which are:

The collection of bibliographic information which was to seek information related to livestock management system being very useful research in Ecuador and other countries.

The conceptualization of the system took into account criteria Spedding (1975), which proposes: The purpose, the limit, the boundary, the components, interactions, resources, revenue or inputs, egress and byproducts. It also stresses that the conceptualization of the system must take into account the characteristics, structure and function.

The modular design focused on the theme, the importance, relevance, specificity module being the following modules (Animals, infrastructure, machinery and equipment, nutrition, irrigation, pasture management, sanitary controls, reproductive and gynecological of animal production and quality of milk and Economic Status), its objectives within a livestock system, purpose, function, the components that comprise the methods, procedures (qualitative "descriptive" and "quantitative" through equations linear) and the interrelationships between other modules.

10. BIBLIOGRAFÍA

AGSO, *Folleto del curso de Inseminación Artificial en Bovinos*, AGSOGENES, s/e, Quito-Ecuador, 2012.

AVIDAN, Albert., *Determinación del régimen de riego de los cultivos “factores que influyen sobre el régimen del riego”*, Ministerio de Agricultura del Estado de Israel, CIDNACO, Fascículo Nº 1, Israel, 1994.

AVIDAN, Albert., *Determinación del régimen de riego de los cultivos “La Evapotranspiración de los cultivos”*, Ministerio de Agricultura del Estado de Israel, CIDNACO, Fascículo Nº 2, Israel, 1994.

AVIDAN, Albert., *Determinación del régimen de riego de los cultivos “Cálculo de las necesidades de riego”*, Ministerio de Agricultura del Estado de Israel, CIDNACO, Fascículo Nº 3, Israel, 1994.

BATALLAS E., *Problemática de la alimentación del ganado lechero en el Ecuador*, Módulo Maestría en producción animal, s/e, Quito-Ecuador, 2011.

BLANCH, A. & Otros, *Manual de crianza de animales*, Volumen: Primero, Editorial: LEXUS, Quito-Ecuador, 2004.

BONIFAZ, N. & REQUELME, N., *Buenas Prácticas de Ordeño y Calidad Higiénica de la leche en el Ecuador*, s/ed., Cayambe-Ecuador, 2011.

CALSAMIGLIA, S., BACH, A., BLAS, C., FERNANDEZ, C., & GARCIA, P. *Necesidades nutricionales para rumiantes de leche “Normas FEDNA”*, Fundación Española para el desarrollo de la alimentación animal, Madrid-España, 2009.

CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA, *Plan de salud animal “Guía para el ordeño”*, Edición: Primera, s/e, Quito-Ecuador, 2004.

CUARÁN, Freddy., & GUALAVISÍ, O., *Manual de fertilización de los cultivos “Monitoreo de la fertilidad de los suelos y el nivel de fósforo asimilable en las unidades productoras referenciales de la organización TURUJTA del cantón pedro Moncayo”*, UPS-TURUJTA, Edición: Primera, s/e, Cayambe-Ecuador, 2010-2011.

DOGLIOTTI, Santiago., *Introducción al enfoque de sistemas en agricultura y su aplicación para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles*, s/e, Uruguay, 2007.

EDIFARM, *Vademecum Veterinario*, Edición: Segunda, s/e, Quito-Ecuador, 2010.

FAO, *Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras*, s/e, Roma-Italia, 2004.

GRENÓN, Daniel., *Agromática: Aplicaciones informáticas en la formación de Ingenieros Agrónomo*, s/e, Santa Fe-Argentina, 2009.

GRIJALVA, Jorge., *Nutrición y alimentación de rumiantes en pastoreo “Elementos para desarrollar estrategias de alimentación de vacas en producción de leche en los Andes del Ecuador”*, documento de apoyo técnico para estudiantes de nivel superior en producción animal, s/e, Serie técnica Nº1, Quito-Ecuador, 2010, pp 115.

GRUPO LATINO, *Manual del Ganadero Actual*, Editorial: Stilo Impresores Ltda, s/e, Bogotá-Colombia, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC), *Censo nacional agropecuario*. Quito-Ecuador, 2008.

IZQUIERDO, Freddy., *Manual de manejo de pastizales en la finca*, Casa Campesina “Cayambe”, Intermon Oxfam, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, s/e, Cayambe-Ecuador, 2004.

JARRÍN, A. & ÁVILA S., *Composición Química de los alimentos zootécnicos ecuatorianos, “Normas para la formulación de dietas”*, Gráficas M.V., Quito-Ecuador, 1998.

ORTIZ, Verónica C. & FLORES, NIDIA J., *Tesis Modelo de Simulación de Ganadería Bovina Intensiva “SIPROBI 1.0”*, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Bucaramanga-Colombia, 2010.

PALADINES, O., IZQUIERDO, F., & SALAZAR, M. (2003). *Manual de recomendaciones técnicas para la fertilización de pasturas en el centro-norte de la Sierra Ecuatoriana*, UCE-PROMSA-MAG, Primera edición, Quito-Ecuador, 2003.

PARRA, Jorge., RODRÍGUEZ, Adriana & OTROS., *Modelo de Simulación Sistema de Producción Bovino Doble Propósito “Piedemonte Llanero”*, Boletín de Investigación Nº 7, CORPOICA-Programa Nacional de Transferencia Tecnológica, Villavicencio-Colombia, 2005.

PAZOS, A. & GARCÍA M., *Gestión Agrícola Ganadera utilizando Excel*, Edición: primera, Editorial Comicon N, Buenos Aires –Argentina, 2005.

PEÑA, Luis, *Módulo de Bovinotécnica*, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica, UCE, Volumen: Primero, Quito-Ecuador, 2008.

PHILLIPS, C., *Principios de la producción bovina*, Editorial: Acribia S.A., Zaragoza-España, 2003.

SÁNCHEZ, C., *Cría y mejoramiento del ganado vacuno lechero*, Editorial: Ripalme, Lima-Perú, 2003.

SAUVANT D. & OTROS, *Tablas de composición y de valor nutricional de materias primas destinado a los animales de interés ganadero*, Instituto de Investigaciones agrarias de la Asociación Francesa de Zootecnia y del Instituto Nacional Agrario de Paris, Madrid-España, 2004.

SCALONE, Miguel E., *El enfoque de los sistemas de producción agropecuarios sistemas agrarios regionales*, Instituto de Agrimensura de Uruguay, s/e, Capítulo 4, Uruguay, 2006.

TORRES, C., *Manual Agropecuario, Tecnologías Orgánicas de la Granja Autosuficiente*, Editorial: Limerin S.A., Quito-Ecuador, 2002.

VELEZ, Miguel., *Producción del Ganado lechero*, s/e, Editorial; El Zamorano, Tegucigalpa-Honduras, 1998.

WADSWORTH, Jonathan., *Análisis de sistemas de producción animal*, FAO-ONU, Volumen Nº 1, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia, 1993.

CANDELARIA, B., RUIZ, O., & Otros, (14 de abril del 2012). www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n3/v14n3a4.pdf.p.2, PDF. Recuperado el 7 de Diciembre de 2012, de www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n3/v14n3a4.pdf.p.2.

DIEGUEZ, F., BOMMEL, P., & Otros., (16 del 6 del 2012). www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v16n2/v16n2a14.pdf.p.1. Recuperado el 5 de Febrero de 20, de www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v16n2/v16n2a14.pdf.p.1.

GREÑÓN, Daniel., www.fca.unl.edu.ar/agromatica/Docs/04-Agrosistemas.PDF. Recuperado el 23 de Junio de 2012, de www.fca.unl.edu.ar/agromatica/Docs/04-Agrosistemas.PDF: s/d.

ENTIDAD DE CONTROL LECHERO.(6 de Abril del 2012). <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/sanidad/articulos/evaluacion-calificacion-lineal-celulas-t4434/165-p0.htm>. (ECLO, Ed.) Recuperado el 6 de MARZO de 2013.

RUIZ, R., & OREGUI, L., (6 de septiembre del 2011). www.inia.es/gcontrec/pub/ruiz_1161096418109.pdf.p.21. Recuperado el 8 de Enero de 2013, de www.inia.es/gcontrec/pub/ruiz_1161096418109.pdf.p.21.

S/A., (2 de Diciembre del 2009). www.granjeronovato.wordpress.com/2009/02/11/vaca-montbeliarde/. Recuperado el 5 de Febrero de 2013, de www.granjeronovato.wordpress.com/2009/02/11/vaca-montbeliarde/.

S/A., (5 de noviembre del 2011). [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/L%20Pastos.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/L%20Pastos.pdf)

11. ANEXOS

Anexo 1. Tabla texturas del suelo

TEXTURA DEL SUELO	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA	VOLUMEN POROSO TOTAL	PESO ESPECÍFICO APARENTE Pea	CAPACIDAD DE CAMPO HCc	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE HPm	AGUA DISPONIBLE	
	(mm/h)	(P%)	(g/cm ³)	(%w)	(%w)	% volumen (%v)	Capa de 1 metro (m ³ /ha/m)
Arenosa	50 (25-250)	38 (32-42)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	8 (6-10)	800 (700-1000)
Franc. Arenosa	25 (13-76)	43 (40-47)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	12 (9-15)	1200 (500-1500)
Franca	14 (8-20)	46 (43-49)	1,42 (1,34-1,50)	22 (18-26)	17 (14-20)	17 (14-20)	1700 (1400-1900)
Franco Arcillosa	8,5 (2,5-15)	49 (47-51)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	19 (16-22)	19 (16-22)	1900 (1700-2200)
Arcilloso Arenosa	4 (3-5)	51 (49-53)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	21 (18-23)	21 (18-23)	2100 (1800-2300)
Arcillosa	0,5 (0,1-1)	53 (51-55)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	23 (20-25)	23 (20-25)	2300 (2000-2500)

Fuente: AVIDAN, Albert., 1994.

Anexo 2. Tabla consultiva de tanque evaporímetro

METODO TANQUE EVAPORIMETRO					
COEFICIENTES KTAN					
A) TANQUE EVAPORÍMETRO COLOCADO EN UNA SUPERFICIE VERDE DE POCA ALTURA					
Distancia barlovento a la cual cambia cobertura D (m)	Velocidad del viento		Humedad relativa Media		
	Km/día	m/s	<40	40-70	>70
0 a 9	<175	<2	0,55	0,65	0,75
	175-425	2-5	0,50	0,60	0,65
	425-700	5-8	0,45	0,50	0,60
	>700	>8	0,40	0,45	0,50
10 a 99	<175	<2	0,65	0,75	0,85
	175-425	2-5	0,60	0,70	0,75
	425-700	5-8	0,55	0,60	0,65
	>700	>8	0,45	0,55	0,60
100-999	<175	<2	0,70	0,80	0,85
	175-425	2-5	0,65	0,75	0,80
	425-700	5-8	0,60	0,65	0,70
	>700	>8	0,50	0,60	0,65
mas de 1000	<175	<2	0,75	0,85	0,85
	175-425	2-5	0,70	0,80	0,80
	425-700	5-8	0,65	0,70	0,75
	>700	>8	0,55	0,60	0,65
B) TANQUE EVAPORÍMETRO COLOCADO EN UNA SUPERFICIE DE BARBECHO SECO					
Distancia barlovento a la cual cambia cobertura D (m)	Velocidad del viento		Humedad relativa Media		
	Km/día	m/s	<40	40-70	>70
0 a 9	<175	<2	0,70	0,80	0,85
	175-425	2-5	0,65	0,75	0,80
	425-700	5-8	0,60	0,65	0,70
	>700	>8	0,50	0,60	0,65
10 a 99	<175	<2	0,60	0,70	0,80
	175-425	2-5	0,55	0,65	0,70
	425-700	5-8	0,50	0,60	0,65
	>700	>8	0,45	0,50	0,55
100-999	<175	<2	0,55	0,65	0,70
	175-425	2-5	0,50	0,60	0,65
	425-700	5-8	0,45	0,50	0,60
	>700	>8	0,40	0,45	0,50
mas de 1000	<175	<2	0,50	0,60	0,70
	175-425	2-5	0,45	0,55	0,60
	425-700	5-8	0,40	0,45	0,55
	>700	>8	0,35	0,40	0,45

Fuente: AVIDAN, Albert., 1994.

Anexo 3. Tabla coeficientes del cultivo forrajero según la FAO

TABLA Kc (FAO)									
CULTIVO	HRmin	HRmin		HRmin	HRmin		HRmin	HRmin	
	> 70%	< 20%		> 70%	< 20%		> 70%	< 20%	
	Velocidad del viento			Velocidad del viento			Velocidad del viento		
	0-5	0-5	5-8	0-5	0-5	5-8	0-5	0-5	5-8
	Kc (inicial)			Kc (Media)			Kc (Final)		
Alfalfa	0,85	0,95	1,05	1,05	1,15	1,25	0,3	0,40	0,30
Gramíneas para heno	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,15	0,60	0,55	0,50
Pastizal	0,95	1,00	1,05	1,05	1,10	1,15	0,55	0,50	0,50
Trébol y Leguminosas	1,00	1,05	1,10	1,05	1,15	1,20	0,55	0,55	0,55

Fuente: AVIDAN, Albert., 1994.

Anexo 4. Tabla de eficiencia de riego por aspersión según tipo de clima

EFICIENCIA DE RIEGO POR ASPERSION SEGÚN TIPO DE CLIMA	
CLIMA	EFICIENCIA, %
Desértico	65
Calido y seco	70
Moderado	75
Huendo o frio	80

Fuente: AVIDAN, Albert., 1994.

Anexo 5. Forrajes de la zona norte del Ecuador

PASTOS	%				Mcal/kg MS	%	%	\$/Kg Mat. Seca
	MS	PS	PDR	PNDR	EM	CA	P	
Alfalfa antes de la floración	28,4	24,1	19,4	4,7	2,38	1,01	0,3	0,14
Alfalfa plena floración	24,6	22,3	17,3	5	2,26	1,16	0,36	0,14
Alfalfa después de la floración	27,6	22,9	16,5	6,4	2,19	0,92	0,27	0,14
Avena antes de la floración	24,7	7,5	4,3	3,2	2,35	0,50	0,22	0,14
Avena Inicio de la floración	27,4	5,7	2,7	3	1,89	0,82	0,25	0,14
Cebada, antes de la floración	20,4	8,8	5,4	3,4	2,23	0,72	0,31	0,14
Centeno, antes de la floración	20,3	9,3	5,8	3,5	2,16	0,94	0,22	0,14
Holco, antes de la floración	25	14,1	8,8	5,3	2,29	0,35	0,32	0,14
Holco, inicio de la floración	28,8	14,2	8,1	6,1	2,28	0,32	0,22	0,14
Kikuyo, antes de la floración	22,4	15,3	9,7	5,6	2,42	0,29	0,46	0,14
Kikuyo, inicio de la floración	21,3	15	9,3	5,7	2,26	0,31	0,36	0,14
Pasto azul antes de la floración	24,4	16,5	8,7	7,8	2,59	0,28	0,49	0,14
Pasto azul inicio de la floración	24,5	14,5	7,8	6,7	2,55	0,27	0,49	0,14
Ryegrass perenne antes de la floración	17,2	19,5	14,6	4,9	2,45	0,40	0,43	0,14
Ryegrass perenne inicio de la floración	23,5	17,5	13,1	4,4	2,36	0,45	0,41	0,14
Ryegrass bianual antes de la floración	21,3	14,7	11	3,7	2,48	0,33	0,34	0,14
Ryegrass bianual inicio de la floración	25	11,3	8,4	2,9	2,35	0,56	0,25	0,14
Trébol blanco antes de la floración	20,5	25,5	21,1	4,4	2,92	0,78	0,32	0,14
Trébol blanco inicio de la floración	18,8	24,8	19,8	5	2,70	0,96	0,13	0,14
Trébol rojo antes de la floración	21,2	24,9	20,7	4,2	2,79	0,94	0,29	0,14
Trébol rojo inicio de la floración	21,4	22,1	18,3	3,8	2,57	0,61	0,29	0,14
Vicia antes de la floración	19,7	25,2	18,9	6,3	2,59	0,37	0,32	0,14

Fuente: GRIJALVA, Jorge., 2010.

Anexo 6. Heno y otros forrajes

HENOS Y OTROS FORRAJES	Humedad	Materia seca	Prot. Bruta	E. Meta	Presentación	Valor	\$/kgMs	Mcal/\$
	%	%	%	Mcal	Kg	\$		
Hoja de maíz	81,7	18,3	8,7	1,8	4	1	1,37	1,32
Silo de maíz	72,5	27,5	8,28	2,54	50	6	0,44	5,82
Henolaje de ryegrass	72,2	27,8	14,4	2,18	650	50	0,28	7,88
Henolaje avena y vicia	73	27	12	2,34	650	50	0,28	8,21
Heno alfalfa	10,4	89,6	16,8	2,1	6	4	0,74	2,82
Heno de ryegrass	10,9	89,1	14,7	2,15	6	3	0,56	3,83
Rechazo (verde)	80	20	4	3,19	15	3	1,00	3,19

Fuente: La investigación.
Elaborado por: El autor.

Anexo 7. Materias primas

MATERIAS PRIMAS															
ALIMENTOS	Humedad	MS	PB	EE	FB	CENIZAS	ELN	NDT	EM	EN	Presentación	valor	\$/Kg Mat. Seca	Mcal/\$	Kg Proteína/\$
	%	%	%	%	%	%	%	%	Mcal/KgMs	Mcal/KgMs	kg	\$ dólares			
Levadura de cerveza	8,2	91,8	26	2	2,4	7	62,6	82,4	2,500	2,0	45	16	0,39	6,455	0,731
Palmiste	9	91	15,2	8,7	18,8	4,1	53,2	87,1	2,775	2,2	40	7,5	0,21	13,468	0,811
Algodón	8	92	20,4	18,4	25,4	3,8	32	95,1	3,000	2,4	45	17	0,41	7,306	0,540
Afrecho de trigo	11,3	88,7	15,3	4,4	6	3,4	70,9	88,0	2,620	2,1	45	13	0,33	8,044	0,530
Germen de maíz	11,4	88,6	20	3,8	8	6,2	62	83,5	2,600	2,1	45	18	0,45	5,759	0,500
Soja tostada	10,1	89,9	34,3	16,8	5,3	4,9	38,7	98,9	3,956	3,2	40	37	1,03	3,845	0,371
Polvillo de arroz	10	90	7,5	11,03	29,53	15,54	36,4	75,9	2,928	2,3	45	16	0,40	7,412	0,211
Arroz quebrado	11,96	88,04	8,47	14,81	0,55	0,97	75,2	104,7	4,213	3,4	45	19	0,48	8,785	0,201
Maíz	13,8	86,2	7,7	3,6	2,5	1,3	84,9	91,1	3,607	2,9	45	17,5	0,45	7,996	0,198
Avena	10	90	8,7	4,9	12,6	2,9	70,9	87,0	3,424	2,7	40	18	0,50	6,848	0,193
Melaza	26,3	73,7	4,3	0,1	0	10,1	85,5	80,6	3,139	2,5	20	10	0,68	4,627	0,086
Grasa bypass	0,900	99,1	0	98	0	0	2	0,0	7,000	5,6	20	23	1,16	6,032	0,000

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

Anexo 8. Suplementos comerciales

SUPLEMENTOS															
ALIMENTOS	Humedad	MS	PB	EE	FB	Cenizas	ELN	NDT	EM	EN	Presentación	valor	\$/Kg	Mcal/\$	Kg Proteína/\$
	%	%	%	%	%	%	%	%	Mcal/KgMs	Mcal/KgMs	kg	\$ dólares	Mat. Seca		
Fortaleza	12	88	16	3	15	12	54	75,0	2,9	1,7	40	16,45	0,47	6,181	0,389
Winavacasestáandar	13	87	14	3,5	13	9	60,5	79,2	3,1	1,8	40	18,06	0,52	5,932	0,310
Winavaca energía	13	87	13	4	8	8	67	82,8	3,2	1,9	40	19,85	0,57	5,675	0,262
Wayne	13	87	14	2	15	9	60	76,8	3,0	1,8	40	18,25	0,52	5,659	0,307
Súper lechero	13	87	14	3	12	8	63	80,0	3,1	1,8	40	19,5	0,56	5,553	0,287
Súper lechero AP	13	87	16	3,5	12	8	60,5	80,3	3,1	1,8	40	20	0,57	5,442	0,320
Súper lechero praderas	13	87	14	3	12	8	63	80,0	3,1	1,8	40	20	0,57	5,414	0,280
Nutrifort leche TDN 68	13	87	16	2,5	15	10	56,5	76,2	2,9	1,7	40	19	0,55	5,392	0,337
Winavacas producción	13	87	16	4	13	10	57	78,7	3,1	1,8	40	20,06	0,58	5,299	0,319
Lechero plus	13	87	12	2,5	15	8	62,5	78,4	3,0	1,8	40	20	0,57	5,293	0,240
Nutrifort leche TDN 75	13	87	18	4	12	12	54	77,1	3,0	1,8	40	20	0,57	5,191	0,360
Nutrifort leche TDN 78	13	87	18	4	12	12	54	77,1	3,0	1,8	40	20	0,57	5,191	0,360
Nutrifort leche TDN 70	13	87	18	3	12	12	55	76,0	2,9	1,7	40	20	0,57	5,104	0,360
Winavaca alta producción	13	87	18	4,5	13	10	54,5	79,1	3,1	1,8	40	21,63	0,62	4,940	0,333

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.