UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asociación de pastos y suplementación proteica-energética-mineral"

AUTORES:

Fabián Alejandro Calva Moreno
David Jefferson Naula Campoverde

DIRECTORA:

Dra. M.V. María Isabel Viamonte Garcés, PhD

PUYO – ECUADOR

2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Calva Moreno Fabián Alejandro C.I 220018977-3 y Naula Campoverde David Jefferson C.I 160054379-5, hacemos constar que somos autores del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asociación de pastos y suplementación proteica-energética-mineral"** el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de la Tutor de dicho trabajo, Dra. M.V. **María Isabel Viamonte Garcés**, PhD. En tal sentido manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

Como autores del presente trabajo asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos en este trabajo de Titulación.

Pastaza, a los 21 días del mes de agosto del 2020

Calva Moreno Fabián Alejandro
C.I 220018977-3

Naula Campoverde David Jefferson
C.I 160054379-5

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación titulado: "ANÁLISIS PERSPECTIVO DEL COMPORTAMIENTO DE PESO VIVO EN TERNEROS LECHEROS MESTIZOS EN PASTOREO ROTACIONAL CON ASOCIACIÓN DE PASTOS Y SUPLEMENTACIÓN PROTEICA-ENERGÉTICA-MINERAL", fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

_____

Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____

MSc. Marcelo V. Luna Murillo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

_____

MSc. Nelson R. Ortiz Naveda
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE PORCETAJE DE SIMILITUD ANTIPLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Oficio No. 214-SAU-UEA-2020

Puyo, 31 de agosto de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a los egresados CALVA MORENO FABIAN ALEJANDRO con C.I. 2200189773 y; NAULA CAMPOVERDE DAVID JEFFERSON con C.I. 1600543795, con el Tema: **"Análisis perspectivo del comportamiento de peso vivo en terneros lecheros mestizos en pastoreo rotacional con asociación de pastos y suplementación proteica-energética-mineral"**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora del proyecto Dra. Viamonte Garcés María Isabel, PhD, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 24 de agosto de 2020 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND - UEA

AGRADECIMIENTO

Los autores dejan constancia de su agradecimiento:

A **"Dios"** por habernos dado la oportunidad de alcanzar los objetivos que todo estudiante anhela en la vida: ser un profesional, a quienes nos han acompañado en todo momento y lugar, aun en momentos más difíciles, llenando nuestra vida de fe, esperanza y fortaleza.

A nuestros **Padres**, quienes fueron y serán siempre el motivo de inspiración para el logro de nuestras metas, quienes sabiamente inculcaron valores, respeto y la responsabilidad lo cual llevamos como herencia infinita.

A nuestros **Hermanos/as**, quienes apoyaron incondicionalmente en todo momento y lugar, brindándonos siempre lo mejor, a ellos un profundo agradecimiento.

A la **Universidad Estatal Amazónica** y en especial a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, como institución que nos dio una educación de alto nivel académico.

A Dra. M.V. **María Isabel Viamonte Garcés**, PhD amiga, mentora y directora de este proyecto, por su infinita colaboración y apoyo incondicional en el transcurso de todo el proyecto, sus conocimientos nos ayudaron a formarnos como profesionales.

A nuestra presidenta del tribunal Dra. **Alina Ramírez Sánchez,** PhD y miembros del tribunal, MSc. **Marcelo Luna Murillo** y MSc. **Nelson Ortiz Naveda** M, por contribuir con sus conocimientos y así mejorar nuestro proyecto.

Al Dr. **Dagoberto Acosta Iglesias**, por guiarnos en una parte importante de nuestro proyecto, sus conocimientos y experiencias fueron los que nos ayudaron a culminar este proceso.

A el Centro de Investigación Posgrado de la Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) y en especial a Ing. **Marco Andino Inmunda**. MSc. Técnico docente del programa de pastos y forrajes CIPCA – UEA, por su infinita colaboración durante el tiempo de la investigación.

Gracias a todos los docentes quienes día a día nos impartieron sus conocimientos, maestros/as, que han sido vuestra guía acompañándonos durante nuestra formación académica, brindando su tiempo, guía y amistad.

"Gracias a todos"

Fabián Calva y David Naula.

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico este trabajo de investigación a mis Padres Sr. Marino, y Sra. Mirian quienes me pusieron en este mundo y es lo mejor que puedo tener.

A mis hermanos y en especial a Adriana y mi Cuñado que me han ayudado incondicionalmente durante mi carrera profesional.

A mi tíos/as y mis primos/as quienes muchas veces han sido también el pilar primordial para iniciar mi formación profesional.

A todos mis sobrinos/as, para ellos va dedicado con todo el cariño y el amor de siempre.

- ***Fabián Calva***

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por ser el pilar fundamental y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi tía Anita, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis hermanas Erika, Vanessa y Abigail por su apoyo incondicional y motivación durante mi vida profesional.

A mi compañero, Fabián porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

- ***David Naula***

RESUMEN

La investigación no experimental se desarrolló durante 5 semanas (35 días), con datos de investigaciones aportadas del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Amazonia (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica. El objetivo del estudio, fue desarrollar un análisis perspectivo sobre el comportamiento de peso vivo de bovinos lecheros en etapa de preceba, en pastoreo rotacional con asociación de pastos *Arachis pintoi, Ischaemum indicum, Homolepis aturensis y Ixophorus unisetus* y suplementación proteica-energética-mineral, para ser utilizado como herramienta de toma de decisiones en los sistemas ganaderos del Programa Bovino del CIPCA. De los datos presentados se tomó la información de la composición botánica en % y disponibilidad de la materia verde y seca en kg/ha de maní, ratana, comino y pitillo en una hectárea dividida en 4 cuartones de 2.500 m^2. Datos de la composición química de la asociación de pastos (Fibra Bruta; Proteína Bruta, Energía bruta, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácida, Lignina, Extracto Etéreo, Extracto Libre de Nitrógeno y Ceniza), la capacidad de carga bovina en un sistema de pastoreo rotacional, pesos vivos y ganancias de pesos en terneros destetados. A partir de esta información se desarrolló unas funciones para la estimación del crecimiento e incremento de peso vivo y ganancia media diaria en bovinos lecheros mestizos en etapa de terneros hasta el futuro desempeño productivo. Los resultados obtenidos en este trabajo no experimental, se obtuvo una descripción del área de pastoreo, la que estuvo constituida por el mayor porcentaje de biomasa vegetal el 51,51 % de pasto ratana, el 20,74 % por el maní forrajero, la calidad de la asociación de pastos con los mayores aportes de proteína bruta el maní forrajero y ratana de 20,75 y 23,44% respectivamente, el pasto de menor calidad su contenido en fibra bruta fue el pitillo 45,44 %, los aportes promedios de energía bruta, 4280,07 kcal/kg MS con los mejores aportes por el Maní forrajero de 4628,29 kcal/kg MS. El rendimiento total del pasto fue de 3488,5 kg/ha con un aprovechamiento de 2385,94 M.V kg/ha, consumo de MV Kg/UGM^{-1}/$día^{-1}$ de 18,34 y una cantidad de UGM/ha de 2,2. La predicción del comportamiento productivo futuro en la ceba, está muy influenciado por los incrementos de peso y ganancia en los tres primeros meses de edad de los terneros e independientemente del peso al nacer. Estos comportamientos del cambio en la curva de crecimiento, pudo obedecer a la dieta con suplementación energética-proteica- mineral que se les suministraba a los animales en la vaquería.

Palabras clave: Capacidad de carga, ganancia de peso, pastoreo rotacional, simulación.

ABSTRACT

The non-experimental research was developed for 5 weeks (35 days), with data from research provided by the Center for Research, Postgraduate and Conservation of the Amazon (CIPCA), of the Amazonian State University. The objective of the study was to develop a perspective analysis on the live weight behavior of dairy cattle in the pre-fattening stage, in rotational grazing with association of Arachis pintoi, Ischaemum indicum, Homolepis aturensis and Ixophorus unisetus and protein-energy-mineral supplementation, to be used as a decision-making tool in the livestock systems of the CIPCA Bovine Program. From the data presented, the information on the botanical composition in% and the availability of the green and dry matter in kg / ha of peanuts, rattan, cumin and straw in a hectare divided into 4 paddocks of 2,500 m2 was taken. Data on the chemical composition of the pasture association (Crude Fiber; Crude Protein, Crude Energy, Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber, Lignin, Ethereal Extract, Nitrogen and Ash Free Extract), the bovine loading capacity in a rotational grazing, live weights and weight gains in weaned calves. From this information, functions were developed to estimate growth and increase in live weight and average daily gain in crossbred dairy cattle in calf stage until future productive performance. The results obtained in this non-experimental work, a description of the grazing area was obtained, which was constituted by the highest percentage of vegetal biomass, 51.51% of ratan grass, 20.74% for forage peanuts, quality of the association of pastures with the highest contributions of crude protein the forage peanut and ratan of 20.75 and 23.44% respectively, the grass of lower quality its crude fiber content was the straw 45.44%, the average contributions of gross energy, 4280.07 kcal / kg DM with the best contributions for forage peanuts of 4628.29 kcal / kg DM. The total yield of the pasture was 3488.5 kg / ha with a use of 2385.94 MV kg / ha, consumption of MV Kg / UGM-1 / day-1 of 18.34 and an amount of UGM / ha of 2, two. The prediction of the future productive behavior in fattening is highly influenced by increases in weight and gain in the first three months of age of the calves and independently of the weight at birth. These behaviors of the change in the growth curve, could obey the diet with energy-protein-mineral supplementation that was supplied to the animals in the dairy.

Keywords: Carrying capacity, weight gain, rotational grazing, simulation.

TABLA DE CONTENIDO

Declaratoria de autoría y cesión de derechos ..... **II**
Certificado de aprobación por el tribunal de sustentación ..... **III**
Certificado de porcetaje de similitud antiplagio ..... **IV**
Agradecimiento ..... **V**
Dedicatoria ..... **VI**
Resumen ..... **VII**
Abstract ..... **VIII**
CAPÍTULO I **1**
1. INTRODUCCIÓN **1**
1.1. Justificación **3**
1.2. Planteamiento del Problema **4**
1.3. Objetivos **5**
1.3.1. Objetivo general 5
1.3.2. Objetivos específicos 5
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA **6**
2.1. Ceba de machos bovinos lecheros **6**
2.1.1. Características productivas de machos bovinos lecheros para la ceba. 6
2.1.2. Crecimiento y desarrollo en los bovinos. 8
2.1.3. Principales factores que indicen en el crecimiento en los bovinos. 9
2.2. Requerimientos del bovino en la etapa de levante hasta añojo. **10**
2.2.1. Requerimientos proteicos. 11
2.2.2. Requerimientos energéticos. 11
2.2.3. Requerimiento de minerales. 12
2.2.4. Requerimientos de fibra. 13
2.2.5. Requerimientos de vitaminas. 13
2.2.6. Requerimiento de agua. 13
2.3. Sistema y métodos de pastoreo del ganado bovino. **13**
2.3.1. Capacidad de carga bovina en un método de pastoreo rotacional y en franja o intensivo. 14
2.3.2. Carga global e instantánea de un sistema de pastoreo. 15
2.3.3. Intensidad de pastoreo. 15
2.3.4. Tiempo de ocupación y días de estancia de los animales en cuartones. 16

2.4. Alternativas de alimentación para ganado bovino lechero en preceba. 17
2.4.1. Asociaciones de pastos como alternativa de alimentación bovina..... 17
2.4.2. Maní forrajero (*Arachis pintoi*). 17
2.4.3. Pasto Ratana *(Ischaemum indicum)* 18
2.4.4. Pasto Comino *(Homolepis aturensis)*..... 18
2.4.5. Pasto Pitillo *(Ixophorus unisetus)* 19
2.4.6. Suplementación proteica-energética-mineral en bovinos en etapa de preceba. 19
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 21
3.1. Localización 21
3.2. Tipo o Diseño de Investigación 22
3.3. Métodos de Investigación..... 22
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 25
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 33
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34
CAPÍTULO VII. ANEXOS 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Forma general de los modelos no lineales 9
Tabla 2. Formulación y aporte de nutrientes del suplemento proteico-energético-mineral (% BS). 23
Tabla 3. Descripción de la composición botánica de las áreas de pastoreo de los bovinos en crecimiento-desarrollo de la vaquería del CIPCA 25
Tabla 4. Descripción del comportamiento del rendimiento, aprovechamiento y manejo del área de pastoreo. 27
Tabla 5. Aporte de nutrientes y composición química de las especies de pastos del área de pastoreo de los bovinos en crecimiento-desarrollo de los terneros machos de razas lecheras. 28
Tabla 6. Comportamiento descriptivo de los pesos al nacer y las ganancias de los animales, casos reales de la vaquería. 31
Tabla 7. Comportamiento de pesos y ganancias con datos de casos ideales para la ceba. . 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de ubicación y uso del suelo CIPCA..... 21
Figura 2. Rendimiento del pasto por cada cuartón destinados a la crianza de los machos procedentes de razas lecheras. 26
Figura 3. Comportamiento de los pesos vivos medio y por cada animal en estudio..... 29
Figura 4. Comportamiento de pesos y ganancias promedios e individual en casos ideales. 32

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne vacuna es muy importante, muy deseada en la dieta y representa el 21,59% del total de carne producida en el mundo (Rodríguez, Erazo y Narváez, 2019). En Ecuador, la ganadería es la que más se produce en el sector agropecuario, con 4,1 millones de animales, sin embargo, el 37,7% y el 23,8% del total nacional son respectivamente de raza mestiza y criolla, que son bovinos con propósito doble (Cuichán, Julio y Diego, 2018). En la actualidad, el mayor uso de tierras está dedicado a la producción de pasturas con el propósito de alimentar al notable crecimiento ganadero de la región, de tal manera que el 73 y 84 % son áreas con pastizales (Nieto y Caicedo, 2012).

La región amazónica ecuatoriana en los últimos años ha tenido un gran aumento en la ampliación de la frontera agrícola, esto con el fin de cultivar pastos que permitan sostener el considerable aumento de la producción ganadera, aproximadamente el 50,67 % del total de la superficie deforestada a nivel nacional, la misma que corresponde a 5,58 millones de hectáreas (ESPAC, 2017).

Para un sistema de producción bovina en condiciones amazónicas, es importante determinar la capacidad de carga animal, pues de ello dependerá realizar el manejo correcto del potrero (cuartón), además de permitir mantener una sustentabilidad y sostenibilidad del frágil ecosistema, puesto que la capacidad de carga permite determinar la cantidad de forraje que dispone un área destinada al pastoreo, la misma que puede ser expresada como el número de unidad de ganado mayor (UGM) disponible o el número de animales adultos pastoreados en un potrero (Meehan., Sedivec., Printz , y Brummer, 2018).

El ganado mestizo se ha popularizado por su fácil adaptación a los sistemas de manipulación en Costa y Amazonia ecuatoriana, con resultados promedio en aumento de peso Zapata (2018). En la Amazonía, los animales de pastoreo no satisfacen todas sus necesidades dietéticas, ya que el principal alimento básico de su dieta son los pastos de mala calidad. Estos pastos contienen cantidades muy limitadas de energía, proteínas y minerales, que son esenciales para el óptimo desarrollo de los animales Reyes (2018), por tanto, la suplementación nutricional es necesaria para incrementar la eficiencia de los animales de engorde.

De acuerdo con Martínez (2015), la alimentación, es un factor muy determinante en la producción eficiente de bovinos, de aquí, la finalidad de tener un correcto manejo de la

capacidad de carga que puede soportar el potrero sin degradarse. La capacidad de carga según (Holechek *et al*., 2011), se define como el total de animales que pastorean una unidad de superficie por un determinado periodo de tiempo, con el fin de ser sustentados, sin causar degradación o deterioro de la misma.

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un análisis perspectivo sobre el comportamiento de peso vivo de los bovinos lecheros en etapa de preceba, en pastoreo rotacional con asociación de pastos y suplementación proteica-energética-mineral, Para esto se analizaron datos proporcionados como composición botánica, disponilidad de pasto, composición química de asociación de pastos y una suplementación con contenido de proteína, energía y minerales para desarrollar ecuaciones y estimación del crecimiento e incremento de peso vivo y ganancia media diaria en bovinos lecheros en etapa de ternero.

1.1. Justificación

La carne bovina es muy apreciada en la alimentación humana, y representa 23,4% del consumo de proteína animal SIAP (2012); sin embargo, en los países del continente de américa del sur no existen hábitos culturales de consumir animales jóvenes con buenos pesos, donde se valorice la calidad de las carnes. Sustentando lo anterior, es necesario cebar, destetar, lograr adecuados pesos vivos en la etapa de crecimiento-desarrollo los animales en el menor tiempo posible (Zaragoza, 2018).

En el Ecuador existe una producción de ganado bovino de 4,5 millones de cabezas, de ellos el 1.35% son animales de doble propósito Haro (2010), que generalmente se manejan en sistemas de pastoreo, sin un correcto manejo del pastizal, ni suplementos que ayuden a suplir sus requerimientos nutricionales, para obtener adecuados rendimientos productivos.

En la Amazonia ecuatoriana en los últimos años se ha incrementado la crianza de ganado bovino en sistema de pastoreo a sogueo, con pastos naturalizado fundamentalmente Gramalote *(Axonopus scoparius)* utilizando bajas carga animal de 0,75 a 1,0/ ha Vargas *et a*l., (2014), con animales de raza mestiza que en muchas ocasiones los machos de propósito lechero constituyen un problema dentro de las fincas, sin embargo, sí se utilizan alternativas de alimentación y manejo adecuado de los animales en el pastoreo podrían ser un ingreso para los productores, aprovechando los verdaderos rendimientos que pueden ofrecer la tierra.

El Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), posee una diversidad de pastizales de gramíneas y leguminosas que han sido estudiadas y que su contenido nutricional determina que podría cubrir los requerimientos proteínicos y energéticos del ganado bovino, pero a su vez caracteriza por mantener un sistema de producción ganadero ineficiente, debido al arribo de animales de razas especializadas a las regiones tropicales no ha tenido éxitos, siendo algunas de las causas: los problemas de salud y adaptación Quinteros y Marini (2017), situación que hace reflexionar a los estudiantes agropecuarios en aportar un análisis de sus bases de datos fundamentadas en un adecuado manejo de los terneros desde su nacimiento; destete y desarrollo, alimentación con un sistema de pastoreo rotacional intensivo y suplementación según sus requerimientos nutricionales y mineral que le permita ser un centro

referente para los productores ganaderos de la zona, tanto en pastos de mejor calidad forrajera como rendimientos por ha/año en calidad de nutrientes, así como incrementos de los pesos vivos en animales a bajos costos de producción y en menor periodo de tiempo.

1.2. Planteamiento del Problema

En el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), dentro de sus programas productivos, se encuentra el Programa bovino, en donde no se tienen resultados que demuestren un buen manejo eficiente de estos sistemas, frente al sistema tradicional, situación evidenciada por los bajos pesos vivos al nacer de los terneros machos como promedio de 27 kg; pesos al destete que no superan los 100 Kg, estos rendimientos se reflejan posteriormente en el crecimiento y desarrollo de los animales en el resto de su vida productiva. Los animales en dependencia de raza son fuertes y rústicos, por lo que resiste zonas tropicales y de altura (Rivera, 2018).

Estas características que se mencionan anteriormente han supuesto una gran desventaja a la hora de acceder a un conocimiento científico de las aptitudes productivas de las razas que allí se manejan, ya que la problemática del manejo no permite un control de rendimientos adecuados y, por tanto, prácticamente nada se conocía de las posibilidades de estos animales como generadores de riqueza para los productores de la provincia de Pastaza y Napo.

En el CIPCA, a pesar de existir bases de datos bajo determinadas condiciones de manejo de los animales en sistemas pastoreo rotacional, encontramos una carencia casi absoluta de análisis de la información sobre el comportamiento productivo de los animales machos lecheros como una de las salidas que podrían generar ingresos al sistema de producción ganadera.

Por otro lado, es extensa la bibliografía que encontramos en cuanto al estudio productivo del bovino de carne, no así de machos con propósito lechero. La investigación del crecimiento es fundamental en la producción animal, sobre todo desde el punto de vista económico y el precio del producto final. Para ello, se usan modelos de predicción con el objetivo de planificar el manejo futuro de cualquier sistema ganadero. En este caso, se tratan de aplicar modelos no lineales logísticos, a

los cuales se les denominan “curvas de crecimiento”.

Esta carencia de información, implica que los productores ganaderos de Pastaza, no refieren con una herramienta que les oriente en la toma de decisiones, frente a la conveniencia o no de realizar una alimentación balanceada, por tanto, muchos de ellos se resisten a cambiar las prácticas ganaderas tradicionales que, pese a todos los costos ambientales que generan a la región, han funcionado desde sus antepasados.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un análisis perspectivo sobre el comportamiento de peso vivo de los bovinos lecheros en etapa de preceba, en pastoreo rotacional con asociación de pastos y suplementación proteica-energética-mineral, para ser utilizado como herramienta de toma de decisiones en los sistemas ganaderos del Programa Bovino del CIPCA.

1.3.2. Objetivos específicos

- Generar procedimientos de cálculo para estimar la composición botánica, rendimiento y disponibilidad de pasto con asociación del sistema de pastoreo rotacional donde permanecen los bovinos, a partir de la información aportada por las investigaciones de los proyectos de pastos del CIPCA.
- Cuantificar los nutrientes aportados por el pasto, a través de la información recopilada sobre la composición química de materia seca (MS), fibra bruta (FB) proteína bruta (PB), Energía bruta (EB), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente acida (FDA), Lignina (L), Extracto etéreo (EE), Extracto libre de nitrógeno (ELN) y Ceniza) de las áreas de pastoreo de los bovinos lecheros.
- Desarrollar funciones para la estimación del crecimiento e incremento de peso vivo y ganancia media diaria en bovinos lecheros en etapa de terneros, alimentados con suplementación proteica-energética-mineral y con asociación de pastos en función de la información obtenida a partir de investigaciones del programa bovino del CIPCA.

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Ceba de machos bovinos lecheros

En el Ecuador existe una producción de ganado bovino de 4,5 millones de cabezas, de ellos el 1.35% son animales de doble propósito Haro (2010). En la amazonia existe un aproximado de 524,636 animales (bovinos) de ellos el 24 663 son de la provincia de Pastaza con un promedio de 9560 machos y 15103 hembras MAG (2019). El ganado de carne principalmente se desarrolla en la costa ecuatoriana. y/o ganado de doble propósito (Hidalgo, 2013).

El ganado de carne se mantiene en sistemas extensivos, permaneciendo la mayor parte del año al aire libre y alimentándose directamente del pasto que proporcionan los sistemas silvopastoriles, muchas veces complementado con forrajes conservados por escasez de pastos (Gerde, 2015).

Según Benítez (2015), afirma la productividad de los rebaños vacunos que se dedican a la producción de carne, está determinada entre otros factores, por la tecnología de explotación y el nivel que se alcanza la intensificación de la producción, y en rara ocasiones se valora de manera holística los problemas que determinan su eficiencia productiva.

2.1.1. Características productivas de machos bovinos lecheros para la ceba.

Existen algunas razas lecheras que tienen una buena estructura corporal, bastante similar a los animales con aptitudes lecheras, algunas de ellas está la *Brown Swiss*, son animales poco propensos a enfermedades, longevos, de fácil manejo y gran rusticidad, de fácil aclimatación y hacen un buen aprovechamiento de los pastos y especies forrajeras (Chilpe, 2017).

Su habilidad materna y fertilidad son reconocidas como las más altas entre todas las razas, así como la rusticidad y capacidad de empadre de los sementales. Las vacas pueden pesar de 600 a 700 kg, y de 950 a 1 000 kg los toros, pero son comunes los ejemplares de ambos sexos con más peso (Coaquira, 2016).

Su excelente conformación de patas y pezuñas le facilita deambular en busca del alimento, recorriendo hasta 5 km/día y luego trasladarse al tambo para ser ordeñada dos veces diarias.

Coaquira, (2016) menciona que permiten el alternar o seleccionar entre dos líneas de producción (carne y leche) como la raza Pardo Suiza. Esta clara definición de las variedades del suizo en cuanto a producción, le permiten al productor tener varias alternativas. Más bien su popularidad se ha extendido porque sus ventajas son tan contundentes y aun los criadores de otras razas la aprovechan como nodrizas para auxiliar a las crías abandonadas por sus madres o con escaso desarrollo por otras razones.

Otra de las razas se encuentra la *Girolando* son animales con índices de longevidad, fertilidad y precoz, las cuales inciden en una excelente producción y reproducción, a los 30 meses de edad normalmente tiene su primer parto siempre cuando cumpla con sus requerimientos nutricionales y tenga un buen manejo, el pico de producción a los diez años y termina a los 15 años de edad (Garzón, 2016).

Vida Reproductiva: los índices de longevidad, fertilidad y precocidad son muy evidentes en el *Girolando,* las cuales inciden en una excelente producción y reproducción, con descendencia numerosa que comienza normalmente a los 30 meses de edad con el primer parto, alcanzando el pico de producción a los diez años y termina satisfactoriamente hasta los 15 años de edad (Morales, 2010).

Rusticidad**:** la capacidad que tienen estos bovinos es auto regular la temperatura corporal, la conformación de los sistemas muscular y esquelético, los aplomos rectos y fuertes, el hábito de pastoreo y la excelente capacidad ruminal para digerir eficientemente la fibra de los forrajes, son condiciones que le proveen gran resistencia y adaptabilidad a los climas tropicales, inclusive en los ambientes complicados (Morales, 2010).

Producción lechera: el promedio de producción en lactancias ajustadas a los 305 días es de 3,600 kilogramos en dos ordeños, con una concentración de grasa de 4 por ciento; la lactancia dura 280 días, alcanzando su pico de producción entre los 30 y 100 días. Estudios comprueban que una vaca durante toda su vida productiva puede

llegar a acumular producciones por encima de los 20,000 kilogramos de leche (Morales, 2010).

Ganancia de peso: los terneros de la raza *Girolando*, al nacimiento reportan pesos promedio de 25 kilogramos, mientras que, en pruebas de engorde de machos bajo el sistema de confinamiento, se han obtenido ganancias diarias de peso superiores a un kilogramo, reduciendo el periodo de engorda y por ende los costos de producción (Morales, 2010).

2.1.2. Crecimiento y desarrollo en los bovinos.

Crecimiento es el aumento de peso que experimenta un animal hasta alcanzar su estabilización en la madurez y buen desarrollo muscular. Desarrollo es la modificación de la conformación aptitudes y funciones de correlación con el aumento de la masa corporal El peso aumenta lentamente en primera instancia, la tasa de aumento alcanza un máximo y luego disminuye en animales adultos. (Catrileo, 2015).

La nutrición está estrechamente interrelacionada con el desarrollo e índice de masa corporal, permitiéndole alcanzar animales robustos y precozmente desarrollados. Consecuentemente, los alimentos consumidos por el animal se utilizan para dos procesos: el mantenimiento de los tejidos y el crecimiento de nuevo tejido; como el crecimiento es más acelerado en el punto de inflexión, también es más eficiente, producto que el total de energía disponible para el animal que se utiliza para el mantenimiento de su cuerpo es relativamente menor CORFO (2018). El máximo crecimiento se obtiene cuando existe un equilibrio de fuerzas, esto se logra cuando los animales alcanzan el desarrollo (la pubertad), que generalmente alcanzan el 30% de su peso vivo de adulto (Olson, 2010).

Existen varios métodos de describir las curvas de crecimiento de los animales bovinos según la edad y peso (Tabla 1), entre ellos: La Ecuación de Brody (1945) según este autor el peso de un animal a una edad determinada está definido como el peso vivo alcanzado por un animal ha completado su desarrollo óseo y la condición corporal es media, mientras que Bourdon y Brinks (1987) modifica el modelo asumiendo un crecimiento lineal hasta el año de edad (pubertad), tras lo cual se ajusta la curva post-inflexión de Brody (1945) desde pubertad a madurez. En cuanto a otros trabajos, el

uso de modelos no lineales para el ajuste de la curva de crecimiento ha demostrado ser de gran utilidad, como es el caso de: Von Bertalanffy (1957); Gompertz (1825); Rosa et al., (1978), entre otros.

En los modelos utilizados, el parámetro (A) representa el peso adulto del animal cuanto el tiempo tiende al infinito. El parámetro (B) es el factor de integración que ajusta los valores de peso inicial y generalmente está asociado con el peso al nacimiento (grado de madurez del animal al nacimiento). Sin embargo, el parámetro (k), tasa de madurez, es una función entre la máxima tasa de crecimiento y el peso adulto del animal (velocidad de crecimiento). El componente t de la función representa la edad del ternero en días.

Tabla 1. *Forma general de los modelos no lineales.*

MODELOS NO LINEALES	
Von Bertalanffy (1957)	$y = A\,(1 - Be^{-kt})^3$
Brody (1945)	$y = A\,(1 - B\,e^{-kt})$
Gompertz(1825)	$y = A\,e^{-Be^{\wedge}(-kt)}$
Logístico (Rosa y et al 1978)	$y = A\,(1 + e^{-kt})^{-M}$

Fuente: Olson (2010)

La tasa de crecimiento puede ser descrita de diferentes maneras. La tasa de crecimiento promedio durante un período de tiempo, que se calcula dividiendo el aumento de peso durante determinado período por la longitud de ese período, que también se puede expresar en términos de g*día o kg*semana. La tasa de crecimiento es influenciada por el sistema de alimentación que se utilice en la crianza de los animales, que muchas veces puede corregirse como un acelerado crecimiento compensatorio (Prescott, 2018).

2.1.3. Principales factores que inciden en el crecimiento en los bovinos.

Los factores que inciden al crecimiento de los bovinos corresponden a una tasa de crecimiento mayor a lo normal después de un período con alimentación restringida, sin que afecte el normal desarrollo del animal Mufarregue (2019). El crecimiento de la canal no sólo se ve afectado por la edad, sino que también por:

Factores genéticos: relación músculo: hueso (M:H) En bovinos el animal de carne posee mayor relación M:H que las razas lecheras. Aberdeen Angus 4,4:1 Holstein Friesian 3,9:1.

Madurez temprana: en bovinos no todas las razas de carne alcanzan su peso maduro a la misma edad, produciéndose acumulación de grasa de la canal en las más precoces.

Factor Sexo: muestran diferencias de **c**recimiento de los distintos sistemas comparando machos y hembras (las hembras acumulan más grasa que los machos).

Factores Nutricionales: si los factores nutricionales no se ajustan a los requerimientos del animal, se producirá un cambio en la curva de crecimiento de los distintos tejidos**.** Los niveles de energía sobrepasan los requerimientos del animal (balance energético positivo), el depósito de grasa aumentará dependiendo del excedente de energía respecto al requerimiento total del animal para huesos y músculos.

Varios estudios manifiestan que el peso de los terneros diferentes etapas de su crecimiento se ven afectados por diferentes factores como sanidad, alimentación y fisiológicos como el estado hormonal, manejo, genética y el factor ambiental como nutrición, manejo, edad, condición corporal, amplitud pélvica y sexo de la cría que perjudican el peso al nacimiento y al destete de los terneros. Se puede alcanzar para producir animales de pesos y composición apropiada a la petición del mercado (Martínez, 2011).

2.2. Requerimientos del bovino en la etapa de levante hasta añojo.

La satisfacción de las necesidades nutritivas de los añojos no solo se entiende como un componente de solución a una necesidad esencial, sino también los requerimientos nutricionales son esenciales para un perfecto desarrollo del añojo, por tal manera deben contar con la cantidad adecuada de energía, vitaminas, proteína y minerales, ya que estos son los compuestos que el animal requiere para el desempeño de sus necesidades básicas, que a la vez le permite y favorece su desarrollo natural y productivo (Álzate, 2020).

Los requerimientos nutricionales de los bovinos en la etapa de desarrollo, en sistemas de pastoreo deben consumir un equivalente de 2 a 3% de su PV (kg de MS), para lograr alcanzar una ganancia de peso diario eficiente, promedio de 0.7 y 0.8 kg PV y una ganancia de 700 y 800g/d, de tal manera que, para animales de más peso y ganancia diaria, mayor es su requerimiento de proteína bruta, energía, fibra y consumo de agua (Gadberry, 2012).

2.2.1. Requerimientos proteicos.

Las proteínas son sintetizadas por microorganismo del rumen a partir de los aminoácidos Hidalgo (2013). Las proteínas ayudan con el material básico para el crecimiento de piel, pelo, cuernos, sangre, órganos, pezuñas y lo más importante los músculos Smith (2011). Las diferentes pastas como soya, algodón, pasta de origen animal y vegetal, harina de pescado, harina de plumas entre otros son las principales fuentes proteicas (IICA, 2009).

La proteína del alimento debe ser altamente digestible en el intestino delgado, puesto que el ternero se encuentra en una etapa de rápido crecimiento. Ofrecer la cantidad y calidad de sus requerimientos es de vital importancia en la vida futura del animal. También la proteína es la encargada del crecimiento de los tejidos y cumple diferentes funciones vitales.

La manera de hacer un balance en la dieta, Díaz (1985) señala los requerimientos para un ternero de 200 kg de peso con una ganancia diaria de 0.5 (kg/cd/día) pastoreando en pasto *Brachiaria,* del cual puede consumir 5.70 kg de materia seca, 0.85 de proteína bruta y 14,30 de energía metabolizable.

2.2.2. Requerimientos energéticos.

La energía es el ingrediente dietético de mayor interés después del agua, precisamente esta deriva de los carbohidratos, proteínas, grasas y de las reservas corporales que posee el animal. Las diferentes funciones corporales, además el crecimiento, desarrollo, reproducción y lactancia son mantenidas por la energía (Delgado, 2016).

El consumo energético suele ser expresado en función del peso metabólico del animal. Estos requerimientos varían entre razas, edad, sexo, estado fisiológico, nivel de

actividad, la cantidad de energía ingerida en la dieta, y condiciones climáticas, entre otros. Ante determinado consumo energético, se satisfacen en primera instancia las necesidades básicas, para luego destinarse el excedente energético a producción de carne, leche, lana, etc (Romero, 2016).

La celulosa y hemicelulosa de los forrajes son fuentes principales de la energía, la celulosa tiene un menor valor energético, los rumiantes asimilan grandes cantidades de celulosa en el rumen la cual proporciona energía adicional suficiente para el bovino de carne Smith (2011).

2.2.3. Requerimiento de minerales.

Son numerosas las funciones que cumplen los minerales y afectan a la práctica totalidad de los procesos del ser vivo FEDNA (2013). Entre ellas citamos:

Funciones estructurales: son constituyentes esenciales en la formación de dientes y esqueleto del animal.

Transferencia genética (RNA): P, Fe, Mn, Ni, Zn, Cr.

Funciones vitales de regulación: presión osmótica; equilibrio acido-base (pH); permeabilidad de la membrana; actividad neuro-muscular; regulación de la función basal y transporte de oxígeno a las células.

Los minerales son valiosos en la producción de carne, se dividen en dos grupos macro y micro minerales. Los macro minerales esenciales son: fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cloro y sodio. Los micro minerales son: iodo, hierro, manganeso, cobre, zinc, cobalto y selenio. Su presencia depende del contenido del suelo y del tipo de suplementación (Hidalgo, 2013).

Entre las funciones de los minerales aparece las siguientes: el potasio, sodio y cloro son trascendentales para el equilibrio de fluidos en el cuerpo y torrente sanguíneo Smith (2011); varios minerales tienen más de una función, el Sodio, Potasio y Cloro intervienen en el balance ácido-base; el calcio y zinc intervienen en sistemas enzimáticos como activadores (Ramírez, 2005).

2.2.4. Requerimientos de fibra.

La fibra es la porción que contiene la celulosa de los alimentos, elemento presente en todas las plantas y forrajes, fundamental para el aparato digestivo, esta proporciona volumen y sustrato la cual facilita la acción digestiva para los rumiantes. La fracción fibra está constituida por los llamados carbohidratos estructurales, para diferenciarlos de los carbohidratos digestibles ates mencionado. Cuando el animal come solo forraje, consume una cantidad de fibra fisiológicamente adecuada, lo que genere un patrón de fermentaciones que propicia las correctas proporciones de ácidos grasos volátiles acético, propiónico y butírico (Pilaguano, 2014).

2.2.5. Requerimientos de vitaminas.

Las vitaminas son importantes catalizadores que ayudan a sostener las diferentes funciones vitales, las vitaminas necesarias se obtienen a través de los alimentos o se crean por la digestión por la cual los rumiantes obtendrán la vitamina A por medio de la ingesta de plantas que contiene caroteno. La vitamina D es sintetizada en la piel por medio de la exposición a la luz, mientras que la E es la única que casualmente necesita ser adicionada (Pilaguano, 2014).

2.2.6. Requerimiento de agua.

El agua es muy importante para el ganado, debe estar a disposición de agua limpia y debe haber suficiente para realizar un adecuado consumo el animal. El agua estimula el apetito, también ayuda a la digestión y aumenta la producción ECOBONA (2011). Se debe tomar en cuenta que la calidad de agua siempre va estar presente en la producción y para la sanidad del animal, el mal consumo de agua origina perdidas de peso y una pobre conversión alimenticia e involucra la salud del animal SAGARPA (2014). Un bovino en la etapa de desarrollo debe consumir un estimado de 15 a 320 litros/días, de manera general un bovino en la categoría de añojo de 273 kg de PV requiere de 36 a 48 litros/días, en dependencia del tipo de alimento que consuma, condiciones climáticas y sombra en el pastoreo (Olivares, 2017).

2.3. Sistema y métodos de pastoreo del ganado bovino.

El sistema de pastoreo, es la manipulación del ganado en el potrero bajo un simple calendario o plan de manejo que nos indica cuando, como y donde debe de pastorear

el ganado, y/o la acción de cosechar la hierba por los animales en el pastizal, el hacer que el animal y la hierba se encuentren en un área determinada sin ningún tipo de restricción durante toda una temporada, se considera un sistema cuya inversión de capital es mínima, de fácil implementación y manejo (Pérez Infante, 2011).

2.3.1. Capacidad de carga bovina en un método de pastoreo rotacional y en franja o intensivo.

Existen varios métodos que se usan dentro del sistema de pastoreo, tales como, el pastoreo continuo, alterno y rotacional, este último con sus variantes porcionado o en franja, para que los animales realicen un aprovechamiento intensivo y mucho más eficiente del pasto (Azzarini, 2012).

Los pastizales permanentes se utilizan principalmente para el pastoreo. Los principales métodos de pastoreo utilizados en los sistemas intensivos de producción de ganado son los pastos rotativos y en franjas. Sin embargo, también se utilizan otros métodos de pastoreo, como el pastoreo continuo, que es más común en los sistemas de producción más extensos de la región, cría de ganado vacuno y ovino para la producción de carne (Demanet, 2011).

Pastoreo rotativo: este método consiste en el área total destinada al pastoreo en una granja y se divide en un cierto número de potreros de un tamaño definido. Finalmente, el tamaño de los potreros también puede ser variable y depender de la cantidad de animales, su capacidad de consumo de pasturas y la fitomasa disponible en el prado. Estos pastos se pastan uno tras otro con una cierta frecuencia, que corresponde al criterio del comienzo del pastoreo, y con una cierta intensidad, que corresponde al criterio del final del pastoreo. Como resultado, para cada potrero hay un período de uso, cuya duración depende del manejo, y un período de descanso, cuya duración depende de la tasa de recuperación de la pradera, para cumplir nuevamente con los criterios definidos para el pasto (Demanet, 2011).

Pastoreo en franja: este método de pastoreo es similar a la rotación, excepto que es más intensivo. El pastoreo en franjas consiste en delimitar sectores dentro de una pradera, llamados franjas, para pastar durante un día o medio día, dependiendo del manejo. Estas bandas se explorarán secuencialmente con cierta frecuencia e

intensidad. Las divisiones entre una tira y otra son móviles y se llevan a cabo con una cerca eléctrica.

Para determinar el momento apropiado para usar la pradera permanente, es necesario considerar los conceptos relacionados con el crecimiento y los cambios que ocurren en las diferentes etapas de desarrollo de las plantas que componen la pradera. Al gestionar eficazmente el pasto, tendremos más forraje disponible y, si se respeta la fisiología de las plantas, mejoraremos la sostenibilidad y la calidad de nuestros pastos (Demanet, 2011).

2.3.2. Carga global e instantánea de un sistema de pastoreo.

La carga instantánea se llama el número de animales que existen por unidad de área en la parcela que se está pastando y la carga global es el número de animales por unidad de área que tiene todo el pasto dividido en parcelas. Por ejemplo, si un potrero de 100 Ha se divide en 20 parcelas de 5 Ha cada una, con cada parcela pastada por 200 animales, la carga instantánea será de 40 animales / Ha (200 animales/ 5 Ha) y la carga total será de 2 animales
/ Ha (200 animales / 100 Ha).

En el pastoreo rotativo, el ajuste de la carga generalmente se realiza en función de un cierto nivel de suministro de forraje (NOF) que varía de acuerdo con los objetivos de producción perseguidos. En condiciones comerciales, para mantener un determinado NOF más o menos constante, es necesario determinar el peso vivo de los animales y la disponibilidad de pastos (kg DM / Ha) cada 20 a 25 días en invierno o cada 7 días en primavera para ajustar si es necesario, la carga o el tamaño del marco (Zanoniani, 2012).

2.3.3. Intensidad de pastoreo.

Miguel (2011) afirma, que el pasto puede definirse como el consumo directo de pasto del ganado. Por lo tanto, es el sistema más simple y económico para convertir esta sustancia vegetal producida por la fotosíntesis de organismos autótrofos (productores primarios) que en sí misma no tiene valor para el hombre, en productos que son directamente útiles para él y de valor económico (Carne, leche, cuernos, lana, trabajo, etc.) Por comedores de plantas o productores secundarios.

Murillo (2012) señala, que el uso de tierras de pastoreo y forraje como alimento para el ganado es un factor importante en el proceso de desarrollo del ganado, ya que en la mayoría de los casos la operación está fuertemente relacionada con los recursos existentes, sin una buena alimentación del ganado será difícil obtener mejoras en aspectos productivos, reproductivos, genéticos y de salud animal.

Entre los efectos del productor en la producción de alimento, Cabrera (2011) describe los siguientes factores que el agricultor aborda directamente: carga animal, presión de pastoreo, intensidad de pastoreo, temporada de pastoreo, sistema de pastoreo, fertilización, disponibilidad de riego.

2.3.4. Tiempo de ocupación y días de estancia de los animales en cuartones.

La tasa de almacenamiento es más variable en los sistemas de producción de pasturas importante en el manejo, que determina la productividad por animal y por área Jones (2014) y su impacto básico se basa en el cambio que ocurren con la disponibilidad y consumo de pasturas con influencias marcado en la estructura y composición química de la planta que afecta directamente en tu fisiología.

En cuanto a la duración de la estancia y la ocupación, la información es más limitada y él está vinculado a su efecto en la producción animal, cuyos resultados principales en experimentos de producción de leche, principalmente en estudios sistemas de pastoreo.

Resultados similares en condiciones cubanas son reportados por Solórzano (2015) quien argumentaron que independientemente de los días de ocupación, la variación la producción diaria de leche estará más vinculada a la disponibilidad y calidad de pastos cuando los animales entran al pasto; porque no habrá disminución en producción hasta que el suministro no sea inferior al límite de selección máximo y consumo. Además, este mismo autor señaló Senra (2017) que el tiempo de ocupación Pueden ser de seis a siete días y los leves efectos del consumo de brotes jóvenes. Se puede compensar, lo que permite un tiempo de descanso óptimo en el prado.

2.4. Alternativas de alimentación para ganado bovino lechero en preceba.

2.4.1. Asociaciones de pastos como alternativa de alimentación bovina.

Las Asociaciones de Gramíneas con Leguminosas, se puede definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, de gramíneas y leguminosas. Estas asociaciones se pueden realizar con leguminosas nativas, que se encuentran en el pastizal o con especies introducidas y aprobadas Sánchez, (1998). Por otro lado, juegan un papel importante en la nutrición del animal, está asociación promueve el incremento de la palatabilidad o aceptación del alimento, mejora la digestibilidad y la disminución de los efectos tóxicos, que por lo general se presentan en las especies leguminosas, además otro de los beneficios que permite esta sociedad, es que brinda una mayor estabilidad nutricional en el suelo y por consiguiente a la planta (Martínez, 2020).

Cuando hablamos de pasturas de buena calidad, hablamos del grado de fortaleciéndolos, es decir, cuanto más tierna sea la hierba, mayor será la contribución nutritiva. El factor genético también juega un papel importante junto con uno buen manejo, ambiente, etc., puede lograr sus objetivos deseados. En los trópicos húmedos siempre han tratado de usar las razas *Bos indicus* con *Bos Taurus*, que tiene una mayor adaptabilidad y resistencia al medio ambiente (Ramos, 2010).

2.4.2. Maní forrajero (*Arachis pintoi*).

Esta especie es perenne, rastrera y estolonífera. Tiene alturas de 15 a 40 cm., Tiene una raíz pivotante de hasta 30 cm. Las hojas son alternas, compuestas, con cuatro folíolos de color verde claro a oscuro. El tallo es ramificado, circular, ligeramente aplanado, con entrenudos cortos y estolones que pueden medir hasta 1,5 m. La floración es indeterminada y continúa y las flores son amarillas Sánchez (2015). Inmediatamente después de la fertilización, la flor se marchita y comienza a formar el carpóforo que se desarrolla desde la base del ovario (Garcia, 2014).

La especie *Arachis pintoi* puede clasificarse provisionalmente como la leguminosa tropical ideal para el pastoreo en asociación con pastos, porque resiste el atropello

debido a la presencia de estolones, tolera la sombra, soporta períodos cortos de sequía y es muy aceptable para el animal. Además, se ha considerado un buen ejemplo para la selección y caracterización de nuevas especies con potencial forrajero. Especialmente porque es una planta con un amplio rango de adaptación climática (0-1,800 msnm con precipitación total anual de hasta 3000 mm). También puede crecer en suelos ácidos, de baja fertilidad y preferiblemente arenosos, con más del 3% de materia orgánica (INIA, 2019).

2.4.3. Pasto Ratana *(Ischaemum indicum)*

Pasto perenne con tallos erectos o rectos, altura 30 cm, forma de colchón en meses con fuertes lluvias con material maduro y poco sabroso, sistema de raíces muy superficial que no le permite extraer nutrientes o humedad de las capas más bajas del suelo. Se adapta bien a los trópicos húmedos e incluso a una variedad de suelos, una especie invasora debido a la producción abundante de semillas de alta calidad. No puede soportar sequías de más de tres meses porque se seca, pero brota rápidamente cuando llueve. Debido a su mala calidad y condición invasiva, no se recomienda establecer la especie. La productividad y el valor nutricional se utilizan para el pastoreo, la producción anual varía entre 7 y 9 t de MS / ha. El contenido de proteína en prados bien manejados es entre 6 y 7% y la digestibilidad entre 50 y 55% (Lara, 2011).

2.4.4. Pasto Comino *(Homolepis aturensis)*

Hierba de hoja perenne con hábito de crecimiento decumbente, intensamente estolonifera. Los tallos florales son erectos y ascendentes, alcanzando alturas de 30 a 50 cm, tallos y nodos glabros. Los tallos postrados alcanzan más de 1 m de longitud. Hojas lanceoladas, glabras o peludas, de 4 a 12 cm de largo y 7 mm de ancho. Inflorescencias en el penículo terminal de 5 a 10 cm de largo. Las espiguillas son de 5 a 7 mm de grosor, glabras, de color verde brillante. La raíz es fibrosa (Lara, 2011).

Su valor nutricional y la producción de esta especie son de medio a bajo, dependiendo de la fertilidad del suelo en el que crece en Caquetá, se encontró que tenía valores de 8.25% de PC, 0.19% de fósforo y 0.21 de calcio. Superiores a los presentados por *B. humidicula* y *B. dictyoneura* en el área y al mismo tiempo de muestreo, se comparó

el aumento de peso de los terneros destetados y el peso del primer servicio; en pastos continuos y alternos (Lara, 2011).

2.4.5. Pasto Pitillo *(Ixophorus unisetus)*

Planta perenne, con un tamaño entre 50 y 140 cm de altura. Tallo: copetudo, plano en la parte inferior y muy grueso, erecto y sin ramas. Hoja: suelta. Glabros (sin adornos), mantos superpuestos, ligeramente fríos y glabros, lígulos de 1 a 2,5 mm de largo, con ganglios glabros y pubescencia pequeña. Laminado de 15 a 20 cm de largo, 1-2 cm de ancho, glabro o con pelos escasos en los bordes hacia la base, con la lámpara central de color claro. Inflorescencia: paneles terminales solitarios, de 15 a 25 cm de largo, de forma cilíndrica, con muchos racimos simples, el inferior de 2 a 8 cm de largo y el superior consecutivamente más corto, muchas espiguillas en dos filas a lo largo de un lado del eje. Por supuesto, hay tiendas bajas, zanjas y lugares húmedos. No son muy exigentes en el terreno. Para su desarrollo, requiere un suelo fértil, bien provisto de materia orgánica y una mezcla completa de fertilizantes si el suelo es deficiente. Está bien asociado con legumbres forrajeras, especialmente kudzu tropical *(Pueraria phaseoloides)*, sembrado a 3 kg / ha. Su uso se utiliza como forraje de corte en algunos lugares para plantar modelos en pequeñas parcelas (Lara, 2011).

2.4.6. Suplementación proteica-energética-mineral en bovinos en etapa de preceba.

Las deficiencias nutricionales de los bovinos, principalmente durante el período de sequía y aún, de acuerdo con las condiciones edáficas por la topografía y posicionamiento de las áreas de pastoreo, durante los períodos de invierno o de lluvias, constituyen el principal factor limitante para el aprovechamiento eficiente de los potenciales genéticos de los animales trabajados, sea para la producción de carne o para la obtención de leche y carne, intensificar lo extensivo es una alternativa que debe ser tenida en cuenta por los productores, una alternativa viable económicamente y amigable con el ambiente y generadora de trabajo es la suplementación estratégica de los bovinos, realizando los ajustes nutricionales acorde con la calidad de las pasturas, dada por su producción de biomasa en la unidad de tiempo y composición nutricional en relación a los requerimientos nutricionales de las diferentes categorías, estados fisiológicos de los animales (Estrada, 2010).

La transición o escala evolutiva de los sistemas de producción animal comienza con un sistema tradicional en la dirección de un sistema de rotación con mejor uso de pasturas. Como resultado, se crean sales mineralizadas para compensar las deficiencias minerales posturas tropicales Bernal (2012). Luego entra el uso de sales proteicas buscando una mejor nutrición de pasturas y aumento de peso. Finalmente, la adición estratégica al pastoreo, que es la finalización de los animales y la productividad del sistema como tal (Muñoz, 2017).

La suplementación energética es una herramienta complementaria para la producción de pasturas tropicales, que mejora el microbioma ruminal y la degradación del alimento. En tiempos de sequía, el consumo de alimentos de baja calidad aumenta y corrige la restricción primaria de proteínas en los pastizales para revertir la pérdida de peso mediante un mejor uso de nutrientes EMBRAPA (2015). Esta alternativa rentable mejora la conversión del alimento en canales y reduce el tamaño de los intestinos, lo que aumenta los rendimientos de carne por animal (Muñoz, 2017).

La suplementación mineral es una actividad de fortalecimiento específica para la falta de minerales en sauces tropicales en la estación seca. Esta técnica es importante para garantizar el buen funcionamiento del organismo y el adecuado crecimiento animal. El contenido mineral del ganado es principalmente alrededor del 40% de su peso de elementos como Ca, Mg y P (EMBRAPA, 2015). La suplementación de proteínas es una alternativa que corrige la falta de nitrógeno en el rumen, baja inclusión de nitrógeno, proteína y / o proteína real; aumento de la tasa de digestión y consumo de posturas de baja calidad.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Se trabajó con los datos de los pesos vivos de animales en desarrollo, rendimientos y calidad de los pastos donde pastorean los bovinos procedentes del Programa bovino del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación para la Biodiversidad Amazónica CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica, situado entre los cantones, Santa Clara provincia de Pastaza y Carlos Julio Arosemena Tola de la provincia de Napo, en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena, junto a la desembocadura de los ríos Piatúa y Anzu, constituidos como espacios estratégicos para la construcción de investigaciones futuras referentes a los recursos naturales que posee la Amazonía, con una extensión de 2848, 20 ha, cuya ubicación geográfica es de 01° 14’ 4,105” de latitud sur y 77° 53’ 4,27” de longitud oeste, a una altura de 584 msnm y una temperatura de 23-24 ˚C.

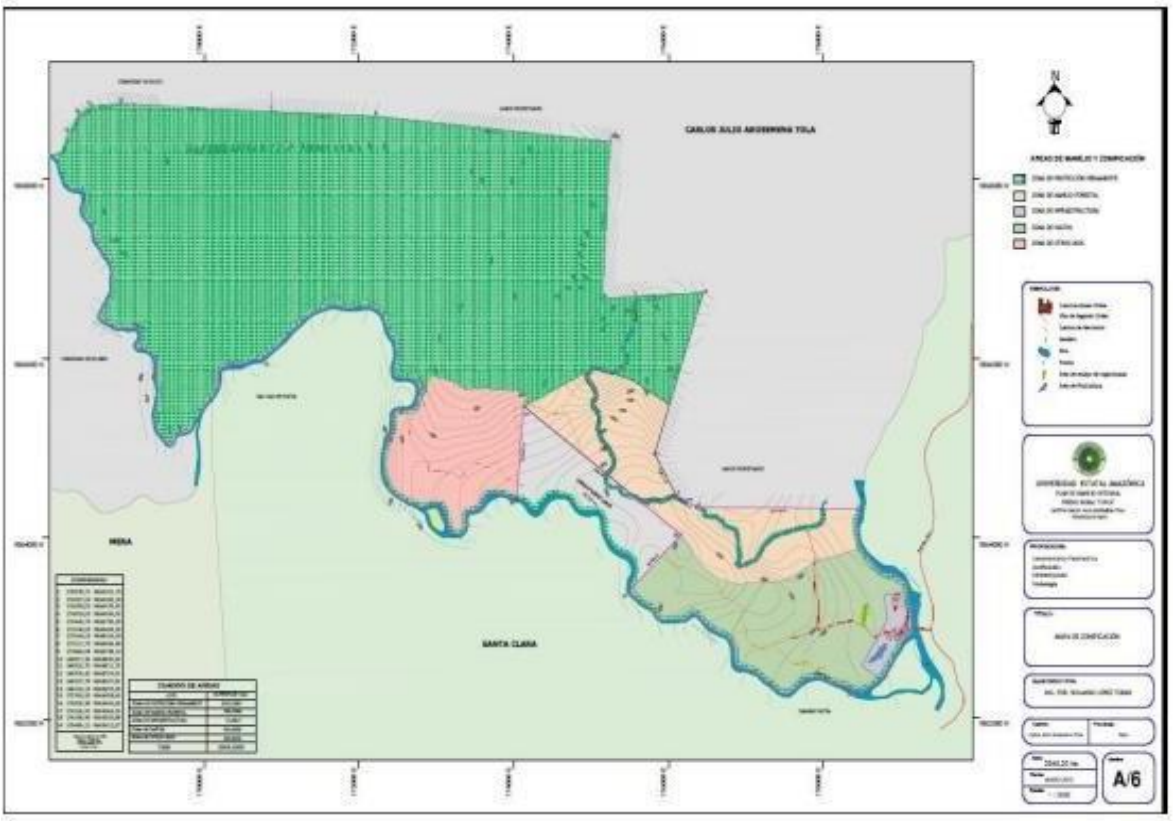


Figura 1. Plano de ubicación y uso del suelo CIPCA

Fuente: Plan de Manejo Integral CIPCA (2012)

3.2. Tipo o Diseño de Investigación

El proyecto se enmarcó en una investigación no experimental de tipo longitudinal, porque permitió analizar los cambios de peso vivo de los bovinos machos mestizos de razas lecheras en etapa de crecimiento-desarrollo en sistema de pastoreo rotacional, a través del tiempo a partir de diferentes pesos vivos de los cuales se extrajo la información de nacimientos, registros de pesos mensuales, peso y edad al destete del Programa Bovino del CIPCA, para inferir los cambios de pesos vivos y ganancias alcanzadas a la categoría de añojo bajo las condiciones de acuartonamiento y rendimiento del pasto en el CIPCA.

3.3. Métodos de Investigación

Se realizó un método primario de la información aportada de las bases de datos exploratorios, para realizar un análisis perspectivo, que permitió inferir los pesos vivos y ganancias de los animales en desarrollo con el propósito para la ceba.

Las características de los pastos, se realizó utilizando las bases de datos generados por los proyectos de investigación del CIPCA sobre la utilización, composición botánica y química de los pastos en las áreas del Programa Bovino.

Además de las 7 horas de pastoreo que tenían los animales, se le suministraba en la nave un suplemento compuesto por maíz, harina de soya, concentrado proteico, afrecho de trigo, aceite de palma, sal, y sal mineral (Tabla 2). La suplementación proteica-energética-mineral fue formulada de acuerdo con los requerimientos nutricionales de los bovinos en crecimiento (Castillo, 2018).

Tabla 2. *Formulación y aporte de nutrientes del suplemento proteico-energético-mineral (% BS).*

Ingredientes, (materias primas)	**% en base seca**
Maíz amarillo	48,47
H. Soya	6,99
Concentrado proteico	24,97
Afrecho de trigo	12,99
Aceite de palma	4,99
Sal yodada	0,48
Sal mineral	1,10
Aporte de nutrientes	
PB, %	19,83
FB, %	3,85
Lignina, %	3,45
EB, kcal/kg MS	4487
FDN, %	55,38
FDA, %	6,32
E.L.N, %	61,54
Grasa, %	6,63
Ceniza, %	8,15

Para el análisis perspectivo de peso vivo se utilizaron los datos de los pesos al nacimiento, tres y cinco meses de los bovinos lecheros mestizos, obtenidos de los experimentos físicos de pastoreo del Programa Bovino del CIPCA realizados durante la temporada 2019-2020. Para ello se utilizó un modelo logístico de crecimiento poblacional que simula procesos a nivel individual (pesos vivos, cambio de peso vivo y ganancias de pesos por etapas), los cuales se integran a nivel de rebaño generando una evolución del peso vivo según las categorías, en forma mensual. De esta forma se pudo inferir el peso que pueden alcanzar los animales cebados en la categoría de añojos, y resto del desempeño productivo durante la etapa de ceba.

El modelo logístico, aplicado al comportamiento de la ceba de los terneros, puede plantearse como sigue,

$$\frac{dP(t)}{dt} = kP(t)\left(1 - \frac{P(t)}{P_m}\right), \qquad (1)$$

Donde, $P(t)$ es el peso del individuo en el tiempo, P_m es el peso máximo estimado, al final del tiempo de ceba y k es una constante, que incluye en parte la tasa intrínseca de crecimiento. La solución general de (1) resulta,

$$P(t) = \frac{P_m C e^{kt}}{1 + C e^{kt}}$$

Las constantes k y C, serán determinadas a partir de la información inicial (peso inicial y al mes de nacido los animales) y permitirán encontrar la función de pesos que rige el comportamiento de esta variable en el tiempo y estimar de conjunto con los datos iniciales, la productividad media y extrema del rebaño, que permitirá estimar un rango de variación del peso, en el que se considera, el peso es adecuado, y se ajusta en alguna medida, al valor esperado o medio. También se analizó el comportamiento individual, atenido a como ha ocurrido el proceso al inicio, y obtener información que permita hacer correcciones y tomar decisiones acertadas.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Tabla 3, se muestra la composición botánica del área de pastoreo donde permanecían los bovinos en crecimiento en la vaquería del CIPCA. El mayor porcentaje de la biomasa vegetal estuvo constituida por el 51,51 % de pasto Ratana (*Ischaemum indicum*), el 20,74 % por el maní forrajero (*Arachis pintoi*) y en menor porcentaje de los pastos Pitillo (*Ixophorus unicetus*), y Comino (*Homolepsis aturensis*), de 15,51 y 12,24 % respectivamente.

Tabla 3. *Descripción de la composición botánica de las áreas de pastoreo de los bovinos en crecimiento-desarrollo de la vaquería del CIPCA*

	Composición Botánica, % y disponibilidad					
ESPECIES	**MV (g)**	**MS (g)**	**MV (%)**	**MS (%)**	**MV kg/ ha**	**MS Kg/ ha**
Maní forrajero (*Arachis pintoi*)	75,24	25,1	20,74	21,17	752,40	251,00
Ratana (*Ischaemum indicum*)	186,82	54,16	51,51	45,67	1868,20	541,60
Pasto comino (*Homolepsis aturensis*)	44,4	20,95	12,24	17,67	444,00	209,50
Pasto pitillo (*Ixophorus unicetus*)	56,25	18,38	15,51	15,50	562,50	183,75
TOTAL	362,71	118,59	100	100	3627,10	1185,85

Se puede apreciar que, la mayor disponibilidad de MV kg/ha 1862,20 y 752,40 corresponden a las especies de ratana (*Ischaemum indicum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*) debido a que fueron especies establecidas. Esta última es una especie que ayuda a la protección del suelo por su hábito de crecimiento y estolones enraizados, que cuando se maneja correctamente en la amazonia tiene alta persistencia, además de las bondades por la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y ponerlo a disposición de la asociación con las gramíneas, resulta una excelente alternativa por las condiciones climáticas y suelos favorables para su establecimiento (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018).

El pasto ratana (*Ischaemum indicum*), representó un poco más del 50% del área de pastoreo, es una especie que ha sido tratada como un pasto indeseable por su agresividad en colonizar otras pasturas, y su poca productividad de aproximadamente una producción diaria de 8,1 Kg/ha, calidad nutricional medianamente aceptable; sin embargo, es una especie de muy buena adaptación en cuanto al clima, suelo y bajas exigencias nutricionales, tolerante a

plagas y enfermedades (Álvarez, 2018).

Con menor disponibilidad se presentaron los pastos pitillo (*Ixophorus unicetus*) y comino (*Homolepsis aturensis*), de 562,50 y 444,00 MV Kg/ha respectivamente, posteriormente por regeneración natural, a pesar que estás gramíneas según (Lara, 2011), son especies que poco a poco van desalojando a otros pastos y ocupan el área completamente, por no ser tan exigentes en nutrientes y abundan en suelos pesados con buena capacidad de retención de agua.

En la Figura 2 se muestra el rendimiento de la producción de pasto en cada uno de los cuartones donde pastoreaban los animales. Es bien conocido que, pese a la enorme dotación de recursos forrajeros, la ganadería de los trópicos latinoamericanos enfrenta una fuerte batalla con la estabilidad en la producción de biomasa vegetal y calidad de los pastos.

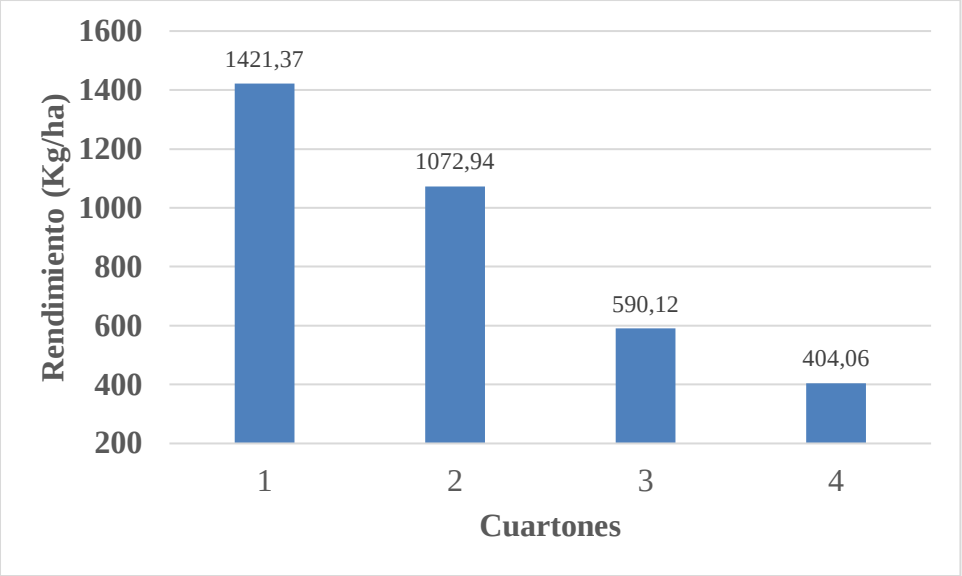


Figura 2. *Rendimiento del pasto por cada cuartón destinado a la crianza de los machos procedentes de razas lecheras.*

Asimismo, durante este periodo las gramíneas tropicales poseen una baja calidad energético-proteica y su estructura ofrece una pobre densidad de hojas verdes lo que afecta la eficiencia del consumo por parte del animal ocasionando un déficit de proteína y energía digestible. Este fenómeno ha obligado a optar por complementar la materia seca, la energía y la proteína deficitaria de sus sistemas de producción mediante suplementos energéticos-proteicos y minerales.

La Tabla 4 se evidencia el comportamiento del rendimiento, aprovechamiento y manejo del área de pastoreo, de los terneros mestizos lecheros.

Tabla 4. *Descripción del comportamiento del rendimiento, aprovechamiento y manejo del área de pastoreo.*

Indicadores	Media	±EE
Producción de pastos, MV Kg/m^2	0,35	0,02
Producción de pastos, MV Kg/ha	3488,5	1,45
Rechazo de pasto, MV Kg/ha	1102,56	1,22
Aprovechamiento MV Kg/ha	2385,94	1,16
Necesidad de alimento, Kg MV/UGM^{-1}/$día^{-1}$	10,8	0,01
Consumo de MV Kg/UGM^{-1}/$día^{-1}$	18,34	0,02
Cantidad de UGM/ha	2,2	0,01
Carga instantánea, UGM/ha/día	8,67	0,22
Ocupación del cuartón, días	5	0,31

La producción de pastos 0,35 de MV Kg/m2 y de 3488,5 de MV Kg/ha, con 5 días de ocupación de los animales fueron posibles por la composición botánica, y el 20,74% de la leguminosa maní forrajero *(Arachis pintoi),* el método rotacional del pasto, fue el que permitió a los animales tener un adecuado aprovechamiento de alimento de 2385,94 MV Kg/ha, un rechazo de pasto 1102,56 MV Kg/ha fundamentalmente porque le da realce al pasto ratana (*Ischaemum indicum*) a pesar del porcentaje alto de proteína es poco palatable, la necesidad de alimento fue de 10,8 Kg MV/UGM^{-1}/$día^{-1}$ de acuerdo a los pesos vivos aportados de la categoría de los animales, y un consumo de 18,34 MV Kg/UGM^{-1}/$día^{-1}$ según sus requerimientos para la etapa, conjuntamente con el suplemento proteico-energético-mineral, esto es lo que les permitió al productor manejar cargas animal de 2,2 UGM/ha.

Sustentado en lo anterior, en la literatura se refiere que un adecuado manejo del pasto, asociaciones de leguminosas con gramíneas ayudan a aumentar la biomasa y disponibilidad de forraje para los animales, así como soportar altas capacidades de carga animal (Pearsone Ison, 1994).

La Tabla 5 se observa el aporte de nutrientes y la composición química de la conformación por especies de pastos que estuvo conformada el área de pastoreo de los bovinos.

Tabla 5. *Aporte de nutrientes y composición química de las especies de pastos del área de pastoreo de los bovinos en crecimiento-desarrollo de los terneros machos de razas lecheras.*

Componentes	Especies de pastos			
	Ratana	**Comino**	**Pitillo**	**Maní forrajero**
Materia seca %	23,44	11,38	19,25	20,57
Proteína Bruta, %	11, 95	9,43	8,17	20
Fibra Bruta, %	41,39	39,75	45,44	23,17
Lignina, %	4,62	16,38	17,68	6,46
Energía Bruta, kcal/kg MS	4177	4111	4204	4628,29
FDN, %	67,72	80,68	81,97	56,88
FDA, %	44,39	55,6	58,19	33,47
ELN, %	35.79	40.16	38,15	24,26
Grasa, %	1,31	0,9	0,75	4,66
Ceniza, %	9,57	9,76	7,49	7,1

En la asociación de pastos bajo estudio, se compone de porcentajes mayores 23,44 (*Ischaemum indicum)* y 20,57 (*Arachis pintoi*) en materia seca. Según Sánchez (1998), el uso de leguminosas en asociación con otras pasturas como las gramíneas permite al potrero suministrar una dieta con proteína de alto valor biológico y muy bien aceptada por el animal.

El maní forrajero es una especie que se adapta muy bien en asociación con gramíneas, siendo muy útil en los sistemas de producción ganadera de zonas tropicales y subtropicales, es una de las alternativas más viables que se puede implementar para mejorar la eficiencia productiva de los animales, debido a su capacidad de rebrote en condiciones de pastoreo.
De la biomasa vegetal que integraba el área de pastoreo los mayores aportes de proteína y menor cantidad de lignina 4,62 y 6,46 % respectivamente, estuvo a cargo de la gramínea ratana (*Ischaemum indicum)* y la leguminosa maní forrajero (*Arachis pintoi*), a pesar que se plantea en la literatura que la ratana es un material duro y poco palatable para el ganado bovino, pero con una digestibilidad entre el 50-60% (Johnson, 2001).

Los pastos Comino (*Homolepsis aturensis*) y Pitillo (*Ixophorus unicetus*) con menor de persistencia y proporción, estas especies caracterizada por su bajo valor nutritivo, porcentajes de proteína de 9,43 y 8,17 respectivamente, en cuanto a energía entre los pastos la leguminosa se centra en 4628, 29 kcal/kg MS que aporta a los animales, es así que, las gramíneas aportan menos cantidad de energía, únicamente limitándose a los aportes

energéticos que se derivan de la fermentación de la fibra.

Las especies de pastos analizadas presentaron un valor de fibra detergente neutro alto 80,68 y 81,97 % para comino y pitillo y una concentración baja de fibra detergente ácido 44,39 y 33,47 % para ratana y maní forrajero en base seca, esto en parte debido a la edad del rebrote permitida al forraje.

Para el estudio predictivo de la relación entre el tiempo y peso de un bovino en condiciones de la toma de decisiones para el manejo del comportamiento animal, puede utilizarse la relación siguiente:

$$P(t) = \frac{P_m C e^{kt}}{1 + C e^{kt}}$$

En la que se puede identificar los parámetros implicados "C"y "K", a partir de los valores de peso inicial, al mes y peso vivo (UGM) para cada animal. A partir de estas funciones se diseñó como aporte de este proyecto una hoja de cálculo en Excel para predecir el desempeño productivo para la ceba desde la categoría de ternero, tomando un peso inicial y el del siguiente mes como referencia (Anexo 1).

La Figura 3 muestra, el comportamiento de los pesos e incrementos de pesos vivos medios y por cada animal en estudio de los datos aportados por el Programa Bovino. En la primera sección de la figura se puede apreciar los animales con un comportamiento medio de peso vivo e incrementos, los casos (o) que tienen un comportamiento con 20% de desviación por debajo de la media, y la curva representada (+), los animales con incrementos de pesos vivos por encima de la media.

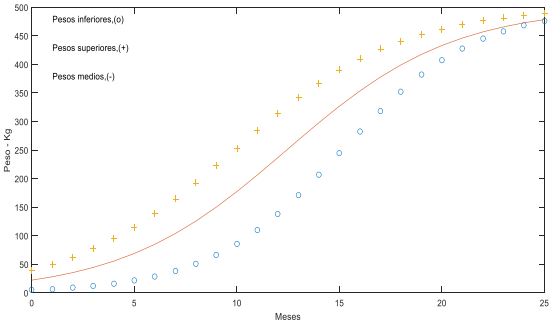
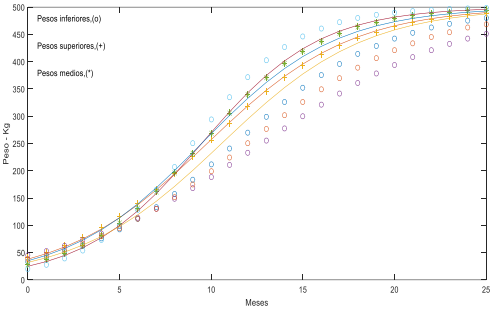
Animales con datos reales, de los Pesos vivos inferiores (o), medios (-) y superiores (+).	Pesos de cada uno de los animales analizados.
	

Figura 3. *Comportamiento de los pesos vivos medio y por cada animal en estudio.*

Los animales que nacen con pesos inferiores, obtienen un menor incremento de peso en la etapa inicial. Los bovinos con menor peso inicial al nacer y menor ganancia de peso durante la etapa inicial del desarrollo, el comportamiento de la ganancia de peso será más lento. Este comportamiento permite obtener información para hacer correcciones y tomar decisiones acertadas en el manejo de los terneros en los primeros tres meses de vida, para su posterior desempeño productivo.

La simulación con datos individuales de los animales, en el caso de los pesos vivos inferiores (o), medios (-) y superiores, se aprecia que los animales que nacen con menores pesos vivos, Obtienen mayores pesos, lo que indica una mejor conversión de alimento en peso en la etapa inicial de los primeros dos meses con adecuado manejo y alimentación, permiten alcanzar mejores ganancias de pesos vivos entre los 12-15 meses de edad, como resultado tendrán mejor desempeño productivo como animal destinado para la ceba, por lo tanto, al combinarse ambos procesos de crecimiento y desarrollo se produce un animal con buenas características productivas, mejores pesos vivos en menor tiempo.

En trabajos realizados por Ruiz, Pozada y Mariño (2002) al evaluar las curvas de crecimientos en bovinos, en la sabana de Bogotá y el Valle de Tunja describen resultados de crecimiento mayores del primero al décimo segundo meses de vida, declinando con una curva asíntota cuando inician la edad adulta.

En la Tabla 6 se describe el comportamiento de los pesos al nacer y las ganancias de los animales por razas estudiadas. Se puede apreciar que, dentro de una misma raza el caso 4 y 1 (Girolando) con iguales ganancias de peso vivo al inicio del primer mes, el ternero que nace con menor peso vivo caso 1 (33 Kg) con una diferencia inferior de 12 Kg respecto al anterior, entre los 10-15 meses sobrepasa el incremento de peso respecto al caso 4 que se comporta con menor tasa relativa de ganancia de peso, cuando se le da adecuado manejo, alimentación y salud, la ganancia de peso juega un papel importante e influyente en los primeros meses.

Tabla 6. *Comportamiento descriptivo de los pesos al nacer y las ganancias de los animales, casos reales de la vaquería.*

Casos	Pesos al nacer (Kg)	Edad, meses				Ganancia inicial (Kg)	Razas
		1	5	10	15		
4	45,00	53,00	98,37	188,77	300,17	8,00	Girolando
1	33,00	41,00	92,85	211,99	351,88	8,00	Girolando
5	28,00	37,00	104,17	269,32	419,08	9,00	Sahiwal
8	35,00	45,00	113,84	267,95	409,46	10,00	Brown Swiss

La raza Sahiwal, son animales de bajos pesos al nacer, pero con una curva de crecimiento y ganancias muy buenas de 9 kg al primer mes de nacidos, que logran al 5to mes superar mejores pesos respectos a otras razas estudiadas en este trabajo. Sustentando lo anterior Analuiza (2004) refiere que la raza Sahiwal es una raza de bajos pesos al nacer, pero con una rápida tasa de crecimiento en los primeros meses de vida.

Los terneros de la raza Brown Swiss (caso 8) con peso promedio de 35 Kg en la etapa inicial al primer mes logran ganancias de 10 Kg, sin embargo, tiene menor tasa relativa de ganancia con respecto al peso al nacer, que los que nacen con menor peso y ganan más. Es importante resaltar que los primeros tres meses los incrementos de ganancias de peso definen el mejor o peor comportamiento productivo de los animales durante el desempeño en la ceba.

De igual manera se tomó el peso al nacimiento y los incrementos al tercer mes, comportándose con similares predicciones. Estos comportamientos del cambio en la curva de crecimiento, puedo obedecer a la dieta con suplementación energética-proteica- mineral ajustada a los requerimientos nutricionales para la etapa.

Al simular con datos ideales para iniciar una ceba bovina desde el destete en los animales de propósito lechero, estos pueden constituir una fuente de ingreso en las vaquerías de leche, en la Figura 4 y Tabla 7, se muestra el comportamiento inverso respecto al peso inicial**.**

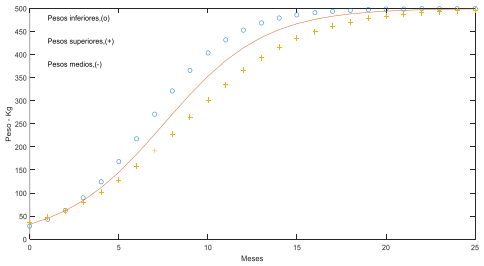
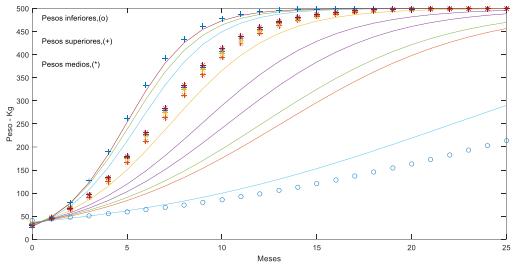
Datos de pesos y ganancias de un caso ideal	
	

Figura 4. *Comportamiento de pesos y ganancias promedios e individual en casos ideales.*

La Figura muestra el comportamiento del aumento de peso, en el caso de los pesos inferiores (o), medios (-) y superiores. El caso de peso inferior, realiza una mayor ganancia de peso, en la etapa inicial, que posteriormente a partir del 5to mes tiene un mejor desempeño productivo, es decir, se obtienen mejores ganancias de pesos con menor edad al sacrificio. Cuando el animal termina su etapa de crecimiento muscular y óseo, la grasa aumenta fuertemente (Verde, 2015).

Tabla 7. *Comportamiento de pesos y ganancias con datos de casos ideales para la ceba.*

	Peso al nacer (Kg)	**Peso al primer mes (Kg)**	**Diferencias (Kg)**
Mínimo	29	42,9	13,9
Media	32,59	45,18	12,59
Máximo	36,18	47,47	11,29
Media general: 14,830 ±4,32			

La Figura muestra el individuo con menor ganancia de peso (0), mayor ganancia de peso (+), ganancia de peso entre 11 y 15 kilos (*) y el resto de las ganancias de peso; en todos los casos, en la etapa inicial. El caso de peso inferior, realiza una menor ganancia de peso, en la etapa inicial. Menor peso inicial y menor ganancia de peso en la etapa inicial, desarrollo más lento.

En bovinos no todas las razas alcanzan su peso maduro a la misma edad, produciéndose engrasamiento de la canal en las más precoces (Ballent, 2002). En trabajos realizados por Vargas (2009) refieren que cuando existen buenas condiciones alimenticias, se produce un fenómeno que se denomina crecimiento compensatorio. Este crecimiento corresponde a un aumento muy acelerado de peso, mucho mayor al cambio del peso normativo y que dura aproximadamente cuatro semanas, hasta que se restituye el peso que debería tener el animal.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

1. El sistema de pastoreo rotacional donde permanecen los bovinos tuvo una composición botánica con la asociación de pasto de *Arachis pintoi*, *Ischaemum indicum*, *Homolepis aturensis y Ixophorus unisetus*, con la mayor persistencia del 72,25% de las especies ratana y maní forrajero, respecto al 27,75% de las especies de pasto pitillo y comino; con una calidad proteica-fibrosa y energética, óptima para el pastoreo bovino.
2. La producción de materia verde y disponibilidad de pasto, en relación con el desperdicio, mostró que el pastoreo tolera una capacidad de carga de 2,2 UGM/ha, para el consumo de 18,34 MV Kg/UGM^{-1}/día^{-1}, conjuntamente con el suplemento adicional logran un desarrollo y crecimiento adecuado en la etapa de ternero.
3. El crecimiento, desarrollo y desempeño productivo de los terneros mestizos con propósitos lecheros, están directamente determinado por el incremento de peso vivo en la etapa inicial y el peso al nacer; en condiciones similares de peso al nacer, los terneros de mejor ganancia de peso alcanzan de forma más eficiente en el tiempo, los indicadores productivos.
4. Las predicciones obtenidas pueden ser útiles para evaluar el comportamiento de futuros animales del hato destinados para la ceba, y poder realizar los ajustes en el manejo de las diferentes categorías en cada etapa productiva dentro de una crianza bovina con propósito lechero.

Recomendaciones.

- A los productores del programa Bovino del CIPCA y a productores con similares condiciones climáticas y de manejo, transferir los resultados adquiridos en la investigación, con el uso de la hoja de cálculo en Excel diseñada en este proyecto, que le facilite la predicción del futuro comportamiento productivo para la ceba de los terneros con propósitos lecheros, y tomar acertadamente estrategias en el manejo y alimentación de los animales, para lograr una ceba en menor tiempo con buenos pesos finales.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álzate, J. (2020). Manejo de la cría y levante de ganado bovino puro en la hacienda Marsella. trabajo de grado para optar por el Titulo de Zootecnista. Corporación Universitaria Lasallista. Facultad De Ciencias Administrativas y Agropecuarias Zootecnia., Caldas. Antioquia.
2. Álvarez, S. 2018. Estudio sobre producción y valor nutritivo de pasturas dominadas por Ratana (Ischaemun indicum) y mejoradas mediante la introducción de gramíneas y leguminosas. Tesis Bach. Santa Clara, CR, ITCR. 83p.
3. Azzarini, M. (2012). "Efectos de la carga y suplementación con grano de sorgo en la producción de corderos pesados tipo SUL, de raza ideal, sobre pasturas sembradas".
4. Analuiza, A. 2004. Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de 10 hatos lecheros de Aloag, Aloasi, Machachi y Tambillo en la provincia de Pichincha. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. P 42
5. Ballent, M. (2002). Evaluación del desarrollo corporal en vaquillonas Holando argentino tipo neozelandés y cruzas con Jersey neozelandés en un sistema pastoril. X Congreso Latinoamericano de Buiatría. Paysandú. Uruguay, pp. 209-2 1 O
6. Benítez, A. (2015). Análisis de los sistemas productivos bovinos de los cantones orientales de la Provincia del Azuay. Tesis previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.
7. Bernal, J. (2012). Manual pastos y forrajes para Colombia 4a ed. Federación Antioqueña de Ganaderos de Antioquia (FADEGAN), pp, 273.
8. Brody, S. 1945. Bioenergetics and growth. Capítulo 15. Hafner, New York.
9. Bourdon, R., Brinks, J. (1987). Simulated efficiency of range beef production. I. Growth and milk production. J Anim Sci 65(4):943-955.
10. Cabrera. (2011). Manejo y uso de pastos y forrajes en ganadería tropical. pp, 50.
11. Castillo, E. (2018) El uso del pasto para la producción de carne. Suplementación con miel, urea y proteína verdadera para añojos alimentados con forraje de baja calidad. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 12:137

12. Catrileo. (2015). Decisiones de manejo en producción de carne bovina. Boletín Nº316. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación experimental Carillanca. Temuco. Chile.

13. Catrileo, A. (2014). Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX y X regiones. Temuco, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación experimental Carillanca, pp, 73-80.

14. Chilpe, M. (2017). Análisis de los sistemas productivos bovinos de los cantones orientales de la Provincia de Azuay. Tesis previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

15. Coaquira, B. (2016). Desempeño productivo de vacunos *Brow Swiss* en el altiplano peruano. Revista de Investigaciones Altoandinas, p, 13.17.

16. CORFO. (2018). Utilización de hibridismo en la producción de carne bovina. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago de Chile.

17. Cuichán, M., Julio, M., & Diego, O. (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*, *1*, 11.

18. Delgado, R. (2016). Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en condición corporal, alazada, ganancia diaria de peso, parámetros hematológicos y metabólicos con terneros de remplazo criados al pastoreo en la Hacienda Nero. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médica Veterinaria y Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

19. Demanet, R. (2011). Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo. Universidad de La Frontera. Valdivia, Chile, pp, 193.

20. Díaz, A. (1985). Proteína Metabolizable en la nutrición de bovinos para carne. En www. produccionbovina.com

21. ECOBONA. (2011). Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza, pollinaza y concentrado comercial. Tesis de grado, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

22. EMBRAPA. (2015). Obtenido de Nutrición de bovinos de corte: Fundamentos y aplicaciones.https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animallivro-em-baixa.pdf.

23. Estrada, J. (2010). Pastos y forrajes para el trópico Colombiano. Universidad de Caldas.

24. ESPAC. (2017). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales. Dirección de Comunicación Social. Págs.: 20.

25. FAO. (2011). Impacto del componente forestal en la macro fauna del suelo en sistema silvopastoril compuesto por dos especies de árboles asociadas con *Brachiaria decumbens*. Ciencias Forestales de Cuba, pp, 5.

26. FEDNA. (2013). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos.

27. Gadberry, S. (2012). "Part 4: Formulating rations". Beef cattle nutrition series. University of, p, 4.

28. García, J. (2007). El modelo de ganadería extensiva y la destrucción de bosques en la República de Panamá. pp, 174.

29. Garcia, R. (2014). Caracterización y perspectivas del maní forrajero *(Arachis pintoi)* en el llano Venezolano. Obtenido de http://www.maniforrajero\vb54p18.htm.

30. Garzón, A. (2016). Análisis de los sistemas productivos bovinos de los cantones orientales de la Provincia del Azuay. Tesis previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

31. Gerde, H. (2015). Sistema de engorde de novillos *Brahman x nelore* para el trópico húmedo con dos niveles de suplementación de *Gliricidia sepium*. Previa a la obtención del grado de Magíster en sistemas sostenibles de producción animal. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil.

32. Gompertz B. 1825. Sobre la naturaleza de la función expresiva de la ley de mortalidad humana y sobre un nuevo modelo para determinar las contingencias de la vida. Phil Trans. R. Soc. 115, 513–585. (10.1098 / rstl.1825.0026)

33. Haro, R. (2010). I Informe sobre recursos zoogeneticos. Ministerio de Agricultura (MAG): Quito-Ecuador.

34. Hidalgo, V. (2013). Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza; pollinaza y concentrado comercial. Tesis de grado, previo a la obtención del

título de Medica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

35. Holechek, J., Pieper, R., y Herbel, C. (2011). Range management, principles and practices. 6th edition. Prentice Hall, New Jersey. Págs.: 444.

36. IICA, I. (2009). Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza, pollinaza y concentrado comercial. Tesis de grado, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

37. INIA. (1997). Obtenido de Suplementación estratégica para el ganado de engorda: http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2989/1/15630291007152242.pd

38. INIA. (2019). Aplicabilidad de técnicas de volatilización controlada de mercurio en el Cerco Minero de Almadenejos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Obtenido de zootrop@inia.gov.ve

39. Johnson, C (2001) Efectos de la fertilización con nitrógeno y la fecha de cosecha sobre el rendimiento, la digestibilidad, la fibra y las fracciones de los pastos tropicales. Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía. Disponible en jas,fass.org/cgi/reprint/79/9/2439.pdf

40. Jones, R. (2014). The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from the results of grazing trails. Journal Agricultural Science, pp. 335- 342.

41. Lara, J. (2011). Aditivos para el mejoramiento del ensilaje forrajero. Trabajo presentado para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México.

42. León, R, Bonifaz, F., Gutiérrez, F. (2018) Pastos *y forrajes del* Ecuador. *Siembra* y producción de pasturas. Editorial Universitaria Abya-Yala, Quito- Ecuador. ISBN 978-9978-10-318-0. Universidad Politécnica Selesiana. 666 Pp

43. MAG. (2019). Sistema de información pública agropecuaria. Pastaza-Ecuador

44. Martínez, J. (2011). Curvas de crecimiento en terneros *Hereford, A. angus* y cruzas, desde el nacimiento hasta los seis meses de edad. Tesis presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de la República, Uruguay.

45. Martínez, F. (2015). Respuesta productiva y características de la canal y la carne de tres genotipos de ovinos de pelo suplementados con dos niveles de aceite de soya en la dieta.

Universidad Autónoma del estado de México. Págs.: 103.

46. Meehan, M., Sedivec, k., Printz, J. y Brummer, F. (2018). “Determinación de la capacidad de carga y las tasas de almacenamiento para el rango y el pasto en Dakota del Norte”. Dakota del Norte. Extending Knowledge Changing Lives. Págs.: 296.

47. Miguel, S. (2011). Evaluación de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre atributos productivos y de sustentabilidad en producción de leche, Informe Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

48. Morales, D. (2010). Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. in: Universidad Earth, Costa Rica. p, 14.

49. Mufarregue, D. (2019). Los Minerales en la Alimentación de Vacunos para Carne en la Argentina. Trabajo de divulgación técnica. EEA INTA Mercedes, Corrientes.

50. Muñoz, W. (2017). Suplementación estratégica a pastoreo en el trópico. Hacienda Santa Helena. Montería, Colombia: Nutryr S.A. del Caribe.

51. Murillo. (2012). Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

52. Nieto, C. Caicedo, V. (2012). El desarrollo rural de la región amazónica ecuatoriana, RAE, no se basará únicamente en producción agropecuaria: un análisis reflexivo que lo sustenta. INIAP: Quito-Ecuador. Págs.:148.

53. Olivares, A. (2017). Efecto de la presencia de sombra en el consumo de agua y ganancia de peso de ovinos en pastoreo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento Producción Animal, Santiago, Chile.

54. Olson, K. (2010). Búsqueda de alternativas para mejorar la producción bovina de carne de Magallanes. Informe Técnico. Centro Regional de Investigación Kampenaike, INIA. Punta Arenas, Chile.

55. Pearson, C. e Ison. (1994). Agronomía de los sistemas pastoriles. Capítulo 7 Manejo e interacciones animal – pastizal. Editorial hemisferio sur. Págs.: 110.

56. Pilaguano, E. (2014). Efecto de la levadura Saccharomyces cerevisiae en condición corporal, alzada, ganancia diaria de peso parámetros hematológicos y metabólicos con terneros de remplazo criados al pastoreo en la Hacienda Nero. Tesis de grado previa a

la obtención del título de Medica Veterinaria y Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

57. Pérez Infante, F. (2011). Ganadería eficiente. bases fundamentales. Marianao, Cuba: Proyecto Comunitario de Conservación de Alimentos.

58. Prescott, J. (2018). Crecimiento y desarrollo de bovinos, En: Manejo y enfermedades de bovinos. Edit. Acribia. Zaragoza. España.

59. Quinteros, R. y Marini, R. (2017) Evaluación productiva y reproductiva de cuatro genotipos lecheros en pastoreo libre en la amazonía ecuatoriana. Revista Veterinaria Vol. 28, Núm. 1 (2017

60. Ramírez, R. (2005). Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza; pollinaza y concentrado comercial. Tesis de grado, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

61. Ramónez, M. (2017). Caracterización morfométrica e índices zoométricos de los grupos raciales bovinos existentes en los cantones occidentales de la provincia del Azuay. Trabajo de titulación previa a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.

62. Ramos, F. (2010). Consultado el 22 de Junio de 20. Obtenido de :http://www.engormix.com/cultura-empresarialganadera/revista-ganadera- infortambo-andina-sh11605_pr27101.htm

63. Reyes, M. (2018). Efecto de diferentes niveles de urea en la amonificación de cascara de maní (Arachis hypogaea) Para Uso En La Alimentación De Rumiantes. *Universidad Nacional De Loja*. https://doi.org/10.1128/AAC.03728-14

64. Rivera, E. (2018). Eficiencia de la producción láctea de vacas Brow Swiss bajo el sistema de crianza semi.intensiva.

65. Romero, T. (2016). Evaluación del incremento de peso en bovinos mestizos con pollinaza y cerdaza como suplementación alimenticia en el cantón Marcabeli. Tesis previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Técnica de Machala, Machala.

66. Rodríguez, D., Erazo, J., y Narváez, C. (2019). Técnicas cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la ciudad de Cuenca

(Ecuador) Quantitative techniques of marketing research applied to meat consumption in Cuenca City. *Espacios*, 32, 20.

67. Rosa et al., (1978). La logística puede potenciar a la empresa. Harvard-Deusto Business Review, primer trimestre, 31-42.
68. Ruiz, M., Posada. R, Mariño, M. (2002). Curvas de crecimiento del ganado bovino en la sabana de Bogotá v valle de Tunja. Revista Universidad Nacional de Colombia. https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/67505.
69. SAGARPA. (2014). Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza, pollinaza y concentrado comercial. Tesis de grado, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador.
70. Sánchez, L. (2015). Maní forrajero perenne una alternativa para 22 Ganaderos y Agricultores. Boletín Técnico No. 219. Colombia.
71. Sánchez, A. 1998. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación FONAIAP. Estación Experimental del Estado de Falcón. Venezuela. (http://www.Ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm). Págs.: 7.
72. Senra. (2017). Características y Aspectos fundamentales del Pastoreo Racional Voisin y consideraciones relacionadas con su uso. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas.
73. SIAP. (2012). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consumo cárnico a nivel mundial.
74. Smith, T. (2011). Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza; pollinaza y concentrado comercial. Tesis de grado, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad Dde Cuenca, Cuenca. Ecuador.
75. Solórzano, V. (2015). Comparación de la implementación del sistema de pastoreo racional Voisin con el sistema extensivo clásico en un hato bovino lechero. MASKANA.
76. Vargas, J. Benítez, D. Torres, V. Ríos, S. Soria, S. Navarrete, H. Pardo, D. (2014). Tipificación de las fincas ganaderas de doble propósito en la provincia de Pastaza. Vol. 3 Núm. 3
77. Vargas, J. E. 2009. Desarrollo de un modelo de simulación para la producción de carne bovina. Tecnología en Marcha, 22(1), pp. 4-14.

78. Verde, L. (2015). Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. AAPA Prod. Animal, Hemif. Sur., 3:112-139.

79. Von Bertalanffy, L. (1957). Leyes cuantitativas en el metabolismo y el crecimiento. Revisión trimestral de biología, 3, 218.

80. Zanoniani, R. (2012). ”Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales”. CANGUE Nº 15, pp. 13-17.

81. Zaragoza, C. (2018). Apuntes sobre crecimiento y desarrollo animal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales. pp. 54-57

82. Zapata, C. (2018). Determinación de la consanguinidad y diversidad genética mediante el uso del pedigrí de la población bovina registrada en la Asociación Charolais de Morona Santiago. Universidad de las Américas.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de cálculo para predecir el desempeño productivo de ganancias de pesos en las diferentes etapas de desarrollo de un ternero mestizo lechero.

Peso posterior	45	1	45	0,433333333	
Peso UGM (Pm)	500	2	62,5751073	0,58583691	
Tiempo inicial	0	3	85,72112942	0,771534071	
Tiempo posterior	1	4	115,1744183	0,981776295	
Constante inicial (C)	0,06837607	5	151,0576602	1,196108065	
Constante de crecimiento (k)	0,36909746	6	192,5273866	1,382324213	
Función de pesos		7	237,6288445	1,503381931	
(Pm*C*exp(k*t))/(1 + C*exp(k*t))		8	283,5522608	1,530780541	
		9	327,280056	1,457593173	