

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS DE GANADERÍA DE
LECHE EN LA ETAPA DE CRIA**

LAURA ISABEL OSORIO GARZÓN

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN
2011**

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS DE GANADERÍA DE LECHE
EN LA ETAPA DE CRIA

LAURA ISABEL OSORIO GARZÓN

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería de diseño de producto

ASESORA

DANIELA GÓMEZ MONTOYA

INGENIERA DE DISEÑO DE PRODUCTO

ESPECIALISTA EN MERCADEO

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN

2011

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 14 de Octubre de 2011

A toda mi familia por su gran apoyo y colaboración incondicional durante
toda mi trayectoria estudiantil y especialmente en el
transcurso de mi pregrado.

Y especialmente a mi hijo quien es mi mayor motivación.

AGRADECIMIENTOS

En el lapso del desarrollo del proyecto, se contó con la colaboración de muchas personas, quienes con su paciencia, conocimientos y experiencias enriquecieron incalculablemente este trabajo de grado.

A la Dra. Adriana Pérez Roldán, médica veterinaria y zootecnista de la Universidad CES, por su incondicional ayuda en la etapa de investigación quien basada en su experiencia planteó la necesidad de implementar un sistema para mejorar la alimentación por crianza artificial de terneros.

A la asesora Daniela Gómez Montoya, Ingeniera de Diseño de Producto especializada en Mercadeo de la Universidad EAFIT, por su tiempo, conceptos, información e ideas para el desarrollo del proyecto.

A todos los veterinarios y trabajadores de algunas lecherías especializadas en el municipio de Entrerríos, Antioquia. Por su disponibilidad y aporte de conocimientos basados en la experiencia de la alimentación de terneros.

Finalmente, agradezco a mi familia por su incondicional apoyo y constante motivación para seguir adelante en la culminación de mis estudios.

CONTENIDO

LISTA DE IMÁGENES.....	8
LISTA DE GRÁFICOS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABLAS.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1.....	12
GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	12
1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Justificación	14
1.3 Objetivos	16
1.4 Alcance	17
1.5 Metodología	18
2.....	20
INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS.....	20
2.1 Investigación sobre los Sistemas actuales de alimentación para Terneras.....	21
2.2 Investigación sobre la Fisiología del rumiante	27
2.3 Estado del arte de productos existentes	33
2.4 Análisis del Problema	37
2.5 Análisis del usuario	38
2.6 Elaboración de Boards	42

2.7	Especificaciones de diseño de Productos (PDS)	44
3	48
DESARROLLO.....		48
3.1	Análisis Formal.....	49
3.2	Análisis Funcional	51
3.3	Generación de Alternativas de diseño.....	59
3.4	Matriz de evaluación de alternativas con criterios de evaluación.....	62
3.5	Selección del concepto final.....	65
3.6	Condiciones de Ingeniería	66
3.7	Elaboración de Modelación 3D del concepto final.....	72
3.8	Elaboración de Planos de Ingeniería.....	73
4	75
IMPLEMENTACION		75
4.1	Síntesis de Componentes.....	76
4.2	Análisis de ensamble.....	78
4.3	Análisis de materiales	80
4.4	Construcción del Modelo Funcional	82
4.5	Pruebas de producto	82
CONCLUSIONES		84
RECOMENDACIONES.....		86
BIBLIOGRAFÍA.....		88

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Métodos de Crianza en grupo.....	22
Imagen 2: Métodos de Crianza individual.....	23
Imagen 3: Sistemas de alimentación	24
Imagen 4: Mala higiene en los chupos de alimentación	
Imagen 5: Reflejo de succión	25
Imagen 6: Neumonía en la Ternera	26
Imagen 7: Diarrea en la Ternera	26
Imagen 8: Toma de Calostro durante los dos primeros días de nacido	30

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1: Ganadería: la locomotora del sector agropecuario.....	15
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz de productos existentes oportunidad de negocio (estado del arte)	14
Figura 2: Metodología de diseño.....	18
Figura 3: Factores de éxito en la crianza de terneras.....	21
Figura 4: Etapas en el desarrollo ruminal	27
Figura 5: Sistema digestivo del ternero	28
Figura 6: Programa de alimentación líquida para terneras lecheras	30
Figura 7: Matriz análisis de productos	36

Figura 8: Mapa mental del análisis del problema	37
Figura 9: Board tema visual.....	42
Figura 10: Board Emoción	43
Figura 11: Board Usabilidad	43
Figura 12: Board estilo de vida	44
Figura 13: Referente formal	50
Figura 14: Exploración formal	50
Figura 15: Carta de colores.....	51
Figura 16: Caja negra	52
Figura 17: Lluvia de ideas de funciones	53
Figura 18: Árbol de Funciones	54
Figura 19: Estructura funcional	56
Figura 20: Rutas factibles	59
Figura 21: Lluvia de ideas	60
Figura 22: Alternativa de diseño 1	60
Figura 23: Alternativa de diseño 2.....	61
Figura 24: Alternativa de diseño 3.....	61
Figura 25: Alternativa de diseño 4.....	62
Figura 26: Concepto final	65
Figura 27: Interacción con el usuario.....	66
Figura 28: Secuencia de uso del sistema de alimentación.....	68
Figura 29: Interacción con el usuario final	69
Figura 30: Modelación 3D del concepto final	73
Figura 31: Planos de ensamble.....	74
Figura 32: Planos de taller.....	74
Figura 33: Componentes y ensamble de estructura.....	78
Figura 34: Componentes y ensamble de flujo de alimentación de leche.....	79
Figura 35: Componentes y ensamble del flujo de alimentación con concentrado.....	80

Figura 36: Construcción de modelo funcional	82
Figura 37: Protocolo de pruebas	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Estado del arte de productos del mercado internacional	34
Tabla 2: Estado del arte de productos del mercado nacional.....	35
Tabla 3: Especificaciones de diseño de Productos (PDS) Preliminares.....	45
Tabla 4: Descripción de funciones	54
Tabla 5: Matriz morfológica	57
Tabla 6: Selección de componentes	58
Tabla 7: Descripción de criterios de evaluación	63
Tabla 8: Porcentaje importancia de criterios de evaluación.....	63
Tabla 9: Escala de valoración para cada criterio	64
Tabla 10: Matriz evaluación de alternativas	64
Tabla 11: Partes del sistema de alimentación.....	76
Tabla 12: Análisis de materiales	81

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Materiales

Anexo B: Investigación cualitativa

Anexo C: Desarrollo formal y conceptual del sistema de alimentación

Anexo D: Partes estándar del producto

Anexo E: Planos de ingeniería

Anexo F: Carta de procesos

Anexo G: Protocolo de pruebas

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado es realizado con el fin de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la formación académica como ingeniera de diseño de producto.

Partiendo de una necesidad detectada en el mercado del sector agropecuario, se da inicio al desarrollo de un sistema de alimentación para terneras en ganadería de leche especializada en la etapa inicial de su crianza, con el propósito de brindar una adecuada alimentación a los animales y por consiguiente evitar enfermedades ocasionadas por la forma actual de alimentación.

Para el desarrollo del sistema de alimentación se emplea una metodología de diseño, la cual se presenta en detalle en cuatro capítulos. El primero expone las generalidades del proyecto; un resumen de los antecedentes y justificación del problema detectado en la alimentación de las terneras en la etapa de cría, los objetivos generales y específicos del proyecto, el alcance y la metodología empleada para su desarrollo. El segundo capítulo comprende la investigación y análisis del problema de alimentación, del usuario principal y secundario, los sistemas de alimentación empleados actualmente y la industria de leche especializada, la fisiología del rumiante y los factores externos e internos que involucran las especificaciones y/o requerimientos finales del sistema. El tercer capítulo consta del desarrollo conceptual del sistema, entendido como el proceso de generación de conceptos en el cual comprende el análisis formal y funcional del producto a desarrollar, la generación y evaluación de alternativas de diseño, las condiciones de ingeniería y finalmente la modelación 3D de la alternativa final con sus respectivos planos de ingeniería. Y finalmente el cuarto y último capítulo comprende la fabricación del Modelo funcional a partir de los planos de Taller y las pruebas realizadas a este con el fin de comprobar el funcionamiento del producto y su resistencia a las condiciones de trabajo a las que se verá expuesto.

GENERALIDADES DEL PROYECTO

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Justificación
- 1.3 Objetivos
- 1.4 Alcance
- 1.5 Metodología

1.1 Antecedentes

La ganadería Bovina en Colombia se clasifica en ganadería de leche, ganadería de carne y ganadería de doble propósito. La ganadería de leche tiene como único fin la producción de leche, en la ganadería de carne el objetivo fundamental es la producción de carne mediante tres etapas las cuales son; la cría, el levante y la ceba y por último se encuentra la ganadería doble propósito la cual intenta ejercer ambas actividades sin estar enfocada específicamente en una de ellas.

La productividad de ambas actividades (producción y comercialización de leche y carne) depende en gran parte del cuidado y alimentación en la etapa de la crianza de los terneros, ya que si este representa un mal cuidado por ser criados en ambientes de malas condiciones y poca alimentación y supervisión por parte del encargado, puede conllevar a terneros enfermos y pérdidas financieras por efectos posteriores respecto a la productividad del mismo, ya que son las terneras recién nacidas las que representan una oportunidad de aumentar y mejorar la reproducción genética de los animales en la finca, y mejorar los ingresos económicos debido a la calidad y cantidad de alimentos (carne y leche) que puedan producir.

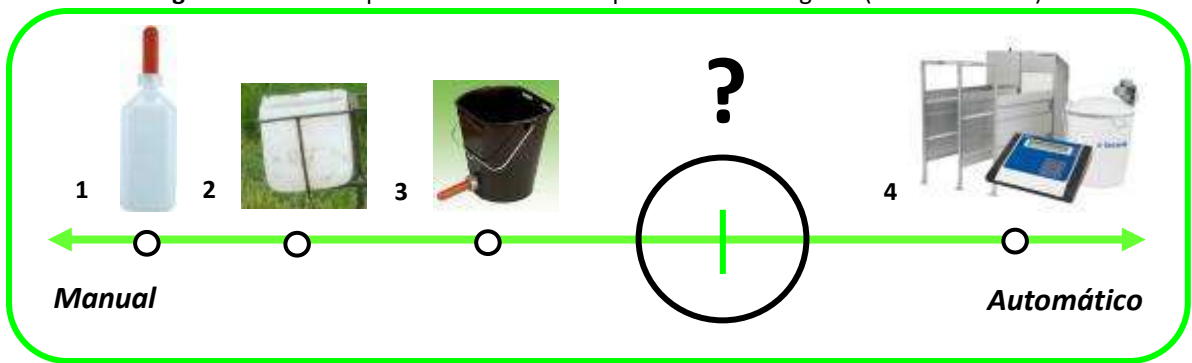
Y es en la ganadería de leche, en la que se puede evidenciar claramente este problema ya que es aquí donde la ternera es separada de su madre en los primeros días de nacida y el cuidado y alimentación de esta pasa a depender totalmente de una persona encargada; con el fin evitar el malgasto en la producción de la leche de la vaca y controlar mejor la calidad y cantidad de leche que deben ingerir las terneras para lograr una adecuada transformación en el sistema digestivo del animal.

Por lo tanto en el presente proyecto se hace énfasis en la industria de ganadería de leche especializada y se explicaran a continuación algunos de los factores más importantes y críticos en el cuidado y alimentación de las terneras que son hallados en la investigación.

1.2 Justificación

Partiendo de la necesidad detectada en los sistemas de alimentación de terneras en la etapa de cría, se procede a la investigación y análisis de los productos existentes en el mercado, para lo cual se puede apreciar en la figura 1 que existe un vacío muy grande entre los sistemas automáticos y los sistemas manuales, aspecto clave para el desarrollo del proyecto evidenciando en el punto intermedio una oportunidad de negocio, ya que los sistemas actuales son tan manuales y poco convenientes para el animal que les causan enfermedades y los sistemas automáticos no son viables por su difícil consecución ya que son productos que no se encuentran en el mercado nacional y su costo oscila entre US 2,000 y US 15,000.

Figura 1: Matriz de productos existentes oportunidad de negocio (estado del arte)



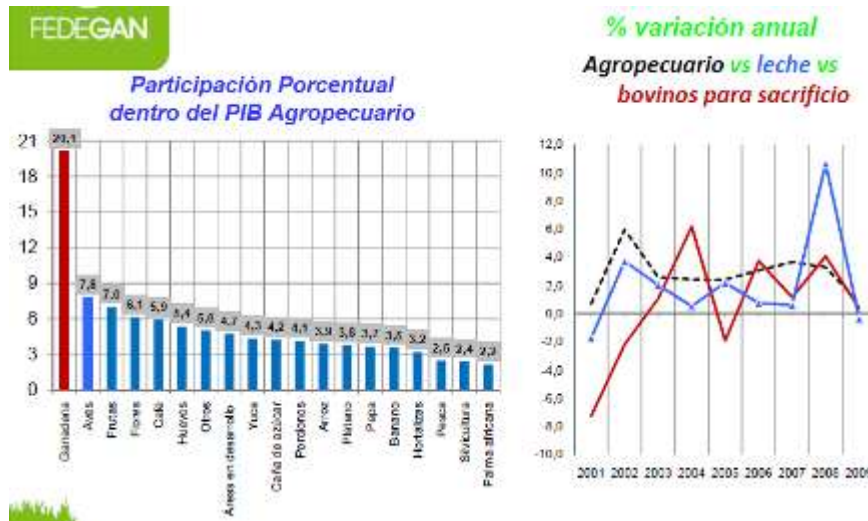
Fuente: 1 (Tienda del campo), 2 (Propia), 3 (Tienda del campo), 4 (Delaval)

El desarrollo del sistema también puede ser factible desde el punto de vista del crecimiento del mercado ya que la ganadería Bovina en Colombia es una de las actividades realizadas dentro del sector agropecuario, el cual es uno de los principales motores económicos del País, viéndose reflejado tanto en el impacto socio-cultural que este genera, como en el PIB nacional con un 8.5%, dentro del cual la ganadería participa con un 1.6 % del PIB nacional y con un 20% del PIB agropecuario. Según Fedegan¹, la orientación del hato nacional por actividad ganadera en el 2010, se ve representada en un 59% por la

¹ FEDEGAN. La Ganadería Colombiana y las Cadenas Láctea y Cárnica: Cifras de Referencia Plan Estratégico

producción de carne (comprende las etapas de cría, levante y ceba), un 35% al doble propósito (producción de carne y leche) y un 6% restante a la lechería especializada.

Grafico 1: Ganadería: la locomotora del sector agropecuario



Fuente: DANE-FEDEGAN, fecha de actualización 12 agosto 2010

Según Fedegan², El consumo promedio anual por habitante es de 145 litros, frente a la recomendación mundial de 170 litros por habitante año (OMS). No obstante, mientras: Los estratos altos de la población consumen 166 litros por habitante al año, los estratos de bajos ingresos consumen sólo 35 litros por habitante al año. Lo cual representa una proyección en la cual se debe aumentar la producción de leche para suplir esta necesidad de consumo de la población Colombiana y por ende se deben mejorar los sistemas actuales de alimentación para optimizar la capacidad productiva de las terneras en un futuro.

Por lo tanto este proyecto tiene como finalidad aprovechar esta oportunidad en el mercado, ya que el crecimiento de la actividad de producción lechera está aumentando

² FEDEGAN. Lo que usted necesita saber sobre la leche en Colombia. [Artículo en internet].

considerablemente y es por esto que es de gran utilidad desarrollar un sistema de alimentación para terneras en la etapa de cría que cumpla con la finalidad de alimentar de manera adecuada asemejando la forma natural, que no perjudique la salud del animal y que sea efectivamente rentable y eficaz para el trabajo del operario.

Este producto es visto como una idea de negocio, el cual abre camino para formar una empresa de productos para el mercado agropecuario, ya que adicional al crecimiento hay un gran gusto y pasión por este nicho de mercado lo cual refleja las ganas e interés en continuar diseñando, produciendo y comercializando más de estos productos.

1.3 **Objetivos**

1.3.1 **Objetivo general**

Desarrollar un sistema de alimentación para terneras en la etapa inicial de su crianza a partir de una metodología empleada para el desarrollo de productos, con el propósito de brindar una adecuada alimentación a los animales y por consiguiente evitar enfermedades ocasionadas por la forma actual de alimentación en la industria ganadera colombiana.

1.3.2 **Objetivos Específicos**

- **Investigar** la fisiología del rumiante y los sistemas actuales de alimentación para diagnosticar los problemas y enfermedades que padecen las terneras por adoptar una postura incorrecta en el momento de alimentarse, mediante una visita a campo a los hatos especializados en lechería.
- **Determinar** las especificaciones de diseño (PDS Product Design Specification), con base en la investigación realizada sobre los sistemas de alimentación

actuales y fisiología de las terneras, con el fin de determinar las necesidades y/o requerimientos respecto a estos.

- **Identificar** la función principal que debe desempeñar el producto y descomponerla en subfunciones con el fin de entender mejor el problema y realizar una búsqueda de componentes que desempeñen dichas subfunciones.
- **Elaborar** el diseño formal de un sistema de alimentación para terneras en base en las especificaciones de diseño (PDS) y matriz de componentes de la función principal, con el fin de brindar una adecuada alimentación a los animales.
- **Evaluar** las propuestas de diseño con respecto a las necesidades del usuario (especificaciones de diseño) por medio de una matriz de evaluación, en cual se comparan las debilidades y fortalezas de cada una de estas.
- **Fabricar** un modelo funcional en escala 1:1, a partir de los planos de taller y por medio de los recursos disponibles dentro de la Universidad Eafit, que permita realizar las pruebas de usuario para probar el desempeño del producto y verificar el cumplimiento de las especificaciones de diseño (PDS).

1.4 Alcance

El proyecto tiene como finalidad la entrega de los siguientes elementos:

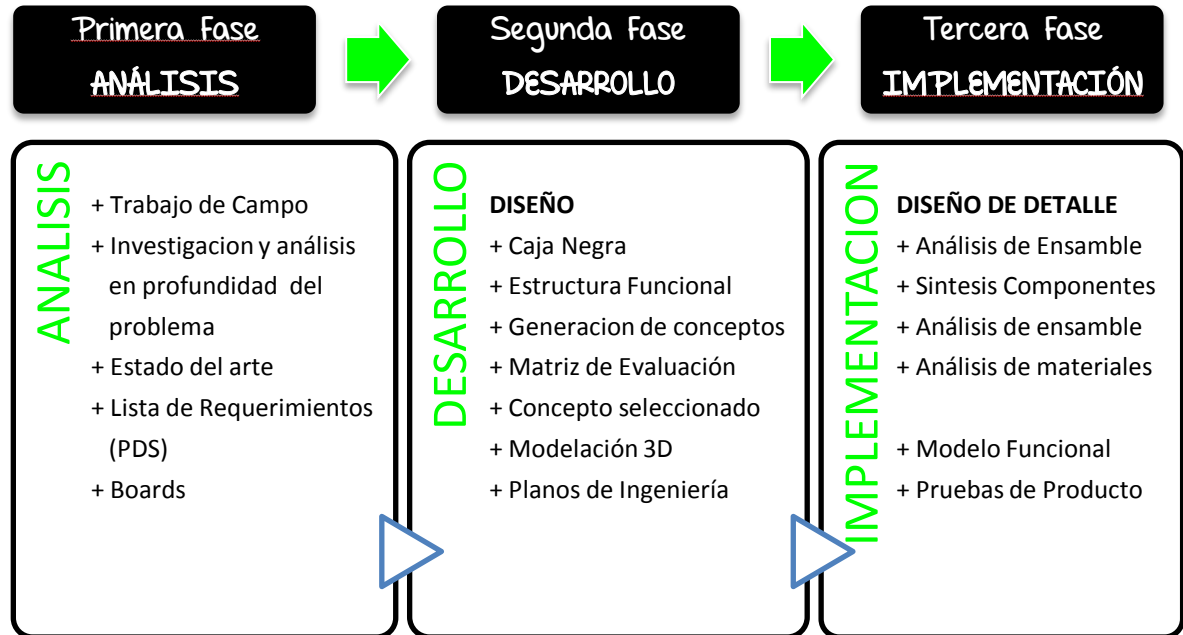
- Informe escrito que documente toda la investigación realizada para el desarrollo y proceso de diseño del proyecto.
- Una modelación 3D del diseño propuesto a partir de las especificaciones de diseño, con sus respectivos planos de taller.
- Un modelo funcional en escala 1:1 del sistema de alimentación para terneros.

15 Metodología

Para dar con el cumplimiento del objetivo propuesto, el desarrollo del proyecto se realiza bajo el seguimiento del proceso, métodos y herramientas propuestos por la asignatura PROYECTO 4 correspondiente al cuarto semestre de la carrera Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT.

A continuación en la figura 2 se encuentran descritas las tres fases del desarrollo del proceso con sus respectivos métodos y herramientas.

Figura 2: Metodología de diseño



Fuente: Metodología y Estructura de la asignatura Proyecto4, Departamento de Ingeniería de Diseño, Universidad EAFIT

ANÁLISIS esta fase inicia con todo el proceso de investigación y análisis de la información obtenida mediante un trabajo de campo realizado en fincas de producción lechera en el municipio de Entrerrios (Antioquia) zona dedicada a la producción de leche

especializada, con la ayuda de la Medica Veterinaria Zootecnista Adriana Pérez Roldan y por consulta en libros especializados en el tema.

Los temas abordados dentro de la investigación son **la fisiología digestiva del rumiante** (ternera) y **los sistemas actuales de alimentación** con el fin de identificar las necesidades de ambos y de esta manera poder interpretar las necesidades y establecer los requerimientos técnicos y especificaciones del producto, para crear una base sólida para el desarrollo del proyecto.

DESARROLLO esta fase considera todo el proceso de generación de conceptos, el cual parte una vez se haya comprendido el problema y se haya traducido en requerimientos y especificaciones. A partir de esto se establece la función principal que debe desempeñar el producto y se descompone en subfunciones con el fin de entender mejor el problema y realizar una búsqueda de componentes que desempeñen dichas subfunciones, de los cuales se combinan algunos de ellos para la generación de ideas que finalmente terminan en la conformación del producto.

Posteriormente se procede a evaluar las propuestas de diseño con respecto a las necesidades del usuario (especificaciones de diseño) por medio de una matriz de evaluación, en cual se comparan las debilidades y fortalezas de cada una de estas.

Se definen las rutas de ensamble del producto, materiales y procesos de manufactura tanto del modelo como del producto final.

Se realiza la modelación 3D del concepto final y sus respectivos planos de ingeniería utilizando para el efecto un software CAD/CAE como SolidWorks.

IMPLEMENTACION en esta fase se procede a la fabricación del Modelo funcional a partir de los planos de Taller, con el fin de comprobar el funcionamiento del producto y su resistencia a las condiciones de trabajo a las que se verá expuesto y comprobar la ergonomía y aspectos formales del producto, por medio de una observación de la interacción entre el usuario (ternera) y el producto.

2

INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS

- 2.1 Sistemas actuales de alimentación para Terneras
- 2.2 Fisiología del rumiante
- 2.3 Estado del arte de productos existentes
- 2.4 Análisis del problema
- 2.5 Análisis del usuario
- 2.6 Boards
- 2.7 Especificaciones de diseño de producto

2.1 Investigación sobre los Sistemas actuales de alimentación para Terneras

La crianza es la etapa más importante y definitoria para el desarrollo de la ternera y su éxito depende de algunos factores como:

- Humano: figura clave en el proceso del cuidado y alimentación de la ternera
- Ternera: ingreso a la crianza en las mejores condiciones
- Manejo: constancia y estabilidad en la rutina diaria de alimentación
- Sanidad: métodos de alimentación adecuados y métodos preventivos. Los recipientes en los cuales se preparan y/o almacenan y finalmente alimentan deben mantenerse muy limpios.
- Ambiente: tener presente la influencia de factores climáticos e higiénicos.
- Alimento: utilizar el de mejor calidad y en las mejores condiciones.

Figura 3: Factores de éxito en la crianza de terneras



Fuente: ACA, División nutricional animal. Capacitación para encargados de crianza de terneros. 3p.

Existen dos tipos de crianza, las cuales consisten en:

Crianza en grupo en la cual todas las terneras son agrupadas en un mismo espacio (hato o potrero) lo cual permite que estas puedan movilizarse libremente y tengan su

comportamiento natural de dominancia y selección. Y a su vez se logra un ahorro de tiempo en el suministro de alimento por parte de la persona encargada. Al mismo tiempo se presentan algunas desventajas ya que el cuidado del animal no se puede realizar de manera personalizada y existe un mayor riesgo en el contagio de enfermedades.

En la imagen 1 se ilustran los métodos empleados en este tipo de crianza que son: Al aire libre (1) o por estabulación (2).

Imagen 1: Métodos de Crianza en grupo



Fuente: Composición leche-RAZAS- terneras 2006 (presentación clase Producción Ganado de Leche, Universidad CES)

Crianza individual uno de sus principales beneficios son la del cuidado del animal permitiendo un control y seguimiento individual del consumo de alimentos, de su crecimiento, peso y enfermedades. Y al mismo tiempo evita el contagio de enfermedades y que las terneras se chupen las tetillas entre sí.

Entre sus desventajas se encuentran que no se puede garantizar un correcto suministro de agua a voluntad, heno y concentrado que son esenciales para el desarrollo de un rumiante ya que el operario no cuenta con el tiempo suficiente para realizarlo constantemente, el mal suministro de la leche por los sistemas de alimentación empleados y malas

condiciones medioambientales, y por la poca movilidad e interacción que tienen con las demás terneras.

En la imagen 2 se ilustran los métodos empleados en este tipo de crianza que son: Balde estaca (1), corral o jaula (2) y estabulación (3).

Imagen 2: Métodos de Crianza individual



Fuente: propia y Composición leche-RAZAS- terneras 2006 (presentación clase Producción Ganado de Leche, Universidad CES)

Dentro de los métodos de crianza vistos anteriormente, es el de Balde estaca (imagen 2, ilustración 1) uno de los más utilizados por su bajo costo, tanto por el sistema de alimentación empleado como por las instalaciones requeridas.

Las instalaciones o el entorno desempeñan un papel importante en los métodos de crianza ya que la salud de la terneras dependen en gran parte de los factores medio ambientales, tales como: “un espacio mal ventilado donde los gases y microorganismos se acumulan, una alta humedad relativa combinada con una temperatura medio ambiental baja (aire frío y húmedo) y en un menor grado una baja humedad relativa combinada con una alta temperatura (aire caliente y seco)”³ y de los factores de predisposición, tales como: la concentración de gases provenientes del estiércol.

³ WATTIAUX, Michel A. NEUMONIA. En: WATTIAUX, Michel A. Esenciales Lecheras: Crianza de terneras y novillas. Instituto Babcock: Universidad de Wisconsin-Madison. 127 p.

En ambos métodos de crianza se puede evidenciar que se utilizan los mismos sistemas de alimentación, los cuales son: Alimentadores automáticos, balde con chupo o balde sin chupo.

Imagen 3: Sistemas de alimentación



Fuente: 1(Delaval), 2(Enasco), 3(Propia)

(1) Alimentador Automático es un sistema que suministra el alimento (leche y concentrado) hasta de 20 terneras en el día.

Almacena, agita, calienta y proporciona leche para cada una de las terneras en varias tomas en el día según la programación que sea indicada en el computador. Igualmente almacena y dosifica la cantidad de concentrado indicado según el número de veces en el día para cada una.

Mejora significativamente la salud del animal por la forma e instrumentos utilizados para el suministro de alimento y reduce el trabajo del operario. Sin embargo no es viable por la imposibilidad de adquirirlo por su alto costo.

(2) Balde con chupo suministra el alimento con menor potencia y cantidad, lo cual ve obligada a la ternera a beber lentamente, reduciendo de esta manera la incidencia de diarrea y otros trastornos digestivos. Sin embargo, si no se mantiene una higiene estricta en este, los residuos almacenados producen gérmenes y bacterias contraproducentes para la salud del animal, tal como se ve en la imagen 4.

Y por otra parte este no debe de ser utilizado en la crianza en grupos, ya que si la ternera no tiene consumos periódicos de alimentación, no tiene como saciar el reflejo de succión (ver imagen 5), lo cual finalmente busca saciarlo ya sea en el balde o en las tetillas de las demás terneras, lo cual puede ser contraproducente para el desarrollo de las mismas.

Imagen 4: Mala higiene en los chupos de alimentación



Fuente: *Composición leche-RAZAS- terneras 2006 (presentación clase Producción Ganado de Leche, Universidad CES)*

Imagen 5: Reflejo de succión



Fuente: *propia, finca el CEPO, Enterrios (Antioquia)*

(3) Balde no permite que las terneras tomen la leche de una manera adecuada, ya que por la posición adoptada no es posible que se forme la gotera esofágica la cual permite el paso de la leche al abomaso, lo cual representa un riesgo para su salud, ya que por esto se presentan enfermedades como lo muestran las imágenes 6 y 7.

La Neumonía es una inflamación de los pulmones, que se produce por estrés (en traslados), por mal adecuación de instalaciones (humedades y gases) y por la forma en que son alimentadas. Este último factor es uno de los más incidentes y ocurre cuando el animal introduce la cabeza completamente en el balde para alimentarse, la leche que succiona se va por la nariz y por consiguiente a los pulmones.

Algunos de los síntomas que presentan son: Moco nasal, tos seca, temperatura rectal mayor a 41 °C (normal = 38.6°C), dificultad para respirar y diarrea.

Imagen 6: Neumonía en la Ternera



Fuente: propia, finca el CEPO, Entrerrios (Antioquia)

Una de las causas por las que se puede producir la diarrea es la mala posición en la toma de leche sumado a la inadecuada temperatura de la misma lo cual no permite que se forme la gotera esofágica, además por el suministro de leche de mala calidad y/o por la sobrealimentación. Siendo esta una de las causas de muerte más común en las terneras.

Algunos de los síntomas pueden ser: pérdida del apetito, heces aguadas, signos de deshidratación (ojos unidos, pelo áspero, piel inelástica, etc.), extremidades frías, debilidad y/o incapacidad para sostener su propio peso corporal.

Imagen 7: Diarrea en la Ternera



Fuente: propia, finca el CEPO, Entrerrios (Antioquia)

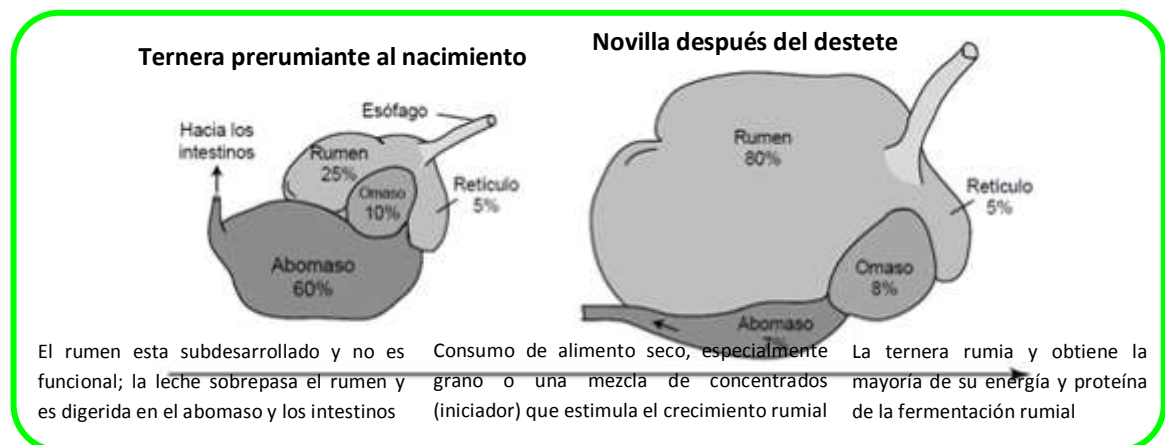
Ambas enfermedades pueden retardar el desarrollo de la ternera por la pérdida de peso y de crecimiento, y en algunas ocasiones estas pueden conllevar a la muerte de la ternera o en su futuro a una baja producción de leche.

Para entender mejor como se producen dichas enfermedades es necesario comprender la fisiología digestiva del rumiante, la cual explica la forma adecuada en la que se debe alimentar la ternera, para prevenir dichas enfermedades.

2.2 Investigación sobre la Fisiología del rumiante

La **cría** es sin duda alguna una de las etapas más importantes en el desarrollo y transformación del sistema digestivo del prerumiante a rumiante.

Figura 4: Etapas en el desarrollo ruminal



Fuente: Crianza de terneras del nacimiento al destete. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison

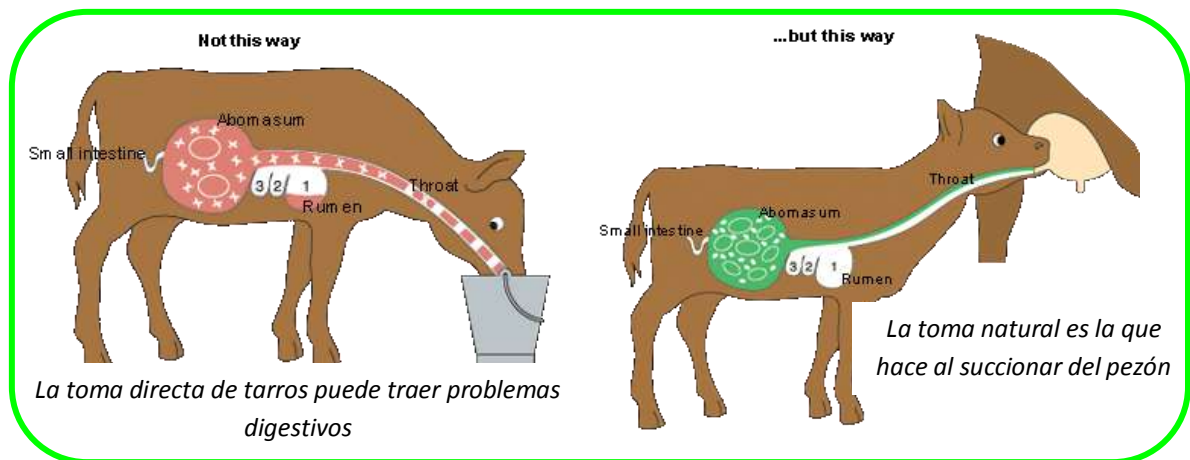
El sistema digestivo de una ternera no está totalmente desarrollado en el momento de su nacimiento, por lo cual este debe asemejar un drástico desarrollo durante los primeros meses de vida.

Este se compone de cuatro estómagos; el rumen, el retículo, el omaso y el abomaso.

El abomaso es el principal estómago en la ternera puesto que es el único que a su edad puede contribuir a la correcta digestión de la leche por los ácidos y enzimas producidas en este.

Es de gran importancia un adecuado suministro de la leche en la ternera por medio de chupos que semejen la alimentación de forma natural (como la vaca) tal como lo muestra la figura 5, ya que la ternera debe tener una postura del cuello adecuada para que se presente lo que técnicamente se conoce como gotera esofágica la cual consiste en la formación de un canal (estructura anatómica) que comunica el esófago con el estómago verdadero o abomaso, en la cual si se produce alguna alteración en el cierre de la gotera se podría ocasionar que la leche entrara al rumen generando una fermentación de está produciendo enfermedades digestivas como la diarrea, y retrasos en el desarrollo de dicho estómago el cual es de gran importancia en el animal adulto, siendo este el principal estómago puesto que es el que fermenta y degrada el pasto para captar los nutrientes necesarios.

Figura 5: Sistema digestivo del ternero



Fuente: Delaval (El sistema digestivo del ternero)

“La leche debe, si es posible ser suministrada por un pezón artificial, para que esta sea consumida lentamente y más saliva sea producida que succionando directamente del

balde. Además, el reflejo de deglución de la garganta se vuelve más fuerte, asegurando que la leche entre al abomaso y no al rumen el cual está todavía en desarrollo.”⁴

No existe un Angulo único que indique o especifique cual es la correcta posición que debe tener la cabeza en el momento de succión según el método natural, ya que este puede variar según la conformación del animal (estatura y tamaño de las ubres) pero si es claro que debe ser con una inclinación mayor a 10 grados, tal como lo indica la figura 5.

2.2.1 Alimentación líquida

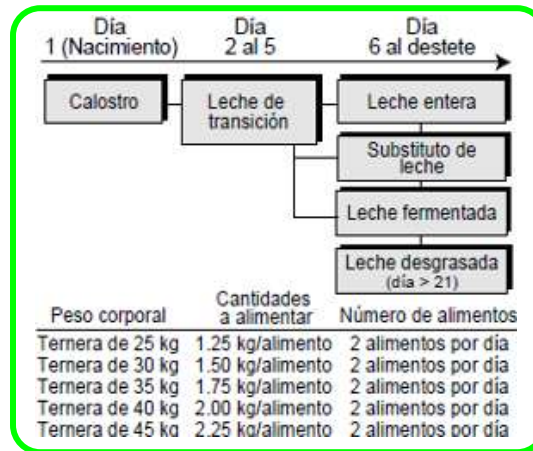
Dentro los tres primeros días de nacida y después de haber consumido el calostro, la ternera es separada de su madre y comienza una crianza artificial, la cual consiste en alimentar a la ternera por algunos métodos, ya sea con sustitutos lácteos o con leche entera, y al mismo tiempo suministrar heno, concentrado y agua. Este método de crianza es utilizado con el fin de tener un mayor control del alimento y cuidado del animal, y por ende criarlas sanamente.

La alimentación líquida se basa en agua a voluntad, calostro y/o leche de transición y leche entera o en su defecto sustitutos lácteos (lactoreemplazador). La leche fermentada y la desgrasada han sido documentadas pero no son utilizadas en los sistemas de crianza en Colombia.

El siguiente esquema de la figura 6 sugiere una dieta de alimentación para las terneras en la etapa de crianza.

⁴ Delaval. Manejo eficiente de los terneros: el sistema digestivo de los terneros. [artículo de Internet]. http://www.delaval.com.co/Dairy_Knowledge/EfficientCalfMgmt/default.htm [Consulta: 23 septiembre de 2010]

Figura 6: Programa de alimentación líquida para terneras lecheras



Fuente: Crianza de terneras del nacimiento al destete. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison

El **periodo de Calostro y leche de transición** es aquel en donde ocurre el primer paso importante en la alimentación, ya que es aquí donde la ternera recién nacida debe consumir (ver imagen 8) durante los tres o cinco primeros días un alimento especial que produce la vaca después del parto, el cual contiene “todos los nutrientes que la cría necesita, también es rico en defensas (anticuerpos y gamaglobulinas), de las cuales dependerá la sobrevivencia del animal durante los primeros tres meses de vida”⁵.

Imagen 8: Toma de Calostro durante los dos primeros días de nacido



Fuente: Composición leche-RAZAS- terneras 2006 (presentación clase Producción Ganado de Leche, Universidad CES)

⁵ Colombia. Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Manual Práctico del Ganadero. 5 p.

La **leche entera** es aquella que presenta el mayor contenido en grasa láctea, con un mínimo de 3,2 gramos por 100 gramos de producto. Tanto su valor calórico como su porcentaje de colesterol son más elevados con respecto a la leche semidesnatada o desnatada

La **leche desgrasada** es aquella a la cual le remueven (sacan) la grasa, disminuyéndole vitaminas y energía, por lo que se recomienda administrar solo cuando la dieta de las terneras contenga otro tipo de alimento en altas cantidades.

En el suministro de leche hay tres aspectos fundamentales; la temperatura, la cantidad y la frecuencia, siendo aún más importante la regularidad de estos.

- La **cantidad** de leche que se debe suministrar en un día es correspondiente a 1Kg por cada 10 a 12 Kg del peso corporal del animal, es decir de un 8 a 10 % del peso.
- La **frecuencia** de alimentación generalmente es de dos tomas iguales en el día, y a una misma hora para regular y acostumbrar al organismo del animal. Sin embargo esta puede variar según el sistema de alimentación utilizado y dieta programada en cada hato, teniendo en cuenta que la rutina de dicha alimentación sea constante en hora y cantidad de suministro.
- La leche se debe administrar a una **temperatura** corporal entre 25 y 30°C, no en menor rango ya que puede causar problemas digestivos en el animal.

La leche no reemplaza el **agua**, por esto es de gran importancia suministrar agua desde los primeros días de vida ya que esta es parte fundamental del desarrollo ruminal de la ternera, además condiciona el consumo de concentrado por lo que a mayor consumo de concentrado mayor necesidad de agua debe ingerir la ternera. A diferencia de la leche, para el consumo de agua no es necesario que se active el cierre de la gotera esofágica, debido a que los microorganismos que se encuentran en el rumen requieren de un medio líquido para lograr su formación y desarrollo.

2.2.2 Alimentación sólida

La alimentación sólida se basa en pasto y concentrado.

Sobre el consumo de **pasto** se encuentran diversas opiniones; hay quienes consideran que el consumo de este debe ser restringido en los primeros meses de vida, ya que la ternera no ha desarrollado el rumen y por consiguiente no tiene la capacidad de fermentar el forraje que ha consumido, por otro lado hay quienes creen de gran importancia el suministro de heno desde los primeros días de vida de la ternera considerando que este ayuda a fortalecer las paredes musculares del rumen, en el otro extremo hay quienes consideran de gran importancia el suministro de pasto fresco y heno desde los primeros días de vida creyendo en la importancia del contacto del animal con su entorno real para adquirir las defensas necesarias para adaptarse a las condiciones ambientales que lo rodean.

El **concentrado** es uno de los facilitadores para el desarrollo de las papilas ruminales, las cuales cumplen un papel fundamental en la absorción de nutrientes en el animal adulto. Es una mezcla de diferentes ingredientes, como lo son; cereales, semillas y vegetales que proporcionaran a la ternera los requerimientos de energía, proteína y grasa suficiente para su desarrollo siendo esta etapa la que marcará la diferencia en el crecimiento y desarrollo del animal.

Existen diferentes clases de concentrados en el mercado nacional, compuestos de una mezcla de ingredientes que varían según la empresa que lo produzca.

Se pueden encontrar en diferentes presentaciones, como lo son; harina, peletizado y extruido. Siendo este último el más adecuado para el animal por su alta digestibilidad.

La ternera debe tener concentrado a voluntad desde los primeros días de vida, se estima que en su primer mes de vida consume alrededor de 500 gramos diarios de concentrado y puede ser apta para destetar cuando este consumiéndolo entre 800 y 1000 gramos diarios.

2.3 Estado del arte de productos existentes

Durante la fase de investigación se realiza una búsqueda de productos que desempeñen la función de suministrar alimentos a las terneras en la etapa de cría existentes en el mercado nacional e internacional; de la cual se analiza de cada uno sus principales características en cuanto a forma, tamaño, funcionamiento, nacionalidad, disponibilidad en el mercado; con el fin de identificar las ventajas y desventajas que se destacan de cada uno de estos productos para desarrollar un producto que nos permita integrar los aspectos positivos y a su vez mejore los aspectos negativos encontrados en la investigación.

La investigación comienza a partir de la asesoría brindada por parte de la médica veterinaria zootecnista Adriana Pérez, con experiencia en trabajo de lecherías a nivel internacional en el país New Zeland y a nivel nacional en el departamento de Antioquia, la cual identifico algunos de los productos existentes en el mercado.

Con base en esta información se procede a la búsqueda en Internet de los productos fabricados y comercializados a nivel internacional como son alimentadores semiautomáticos y automáticos, y a nivel nacional se realiza una investigación de campo en la cual se visitan las principales tiendas especialistas en Agro en la ciudad de Medellín como son Tierragro, Colanta Agro y Mas Finca en los cuales solo se comercializan alimentadores manuales como baldes y teteros.



Finalmente se realizó un trabajo de campo en los municipios de Entrerrios y San Pedro en almacenes de productos agrícolas Colanta Agro y Delaval en los cuales se encontraron tanto los productos automáticos como los manuales.

A continuación se ilustra en la tabla 1 y 2 los productos existentes en el mercado internacional y nacional, con sus respectivas características, lugar de fabricación y comercialización.

2.3.1 Productos del mercado internacional

Tabla 1: Estado del arte de productos del mercado internacional

PRODUCTO	CARACTERISITICAS	FABRICACION
<p>Alimentador CF150</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Estación de alimento computarizado. - Tres modelos diferentes para escoger según la capacidad de almacenamiento y número de terneras para alimentar. - Procesador con parámetros predeterminados para darle a cada ternera la cantidad de alimento requerida. - Almacena, agita, calienta y dosifica leche para cada ternera varias veces en el día. - Almacena y dosifica concentrado para cada ternera varias veces en el día. - Raciones exactas de leche y alimento. - Plan de alimentación de leche y concentrado. 	<p>Delaval Suecia</p>
<p>Mobile modular Feeder</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentador de leche móvil con capacidad de almacenamiento de 450 ó 800 litros. - Tanque de almacenamiento para dosificación manual de leche requerida según el número de terneras. - Fabricados con Polietileno resistentes a las condiciones medioambientales. - Formas redondeadas por seguridad y facilidad en la limpieza. 	<p>Stallion Plastics New Zealand</p>
<p>Milk Maid 3 teat (MM3)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentadores de leche por medio de chupos. - Nueve modelos diferentes para escoger según la capacidad de almacenamiento y número de terneras para alimentar. - Capacidad mínima de 2 litros. - Soportes ajustables de acero galvanizado de diferentes alturas. - Fabricados con Polietileno resistentes a las condiciones medioambientales. - Formas redondeadas por seguridad y facilidad en la limpieza. 	<p>Stallion Plastics New Zealand</p>
<p>Comedero automático terneros de cría</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema compuesto por dos módulos independientes: uno encargado de la leche y el otro de los sólidos. - En conjunto pueden abastecer a 40 terneros. - El sistema realiza la alimentación de terneros en forma automática. Solo se necesita la recarga del alimento en las tolvas y en el tanque de leche. - Identificación del animal. - Dosificación de leche y de alimentos sólidos. 	<p>Campo Automático Argentina</p>



<p>Calf Nursing Bottle and Holder Set</p> 	<p>Botella de plástico con boquilla y soporte de montaje para la botella. Capacidad para 2 cuartos de galón.</p>	<p>Nasco's Fort Atkinson, Wisconsin EEUU</p>
<p>Feed Pails</p> 	<p>Cubos de alimentación (cada 10-1/4 "de diámetro. x 8-3/4"de alto) encajan perfectamente en el soporte de doble cubeta (20-3/4 "de largo x 11" W x 7-3/4 "de alto). Capacidad de 10 lt.</p>	<p>Nasco's Fort Atkinson, Wisconsin EEUU</p>

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Productos del mercado nacional

Tabla 2: Estado del arte de productos del mercado nacional

PRODUCTO	CARACTERISITICAS	FABRICACION	COMERCIALIZACION
<p>Biberón para terneros</p> 	<p>Biberón con chupo. Capacidad para 2 lt.</p>	<p>LHAURA Bogotá –Col.</p>	<p>TIERRAGRO</p>
<p>Balde Nodriza</p> 	<p>Balde con chupo Capacidad para 12lt.</p>	<p>LHAURA Bogotá –Col.</p>	<p>COLANTA AGRO TIERRAGRO MAS FINCA</p>
<p>Alimentador CF150</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Estación de alimento computarizado. - Tres modelos según la capacidad de almacenamiento y número de terneras. - Raciones exactas de leche y alimento. - Plan de alimentación de leche y concentrado. 	<p>DELAVAL Suecia</p>	<p>DELAVAL CONAGRO</p>
<p>Alimentador individual</p>	<p>Alimentador individual - Capacidad para 3 litros.</p>	<p>MILK BAR TM. New Zealand</p>	<p>DELAVAL CONAGRO</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Portátil, con ganchos para ser colgado fácilmente. 		
Alimentador grupal 	Alimentador grupal. <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para 10 litros o más. - 5, 10 y hasta 15 chupos. - Portátil, con ganchos para ser colgado fácilmente. 	MILK BAR TM. New Zealand	DELAVAL CONAGRO

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Matriz análisis de productos existentes en el mercado

Luego de la investigación de los diferentes tipos de productos para la alimentación de terneras, manuales y automáticos existentes en el mercado nacional e internacional, se procede a realizar un análisis ilustrado en la figura 7 en el cual se identifican ventajas y desventajas con el fin de tener una idea clara de lo que ofrece actualmente el mercado.

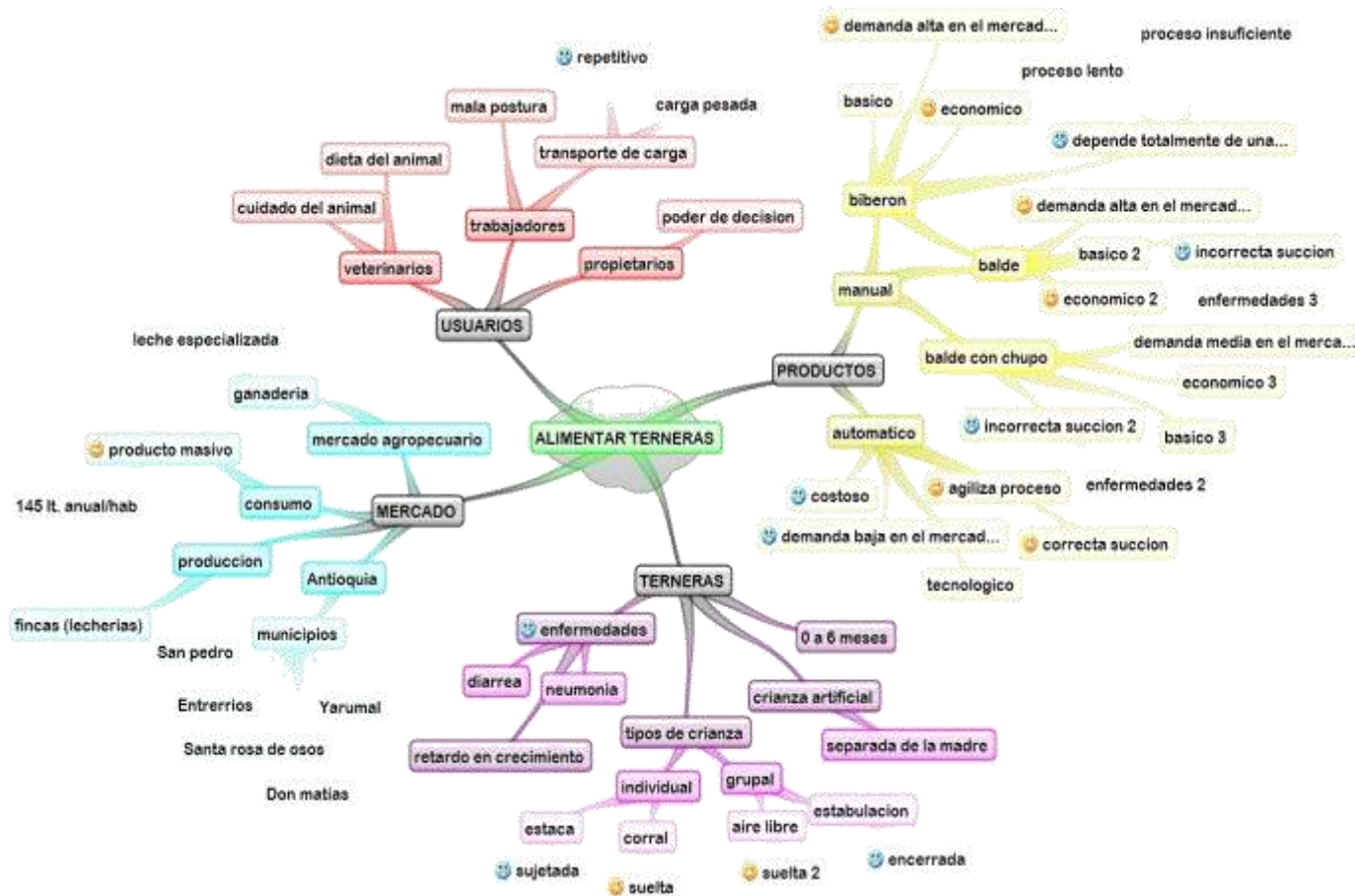
Figura 7: Matriz análisis de productos



Fuente: Elaboración propia.

2.4 Análisis del Problema

Figura 8: Mapa mental del análisis del problema



Fuente: Elaboración Propia

En la etapa de investigación y análisis del problema se realizó una investigación cualitativa (ver anexo B) en el municipio de Entrerrios (Antioquia), que involucra directamente al usuario principal y secundario con el fin de indagar sobre las actividades realizadas, necesidades y requerimientos que presentan para proporcionar una adecuada alimentación a las terneras y por ende conocer los hábitos de alimentación de las terneras: tipos de alimentos, frecuencia de alimentación, cantidad de alimento, métodos de alimentación, y factores de salud e higiene.

A partir de esta investigación de campo se identificaron cuatro agentes principales determinantes en el proceso de alimentación en la crianza artificial de terneros, los cuales son: los terneros a alimentar, el usuario, el mercado y el producto.

En el caso de las terneras se identifican los siguientes factores de importancia: edad, tipo de crianza y enfermedades. Se identifican tres (3) tipos de usuario: usuario principal (trabajador), usuario secundario (veterinario, administrador y propietario de finca) y por último el usuario final (ternera). En el mercado se identifican los siguientes factores: sector del mercado, tipo de producción, clase de consumo y ubicación geográfica. Finalmente, para el producto se identifica dos clases: manual y automático.

2.5 Análisis del usuario

El sistema de alimentación en desarrollo busca beneficiar a dos tipos de usuarios: el **principal** como la persona encargada del sostenimiento de las fincas especializadas en leche y que dentro de sus actividades principales este el cuidado de las animales, tales como; el ordeño, el pastoreo y la alimentación de vacas y terneras; y el **secundario** son aquellas personas responsables de la toma de decisión en la compra de equipos y suministros necesarios para la ejecución y control de todas las actividades desarrolladas en la finca y encargados del cuidado de los animales de las fincas especializadas en leche;

como pueden ser propietarios de fincas especializadas en leche, Médicos veterinarios y/o personal administrativo.

2.5.1 Usuario Principal

Son trabajadores de lecherías que viven en la finca en la cual trabajan o en fincas de la región y trabajan por horas.

Son personas muy sencillas, amables y concisas con sus respuestas. Se limitan a responder solo lo que se les preguntaba sin dar respuestas muy extensas.

Las actividades que realizan con mayor frecuencia son el ordeño y el cuidado de las terneras. Algunos de ellos también realizan actividades referentes al cuidado de la tierra para los animales; como lo son, abonar, regar, fumigar y hacer zanjas.

Los entrevistados que se encargan del cuidado de las terneras de la finca en que trabajan suelen criar una gran cantidad de terneras al mes alrededor de 10 a 30, ya que por lo visto trabajan en lecherías grandes. Mientras que los trabajadores que crían sus propias terneras, suelen tener de 2 a 4 en el año.

Todas las personas entrevistadas conocen el tetero y el balde como instrumento para alimentar las terneras, pocos conocen adicionalmente el balde con chupos y solo uno de ellos conoce el alimentador automático.

La mayoría de ellos utiliza el balde como instrumento para alimentar, ya que este les parece más fácil y rápido, de tal modo que no tienen que emplear mucho tiempo en dicha



actividad. Sin embargo reconocen que es mejor el tetero o balde con chupo pero no lo utilizan porque con este las terneras se demoran más para alimentarse.

Las necesidades y requerimientos detectados para este público objetivo respecto a los instrumentos y proceso de alimentación de terneras, son: facilidad y rapidez.

2.5.2 Usuario Secundario

De las personas entrevistadas dos de ellos son veterinarios que prestan asistencias médicas en diferentes fincas, dos son propietarios y administradores de sus fincas y una es veterinaria y administradora de una finca.

Son personas que tienen a cargo una persona (trabajador) destinado para realizar esta actividad; por lo general se encarga de la limpieza de los instrumentos, de recoger la leche destinada para las terneras, y suministrarlas en los instrumentos, de llevar las terneras (si es el caso) hasta el sitio de alimentación, de suministrar concentrado y después agua.



Atienden la crianza de terneras dentro de los primeros cuatro meses de edad y recomiendan suministrar leche de ordeño caliente, concentrado, agua, heno y pasto fresco.

La cantidad recomendada no varía mucho, recomiendan suministrar de 2 a 2 ½ de leche y de 500 gramos a 1 kilogramo de concentrado, después de esto suministrar agua y dejarlas en potrero para que se alimenten de pasto fresco.

Todas las personas entrevistadas conocen el balde como instrumento para alimentar las terneras. La mayoría de ellos también menciona el balde con chupos y solo dos de ellos menciona el alimentador automático. Todos utilizan el balde; cuatro de ellos lo utilizan porque es más práctico, económico y fácil de asear. Y solo uno de ellos lo utiliza por descarte ya que no tiene más cupos para alimentarlas con el instrumento automático.



Los **beneficios** que encuentran en el balde son la facilidad, comodidad, economía, el suministro exacto de alimento y ahorro del tiempo en las labores del día de la persona encargada de esta actividad; y los **inconvenientes** que ven en el balde son las enfermedades constantes como diarreas y pulmonías.

2.5.3 Usuario final

Las terneras que son destinadas para la producción de leche son destetadas de su madre desde su nacimiento después de haber consumido el calostro necesario, para adoptar una crianza artificial por medio de alimentadores manuales o automáticos.

Son las terneras las que se benefician en última instancia del sistema de alimentación e interactúan de manera funcional con este, permitiendo ejecutar la función principal de este sistema y finalmente interviniendo en el cumplimiento del objetivo principal de brindar una alimentación adecuada.

2.6 Elaboración de Boards

Un Board es una representación gráfica la cual proyecta por medio de imágenes algunos de los aspectos más importantes que rodean a nuestro usuario identificados en la fase de investigación del mercado, los cuales son de gran importancia en la fase conceptual de generación y desarrollo de propuestas.

El BOARD de **TEMA VISUAL** ilustrado en la figura 9, proyecta los principales aspectos que rodean al usuario final tales como métodos de crianza, sistemas de alimentación y algunas de las enfermedades que se presentan frecuentemente en las terneras durante la etapa de crianza.

Figura 9: Board tema visual



BOARD tema visual

Fuente: Elaboracion propia

En el BOARD de **EMOCION** ilustrado en la figura 10, se observa el estilo de vida de las terneras; el sentimiento maternal, sus gustos y preferencias tales como la tranquilidad, el descanso y el alimento.

Figura 10: Board Emoción



Fuente: Elaboración propia

En el BOARD de USABILIDAD ilustrado en la figura 11, identificamos los productos existentes en el mercado utilizados para alimentar las terneras bajo el método de crianza artificial.

Figura 11: Board Usabilidad



Fuente: Elaboración propia

Y finalmente en el BOARD de ESTILO DE VIDA ilustrado en la figura 12, refleja las actividades realizadas por los diferentes usuarios en torno a la crianza de terneras. En este se diferencian tres tipos de usuarios: el trabajador que ejecuta la actividad de alimentación, el veterinario que se encarga del cuidado de la salud de las terneras y el propietario que supervisa la calidad de la crianza.

Figura 12: Board estilo de vida



Fuente: Elaboracion propia

2.7 Especificaciones de diseño de Productos (PDS)

Una vez concluida la fase de investigación del mercado y análisis de la información se determinan los requerimientos con base en las necesidades detectadas por los usuarios para brindar una adecuada alimentación a las terneras; para lo cual debemos tener en cuenta las ventajas y desventajas generadas en el proceso anterior con el fin de determinar las especificaciones que debe tener el producto que vamos a diseñar, teniendo en cuenta todos los ámbitos del diseño definiendo concretamente los detalles o

conceptos que se van a aplicar en el producto para brindar los beneficios esperados al cliente con el fin de satisfacer sus necesidades.

En la tabla 3 se relaciona la necesidad e interpretación detectada por el usuario con los siguientes parámetros:

- Métrica: cómo se va a medir la interpretación para cumplir satisfactoriamente.
- Valor: resultado cuantitativo o cualitativo que resulta de una medición acompañado de una unidad.
- Unidad: cantidad estandarizada de una determinada medición.
- D/d: se determina si la necesidad es una demanda la cual debe ser tomada en cuenta en el diseño para lograr un adecuado funcionamiento o por el contrario es solo un deseo del usuario. La demanda se representa con la letra d mayúscula (D) y el deseo con la letra d minúscula (d).
- Imp: se asigna un nivel de importancia establecido por el usuario en un rango establecido de 1 a 5, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.

Tabla 3: Especificaciones de diseño de Productos (PDS) Preliminares

	NECESIDAD	INTERPRETACION	METRICA	VALOR	UNIDAD	D/d	IM P
MANTENIMIENTO	Que se pueda lavar fácilmente	Todos los lugares tienen buen acceso	Tamaño de la cavidad	> 2	cm.	d	4
		Poco tiempo de limpieza	Tiempo	>15	Minutos	d	3
	Que al lavar, el desecho no caiga a los recipientes	Que tenga un conducto de lavado	Numero de conductos	> 2	N/A	d	5
	Que resista a lavado con detergentes fuertes	Los materiales deben ser resistentes a productos químicos para su limpieza	Materiales	Ver Anexo A	Ver Anexo A	D	3
	Que se pueda desarmar para lavarlo	El sistema no debe tener integradas todas sus partes	Numero de partes	> 10	Cantidad	D	2
PARTES ESTANDAR	Que el sistema sea fabricado con partes estándar	El sistema debe tener partes estándar	Numero de partes	> 5	Cantidad	D	2
		Que las partes se consigan fácilmente en el mercado	Partes estándar	Ver Anexo B	Ver Anexo B	d	4

		nacional					
SEGURIDAD	Que el sistema no cause lesiones en el animal	El sistema no debe tener aristas vivas	Radio de redondeo	0.5 <	Milímetros (mm)	D	3
	Que la ternera tome leche por medio de un chupo	El sistema debe tener un chupo para el suministro de leche	Unidad	1	No. de chupos	D	5
DESEMPEÑO		Las dimensiones del chupo deben ser similares a la ubre de la vaca	Dimensiones (al x la x an)	8 x 2.5 X 2.5	Centímetros (cm)	D	3
	Que la ternera tome leche con la cabeza inclinada por encima de 15°	El sistema de alimentación debe estar posicionado por encima de la cabeza del animal	Altura	0-5	Centímetros (cm)	D	5
	Que la ternera pueda succionar una cantidad adecuada de leche	El orificio del chupo no puede ser muy grande porque se ahoga, ni muy pequeño porque se taponan	Diámetro	0.3	Centímetros (cm)	D	4
	Que la leche sea suministrada a un temperatura corporal	El sistema debe proveer la temperatura ideal	Temperatura	25-30	Grados Celsius (C°)	D	3
	Que minimice la mano de obra para optimizar el proceso	El tiempo para ejecutar esta actividad no debe ser muy alta	Tiempo	>15	Minutos	D	4
	Que el sistema integre los tres compartimientos de leche, agua y concentrado	El suministro de leche, agua y concentrado debe estar ubicado dentro del mismo sistema	Numero de compartimientos	3	Unidades	D	5
	Que el funcionamiento para el suministro de cada alimento sea independiente	El suministro de cada alimento debe tener un mecanismo de funcionamiento totalmente independiente a los otros	Mecanismos	>3	Mecanismos	D	3
ENTORNO	Que la ternera pueda estar suelta	El sistema no debe sujetar a la ternera	Espacio (Instalación)	Espacio (Instalación)	Espacio (Instalación)	D	3
	Que el sitio de crianza sea cubierto con acceso al potrero	El sistema debe ser instalado bajo techo	Espacio (Instalación)	Espacio (Instalación)	Espacio (Instalación)	D	3
	Que se pueda transportar de un	El sistema no debe ser muy grande para	Dimensiones	1x1x1	Metros (m)	D	4

	lugar a otro fácilmente	facilitar su manipulación					
		El peso del sistema no impide el transporte.	Peso	20-40	Kilogramos (Kg)	D	4
	Que sea muy higiénico y fácil de limpiar	El entorno para posicionar el sistema debe ser lo más limpio posible	Espacio (Instalación)	N/A	N/A	D	3
ALMACENAMIENTO	Que se pueda suministrar leche	El sistema debe contar con un contenedor con la capacidad para la suministrar leche	Capacidad en Litros	4-6	litros/día	D	5
	Que se pueda suministrar agua a voluntad	El sistema debe contar con un contenedor con la capacidad para suministrar agua	Nivel de agua	máximo	Capacidad del contenedor	D	4
	Que se pueda suministrar concentrado	El sistema debe contar con un contenedor con la capacidad para suministrar concentrado	Capacidad en volumen	≤2	kilogramos /día	D	4
MATERIAL	Que los compartimientos de los alimentos conserven el alimento	El material de almacenamiento debe conservar el alimento	Materiales	Ver Anexo A	Ver Anexo A	D	5
	Que los compartimientos de los alimentos sean antisépticos	El material de los compartimientos debe ser antiséptico	Materiales	Ver Anexo A	Ver Anexo A	D	3
		El material no debe ser toxico al contacto con el alimento y agua	Materiales	Ver Anexo A	Ver Anexo A	D	5
COSTO	Que el costo del sistemas de alimentación no sea mayor en comparación a los productos existentes	El costo del producto no debe ser mayora a los sistemas automáticos	Costo	≤ \$1.000.000	Pesos colombianos	D	3
TIEMPO DESARROLLO DE PROYECTO	Que el proyecto se pueda realizar durante el semestre 2011-1 y 2 (Pg)	El proyecto debe realizarse en un tiempo determinado	Tiempo	40	Semanas	D	5

Fuente: Elaboración propia

3

DESARROLLO

- 3.1 Análisis formal
- 3.2 Análisis Funcional
- 3.3 Generación de propuestas
- 3.4 Matriz de evaluación de alternativas
- 3.5 Selección del concepto final
- 3.8 Condiciones de ingeniería
- 3.10 Elaboración de Modelación 3D del concepto final
- 3.11 Elaboración de Planos de Ingeniería

En la etapa de desarrollo se busca dar una solución formal y funcional, a partir de la cual se realiza una combinación de ambas para desarrollar alternativas de producto que den solución al problema planteado de una inadecuada posición de la ternera en el momento de alimentación con leche y del suministro de una cantidad no adecuada de esta. Para elaborar el diseño formal se realiza un análisis partiendo de un referente emocional para el animal del cual se extraen formas y colores. Y para el diseño funcional es determinante conocer las funciones que debe desempeñar el producto y a partir de estas seleccionar componentes que ejecuten dichas funciones.

3.1 Análisis Formal

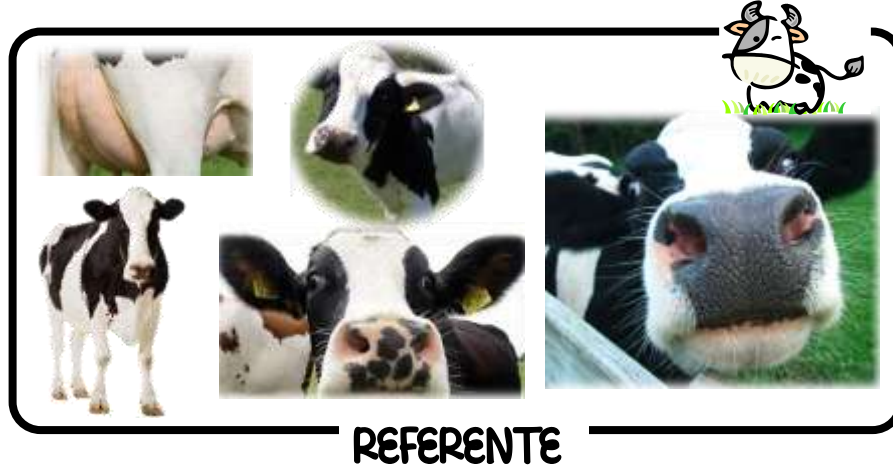
Se toma un referente a partir de la emoción, se emplean unas determinadas formas y colores las cuales son utilizadas para el desarrollo conceptual del producto, con el fin darle una semejanza entre el producto final y la forma natural de alimentación y recrear así el vínculo maternal original.

3.1.1 Referente formal

El referente que se utiliza para el desarrollo formal del producto está estrechamente ligado a las emociones de la ternera, la cual refleja perfectamente el estilo de vida, motivaciones, la tranquilidad, el descanso y principalmente el alimento. Desde el momento de su nacimiento, se crea un vínculo maternal entre la vaca y la ternera, el cual se afianza mediante el alimento.

En la figura 13 se identifica que es la vaca el animal seleccionado como referente; la cual brinda seguridad, cuidado, afecto y ejemplo para su cría.

Figura 13: Referente formal

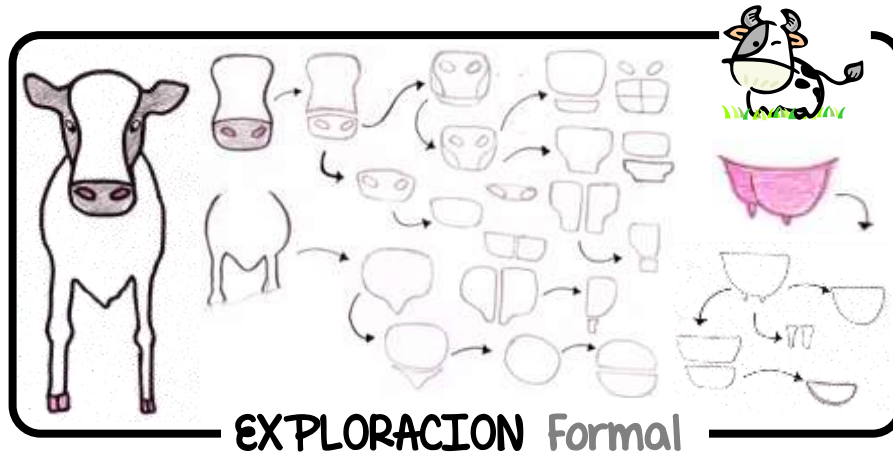


Fuente: Elaboración propia

3.12 Exploración formal

En la figura 14 se plasma la evolución detallada de las formas lineales y geométricas extraídas de algunas partes del cuerpo del animal seleccionado previamente ilustrado en el referente (figura 13) las cuales se utilizan en el diseño formal del producto para que plasmen y caracterizan las emociones de seguridad, familiaridad, tranquilidad, amor y el atributo de satisfacción y alimento.

Figura 14: Exploración formal

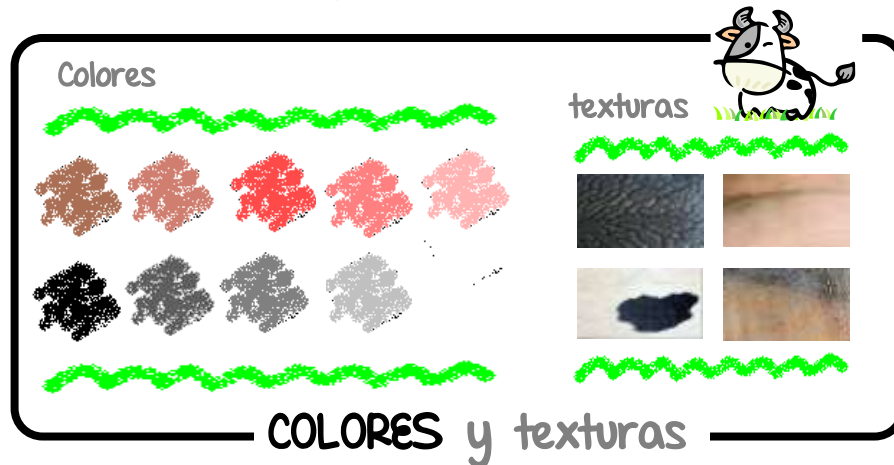


Fuente: Elaboración propia

3.13 Exploración de colores

En la figura 15 se observan los colores y texturas más representativos del referente (ver figura 13) los cuales son utilizados en la imagen gráfica del producto con el fin de darle una mayor identidad y familiaridad a la ternera con este.

Figura 15: Carta de colores



Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis Funcional

El análisis funcional parte de la identificación de los principales aspectos del diseño relacionados con la funcionalidad del producto, a partir de los cuales se construyen y evalúan las diferentes alternativas de diseño tomando en cuenta los factores identificados en la etapa de la investigación.

3.2.1 Identificar la función del producto (Elaborar Caja Negra)

Partimos de las especificaciones de diseño del producto para generar los flujos del proceso mediante el sistema de caja negra.

Para establecer la caja negra es fundamental saber qué es lo que debe hacer el producto y establecer la función principal que debe desempeñar para su funcionamiento, es decir,

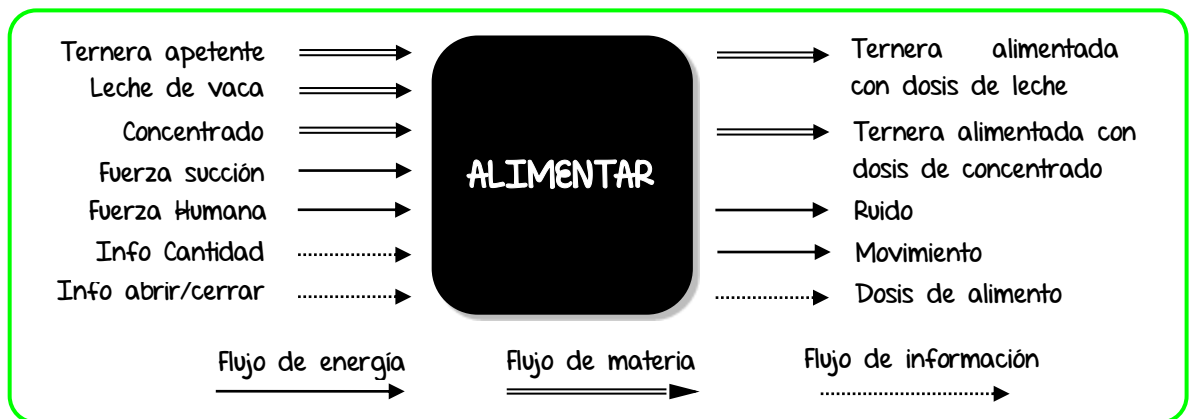
se determinan las funciones que va a realizar el sistema sin tener en cuenta la manera como se van a realizar estas; para lo cual se definen los flujos que entran al sistema y los que deseamos que salgan de esta.

Al sistema entran flujos de materia que son: ternera apetente, leche de vaca y concentrado.

La leche y el concentrado entran como la fuente de alimentación para la ternera, siendo estos los flujos más importantes de todos ya que sin estos no es posible operar el sistema. Los flujos de fuerza humana y fuerza de succión de la ternera integrados con el flujo de información cantidad, permiten realizar toda la operación que se requiere para convertir los flujos de entrada (lo que entramos al sistema) en los flujos de salida (lo que queremos que salga).

A continuación en la figura 16, se ilustra la caja negra con sus respectivos flujos de entrada y de salida.

Figura 16: Caja negra



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Árbol de Funciones

Para identificar las funciones que va a desempeñar el sistema con el fin de cumplir con el proceso de transformación de las entradas en salidas, se realiza una lluvia de ideas la cual se presenta en la figura 17.

Figura 17: Lluvia de ideas de funciones



Fuente: Elaboración propia

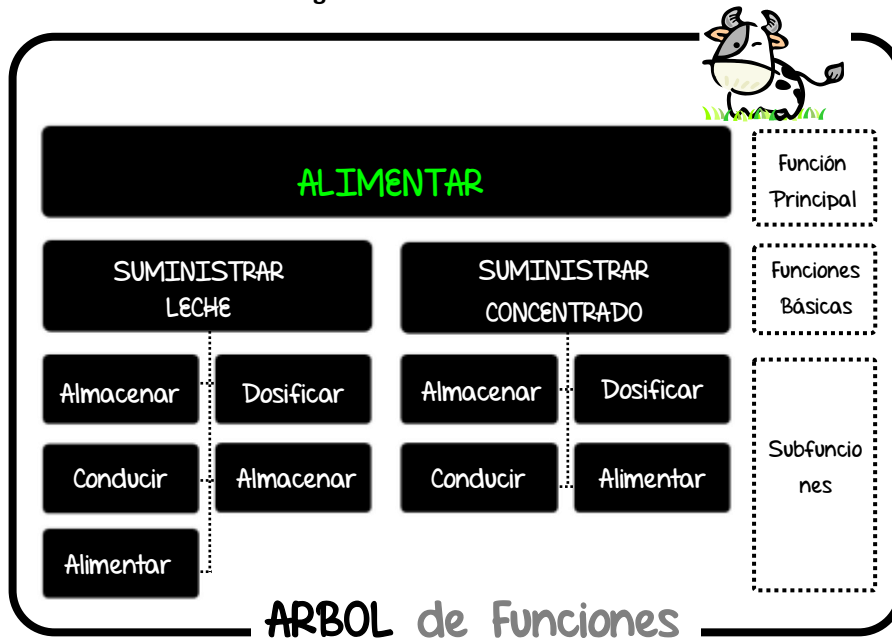
El árbol de funciones es una herramienta que permite descomponer la función principal en funciones secundarias y estas a su vez en subfunciones; las cuales son de gran utilidad para desarrollar la cadena funcional de cada flujo de entrada.

Partiendo de la lluvia de ideas y siendo coherentes con el objetivo principal del proyecto de alimentar a terneras de cría de la manera más indicada, se identifica que la función principal del sistema es "Alimentar", ya que las demás funciones a pesar de ser muy importantes solo hacen parte del proceso en la búsqueda de alimentar correctamente.

A partir de esta se determina que es lo que el sistema va a proporcionar para cumplir dicha función surgiendo como tal las funciones básicas de suministrar leche y suministrar concentrado. Finalmente se identifican las subfunciones para cada una de las funciones básicas las cuales determinan como se va a proporcionar el suministro de alimento.

A continuación se ilustra en la figura 18 la función principal, las funciones básicas y las subfunciones que debe desempeñar el producto.

Figura 18: Árbol de Funciones



Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas la funciones que debe desempeñar el producto para proporcionar una adecuada alimentación, se analiza y describe el proceso (ver tabla 4) que cada una de estas implica para la ejecución de dicha función y transformación de las entradas en salidas.

Tabla 4: Descripción de funciones

DESCRIPCION DE FUNCIONES		
FUNCIONES	ENTRA	SALE
Almacenar leche	Leche de vaca Se almacena leche de ordeno en un contenedor vacío con capacidad para 28 litros, los cuales pueden abastecer a más de 5 terneras en el día.	Leche de vaca almacenada Contenedor con 28 litros de leche almacenada
Dosificar leche	Leche de vaca almacenada Proceso en el cual se permite el paso de 2.5 a 4 litros de leche según la dieta establecida de cada ternera.	Dosis de leche de vaca
Conducir leche	Dosis de leche de vaca en el conducto	Dosis de leche de vaca

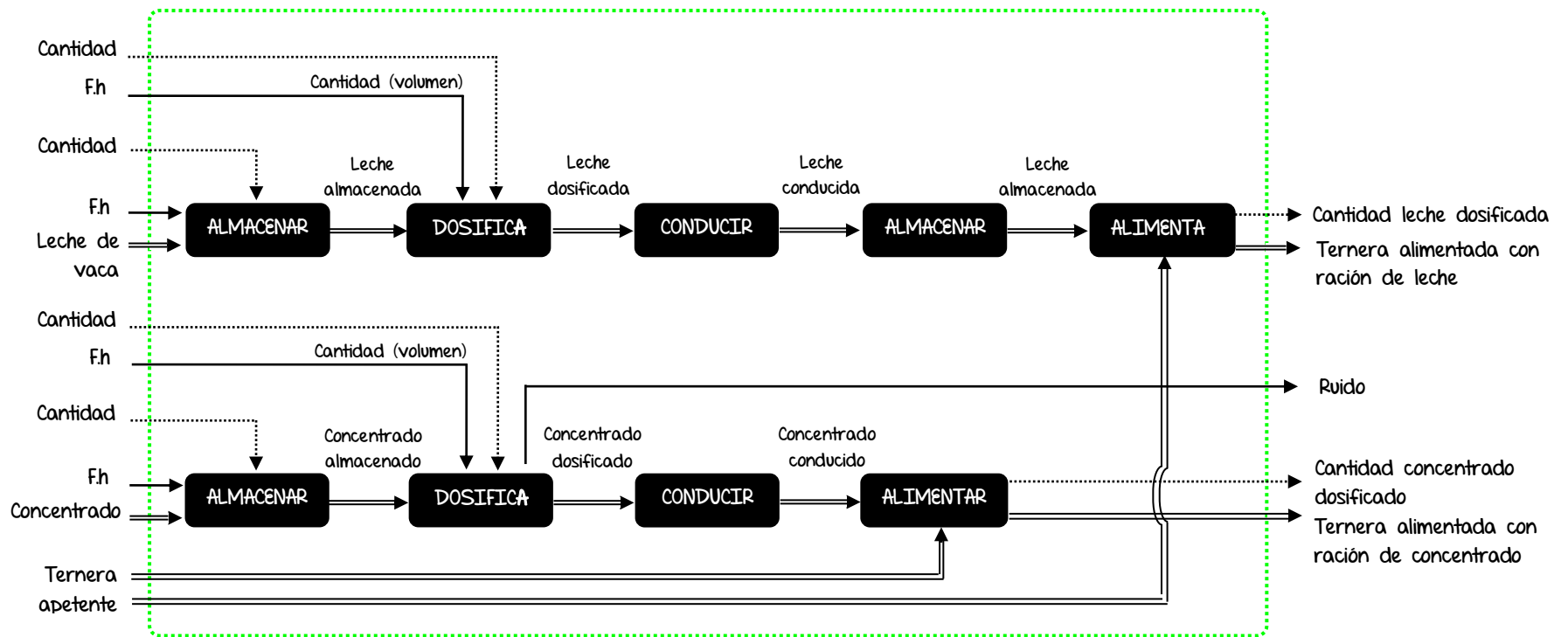
	La dosis de leche sale del contenedor de 28 litros.	en el contenedor
Almacenar leche	Dosis de leche de vaca en el contenedor La dosis de leche entra al contenedor de 7 litros en el cual se establece la cantidad determinada que va a consumir.	Dosis de leche de vaca en el chupo
Alimentar con leche	Dosis de leche de vaca en el chupo Una vez la dosis de leche se encuentra almacenada en el contenedor, la ternera mediante succión consume la dosis suministrada.	Dosis de leche de vaca Ternera alimentada con dosis de leche
Almacenar concentrado	Concentrado Proceso en el cual la persona encargada de la alimentación almacena concentrado que puede abastecer varias dosis	Concentrado almacenado
Dosificar concentrado	Concentrado almacenado Proceso en el cual se permite el paso de 500 gramos a 1 kilogramo de concentrado según la dieta establecida para cada ternera.	Dosis de concentrado
Conducir concentrado	Dosis de concentrado en el conducto Proceso de transportar la dosis de concentrado que va a consumir la ternera del contenedor de kilos al recipiente en el cual se va alimentar.	Dosis de concentrado en el recipiente
Entregar concentrado	Proceso en el cual la ternera recibe la dosis de concentrado que va a consumir.	Ternera alimentada con dosis de concentrado

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Estructura Funcional

En la estructura funcional se describe el orden interno del sistema en el cual se visualizan de forma gráfica en la figura 19, los procesos físicos necesarios que hacen posible la transformación de los flujos de entrada en los flujos de salida.

Figura 19: Estructura funcional



Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Matriz Morfológica

A partir de las subfunciones de la estructura funcional se identifican diferentes componentes que desempeñen dichas subfunciones, con el fin de hacer una selección y combinación de estos para cada subfunción los cuales forman posibles soluciones de diseño que dan solución al problema planteado.

Tabla 5: Matriz morfológica

FUNCIONES	PORTADORES DE FUNCIONES		
	1	2	3
ALMACENAR LECHE	tanque cilindrico 	recipiente abierto 	tuberia PP 
DOSIFICAR LECHE	válvula de bola 	llave de paso 	valvula de flotador 
CONducIR LECHE	tuberia PP 	manguera inoxidable 	manguera inox. malla 
ALMACENAR LECHE	tanque cilindrico 	recipiente abierto 	tuberia PP 
ENTREGAR LECHE	chupo 	bebedero 	recipiente abierto 
ALMACENAR CONCENTRADO	tanque cilindrico 	tolva 	recipiente abierto 
DOSIFICAR CONCENTRADO	tolva con cilindro 	piñón de paso 	válvula de compuerta 
CONducIR CONCENTRADO	tuberia cuadrada 	tuberia cilindrica 	perfil en acero 
ENTREGAR CONCENTRADO	recipiente abierto 	recipiente con tapa 	

Fuente: Elaboración propia

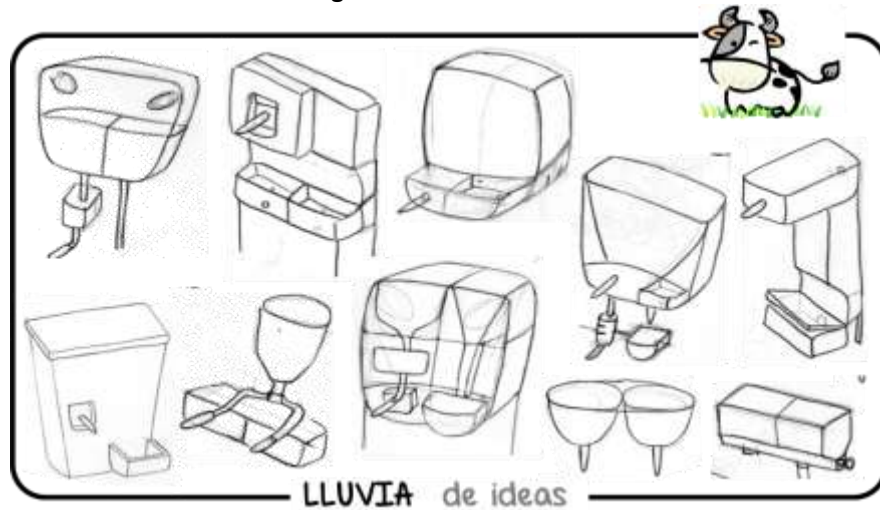
Para la elaboración de alternativas de diseño se parte de la selección de un portador para cada función los cuales se integran para el desarrollo funcional y formal del producto. A continuación se identifican en la tabla 6 la selección de portadores para desarrollar cuatro alternativas de diseño.

Tabla 6: Selección de componentes

FUNCIONES	PORTADORES DE FUNCIONES		
	1	2	3
ALMACENAR LECHE	tanque cilíndrico	recipiente abierto	tubería PP
DOSIFICAR LECHE	válvula de bola	llave de paso	válvula de flotador
CONducIR LECHE	tubería PP	manquera inoxidable	manguera inox malla
ALMACENAR LECHE	tanque cilíndrico	recipiente abierto	tubería PP
ENTREGAR LECHE	chupo	bebedero	recipiente abierto
ALMACENAR CONCENTRADO	tanque cilíndrico	tolva	recipiente abierto
DOSIFICAR CONCENTRADO	tolva con cilindro	piñón de paso	válvula de compuerta
CONducIR CONCENTRADO	tubería cuadrada	tubería cilíndrica	perfil en acero
ENTREGAR CONCENTRADO	recipiente abierto		recipiente con tapa

Fuente: Elaboración propia

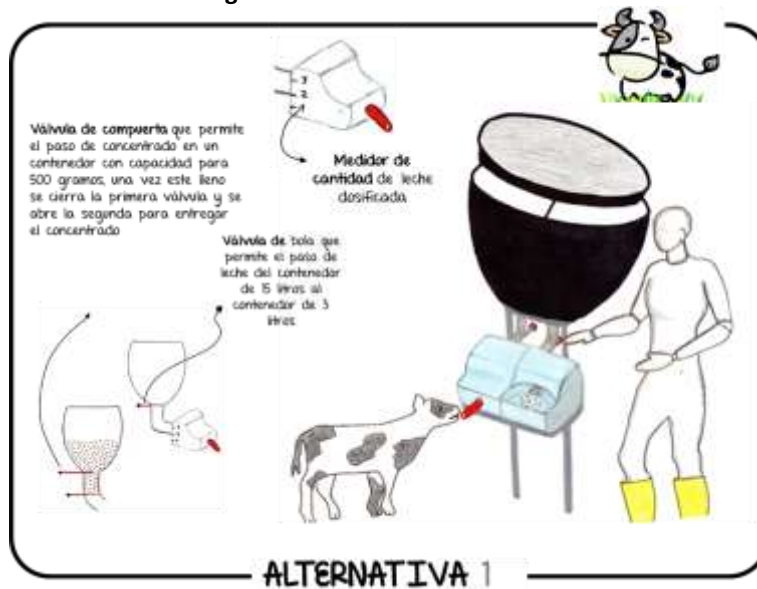
Figura 21: Lluvia de ideas



Fuente: Elaboración propia

Luego de la generación de ideas primarias se continúa con el proceso de desarrollo de alternativas con más detalle tal cómo se muestra en las figuras 22, 23, 24 y 25; basándose tanto en el análisis formal como en el funcional, teniendo en cuenta las formas y las rutas factibles de portadores.

Figura 22: Alternativa de diseño 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Alternativa de diseño 2



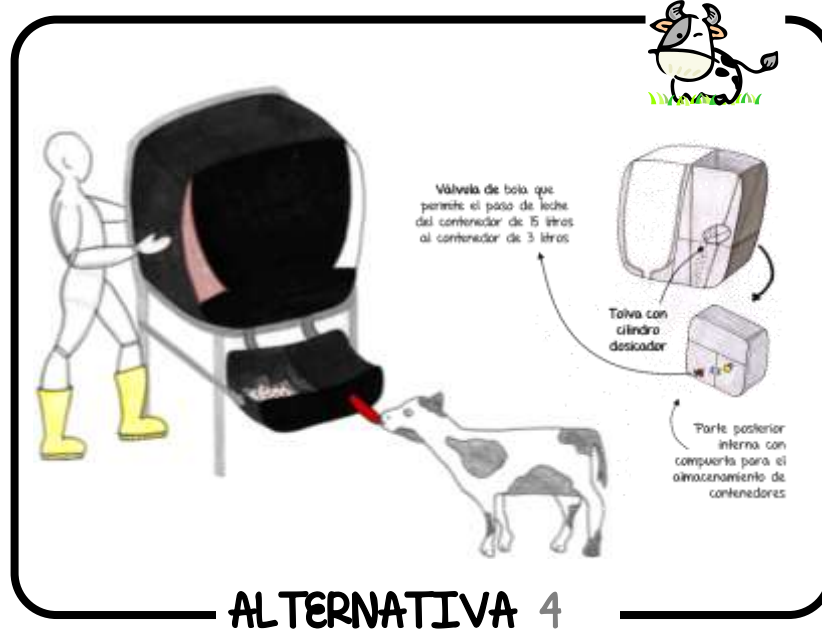
Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Alternativa de diseño 3



Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Alternativa de diseño 4



Fuente: Elaboración propia

3.4 Matriz de evaluación de alternativas con criterios de evaluación

La evaluación de alternativas se realiza a partir de las especificaciones de diseño establecidas en el PDS que tienen mayor demanda y deseo para el usuario, a las cuales se les asigna un porcentaje de valor según la importancia que estos le hayan dado.

Con el fin de identificar las fortalezas y debilidades de cada una de estas, y finalmente seleccionar la alternativa que cumpla con el mayor número de especificaciones establecidas y puntuación obtenida siendo esta la mejor solución para el problema identificado inicialmente.

El primer paso es la descripción de los criterios de evaluación para especificar qué es lo que se mide, ilustrados en la tabla 7.

Tabla 7: Descripción de criterios de evaluación

CRITERIOS	DESCRIPCION
Mantenimiento	Todas sus partes tiene acceso para una fácil, ágil y correcta limpieza con detergentes; y los residuos no deben caer en los demás recipientes.
Desempeño	El suministro de leche debe ser a temperatura corporal y se debe proporcionar de manera similar a la forma natural, por medio de succión y con la cabeza inclinada hacia arriba. El orificio del chupo no puede ser muy grande porque se ahoga, ni muy pequeño porque se taponan. El tiempo para ejecutar por parte del operario debe no debe ser muy alto.
Almacenamiento	El sistema debe contar con un contenedor con la capacidad para la suministrar leche, concentrado y agua de forma independiente cada uno.
Entorno	El sistema vacío no debe ser muy grande ni pesado para facilitar su manipulación.
Costo	El costo del producto no debe ser muy alto con relación a los sistemas actuales.
Material	El material de almacenamiento debe ser antiséptico, no debe ser toxico al contacto con el alimento y debe conservar el alimento

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener claros los criterios de evaluación, asignamos para cada uno de estos un porcentaje de importancia tal como se muestra en la tabla y se define una escala de valoración cuantitativa para aspectos cualitativos (ver tabla 9).

Tabla 8: Porcentaje importancia de criterios de evaluación

ITEM	CRITERIOS	PORCENTAJE
A	Mantenimiento	10%
B	Desempeño	40%
C	Almacenamiento	20%
D	Entorno	10%
E	Costo	10%
F	Material	10%
TOTAL		100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Escala de valoración para cada criterio

CRITERIO	VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO
A	Partes imposibles de realizar mantenimiento	1
	Difícil acceso con efectividad en la limpieza	2
	Muy fácil acceso y efectividad en la limpieza	3
B	No cumple con ninguna de las especificaciones indicadas	1
	Solo cumple con la forma y posición de succión	2
	Cumple con todas las especificaciones indicadas	3
C	No dispone de contenedor para almacenar leche y concentrado	1
	Dispone de contenedor para almacenar leche y concentrado	2
	Dispone de contenedor para almacenar leche, concentrado	3
D	No cumple con ninguna de las especificaciones indicadas	1
	El peso del sistema no facilita el transporte	2
	El peso del sistema facilita el transporte	3
E	El costo del producto es mayor a los productos existentes	1
	El costo del producto es igual a los productos existentes	2
	El costo del sistema es menor a los productos existentes	3
F	Los materiales de fabricación no son indicados	1
	Los materiales de fabricación no son los más indicados	2
	El material de los contenedores son los indicados	3

Fuente: Elaboración propia

A continuación se observa en la tabla 10 la calificación relativa, ponderada y total de cada alternativa. La calificación relativa se realiza bajo la escala de valoración de 1 a 3 que se definió para cada criterio, y la calificación ponderada se obtiene multiplicando la calificación relativa por el porcentaje de importancia asignado a cada criterio de evaluación.

Tabla 10: Matriz evaluación de alternativas

ITEM	%	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3		ALTERNATIVA 4	
		C.R	C.P	C.R	C.P	C.R	C.P	C.R	C.P
A	10	5	0.5	3	0.3	1	0.1	3	0.3
B	40	3	1.2	3	1.2	3	1.2	3	1.2
C	20	5	1.0	3	0.6	5	1.0	3	0.6
D	10	5	0.5	3	0.3	3	0.3	5	0.5
E	10	3	0.3	3	0.3	1	0.1	1	0.1
F	10	5	0.5	5	0.5	5	0.5	3	0.3
TOTAL PONDERADO	100%	4.0		3.2		2.75		2.91	

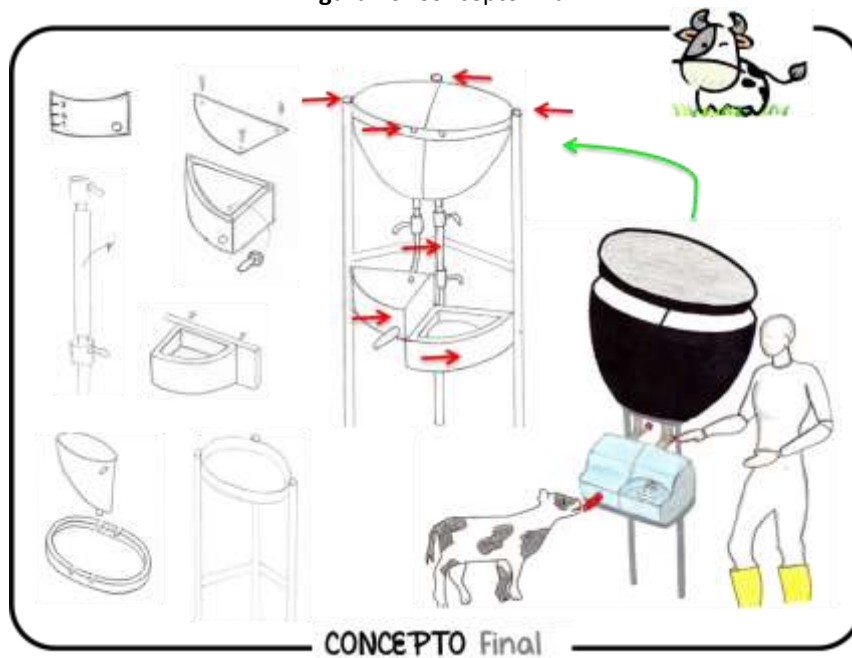
Fuente: Elaboración propia

35 Selección del concepto final

De acuerdo a la calificación obtenida en la matriz de evaluación, se identifica que la alternativa que cumple en mayor grado con los criterios de selección tomados de las especificaciones de diseño de producto para proporcionar una adecuada alimentación a las terneras es la número 1 con una calificación de 4.0.

En la figura 26 se ilustra la mejora realizada a la alternativa seleccionada, se desarrollan los sistemas de dosificación y ensamble, se realizan algunas modificaciones en la estructura para dar mayor estabilidad y fijación de los recipientes dosificadores, y se modifica el diseño formal de los recipientes dispensadores de leche y concentrado.

Figura 26: Concepto final



Fuente: Elaboración propia

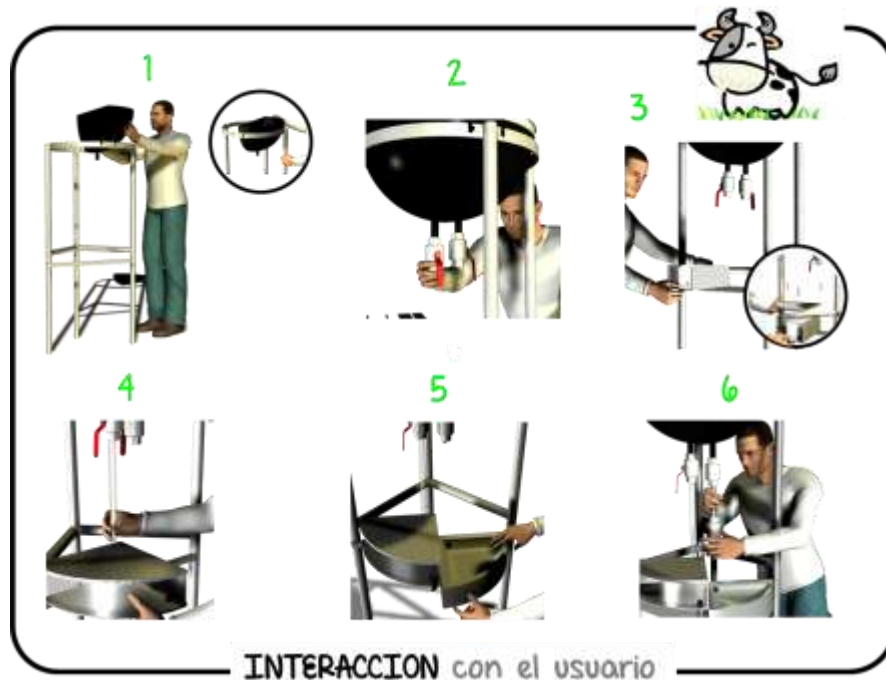
3.6 Condiciones de Ingeniería

3.6.1 Análisis de interacción con los usuarios

La interacción del usuario con el producto representa todas las acciones que realiza el usuario para poner en funcionamiento el sistema el producto, desde el momento de ensamble de componentes hasta el proceso de alimentación.

En la figura 27 se ilustran los pasos y acciones realizadas por el usuario principal para realizar el ensamble de cada uno de los componentes del sistema.

Figura 27: Interacción con el usuario



Fuente: Elaboración propia

En la figura 28 se ilustra la secuencia de uso que realiza el usuario primario con el sistema de alimentación luego de haber realizado la limpieza en el cual almacena, dosifica y entrega la cantidad de alimento de leche y concentrado a la ternera.

A continuación se explica detalladamente las actividades que realiza el usuario para suministrar alimento a las terneras:

1. El usuario retira la tapa de los tanques de almacenamiento como se muestra en la ilustración 1 de la figura 28.
2. El usuario verifica que la válvula para la dosificación de leche se encuentre cerrada y luego deposita en el tanque de almacenamiento la cantidad de leche requerida para el suministro de una de las dosis del día que ha sido extraída del ordeño en un pequeño contenedor (balde) como lo muestra la ilustración 2 de la figura 28.

La cantidad de leche debe ser calculada dependiendo del número de terneras para alimentar con el fin de evitar residuos en el tanque de almacenamiento.

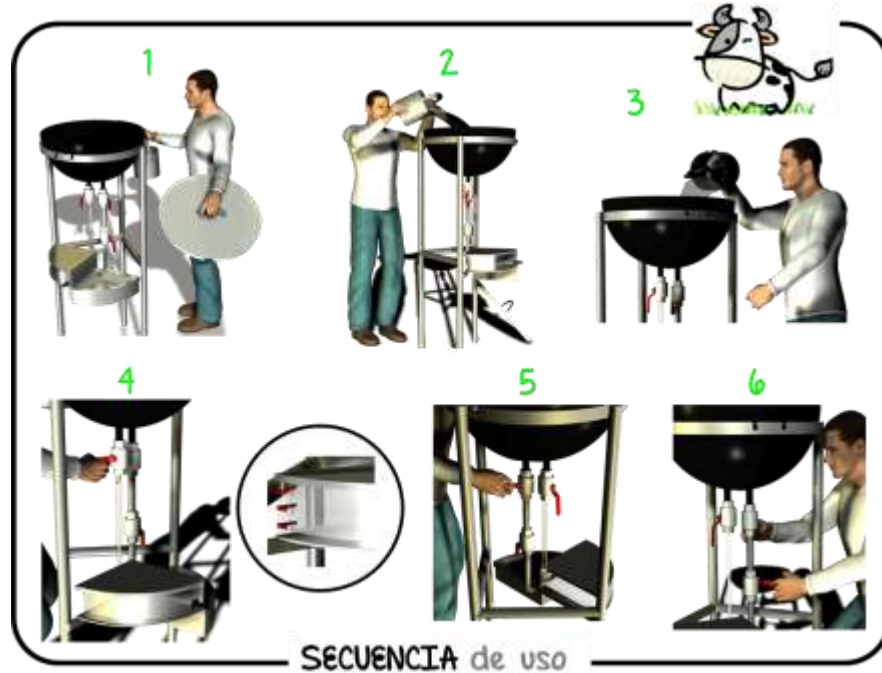
3. El usuario verifica que las válvulas para la dosificación de concentrado se encuentren cerradas y luego deposita el concentrado en el tanque de almacenamiento de concentrado.

La cantidad no es una limitante por el contrario lo ideal es abastecer el tanque hasta su máxima capacidad para evitar repetir el proceso constantemente. A diferencia de la leche este se puede almacenar por largos periodos ya que no corre riesgo el riesgo de descomposición o contaminación.

4. Luego de almacenar la leche el usuario abre la válvula para la dosificación de leche y observa el indicador de medición en el recipiente dispensador de leche hasta obtener la cantidad requerida y luego cierra la válvula.
5. Luego de almacenar el concentrado el usuario abre la primera válvula para la dosificación de concentrado y espera a que se llene el tubo contenedor de concentrado dosificado, luego cierra la válvula y abre la segunda válvula permitiendo el paso de concentrado dosificado a la bandeja.

Este proceso se repite como mínimo dos veces al días, según la dieta y numero de dosis establecida para las terneras.

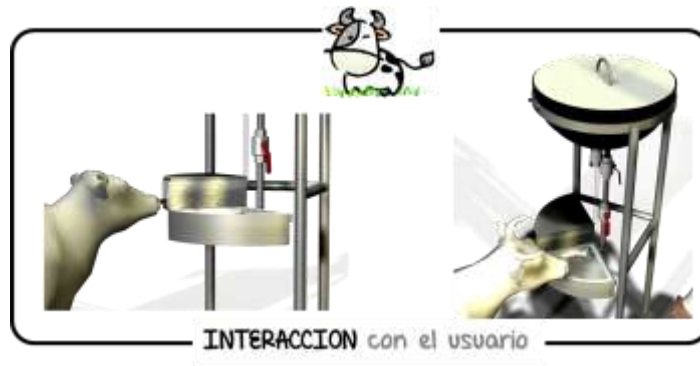
Figura 28: Secuencia de uso del sistema de alimentación



En la figura 29 se ilustra la interacción del usuario final con el sistema de alimentación, en el usuario principal luego de haber realizado la limpieza del sistema de alimentación, almacenado el alimento, dosificado la cantidad requerida para el suministro de la ternera.

Finalmente lleve la ternera al sistema de alimentación en donde esta interviene físicamente en el instante que tiene que succionar por medio del chupo para tomar la leche y en el consumo de concentrado en el recipiente dispensador de concentrado.

Figura 29: Interacción con el usuario final



Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Cálculos de ingeniería

Se determina la selección de componentes a partir de los cálculos que determinan el volumen de almacenamiento tanto para el contenedor de leche como para el contenedor de concentrado y para los recipientes dispensadores para ambos casos.

3.6.2.1 Volumen tanque de almacenamiento de leche

Teniendo en cuenta el diseño preliminar, la geometría del tanque se asemeja a un casquete de una esfera equivalente a un cuarto (1/4) de su volumen total, con un radio de 30 centímetros (cm).



Datos:

V_{esf} : Volumen esfera

$V_{\frac{1}{4}esf}$: Volumen $\frac{1}{4}$ de esfera = Volumen tanque

r : radio de la esfera = 30 cm

Π : pi

1 m³ equivale a 1000 litros

1 m³ equivale a 1000 litros

Reemplazando los datos en la fórmula $V_{esf} = (4\pi r^3)/3$ tenemos:

$$V_{\text{esf}} = (\pi \times r^3) / 3$$

$$V_{\text{esf}} = (\pi \times (0.3\text{m})^3) / 3$$

$$V_{\text{esf}} = 0,02827 \text{ m}^3$$

De acuerdo a la equivalencia:

$$V_{\text{tanque leche}} = 0,02827 \text{ m}^3 = 28,27$$

Por lo tanto, el volumen del tanque de almacenamiento de leche equivale a **28,27 litros**.

3.6.2.2 Volumen tanque de almacenamiento de concentrado

Teniendo en cuenta que el tanque de almacenamiento de concentrado tiene la misma geometría que el tanque de almacenamiento de leche, se consideran los mismos cálculos.

En este caso, se requiere que el volumen sea dado en unidades de peso.



Considerando que el volumen que pueda almacenar este tanque depende del tipo de concentrado, se realizaron unas mediciones con una marca de concentrado en específico para determinar un patrón de volumen.

Se utilizó un tetero con capacidad para dos (2) litros de leche, al cual se le introdujo un (1) kilogramo de concentrado marca SOLLA. Mediante este método se evidenció que un kilogramo de concentrado equivale a 1,25 litros.

Reemplazando esta equivalencia en el resultado del numeral 3.8.1, se obtiene lo siguiente:

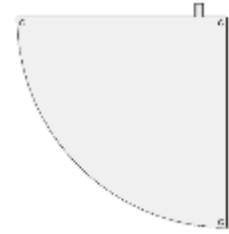
$$V_{\text{tanque concentrado}} = 28,27 \text{ litros} \times (1 \text{ kg} / 1.25 \text{ litros})$$

$$V_{\text{tanque concentrado}} = 22,62 \text{ kilogramos}$$

El volumen del tanque de almacenamiento de concentrado equivale a **22,62 litros**.

3.6.2.3 Volumen recipiente dispensador leche

Teniendo en cuenta el diseño preliminar, la geometría del tanque equivalente a un cuarto (1/4) del volumen total de un cilindro, con un radio de 30 centímetros (cm).



Datos:

$V_{\frac{1}{4}cil}$: Volumen $\frac{1}{4}$ de cilindro = Volumen recipiente dispensador de leche

r: radio del cilindro = 30 cm

h= 10 cm

π : pi

1 m³ equivale a 1000 litros

1 m³ equivale a 1000 litros

Reemplazando los datos en la fórmula $V_{cil} = \pi r^2 h$ tenemos:

$$V_{\frac{1}{4}cil} = (\pi \times r^2 \times h) / 4$$

$$V_{\frac{1}{4}esf} = (\pi \times (0.3m)^2 \times 0.1) / 4$$

$$V_{\frac{1}{4}cil} = 0,0070686 \text{ m}^3$$

De acuerdo a la equivalencia:

$V_{tanque\ leche} = 0,0070686m^3 = 7,06$

Por lo tanto, el volumen del recipiente dispensador de leche equivale a **7,06 litros**.

3.6.2.3 Volumen Tubo contenedor de concentrado dosificado

Según las mediciones realizadas en las cuales se evidenció que 1 Kilogramo (1000gramos) de concentrado equivale a 1.25 litros, entonces 500 gramos equivale a 0.625 litros.

Por lo tanto teniendo la altura y el volumen requerido se haya el radio del cilindro dosificador.

Datos:

Vcil: Volumen cilindro

r: radio del cilindro =

h= altura del cilindro = 20 cm

Volumen= 0,625 lts

Reemplazando los datos en la fórmula $r = \sqrt{V/\pi h}$ tenemos:

$$r^2 = \frac{V}{\pi \times 20}$$

$$r^2 = 9.94$$

$$r = 3.16 \text{ cm}$$

$$\phi = 6.32 \text{ cm}$$

Si 1 cm equivale a 0.39 pulgadas, entonces 6.32 cm equivale a un **diámetro de 2.49 pulgada.**

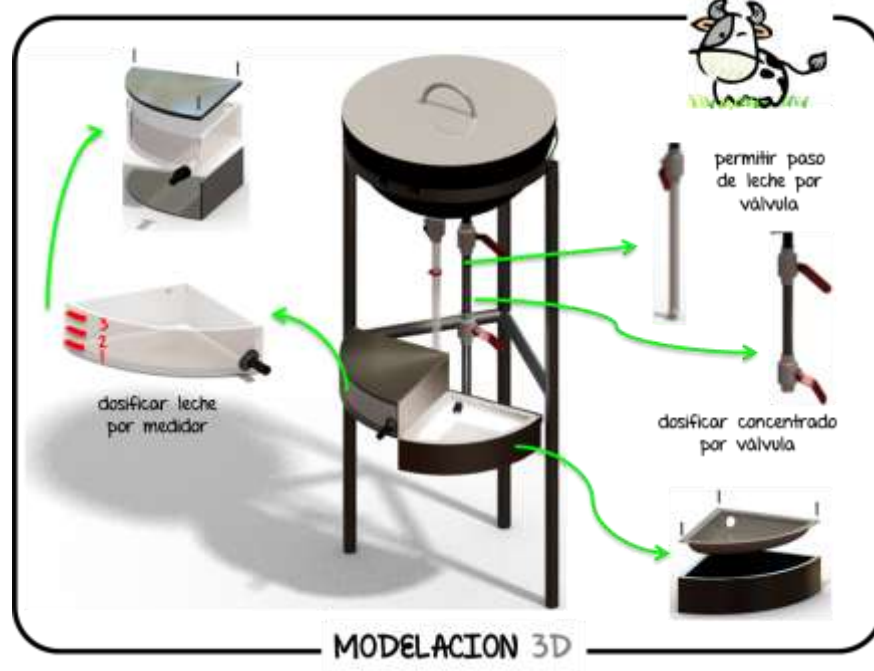
3.7 Elaboración de Modelación 3D del concepto final

Se desarrolla el concepto final de la alternativa 1 (ver anexo C, C2) realizando algunas modificaciones en la estructura para dar mayor estabilidad y fijación de los recipientes dosificadores.

Se utilizan los siguiente elementos: tanque de almacenamiento de leche, tanque de almacenamiento de concentrado, válvulas dosificadoras, manguera en PVC para leche, tubería acero inoxidable, recipiente para leche, recipiente para concentrado, chupo para recipiente leche y estructura en acero inoxidable.

A continuación se presenta el concepto de producto modelado, en la figura 30:

Figura 30: Modelación 3D del concepto final

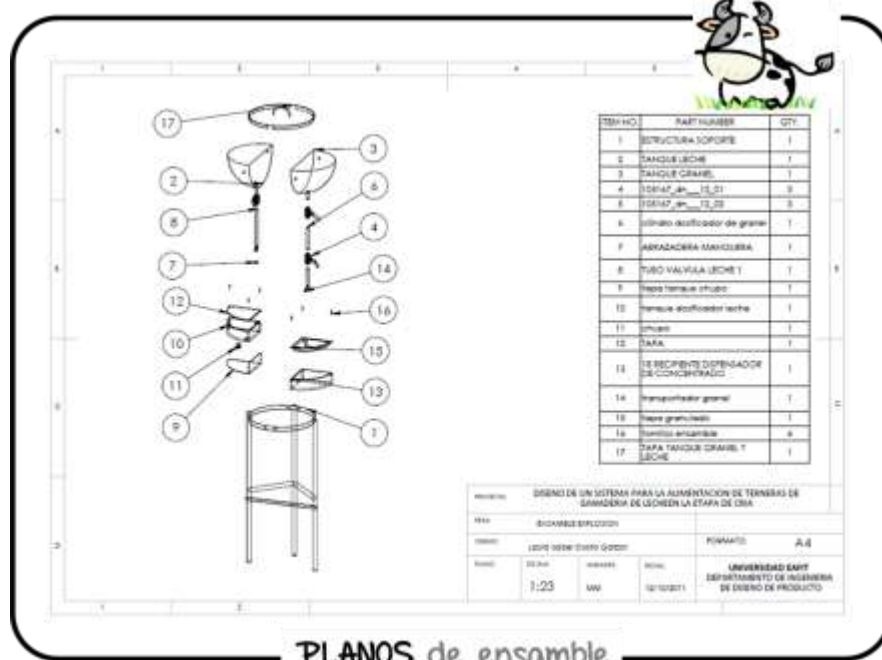


Fuente: Elaboración propia

3.8 Elaboración de Planos de Ingeniería

A partir de la modelación 3D realizada en el software Solidworks, se realizan los planos de ensamble (ver figura 31) y los planos de taller (ver figura 32) de cada una de sus partes con el fin de realizar la construcción (ver anexo E).

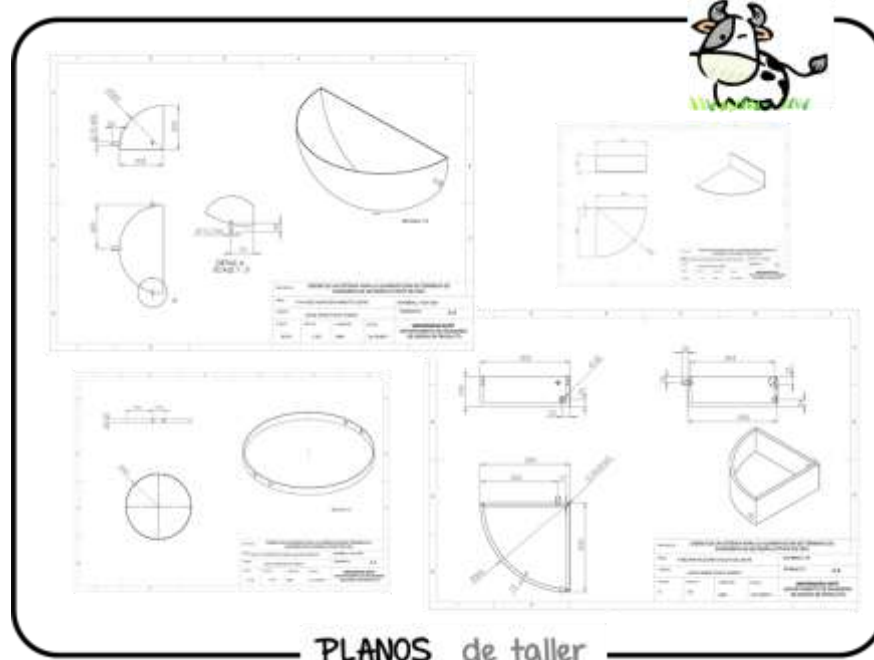
Figura 31: Planos de ensamble



PLANOS de ensamble

Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Planos de taller



PLANOS de taller

Fuente: Elaboración propia

4

IMPLEMENTACION








- 4.1 Síntesis de componentes
- 4.2 Análisis de ensamble
- 4.3 Análisis de materiales
- 4.4 Construcción del Modelo Funcional
- 4.5 Pruebas de producto

4.1 Síntesis de Componentes

Las partes más representativas del sistema son: la estructura construida con tubería y lamina de acero inoxidable, la cual soporta los tanques de almacenamiento de leche y concentrado fabricados con acero inoxidable y los recipientes dispensadores de leche y concentrado, los cuales serán fabricados en polietileno de alta densidad y acero inoxidable.

Los demás componentes son partes estándar (ver anexo D) utilizados para el ensamble y mecanismos de dosificación como válvulas, chupo, manguera tipo alimento, tornillos, tuercas, arandelas, abrazadera y empaques.

Tabla 11: Partes del sistema de alimentación

No.	PARTE	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
1		Platina soporte tanques de almacenamiento	Acero inoxidable	1
2		Paral estructura (tubo estructural redondo, soporte para la estructura)	Acero inoxidable	3
3		Platina soporte (recipiente leche y concentrado)	Acero inoxidable	1
4		Lateral estructura (tubo estructural redondo, soporte para la estructura)	Acero inoxidable	2
5		Base soporte para recipiente dispensador de leche	Acero inoxidable	1
6		Tanque almacenamiento de leche	Acero inoxidable	1
7		Valvula 1/2"	Acero inoxidable	1

8		Manguera para leche	PVC	1
9		Recipiente dispensador de leche	Polietileno	1
10		Chupo	Silicona	1
11		Tornillo para ensamble tapa-recipiente leche	Acero inoxidable	3
12		Tapa recipiente dispensador de leche	Acero inoxidable	1
13		Tanque almacenamiento de concentrado	Acero inoxidable	1
14		Valvula 2 1/2 "	Acero inoxidable	2
15		Tubo contenedor de concentrado dosificado	Acero inoxidable	1
16		Conducto concentrado dosificado	Acero inoxidable	1
17		Abrazadera	Acero inoxidable	1
18		Recipiente dispensador de concentrado	Acero inoxidable	1
19		Bandeja concentrado	Polietileno	1
20		Tornillo para ensamble	Acero inoxidable	4
21		Tapa tanques de almacenamiento leche y concentrado	Polietileno	1

Fuente: Elaboración propia

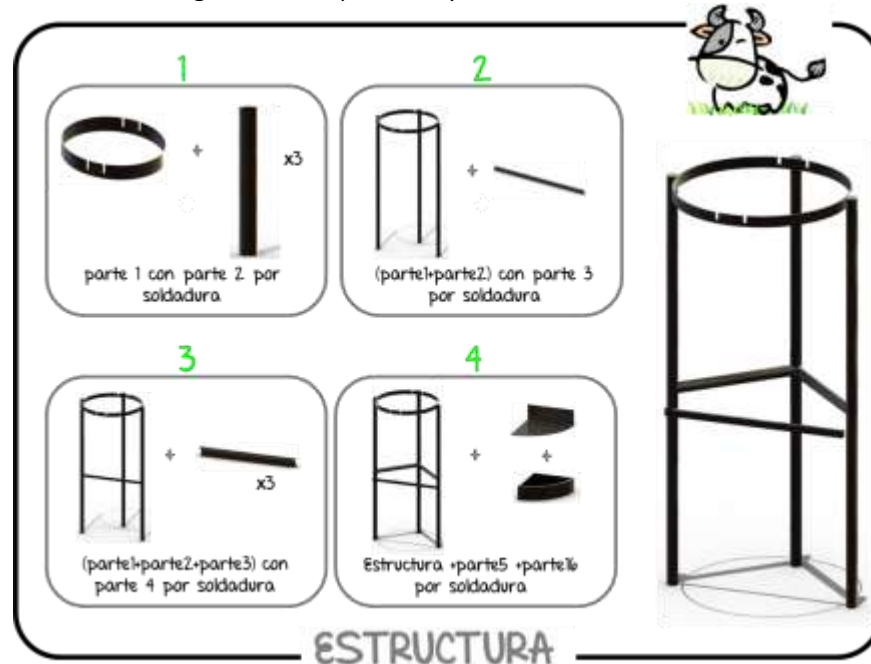
4.2 Análisis de ensamble

Una vez definidos cada uno de las componentes del producto se determinan los procesos a los cuales está sometida cada una de las partes para realizar el ensamble (ver anexo F).

A continuación se ilustran el ensamble de componentes que forma la estructura que soporta el sistema de alimentación de leche y el sistema de alimentación de concentrado, así como el ensamble de todos las componentes que forman el sistema de alimentación de leche y el sistema de alimentación de concentrado.

En la figura 33 se ilustra el proceso de ensamble para la construcción de la estructura por medio de soldadura en el cual se utilizan la parte 1 (platina soporte tanques de almacenamiento leche y concentrado), la parte 2 (paral estructura), la parte 3 (platina soporte), y la parte 4 (lateral estructura). Finalmente a la estructura se le ensamblan la parte 5 y la parte 16 por medio de soldadura.

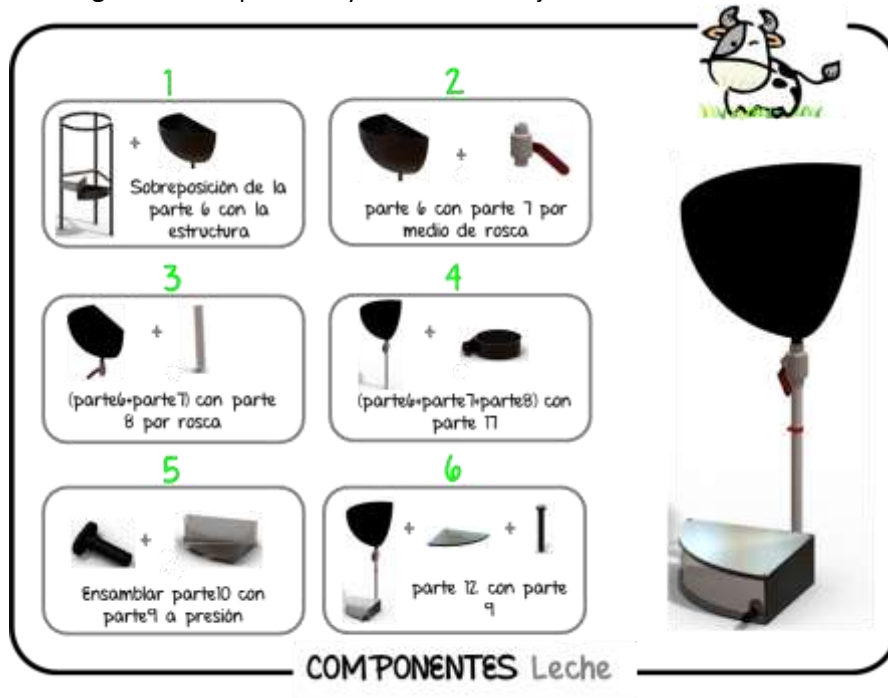
Figura 33: Componentes y ensamble de estructura



Fuente: Elaboración propia

En la figura 34 se ilustra el proceso de ensamble para el flujo de alimentación con leche en donde se utilizan la parte 6 (tanque almacenamiento leche) el cual es sobrepuesto sobre la estructura, la parte 7 (válvula) la cual se ensambla por medio de rosca entre las dos partes, la parte 8 (manguera para leche) la cual se ensambla con la parte 7 a presión y se sujeta con la parte 17 (abrazadera), la parte 10 (chupo) con la parte 9 (recipiente dispensador de leche) a presión, la parte 9 con la estructura junto con la parte 12 por medio de la parte 11 (tornillo para ensamble tapa-recipiente leche).

Figura 34: Componentes y ensamble de flujo de alimentación de leche

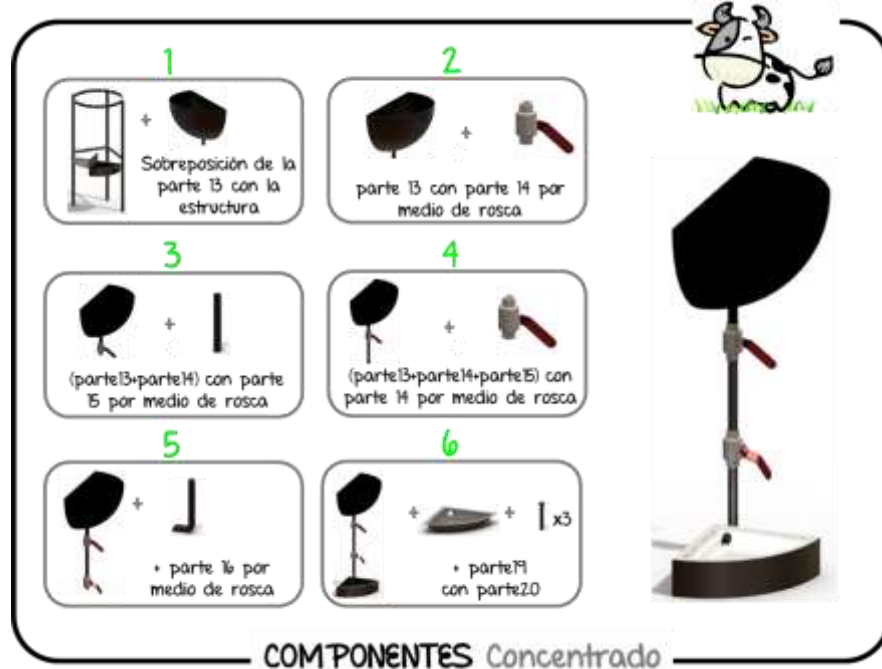


Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se ilustra el proceso de ensamblaje para el flujo de alimentación con concentrado en donde se utilizan la parte 13 (tanque almacenamiento concentrado) el cual es sobrepuesto sobre la estructura, la parte 14 (válvula) la cual se ensambla con la parte 13 y la parte 15 (tubo contenedor de concentrado dosificado), la parte 16 (conducto concentrado dosificado) el cual se ensambla con la parte 14 por medio de rosca, y

finalmente la parte 19 (bandeja concentrado) con la parte 18 (recipiente dispensador de concentrado) por medio de la parte 20 (tornillo para ensamble).

Figura 35: Componentes y ensamble del flujo de alimentación con concentrado



Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis de materiales

La selección de materiales se realiza con el fin de determinar cuáles son los materiales indicados para la construcción del sistema teniendo en cuenta factores externos a los cuales está expuesto, tales como; el clima (agua, humedad, sol), productos químicos (detergentes) y el alimento.

Para lo cual se seleccionaron principalmente dos materiales; acero inoxidable 304 y polietileno los cuales tienen excelentes propiedades físicas y químicas, resistencia a condiciones medioambientales y fácil consecución en el mercado.

El acero inoxidable se utiliza para la construcción de la estructura, tanques de almacenamiento de leche y concentrado, y soportes para los recipientes dispensadores de leche y concentrado.

El polietileno se utiliza para la construcción de los recipientes dispensadores de leche y la bandeja de concentrado ya que son las partes que entran en contacto con el usuario final y por lo tanto no debe tener elementos cortantes.

En la tabla 12 se muestran los materiales seleccionados para las partes más representativas del producto, con sus respectivas ventajas y desventajas.

Tabla 12: Análisis de materiales

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia a la corrosión ya que puede estar expuesto a la intemperie - Excelentes propiedades higiénicas para almacenar alimentos - Fácil de limpiar - Resistencia a altas y bajas temperaturas ya que puede estar expuesto a la intemperie - Buenas propiedades de soldabilidad, maquinado, corte y doblado para la construcción y ensamble entre partes 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo
Polietileno (PEAD)	<ul style="list-style-type: none"> - Son ligeros y fabricados en una sola pieza. (no hay uniones ni empalmes) - Mantienen las características físicas y químicas de los productos, sin transferirles olor ni sabor - Evitan la contaminación del agua y de los alimentos - Excelente resistencia a la corrosión en condiciones ambientales extremas - No se agrietan, ni se fisura, evitando fugas y contaminaciones - Son fáciles de instalar, equipar, mantener y transportar 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo por proceso de manufactura

Fuente: Elaboración propia

4.4 Construcción del Modelo Funcional

Con base en los planos de ingeniería (ver anexo E) y la carta de procesos (ver anexo F) se procede con el proceso de construcción y el resultado tangible del modelo funcional, planteado dentro del alcance del proyecto.

A continuación se ilustran en la figura 36 algunas fotografías de proceso de construcción de la estructura y recipientes dispensadores de alimento.

Figura 36: Construcción de modelo funcional



Fuente: Elaboración propia

4.5 Pruebas de producto

En este punto se busca analizar el desempeño del producto tanto en el aspecto formal como en el cumplimiento de sus funciones principales, así mismo ver la interacción con el usuario principal que es la persona que pone en funcionamiento y suministra el alimento a la ternera, y el usuario final que es la ternera la que finalmente se ve beneficiada del sistema; para así verificar y demostrar las razones porque el cual el proyecto es una mejora de la forma de alimentación de terneras en la etapa de cría.

Para lo cual se realizarán pruebas funcionales, formales y de usuario de acuerdo al protocolo establecido para cada una de estas (ver anexo G), y los resultados obtenidos serán presentados en la sustentación del proyecto, no siendo posible presentarlos a continuación ya que el prototipo funcional se encuentra en la etapa final de construcción.

Para las pruebas de desempeño funcional del producto se verificará la adecuada dosificación de alimento y la medición de tiempo de mantenimiento del sistema. Para el análisis de desempeño de la interacción con el usuario se verificará y medirá la forma y posición que adopta la ternera para tomar leche. Y finalmente se realizará una prueba formal del producto en la cual se evaluará el aspecto formal, la intuición de uso y entendimiento de las funciones por parte del usuario principal.

En la figura 37 se ilustra el protocolo de prueba que será realizada para cada uno de estos aspectos a evaluar después de terminar con la construcción del modelo funcional.

Figura 37: Protocolo de pruebas

PROTOCOLO DE PRUEBAS	
Tipo de prueba	
Titulo	
	Antecedente
	Objetivo
	Usuario
	Hipótesis
	Medición
	Procedimiento
	Recursos
	Recolección de datos
	Análisis de resultados
	Conclusiones

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- El sistema de alimentación para terneras es el resultado del proceso de investigación consignado en el capítulo dos, el cual permitió la identificación de necesidades puntuales entorno al usuario principal, secundario, final y específicamente a la actividad y hábitos de alimentación de las terneras en la etapa de cría.
- En el resultado final del proyecto, es posible evidenciar el cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados, lo cual aseguró el desarrollo de un producto, que responde a la necesidad latente de brindar una adecuada alimentación a los animales y por consiguiente evitar enfermedades ocasionadas por la forma actual de alimentación en la industria ganadera colombiana.
- El sistema de alimentación permite almacenar 28 litros de leche y 22 kilos de concentrado para una cantidad de 5 a 10 de terneras a alimentar según el consumo de alimento de cada una de estas, dosificar la pequeña cantidad de leche y concentrado que debe comer cada y por último entregar la dosis de concentrado y la dosis de leche por medio de un elemento similar al de la ubre de la vaca lo cual es un aspecto positivo que proporciona una adecuada succión del alimento.
- Para el funcionamiento del sistema de alimentación es necesario la presencia del usuario principal quien es el encargado del funcionamiento y mantenimiento del equipo, y quien finalmente alimenta a las terneras suministrándoles la cantidad de concentrado y leche que requiera según su la dieta establecida.

- En el proceso de investigación se evidenció la necesidad del desarrollo de un sistema de alimentación manual que sea sencillo, fácil, rápido de utilizar y económico para las pequeñas y medianas lecherías.
- Con el fin de realizar un diseño para pequeñas y medianas ganaderías se omitió desarrollar el diseño semiautomático que se preveía realizar en el cual se podía almacenar la cantidad total de leche suministrada en el día, agitar, calentar y finalmente dosificar de forma automática. Ya que la mayoría de estas lecherías no crían una cantidad muy grande de terneras a la vez y a su vez no están dispuestas a pagar un precio muy alto por el método de alimentación de estas.
- A partir de la modelación 3D, los planos de taller y la carta de procesos se procede con la construcción del modelo funcional como resultado tangible del objetivo del proyecto, el cual será evidenciado en la sustentación del proyecto junto con las pruebas de validación.
- La mayoría de las partes del sistema de alimentación son comerciales lo cual facilita su mantenimiento y reparación si es del caso.
- El desarrollo del proyecto es el resultado de todos los conocimientos adquiridos en el transcurso del programa académico, los cuales se ven consignados en la parte de investigación y análisis, desarrollo del diseño formal y conceptual mediante técnicas y metodologías de diseño aprendidas, análisis de materiales y procesos de manufactura entre otros.

RECOMENDACIONES

- El diseño está desarrollado para el suministro de alimento a una ternera pues este es lo mínimo posible, sin embargo este se puede modificar según la necesidad del usuario ampliando la capacidad para el suministro de leche de 5 a 10 terneras a la vez incrementando el número de chupos y la capacidad del recipiente dispensador de leche. Igualmente se puede ampliar la capacidad de dosificación del concentrado dependiendo del número de terneras.
- Partiendo del diseño triangular de la estructura, se recomienda utilizar los laterales de la parte trasera para instalar en cada uno un módulo de alimentación (recipientes dispensadores de leche y concentrado); y de esta forma alimentar a tres terneras a la vez.
- Pretendiendo llevar a un punto más avanzado el sistema de alimentación, se podría adaptar un sistema automático el cual dosifique el alimento, agite y caliente la leche, en caso de que esta esté almacenada para el suministro durante el día.
- Para la dosificación de concentrado se debe calibrar la capacidad de almacenamiento del tubo contenedor de alimento según el tipo de concentrado que se suministre por variación en tamaño y en densidad.
- Realizar un manual de uso del sistema en el cual se explique paso a paso los componentes del sistema, sus funciones y especificaciones y las actividades requeridas para la instalación, limpieza, mantenimiento, y uso funcional.

A partir de la construcción del modelo funcional se recomienda:

- Modificar el material del tubo dosificador de concentrado con el fin de que la dosificación sea visible y se pueda medir por gramos.
- Modificar los sistemas de ensamble de los recipientes dispensadores de leche y concentrado para que el ensamble sea más eficiente y práctico para el operario.

A partir de las pruebas realizadas con el modelo funcional se recomienda:

- Cambiar la posición del chupo del recipiente dispensador de leche por debajo del nivel del recipiente, con el fin de evitar residuos de leche por debajo del chupo.

BIBLIOGRAFÍA

- WATTIAUX, Michel A. NEUMONIA. En: WATTIAUX, Michel A. Esenciales Lecheras: Crianza de terneras y novillas. Instituto Babcock: Universidad de Wisconsin-Madison. 127 p.
- Colombia. Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Manual Práctico del Ganadero. 5 p.
- Delaval. Manejo eficiente de los terneros. [artículo de Internet]. http://www.delaval.com.co/Dairy_Knowledge/EfficientCalfMgmt/default.htm> [Consulta: 20 septiembre de 2010]
- FEDEGAN. La Ganadería Colombiana y las Cadenas Láctea y Cárnica: Cifras de Referencia Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019. [Artículo en internet]. [http://portal.fedegan.org.co/Documentos/2010_08_09_Cifras%20Referencia_agosto%20\(3\).pdf](http://portal.fedegan.org.co/Documentos/2010_08_09_Cifras%20Referencia_agosto%20(3).pdf)> [Consulta: 19 septiembre de 2010]
- Universidad CES. Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Asignatura Producción Ganado de Leche: Composición leche-RAZAS- terneras 2006 (presentación clase)
- Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de Diseño. Asignatura Proyecto 4: Metodología y Estructura de la asignatura. Medellín: s.n., 2010. 6p.
- Dimercos. Tienda del campo. Biberones y Tetinas. [imagen de Internet]. http://www.tiendadelcampo.com/epages/eb2360.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/eb2360/Categories/Ganaderia/Varios/Biberones_y_Tetinas> [Consulta: 23 septiembre de 2010]

- Delaval. Alimentador para terneros de Delaval CF150. [imagen de Internet]. http://www.delaval.com.co/Products/Feeding/CalfFeeders/CF150/default.htm?wbc_purpose=basicabout_dela [Consulta: 20 septiembre de 2010]
- Delaval. El sistema digestivo del ternero. [imagen de Internet]. http://www.delaval.com.co/Dairy_Knowledge/EfficientCalfMgmt/El_sistema_digestivo_del_becerro.htm [Consulta: 20 septiembre de 2010]
- Enasco. Granja y Rancho. Peach Teat 5-Calf Feeder. [imagen de Internet]. <http://www.enasco.com/product/C28042N> [Consulta: 20 septiembre de 2010]
- CORREA, Santiago. El libro azul, Análisis funcional de productos. Fondo editorial. Universidad EAFIT. 2009.