

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**ANALISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE
FORMULACION DE RACIONES Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE
INSUMOS PARA ANIMALES DE GRANJA**

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Informático, que presenta el bachiller:

Edgardo Suazo Coronel

ASESOR: Cesar Aguilera Serpa

Lima, Septiembre del 2011

Resumen

Las empresas agropecuarias de comercialización de animales de granja como vacunos, ovinos, aves de corral y roedores, requieren cumplir con los requisitos nutricionales que se les exige, para poder comercializar un animal que se distingue en el mercado agrícola por su estructura ósea y composición nutricional.

Es por ello que la formulación del alimento balanceado cumple un factor importante en la nutrición de los animales de granja a ser comercializados. Pero actualmente algunas empresas no tienen una adecuada administración de sus recursos teniendo como consecuencia un mayor costo y tiempo en la formulación y producción de alimento balanceado.

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo el análisis diseño e implementación de una herramienta que permita administrar correctamente la información de las empresas agropecuarias, el cual consta de los siguientes capítulos.

En el capítulo 1 se realiza el levantamiento de información de las empresas agropecuarias, donde se identifican los términos utilizados, los animales comercializados y los procesos que se utilizan actualmente en la producción de los alimentos balanceados. Adicionalmente se define el plan de proyecto que se debe considerar para la implementación del proyecto.

En el capítulo 2 se elabora el catálogo de requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto, se realiza el análisis de las entidades que intervienen en los diferentes módulos de la empresa y se diseñan los diagramas que se deben tener en consideración para un adecuado diseño del sistema.

El capítulo 3 tiene como objetivo definir la arquitectura a utilizarse, la tecnología que se considera para el proyecto, los estándares de programación y diseño de la interfaz que se deben utilizar para la implementación del proyecto.

El capítulo 4 tiene como objetivo la identificación y ejecución de las pruebas que se utilizarán para validar la funcionalidad del sistema, con los cuales se garantizará que se cumplan las exigencias establecidas inicialmente.

Finalmente en el capítulo 5 se establecen las observaciones que se apreciaron en el desarrollo del proyecto y se realizan las recomendaciones que se deben tener en cuenta para la continuación de proyectos complementarios.

"El presente trabajo lo dedico a mis padres, por su cariño y comprensión, enseñándome a afrontar con entusiasmo y perseverancia los retos en mi vida; a mi amigo y asesor César Aguilera quien me apoyó incondicionalmente en la implementación de este proyecto".

ANEXOS

- ANEXO A. Documento de especificación del método del punto interior.
- ANEXO B. Documento de especificación de casos de uso.
- ANEXO C. Documento de especificación de diagrama de clases.
- ANEXO D. Documento de diagrama de secuencia.
- ANEXO E. Documento de estándares de interfaz grafica.
- ANEXO F. Documento de estándares de programación.
- ANEXO G. Documento de catalogo de pruebas

Tabla de Contenido

Capítulo 1: Generalidades.....	1
1.1 Definición del problema.....	1
1.2 Marco conceptual del problema	2
1.2.1 Empresa Agropecuaria	3
1.2.2 Nutrición y Alimentación	3
1.2.3 Composición de Alimentos.....	4
1.2.4 Formulación de Ración de alimento	7
1.2.5 Algoritmo de solución programación lineal – Punto Interior.....	12
1.2.6 Documentos.....	13
1.2.7 Proceso actual de formulación de raciones	13
1.3 Estado del arte	16
1.3.1 Alternativas de formulación de alimentos	16
1.4 Plan de Proyecto	17
1.4.1 Planificación del Proyecto.....	17
1.5 Descripción y sustentación de la solución	20
1.5.1 Arquitectura de solución Cliente – Servidor.....	20
1.5.2 Administración de acceso de usuarios por perfiles.....	20
1.5.3 Mantenimiento de insumos	20
1.5.4 Formulación de Alimento Balanceado.	21
1.5.5 Reutilización de la fórmula de Alimento Balanceado.	21
1.5.6 Análisis de sensibilidad de Insumos	22
Capítulo 2: Análisis.....	23
2.1 Metodología aplicada para el desarrollo de la solución	23
2.1.1 Objetivos de cada iteración.....	26
2.2 Identificación de requerimientos	28
2.2.1 Catálogo de requerimientos no funcionales.....	28
2.2.2 Catálogo de requerimientos funcionales.....	29
2.3 Diagramas de Análisis.	31
2.3.1 Catálogo de Actores del Sistema.....	31
2.3.2 Paquetes del Sistema.....	32
2.3.4 Diagrama de Caso de Uso.....	32
2.4 Especificación de casos de uso	36
2.4.1 Mantenimiento de animales de granja.....	36
2.4.2 Registrar orden de producción.....	38
2.5 Análisis Técnico y Económico.....	39
2.5.1 Requerimiento Hardware	39
2.5.2 Costos.....	39
2.6 Diagrama de Clases y Secuencias	40
2.6.1 Paquete de Seguridad.....	41
2.6.2 Paquete de Operaciones.....	41
2.6.3 Paquete de Carga – Mantenimiento – Reporte.	41
2.7 Base de datos.	44
2.8 Diagrama de Secuencia.....	46
2.8.1 Diagrama Secuencia – Registrar Orden Producción	47
2.8.2 Diagrama de Secuencia. Generar Fórmula	48
2.9 Diagrama de Estados.....	49
2.9.1 Diagrama Estado Fórmula	49
2.9.2 Estado Orden Producción.....	49
2.10 Diagrama de Actividades	50
2.10.1 Registro Orden Producción.....	50
2.10.2 Generación de Reporte.....	51

Capítulo 3: Diseño	52
3.1 Arquitectura de la solución.....	52
3.1.1 Esquema de funcionamiento	53
3.1.2 Reparto de Funcionalidad.....	54
3.1.3 Capas.....	55
3.1.4 Ventajas Arquitectura Cliente Servidor	57
3.2 Diseño de Interfaz Gráfica	57
3.2.1 Principios Generales de la Interfaz	58
3.2.2 Controles comunes	58
3.3 Estándares de Programación.....	62
3.3.1 Nombres de Archivos.....	62
3.3.2 Organización de Archivos	63
3.3.3 Declaración de Variables de Datos.....	65
Capítulo 4: Construcción y pruebas.....	67
4.1 Construcción	68
4.1.1Tecnología de Construcción	68
4.1.2 Framework	69
4.2 Pruebas.....	70
4.2.1. Propósito.....	70
4.2.2 Tipo de Prueba	71
4.2 Alcance	71
4.3 Flujo de la prueba del sistema.	72
4.4 Catálogo de Prueba.	78
Capítulo 5: Observaciones y Recomendaciones.....	81
5.1. Observaciones	81
5.2. Recomendaciones y trabajos futuros.....	82
5.3. Conclusiones.....	83

Índice de Figuras

Figura 1.1 Restricciones de ecuaciones	10
Figura 1.2 Función a minimizar	10
Figura 1.3 Ejemplo Requerimiento problema de la dieta.	10
Figura 1.4 Ejemplo Matriz de la dieta.....	11
Figura 1.5 Proceso de formulación manual de ración de alimento	15
Figura 1.6 Interfaz de producto Zmix 3.10.....	16
Figura 1.7 Interfaz de software Mixit-1	17
Figura 1.8 Gráfico de diagrama WBS del proyecto.....	18
Figura 1.9 Formulación de ración de alimento	21
Figura 2.1 Fases de RUP	25
Figura 2.2 Catálogo de actores del sistema	32
Figura 2.3 Paquetes del sistema.....	32
Figura 2.4 Casos de uso de Paquete de Carga	33
Figura 2.5 Casos de Uso Paquete Seguridad	33
Figura 2.6 Casos de Uso Paquete Operaciones	34
Figura 2.7 Casos de Uso Paquete de Reportes.....	35
Figura 2.8 Casos de Uso Paquete de Mantenimientos	35
Figura 2.9 Diagrama clases de paquete de seguridad.....	41
Figura 2.10 Diagrama de clases de paquete de operaciones	41
Figura 2.11 Diagrama de clases de paquete Carga-Mantenimiento-Reporte	42
Figura 2.12 Diagrama de Base de Datos del sistema	45
Figura 2.13 Diagrama Secuencia – Registrar Orden Producción	47
Figura 2.14 Diagrama de Secuencia. Generar Fórmula.....	48
Figura 2.15 Diagrama Estado – Fórmula	49
Figura 2.16 Diagrama Estado – Orden de Producción.....	49
Figura 2.17 Diagrama Actividad – Registro Orden de Producción.....	50
Figura 2.18 Diagrama Actividad – Generación de Reporte.....	51
Figura 3.1 Interacción entre cliente y servidor.....	53
Figura 3.2 Distribución de funcionalidad en arquitectura cliente –servidor	54
Figura 3.3 Diagrama de capas y paquetes del sistema	56
Figura 3.4 Botones de Pulsación	58
Figura 3.5 Check box de Selección.....	60
Figura 3.6 Etiqueta Label	61
Figura 3.7 Formulario General	62
Figura 3.8 Ejemplo declaración de archivo	63
Figura 3.9 Ejemplo Comentario Corto	64
Figura 3.10 Ejemplo Comentario Largo.....	65
Figura 4.1 Entorno integrado de desarrollo Visual. NET	69
Figura 4.2 Componentes Framework .NET 3.0.....	70
Figura 4.3 Tipo Prueba Caja Negra.....	71
Figura 4.4 Tipo Prueba Caja Blanca	71
Figura 4.5 Pantalla Login Usuario	72
Figura 4.6 Pantalla Menú Principal	72
Figura 4.7 Pantalla de Menú Orden Producción.	73
Figura 4.8 Pantalla Registro Orden Producción.....	73
Figura 4.9 Pantalla Datos Formulación.	74
Figura 4.10 Pantalla Insumos disponibles.....	74
Figura 4.11 Pantalla Requerimientos Nutricionales	75

Figura 4.12 Pantalla Resultado de Formulación.....	75
Figura 4.13 Pantalla de Simulación de Resultados.....	76
Figura 4.14 Pantalla de Finalización de Fórmula.....	76
Figura 4.15 Pantalla de Detalle Finalización de Formula.....	77
Figura 4.16 Pantalla de Reporte de Fórmula.....	77
Figura 4.17 Pantalla de Reporte de Fórmula – Gráfico.....	78

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Composición de alimento balanceado.....	4
Tabla 1.2 Requerimiento nutricional.....	7
Tabla 1.3 Comparación entre diferentes optimizadores.....	12
Tabla 1.4 Comparación entre diferentes preprocesos	12
Tabla 1.5 Plan de Proyecto de sistema agrupado.....	19
Tabla 1.6 Ventajas implementación del proyecto.....	22
Tabla 2.1 Fases de RUP	25
Tabla 2. 2 Fases del proyecto y Entregables	25
Tabla 2.3 Objetivos que se realizan por cada fase	26
Tabla 2.4 Catálogo Requerimientos no funcionales.....	28
Tabla 2.5 Catálogo Requerimientos funcionales de Mantenimientos	29
Tabla 2.6 Catálogo Requerimientos funcionales de procesos	30
Tabla 2.7 Catálogo Requerimientos funcionales de reportes.....	30
Tabla 2.8 Especificación Actores del Sistema.....	31
Tabla 2.9 Caso de uso de mantenimiento de granja.....	36
Tabla 2.10 Caso de uso de Registrar Orden de Producción.....	38
Tabla 2.11 Costos de Productos del Sistema	40
Tabla 2.12 Especificación Clase BEReqNutricional	43
Tabla 2.13 Especificación Clase BEInsumo.....	44
Tabla 3.1 Especificación Colores	58
Tabla 3.2 Especificación de botón de pulsación	59
Tabla 3.3 Iconos botones Interfaz Gráfica.....	59
Tabla 3.4 Especificación de Casilla de Verificación CheckBox.....	61
Tabla 3.5 Especificación de Etiqueta Label.....	61
Tabla 3.6 Especificación de Nombre de Archivos	63
Tabla 3.7 Especificación de Composición de Clase	63
Tabla 3.8 Especificación de Tipo de Dato	65
Tabla 3.9 Especificación de Tipo de Entero	65
Tabla 3.10 Especificación de Otros Datos.	66
Tabla 3.11 Especificación de Variables.....	66
Tabla 4.1 Cuadro de Tecnología.....	68
Tabla 4.2 Prueba de funcionalidad de Registro de Fórmula	78
Tabla 4.3 Prueba de funcionalidad de Registro de Fórmula	79
Tabla 4.4 Prueba de funcionalidad Reporte de Cliente.....	80

Capítulo 1: Generalidades

1.1 Definición del problema

Las empresas agropecuarias de comercialización de animales de granja como vacunos, ovinos, aves de corral y roedores, requieren cumplir con los requisitos nutricionales que se les exige, permitiendo comercializar un animal que se distingue en el mercado agrícola por su estructura ósea y composición nutricional.

Es por ello que la formulación del alimento balanceado cumple un factor importante, permitiendo administrar los insumos que posee la empresa en su almacén para la alimentación de los animales a ser vendidos en el mercado. Los principales clientes de los citados animales, son los centros de acopio, supermercados y restaurantes, que comercializan animales para el consumo humano con los estándares de salubridad y nutrición que se les exige en el medio.

Actualmente, algunas empresas realizan el proceso de formulación del alimento de manera manual, utilizando cuadros nutricionales y tablas de crecimiento de animales, que les permita realizar los cálculos necesarios para cumplir con los requerimientos nutricionales, el cual permita garantizar el crecimiento adecuado de los animales.

Esta labor implica una dedicación exclusiva a la determinación de la fórmula teórica del alimento, siendo en algunas ocasiones poco factible realizarse por la falta de stock de los insumos que participan en la elaboración del alimento, teniendo como consecuencia volver generar la fórmula del alimento con otros insumos verificando el stock disponible, lo cual implica un retraso en el tiempo de realización de la fórmula.

La correcta formulación implica utilizar los insumos que se requieren. Pero, actualmente algunas empresas no contemplan un adecuado estudio del análisis de sensibilidad de la composición nutricional de los alimentos teniendo como consecuencia un mayor valor económico del alimento, siendo un problema al momento de estimar el costo de alimentación para los animales de granja.

Es por ello que se requiere un sistema de información, que sea capaz de garantizar los requerimientos nutricionales que el proceso de formulación de alimentos exige, utilizando los insumos disponibles en el almacén y además permita realizar un estudio de sensibilidad de los insumos según el precio de los diferentes proveedores que intervienen, permitiendo sustituir un insumo por otro, con lo cual permitirá elaborar un alimento balanceado de menor costo.

1.2 Marco conceptual del problema

En las empresas agropecuarias se consideran diferentes áreas para la **producción de alimento balanceado para animales**, pudiéndose considerar principalmente las áreas de nutrición, reproducción y la genética. Pero, se considera el área de nutrición la más importante, tanto en el aspecto cuantitativo como en el económico, porque es la que permite garantizar el crecimiento de los animales a ser comercializados posteriormente.

Se puede decir entonces que la nutrición es el área que más incide en los costos de producción agropecuaria; dependiendo de la especie animal que se trate, representa entre el 60 y 85 % de dichos costos. Las mejoras económicas que se logren en el área de la nutrición tendrán por lo tanto el mayor impacto en las ganancias del productor y los precios de los alimentos de consumo.

La nutrición animal debe ser entonces la base para las demás áreas descritas anteriormente y que en conjunto constituyen el proceso de elaboración de alimento para animales de granja. [1]

Entre los conceptos utilizados en la formulación de la ración de alimento a utilizarse se identifican los siguientes:

1.2.1 Empresa Agropecuaria

Se denomina empresa agropecuaria a aquella organización con fin económico el cual tiene como principal actividad, el cultivo del campo y la crianza de animales.

La denominación ha sido acuñada de la combinación de otros dos términos: agricultura (cultivo de la tierra para sembrar alimentos) y pecuaria, que de alguna manera resultan ser las actividades principales que quienes llevan a cabo esta actividad despliegan.

En particular la ganadería, así como la agricultura, es una actividad de tipo económico muy antigua que consiste en la crianza de animales para su posterior aprovechamiento. [7]

1.2.2 Nutrición y Alimentación

- **Nutrición:** Es la ciencia que estudia los procesos físicos y químicos que sufre el alimento durante su paso por el tracto digestivo, la absorción de los nutrientes liberados a través de las paredes gastrointestinales y la posterior utilización celular de éstos por medio de procesos metabólicos. [1]
- **Alimentación:** Son una serie de normas o procedimientos para proporcionar a los animales una nutrición adecuada, es decir que la alimentación trata sobre la comida que se suministra al animal (ingredientes y cantidades), mientras que la nutrición comprende el destino que tiene el alimento una vez ingerido. [1]

Debe entenderse por nutriente los componentes básicos de un alimento, útiles para el animal que los consume y los alimentos son aquellos conjuntos de nutrientes que al ser consumidos por el animal le proveen energía, proteínas y vitaminas, minerales, entre otros.

Desde el punto de vista nutricional, los alimentos difieren entre sí, según las cantidades y proporciones de nutrientes que contienen. [1]

Es por ello que se encuentra diferentes alimentos para las diversas especies de animales que existen en una granja, el cual es el lugar de alojamiento de las diferentes especies que tiene una empresa de comercialización de animales usados para el consumo humano.

La correcta alimentación de los animales, consiste en asociar los diferentes insumos que se tiene en el almacén para integrar una ración capaz de cubrir las necesidades nutritivas de los animales, de tal modo que el alimento integrado forma

una ración la cual es necesaria para asegurar el crecimiento de los animales a ser comercializados.

Como ejemplo del alimento requerido por un animal de granja, se muestra en la tabla 1.1 el cuadro alimenticio de un ave de corral broile de 8 semanas de edad.

**Tabla 1.1 Composición de alimento balanceado
de Ave Broile de 8 semanas [23]**

Ingredientes	% composición
Carbonato de calcio	7.67 %
Cloruro colina 60%	0.10 %
Dl-metionina	0.01 %
Fosf dicalcico	0.00 %
Grasa de pescado	1.49 %
Harina de huesos	0.00 %
Harina de pescado	8.00 %
Harina de soya	5.34 %
Hominy feed	0.00 %
Maíz	69.08 %
Sal	0.16 %
Salvado de trigo	8.00 %
Zoodry postura	0.15 %

1.2.3 Composición de Alimentos.

En la elaboración del alimento balanceado el nutricionista de alimentos balanceados maneja ingredientes alimenticios que tienen una mayor o menor concentración de algún nutriente específico ya sea proteína, energía o calcio, entre otros. Ello permite agrupar dichos alimentos como proteicos (pastas de oleaginosas, harinas de origen animal), energéticos (granos de cereales, harinas de tubérculos, aceites) y minerales (roca fosfórica, piedra caliza, concha de ostión).

De esa manera, la terminología gira en torno a alimentos clasificados por su contenido del nutriente dominante, sin tomar en cuenta los otros componentes aportados por el ingrediente.

Los nutrientes presentes en la ingesta de un animal son:

- **Agua.**
- **Proteínas.** Formadas a su vez por aminoácidos.

- **Nitrógeno no proteínico.** De utilidad solamente para los rumiantes y presente en forma de urea, sales de amonio, nitritos y nitratos, ácidos nucleicos.
- **Carbohidratos.** Disponibles sólo para los rumiantes y formados por celulosa, hemicelulosa y lignina.
- **Lípidos.** Compuesto de triglicéridos, glicerol y ácidos grasos.
- **Minerales.** Calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio, manganesio, zinc, cobre, hierro, yodo, selenio, cobalto, molibdeno, azufre y flúor.
- **Vitaminas Liposolubles.** A, D, E, K.
- **Vitaminas Hidrosolubles:** tiamina, rivotflavina, vitamina B6, vitamina B12, acido nicotínico, acido pantoteico, acido fólico, colina, inositol, biotina, acido ascórbico.
- **Aditivos:** Compuestos agregados por el hombre con el fin de aumentar el consumo y la digestibilidad de los alimentos.^[1]

La composición de los alimentos debe ser entonces la base sobre la cual se deciden los ingredientes a usar y sus combinaciones.

Para el presente tema de investigación se trabajará con valores tabulados que serán los datos maestros de la carga de la composición de los requerimientos animales y la composición de los alimentos.

Adicionalmente se conoce que unos 100 nutrientes diferentes tienen valor en las raciones del ganado y de las aves de corral, muchos son necesarios individualmente para el metabolismo corporal, crecimiento y reproducción; otros o no son esenciales o pueden sustituirse por otros nutrientes.

No existen dos alimentos que contengan los nutrientes en la misma proporción; cada alimento suele contener una mayor o menor proporción de uno o varios de estos principios.

Estas diferencias hacen necesario que se regule la cantidad de cada alimento, de tal manera que la total composición de sus nutrientes sea la requerida en cada caso, variable según la especie, edad, producción o diferentes necesidades que se requieran. Adicionalmente los animales se pueden clasificar según su importancia, su cantidad y su función como se detalla a continuación.

- **Según la importancia**

En función de la participación en las reacciones metabólicas del organismo en su conjunto, los nutrientes pueden ser:

- **Nutrientes no esenciales:** los que no son vitales para el organismo y que, bajo determinadas condiciones, se sintetizan a través de moléculas precursoras (generalmente, nutrientes esenciales). Por tanto, el organismo no necesita el aporte regular de las mismas. Estas son producidas por el metabolismo del organismo. [3]
- **Nutrientes esenciales:** los que son vitales para el organismo, dado que no los puede sintetizar. Es decir, son las sustancias que de forma inevitable se tienen que obtener del medio ambiente. Para los seres humanos, éstos incluyen ácidos grasos esenciales, aminoácidos esenciales, algunas vitaminas y ciertos minerales. El oxígeno y el agua también son esenciales para la supervivencia humana, pero generalmente no se consideran nutrientes cuando se consumen de manera aislada.[3]

Los seres humanos pueden obtener energía a partir de una gran variedad de grasas, carbohidratos, proteínas, etanol y pueden sintetizar otros compuestos (por ejemplo, ciertos aminoácidos) a partir de nutrientes esenciales.

Los nutrientes tienen una función significativa sobre la salud, ya sea benéfica o tóxica. Por ejemplo, en la alimentación de los animales de granja, el sodio es un nutriente que participa en procesos de equilibrio hidroelectrolítico cuando se proporciona en cantidades adecuadas. Pero su aporte excesivo en la dieta puede favorecer la hipertensión arterial.

- **Según su cantidad**

En función de la cantidad necesaria para las células y organismos, se clasifican en:

- **Macronutrientes:** se requieren en grandes cantidades diarias (habitualmente del orden de gramos). Estos nutrientes participan como sustratos en los procesos metabólicos destinados a obtener energía. Incluyen proteínas, glúcidos y grasas. Son la base de toda dieta.
- **Micronutrientes:** se requieren en pequeñas cantidades (habitualmente en cantidades inferiores a miligramos). Estos nutrientes participan en el metabolismo como reguladores de los procesos energéticos, pero no como sustratos.

- **Según su función**

Aunque un mismo nutriente puede realizar varias funciones, se pueden clasificar en:

- **Energéticos:** los que sirven de sustrato metabólico para obtener energía, con el fin que el organismo pueda llevar a cabo las funciones necesarias. Por ejemplo, las grasas, los glúcidos y las proteínas.[\[3\]](#)
- **Plásticos o estructurales:** los que forman la estructura del organismo. También permiten su crecimiento. Por ejemplo, las proteínas, los glúcidos, ciertos lípidos (colesterol) y algunos elementos minerales (calcio, fósforo).[\[3\]](#)
- **Reguladores:** los que controlan las reacciones químicas del metabolismo. Son nutrientes reguladores las vitaminas y algunos minerales (sodio, potasio).[\[3\]](#)

Para fines prácticos de ilustrar la importancia que tienen los nutrientes en la composición de los alimentos que se utilizan para la alimentación de los animales, se muestra en tabla 1.2 los requerimientos nutricionales de un ave broile de 8 semanas de vida.

**Tabla 1.2 Requerimiento nutricional
de Ave Broile de 8 semanas [23]**

Requerimiento nutricional	% Composición
Mat. Seca	55.451 %
Ndt	61.369 %
Prot.Cruda	20.000 %
Fibra Cruda	10.000 %
Calcio	0.800 %
Fósforo	0.500 %
E.digest	2.800 %
Metcist	0.750 %
Lisina	0.900 %

1.2.4 Formulación de Ración de alimento.

La elaboración de la ración de alimento a ser ingerida por los animales implica el conocimiento de los factores que intervienen en la formulación los cuales se presentan a continuación:

- **Formulación de raciones**

La adecuada alimentación de los animales es de muy importante en el desarrollo de su ciclo vital, desde que nacen hasta que llegan a una edad adecuada según los requerimientos que se establecen para su comercialización; es por ello que se requiere ser eficientes en los costos económicos que condicionan grandemente el éxito de la comercialización de los animales. Contrariamente, todo error en el cálculo de raciones, toda falta de exactitud en la apreciación de las necesidades, contribuye, con el tiempo, a limitar el crecimiento de los animales genéticamente más aptos para su venta.

En este contexto, la formulación de raciones debe entenderse como el ajuste de las cantidades de los ingredientes que conformarán la ración, para que los nutrientes que contenga por unidad de peso o como porcentaje de la materia seca correspondan a los que requiere el animal por alimentar.

Así, el cálculo de raciones balanceadas obedece a varias razones; entre estas se pueden mencionar las siguientes:

- Sólo con raciones balanceadas se pueden lograr producciones acordes con el potencial genético de los animales.
- Sólo con una alimentación adecuada pueden lograrse producciones económicas. Esto obedece a que la alimentación representa el mayor porcentaje de los costos totales de producción (45% o más).
- Sólo con animales bien alimentados se aprovechan en su totalidad las mejoras que se hagan en lo genético y en sanidad.

Para iniciar un programa de formulación de raciones bajo diferentes situaciones, se requiere de información básica, como:

- Necesidades nutricionales del animal.
- Alimentos disponibles en el almacén
- Tipo de ración.
- Consumo esperado de alimentos.

Estos aspectos deben ser considerados para alimentar a los animales, siendo indispensable completar las raciones alimenticias diarias con los requerimientos de proteínas, vitaminas, entre otras, lo cual permitirá garantizar un balanceo alimenticio de acuerdo a las respectivas etapas de su desarrollo y producción. [3]

- **Método de formulación de ración de alimento**

Las empresas agropecuarias encargadas de la crianza y venta de animales de granja, requieren administrar adecuadamente los insumos que poseen dentro de su almacén, para poder optimizar de manera adecuada la composición de la fórmula de la ración alimentaria que necesitará el animal a ser comercializado, garantizando la calidad nutricional y ósea que exige el mercado.

Es por ello que se requiere utilizar un método científico comprobado, que permita asegurar esta composición nutricional de manera adecuada; dentro de los métodos más difundidos y aplicados al giro del negocio de la empresa, se considerado la formulación como un problema de programación lineal con la aplicación en particular del **Problema de la dieta** y es usado para el desarrollo del proyecto.

- **El Problema de la Dieta**

El problema de la dieta consiste principalmente en determinar las cantidades de distintos insumos que deben utilizarse para realizar el alimento de un animal de granja, permitiendo asegurar los requerimientos nutricionales y minimizar el costo de producción. [4]

Los elementos que intervienen en el problema de la dieta son:

- **Datos.**

M : el número de nutrientes

n : el número de alimentos

aij : la cantidad del nutriente i en una unidad del alimento j

bi : la cantidad mínima del nutriente i aconsejada

cj : el precio de una unidad del alimento j

- **Variables.**

Las variables relevantes en este problema son:

xj : la cantidad del alimento j que debe adquirirse.

- **Restricciones.**

Como la cantidad total de un nutriente dado i es la suma de las cantidades de los nutrientes en todos los alimentos y las cantidades de alimentos deben ser no negativas, se deben cumplir las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j &\geq b_i; \quad i = 1, \dots, m \\ x_j &\geq 0; \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Figura 1.1 Restricciones de ecuaciones

Estos elementos en conjunto son utilizados como información necesaria para la formulación a minimizar a un costo mínimo con lo cual se elabora la función a minimizar.

- **Función a minimizar.**

En el problema de la dieta se está interesado en minimizar el precio de la dieta:

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Figura 1.2 Función a minimizar

Donde c_j es el precio unitario del alimento j .

Como caso ilustrativo del problema de la dieta se presenta el siguiente ejemplo.

Ejemplo. Considérese un caso con cinco nutrientes y con los mínimos aconsejados para los nutrientes digeribles (DN), proteínas digeribles (DP), calcio (Ca), y fósforo (Ph) dados en siguiente tabla. [4]

Nutriente	Cantidad requerida	Cantidad				
		Maíz A	Avena	Maíz B	Salvado	Linaza
DN	74.2	78.6	70.1	80.1	67.2	77.0
DP	14.7	6.50	9.40	8.80	13.7	30.4
Ca	0.14	0.02	0.09	0.03	0.14	0.41
Ph	0.55	0.27	0.34	0.30	1.29	0.86

Figura 1.3 Ejemplo Requerimiento problema de la dieta.

Contenidos nutritivos de cinco alimentos: (DN) nutrientes digeribles, (DP) proteínas digeribles, (Ca) calcio, y (Ph) fósforo.

Supóngase que los precios unitarios de los alimentos son:

$$c_1 = 1, c_2 = 0.5, c_3 = 2, c_4 = 1.2, c_5 = 3.$$

De este modo, se tiene el Programa de Programación Lineal (PPL) siguiente:

Minimizar

$$Z = x_1 + 0.5x_2 + 2x_3 + 1.2x_4 + 3x_5$$

Sujeto a:

$$\begin{pmatrix} 78.6 & 70.1 & 80.1 & 67.2 & 77.0 \\ 6.50 & 9.40 & 8.80 & 13.7 & 30.4 \\ 0.02 & 0.09 & 0.03 & 0.14 & 0.41 \\ 0.27 & 0.34 & 0.30 & 1.29 & 0.86 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} 74.2 \\ 14.7 \\ 0.14 \\ 0.55 \end{pmatrix}$$
$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$$

Figura 1.4 Ejemplo Matriz de la dieta

Usando alguno de los paquetes existentes para resolver dicho PPL, como por ejemplo GAMS (General Algebraic Modeling System), se llega a la solución con un costo mínimo de $Z = 0.793$, en el punto $(0, 1.530, 0, 0.023, 0)$. Esto significa que sólo debe comprarse avena y salvado. [4]

Programación Lineal (PL) es una técnica de optimización destinado a la asignación eficiente de recursos limitados en actividades conocidas para maximizar beneficios o minimizar costos, como es el caso de la formulación de raciones. La característica distintiva de los modelos de PL es que las funciones que representan el objetivo y las restricciones son lineales.

Un programa lineal puede ser del tipo de **maximización o minimización**. Las restricciones pueden ser del tipo \leq , $=$ ó \geq y las variables pueden ser negativas o irrestrictas en signo.

Los modelos de PL a menudo representan problemas de “asignación” en los cuales los recursos limitados se asignan a un número de actividades.

Posterior al planteamiento del problema de programación lineal se requiere optar por el algoritmo y método de solución al respecto el cual para el presente proyecto se utiliza en particular el algoritmo de **Punto Interior**. [4]

La especificación del uso del algoritmo mencionado se especifica en el **Anexo A**.

Documento de Especificación del Método del Punto Interior.

1.2.5 Algoritmo de solución programación lineal – Punto Interior.

Luego de tener el planteamiento del problema de programación lineal con las variables, costos y restricciones es necesario decidir el algoritmo a utilizar para dicha solución.

Al respecto existen varios métodos a utilizarse, pero dado la cantidad de variables, debido a los insumos y las restricciones, se considera adecuado la utilización del método de Punto Interior. En las tablas 1.3 y 1.4 se muestran en los cálculos de tiempo que se presentan entre varios optimizadores y métodos de optimización.

Tabla 1.3 Comparación entre diferentes optimizadores en problemas de Programación Lineal [19]

		Caso 1			Caso 2		
		Tiempo (s)	Indice	Iteración	Tiempo (s)	Indice	Iteración
CPLEX 6.0	Punto Interior	41.8	1.0	32	237.3	1.0	35
	Simplex Dual	99.8	1.4	12692	1812.6	6.6	48695
	Simplex Primal	156.2	3.7	21622	1217.5	5.1	50280
MINOS 5.3	Simplex Primal	1863.6	44.6	23927	-	-	-
OSL 2.1	Punto Interior	163.9	3.9	10798	774.4	3.3	19524
	Simplex Primal	530.9	12.7	12685	7426.6	31,3	62019

Tabla 1.4 Comparación entre diferentes preprocessos [19]

		Caso 1			Caso 2		
		Restricción	Variable	Elemento	Restricción	Variable	Elemento
Sin prep		19047	27847	82295	49715	64679	188477
Prep CPLEX		-14.8 %	-19.3 %	-36.2 %	-17.9 %	-13.2 %	-28.6 %
Prep OSL		-4.9 %	0.0 %	-2.4 %	-15.6 %	0.0 %	-9.1 %

Es por ello que, como parte de la solución del problema de ración al mínimo costo, se requiere la utilización de este algoritmo que será utilizado en la implementación del proyecto.

Actualmente en el mercado se encuentra la librería **GIPALS.DLL** [16] que en particular utiliza el algoritmo de **Punto Interior** [17] y permite calcular los valores requeridos como cantidad insumos a utilizarse en la fórmula, por lo cual se considera adecuado la utilización esta librería.

Es importante enfatizar que esta librería es utilizada exclusivamente **con un objetivo académico**, dando a conocer el reconocimiento que merece para cumplir con el cálculo de la ración al menor costo, siendo parte del sistema de información que se presenta en este tema de tesis.

1.2.6 Documentos

En los procesos que se realizan en el giro del negocio es necesario identificar los siguientes documentos que permiten registrar la información necesaria para la elaboración de las fórmulas y su seguimiento respectivo.

- **Documento Orden de Producción:** Es el documento generado por el sistema que permite ingresar la información necesaria para iniciar la solicitud de producción de alimento balanceado para un animal. La información que se registra es la siguiente: número orden producción, datos del cliente, datos del animal, fecha, cantidad y unidad de medida.
- **Documento Técnico Formulación:** Es el documento donde se registra el resultado del cálculo de los insumos a utilizarse para la elaboración de la fórmula de alimento balanceado.
- **Documento Tabla de Insumos:** Es el documento donde se encuentra la información de la composición nutricional de cada insumo, el cual se utilizará como información para la formulación.
- **Documento Tabla de Requerimiento:** Es el documento donde se encuentra la información del requerimiento nutricional de cada animal en la granja. Esta información es utilizada para la formulación.
- **Documento de Orden Compra:** Es el documento donde se especifica los insumos que se requiere solicitar a un proveedor debido a que no se encuentran disponibles en el almacén de insumos
- **Documento de Registro de Animal:** Es el documento donde se especifica las características del animal a registrar, donde se considera la clase, especie, descripción, peso, talla y edad.

1.2.7 Proceso actual de formulación de raciones

El proceso actual de la formulación de las raciones, se realiza con el siguiente proceso.

1. Se genera una orden de producción de elaboración de alimento solicitada por el área de Producción donde se registran los siguientes datos:
 - Datos del cliente.
 - Fecha.
 - Datos del animal.
 - Cantidad de alimento a producirse.
 - Unidad de alimento.

2. El área de Formulación registra la orden de producción de alimento y procede a seguir los siguientes pasos para la elaboración de la ración:
 - Selección de los cuadros nutricionales, mínimos exigidos que requiere el animal a ser alimentado. Esta información se basa en las normas establecidas por los requerimientos nutricionales exigidos por el **NRC (National Research Council)** [13], el cual es el organismo internacional que determina la composición requerida para los alimentos y periódicamente se registran en el **National Academies Press** de publicación online gratuita.
 - Se procede a seleccionar los insumos que pueden participar en la formulación del alimento del animal.
 - Se procede a seleccionar los datos de las tablas de la composición nutricional de los insumos seleccionados.
3. Luego de registrado los datos de entrada, se procede a generar el resultado de la composición nutricional del alimento objetivo, utilizando hojas de cálculo del programa MS Excel.
4. Se muestran los resultados en el cuadro MS Excel y se registra el informe técnico de la fórmula generada al mínimo costo.
El informe técnico establece que la ración de alimento que se determinó, permitirá asegurar el contenido nutricional que deberá poseer el animal a ser comercializado.
5. El almacén central registra la orden de formulación y el informe técnico de la fórmula y procede a realizar la consulta de la cantidad de insumos disponibles que se posee y se realiza la mezcla de los insumos actualizando el stock.
6. De ser el caso de falta de stock, se procede a generar una solicitud de compra de insumos al área de Compras lo cual representa una demora en la adquisición de insumos o alternativamente se devuelve el informe técnico al área de Formulación para que se genere una nueva fórmula indicando qué insumos están disponibles. En particular estas actividades adicionales **generan un retraso** en la producción y en consecuencia una demora en el tiempo de entrega de las raciones de alimentos a fabricarse.

En la figura 1.5 se muestra el flujo del proceso de elaboración de ración de alimento a utilizar para los animales de granja.

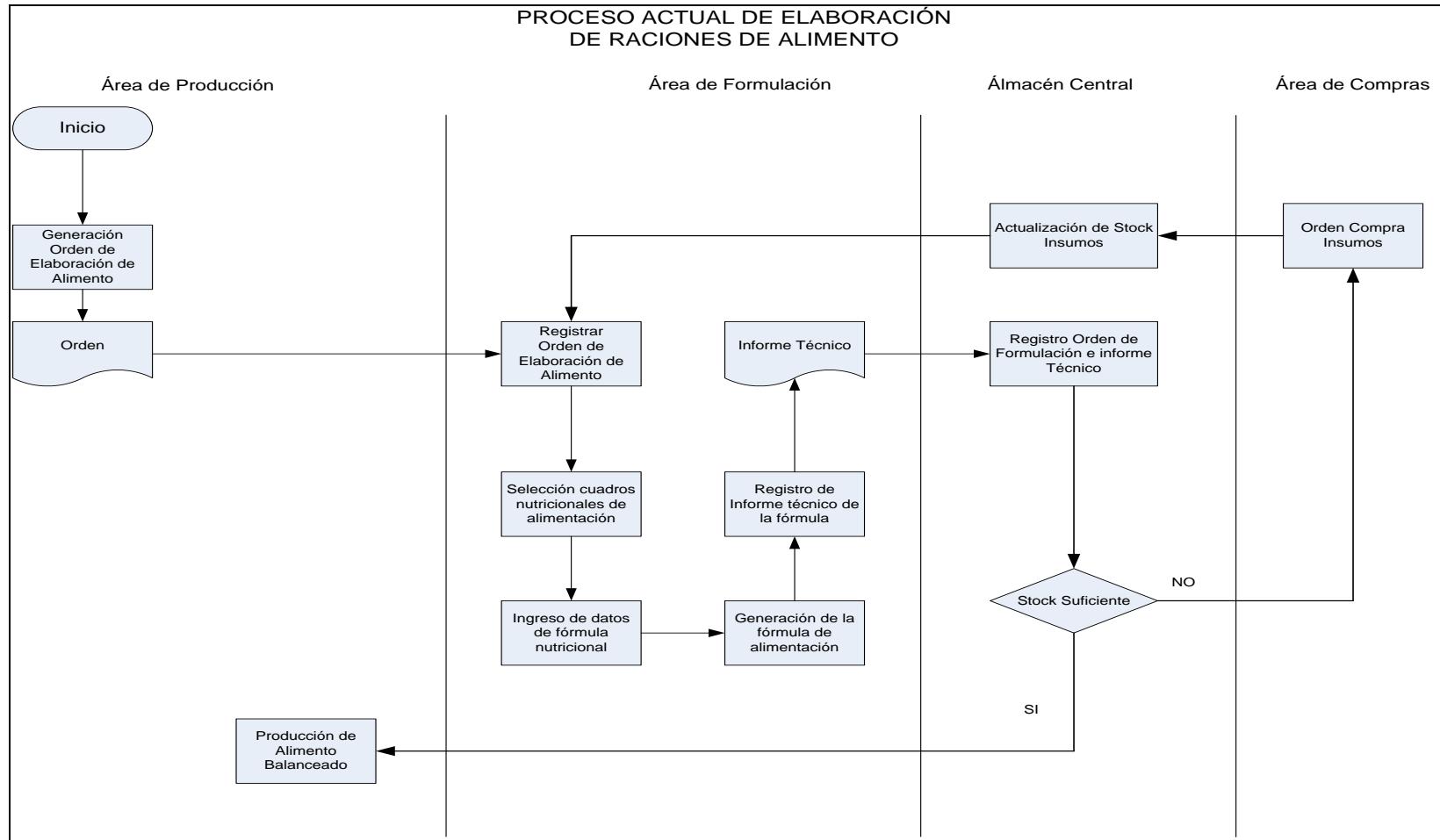


Figura 1.5 Proceso de formulación manual de ración de alimento

1.3 Estado del arte

Algunas empresas agropecuarias encargadas de la crianza y venta de animales de granja, actualmente tienen como principal proceso dentro de su giro de negocio, la formulación de las raciones que necesitan los animales de granja para venderlos en el mercado, permitiendo ser parte de la alimentación que se utiliza en los restaurantes, centros de acopio y lugares de venta de carne para el consumo humano.

La elaboración de las raciones se encuentra a cargo del supervisor o nutricionista en el área de formulación, el cual tiene la labor de determinar la cantidad necesaria de insumos que se requiere para formular el alimento que se desea dar a los animales de granja según su exigencia nutricional para cumplir con el mínimo de peso y contextura ósea solicitada por los clientes de la empresa.

1.3.1 Alternativas de formulación de alimentos

En el mercado de venta de animales de granja se consideran diferentes alternativas de cálculo de cantidad de insumos a utilizarse en la formulación de un alimento balanceado entre las que se utilizan aplicaciones en MS Excel utilizando el **método Solver**, que permite calcular la cantidad necesaria de insumos para poder formular el alimento requerido.

Adicionalmente otras empresas utilizan software que son exclusivamente utilizados para su giro del negocio; entre estos se encuentran:

- **Zmix 3.10.** Software diseñado para facilitar la formulación de raciones para animales a menor costo en diferentes etapas de producción. Cuenta con interfaz que visualiza los requerimientos y resultados de los cálculos. [14]

En la figura 1.6 se muestra la interfaz del producto Zmix 3.10.



Figura 1.6 Interfaz de producto Zmix 3.10

- **Mixti-1.** Software que permite calcular la cantidad de insumo que se necesita para elaborar una ración de alimento al menor costo. Cuenta con una interfaz modo consola que muestra el resultado de los cálculos de formulación. En la figura 1.7 se muestra la interfaz del producto en Mixit -1. [20]

```

C:\DOCUMENTOS\ADMINISTRACION\ESCRITORIOS\MIXITW-1\MIXIT-2.EXE
<INGREDIENT 218> ****
INGREDIENT NAME: HARINA DE CARNE 55
*
ROUNDING FACTOR: 0

PRESSING <RETURN> ENTERS A ZERO.  TYPE

2> PRECIO $/KG    0.48
3> DRY MATIER %   100
4> MAT.SECA %     93.28
5> PROTEINA %    54.58
6> EXTRACTO E %  9.8
7> SODIO %        0.7
8> CALCIO %       8.46
9> FOSF TOTAL %  4.18
10> E.METABOLZ Kcal/KG 2638
11> LISINA %      2.33
12> FOSFO DISP %  4.18
13> METIONINA %  0.67
14> IREONINA %   1.47
15> TRIPTOFANO %  0.28
16> MET + CIST %  0.99
17> POTASIO %    0

```

Figura 1.7 Interfaz de software Mixit-1

Estas herramientas tienen como función principal el cálculo de las cantidades mínimas de insumos a ser utilizados en la producción del alimento de los animales de granja, pero no cumplen con el objetivo de permitir integrar los principales procesos y administrar los recursos de las empresas agropecuarias, el cual es objetivo del presente proyecto de investigación.

1.4 Plan de Proyecto

El desarrollo del presente proyecto implica la planificación de las actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas permitiendo alcanzar los objetivos específicos dentro de los plazos establecidos.

Por lo cual, la gestión del proyecto y sus procesos implica la utilización de la “Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos” propuesto por la organización PMI [5].

1.4.1 Planificación del Proyecto.

Una de las primeras tareas en el proceso de planeación de un proyecto es la definición de su alcance, en términos de la delimitación del trabajo a realizar para cumplir con los objetivos y desarrollar los entregables del proyecto.

Una herramienta útil para hacer esta tarea es el **WBS o Work Breakdown Structure** que corresponde a una división jerárquica del trabajo a realizar que cubrirá los requerimientos del proyecto. En la figura 1.8 se muestra el WBS utilizado para el presente proyecto.

Es importante mencionar que el presente proyecto requiere establecer el calendario de las actividades interrelacionadas, las cuales se encuentran registradas en el **Plan del Proyecto** que puede observar en la tabla 1.5, el cual contiene los documentos o productos parciales denominados **entregables** que se requiere por cada fase del sistema.

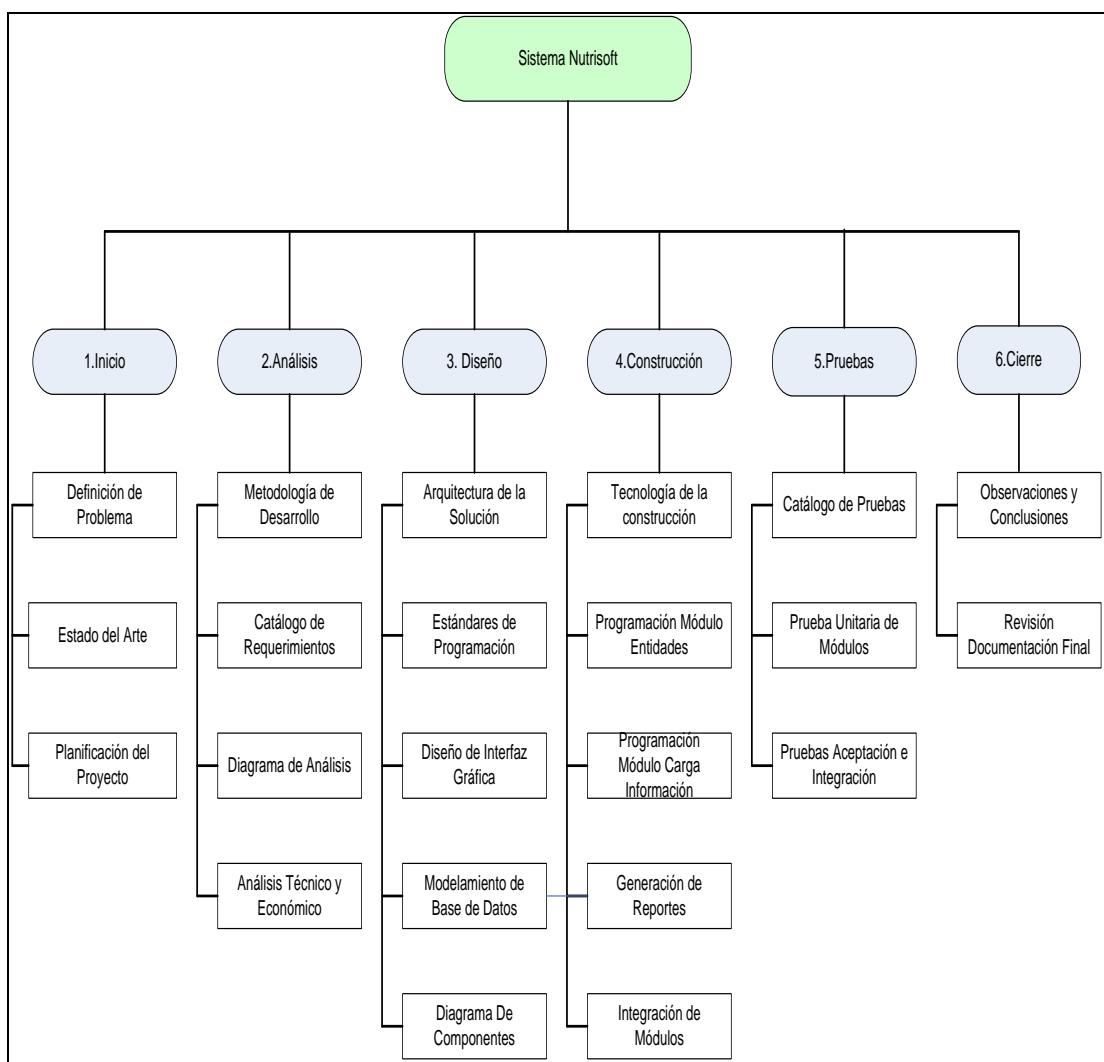


Figura 1.8 Gráfico de diagrama WBS del proyecto

Tabla 1.5 Plan de Proyecto de sistema agrupado

Item	Nombre Tarea	Sub Tarea	Duración	Predecesoras	Nombre Recurso
1	Plan de Proyecto Tesis		354 días		
2	Inicio del Proyecto		17 días		Edgardo Suazo
3		Definición del Problema	5 días		Edgardo Suazo
4		Estado del Arte	5 días		Edgardo Suazo
5		Planificación del Proyecto	5 días		Edgardo Suazo
6		Descripción y sustentación de Solución	2 días	4,3	Edgardo Suazo
7	Análisis		35 días		Edgardo Suazo
8		Metodología de Desarrollo	5 días	5	Edgardo Suazo
9		Catálogo de Requerimientos	5 días	8,5	Edgardo Suazo
10		Entregable1	20 días		Edgardo Suazo
15		Entregable 2	5 días		Edgardo Suazo
17	Diseño		192 días		Edgardo Suazo
18		Arquitectura de la Solución	4 días	9,16	Edgardo Suazo
19		Diseño Interfaz Gráfica	4 días	9,11,12,13,14	Edgardo Suazo
20		Modelamiento de Base Datos	1 día	12	Edgardo Suazo
21	Construcción		289 días		Edgardo Suazo
22		Entregable 1	3 días		Edgardo Suazo
24		Entregable 2	286 días		Edgardo Suazo
33		Entregable 3	160.65 días		Edgardo Suazo
40		Entregable 4	114.15 días		Edgardo Suazo
49	Pruebas		5 días		Edgardo Suazo
50		Pruebas de Sistema	10 días	26,27,28,29,30,31,32	Edgardo Suazo
51	Cierre	Prueba Mantenimiento	10 días	35,36	Edgardo Suazo

1.5 Descripción y sustentación de la solución

Algunas empresas agropecuarias encargadas de la crianza y venta de animales de granja tienen como un proceso importante la formulación del alimento balanceado, como se expuso anteriormente; por lo cual se requiere un proceso que garantice el mínimo requerimiento nutricional exigido siendo uno de los objetivos principales del sistema a desarrollar.

Dentro de las principales ventajas que brindará con la implementación del sistema se encuentran las siguientes:

1.5.1 Arquitectura de solución Cliente – Servidor.

Para la implementación del presente proyecto se requiere definir la arquitectura de la solución a utilizar, la cual permita el acceso a la información centralizada por parte de los usuarios finales. Es por ello que dicha arquitectura a utilizar es la de **Cliente – Servidor.**

Esta arquitectura en particular consiste en la solicitud que realiza un cliente hacia un programa (el servidor) el cual le da respuestas con la información necesaria para poder mostrarla.

1.5.2 Administración de acceso de usuarios por perfiles

El giro del negocio de algunas empresas agropecuarias no restringe el acceso a la información según el perfil que se tiene por cada usuario, con lo cual trae como consecuencia la accesibilidad a funciones que no corresponde dentro del sistema. Es por ello que el sistema de información propuesto, permitirá brindar una adecuada administración del acceso a la información.

1.5.3 Mantenimiento de insumos.

En algunas empresas el hecho de no tener actualizado el stock disponible de insumo implica un problema, al no permitir brindar al área de Formulación, la cantidad de insumos que se podría utilizar para la generación de la fórmula, teniendo como consecuencia volver a generar la fórmula o esperar que el proveedor entregue la cantidad de insumos que están faltando.

En consecuencia a este problema, el sistema de información permitirá brindar información de los insumos que se posee en el almacén, con lo cual la generación de la fórmula tendrá en cada instante la cantidad de insumos que se posee, permitiendo seleccionar los insumos que se necesitan según las exigencias

nutricionales, teniendo como consecuencia la generación de la fórmula con el stock de insumos disponibles actualizados.

1.5.4 Formulación de Alimento Balanceado.

La generación de la fórmula del alimento balanceado, se realizará utilizando un algoritmo matemático, el cual permite calcular la ración al mínimo costo, que se requiere para poder asegurar que el animal cumpla con los requerimientos nutricionales que se le exige.

Esta fórmula utilizará los insumos disponibles en el almacén, los requerimientos nutricionales de cada animal y la composición nutricional de los insumos utilizados. Como resultado de la formulación se permitirá visualizar la cantidad de insumos que requiere para obtener una ración al menor costo que cumpla con las exigencias nutricionales para el animal. En la figura 1.9 se puede representar el proceso que se requiere para la elaboración del alimento balanceado de un animal de granja,

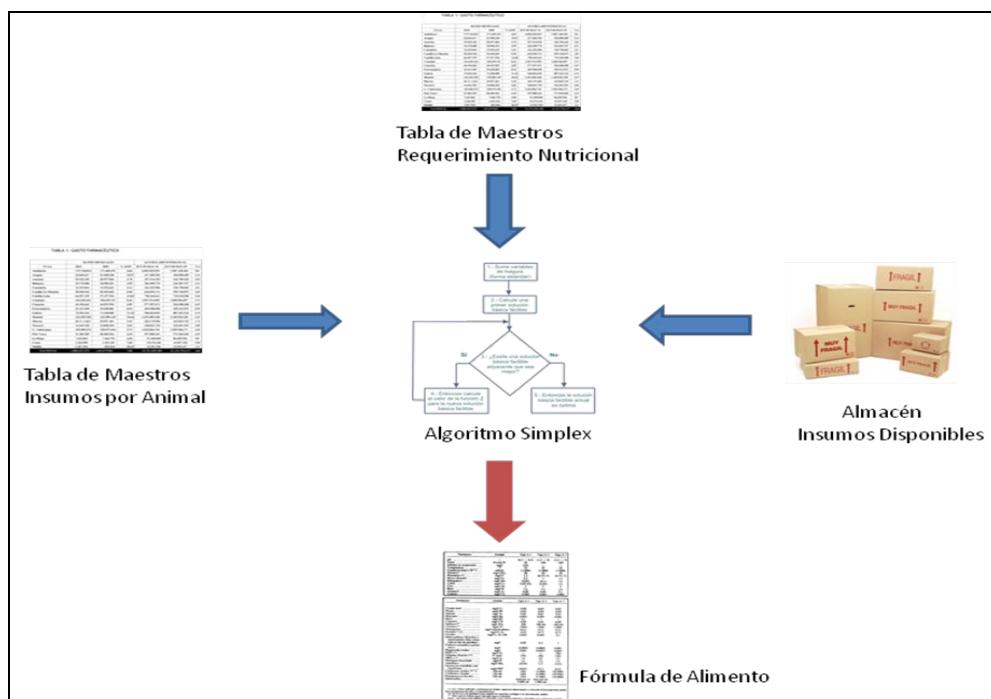


Figura 1.9 Formulación de ración de alimento

1.5.5 Reutilización de la fórmula de Alimento Balanceado.

Luego del registro de la orden de producción se genera la fórmula de producción con el menor costo de producción validando que exista la cantidad suficiente en el almacén. Posteriormente, si se busca generar una fórmula de alimentación para el mismo animal, el sistema brinda la opción de mostrar la fórmula previamente

generada mencionando que se requiere calcular el costo dado que en determinado período de tiempo los costos de los insumos varían.

Esta fórmula sugerida es validada en el almacén de la empresa para poder ser utilizada en la producción del alimento balanceado.

1.5.6 Análisis de sensibilidad de Insumos

La generación de la fórmula, permite obtener la composición nutricional de los insumos al mínimo costo, pero por política de precios de la empresa se requiere obtener un alimento balanceado de menor costo; es por ello que el análisis de sensibilidad comprenderá los siguientes análisis.

- **Análisis Sensibilidad de Costo Reducidos**, el cual es el costo que debería tener un insumo para que pueda ser parte de la fórmula objetivo a utilizar, con lo cual la empresa puede sugerir a sus proveedores qué costo es atractivo para ellos y permitir una negociación al respecto.
- **Análisis Sensibilidad de Precios Diales**, el cual permite analizar el costo que tendría la ración de alimento a preparar al variar la restricción del requerimiento nutricional que se necesita.

En la tabla 1.6 se muestran las ventajas de la implementación del sistema.

Tabla 1.6 Ventajas implementación del proyecto

Sistema actual	Sistema después de la implantación
Formulación utilizando herramienta MS Excel, utilizando cuadros estadísticos y tablas de entrada	Formulación utilizando aplicación de sistema de información de formulación de alimentos
Stock de insumos en almacén sin actualizar	Stock de insumos actualizados online, favoreciendo la formulación de alimentos
Generación de nueva fórmula por falta de stock de insumos en almacén	Ánalisis de sensibilidad de insumos, lo cual permite identificar que insumos podrían reducirse su costo para que formen parte de la fórmula a producirse y utilizarse dado su excedente en el almacén.
Ingreso de usuarios sin manejo de funciones y perfiles de acceso	Ingreso de usuarios, validando el acceso al sistema y permitiendo mostrar las funcionalidades de cada usuario según el privilegio que tiene sobre el sistema.

Capítulo 2: Análisis

“El análisis de Sistemas constituye una de las actividades primordiales en el desarrollo de cualquier proyecto de sistemas. Es en esta actividad en donde se elaboran todas las consideraciones técnicas, económicas y legales de un proyecto, así como la comprensión y solución del problema que se plantea” [2].

2.1 Metodología aplicada para el desarrollo de la solución

Las empresas agropecuarias requieren cubrir los requerimientos nutricionales que los animales de granja necesitan para su comercialización según las exigencias de los clientes que necesitan, según los animales que requieren para poder ofrecerlos en el mercado de comida entre los que se tienen restaurantes, centros de abasto, centros de acopio, entre otros.

La formulación del alimento balanceado tiene como problema principal la falta de información actualizada de los insumos que tiene en el almacén, teniendo como consecuencia la generación de la fórmula de alimento balanceado en cantidades de insumos que no se poseen; para resolver este problema es necesario solicitar al área de compras la adquisición de estos insumos, lo cual retrasa la producción.

Adicionalmente al problema identificado anteriormente, no se realiza un estudio de análisis de sensibilidad que permita identificar que insumos se podrían reducir su costo para que formen parte de fórmula a producirse permitiéndose sustituir por otros que se poseen en el almacén, garantizando los requerimientos nutricionales que se le exige.

En consecuencia la implementación del sistema de información que se propone como tema de tesis, permitiría solucionar dichos problemas, pero para ello se requiere definir la metodología que se utilizará en el desarrollo del proyecto.

La implementación del proyecto se realiza en la medida que se identifica poder dividirla en procesos con sus respectivas en funciones determinando el tiempo aproximado de desarrollo; por ello que se opta por elegir a RUP (Rational Unified Process) como metodología a ser utilizada para el presente sistema de información.

RUP como metodología a ser usada para la implementación del presente tema de tesis, implica un conjunto de principios y prácticas para el desarrollo exitoso de software utilizando un lenguaje de definición de procesos como es el UML (**Unified Modeling Language**).

Adicionalmente, RUP brinda las siguientes ventajas que se tienen a continuación:

- Mejora la productividad en la industria con técnicas configurables y prácticas para adaptarse a las necesidades de cada proyecto.
- Soporta la colaboración en equipo y desarrollo individuales con la orientación contextual a través de la geografía y las funciones.
- Permite la reducción del riesgo utilizando procesos iterativos entorno a prioridades del negocio y de los interesados.
- Promueve la transformación organizacional con acceso a una amplia base de conocimientos de esta metodología. [8]

Por las razones mencionadas, el seguimiento de la metodología RUP permitirá asegurar el desarrollo del sistema de información, obteniendo un software de calidad, cumpliendo con los requerimientos establecidos en los plazos acordados inicialmente.

Conceptualmente, RUP permite un enfoque orientado a objetos, teniendo una evolución continua, adaptable y repetible; realizando una estimación de costos y tiempo, nivel de avance siendo utilizada como metodología para el desarrollo del

el proyecto dividiéndose en las siguientes fases como se puede observar en la figura 2.1.

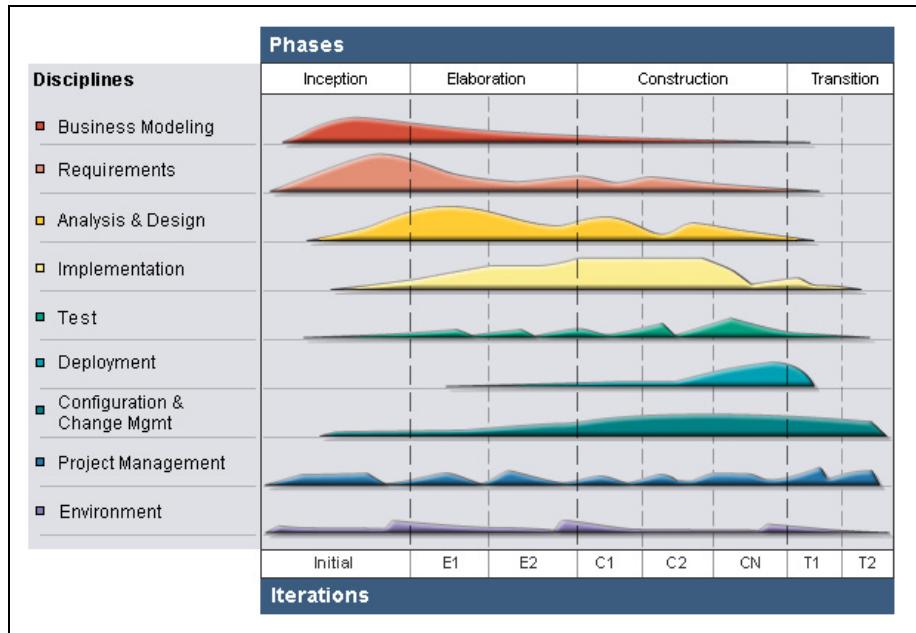


Figura 2.1 Fases de RUP [8]

Siguiendo las fases que están definidas en RUP, el desarrollo del proyecto utiliza 3 fases como se muestra a continuación, teniendo cada una de estas un conjunto de objetivos y un punto de control específico. Es importante mencionar que la fase de **Transición** no está considerada dentro del alcance del tema de tesis.

Tabla 2.1 Fases de RUP

Fase	Iteraciones	Inicio	Fin
Fase de Incepción	1	Semana 1	Semana 4
Fase de Elaboración	1	Semana 5	Semana 25
Fase de Construcción	3	Semana 26	Semana 32

Para cada fase que se desarrolla se especifican los siguientes entregables, que a continuación se detallan:

Tabla 2. 2 Fases del proyecto y Entregables [25]

Fase	Descripción	Entregables
Fase de Concepción	La actividad esencial de esta fase es la de formular el alcance del proyecto. La fase de Concepción desarrollará los requerimientos del producto y establecerá las actividades del negocio	Documento de visión, Catálogo de Requisitos, Diagrama de actividades del proceso del negocio y Plan de Proyecto Inicial.

Fase	Descripción	Entregables
Fase de Elaboración	<p>La fase de Elaboración analizará los requerimientos y desarrollará el prototipo de arquitectura.</p> <p>El prototipo arquitectónico probará la viabilidad y el funcionamiento de la arquitectura que se requiere para el lanzamiento del producto.</p>	<p>Especificación de requisitos de software (ERS),</p> <p>Documento de arquitectura,</p> <p>Prototipos de revisión Alfa y</p> <p>Prototipo de revisión Beta,</p> <p>Plan de proyecto final,</p> <p>Plan de iteración,</p> <p>Prototipo de Arquitectura de Software,</p> <p>Estándares de programación y</p> <p>Estándares de Interfaz Gráfica.</p>
Fase de Construcción	<p>Durante la fase de Construcción las actividades restantes serán analizadas y diseñadas.</p> <p>La versión Beta será desarrollada y distribuida para evaluación.</p>	<p>Plan de pruebas, Versión Beta del producto.</p> <p>Revisión de Documentación</p>

2.1.1 Objetivos de cada iteración

Cada fase consiste en iteraciones de desarrollo, en cada una de las cuales se desarrolla un subconjunto del sistema. En general estas iteraciones:

- Reducen el riesgo técnico.
- Proveen versiones funcionales del sistema relativamente rápido.
- Permiten la máxima flexibilidad para planear funcionalidades para cada lanzamiento.
- Permiten que los cambios de enfoque sean manejados efectivamente dentro del ciclo de una iteración. [18]

La siguiente tabla describe las iteraciones junto con los entregables asociados y los riesgos resueltos.

Tabla 2.3 Objetivos que se realizan por cada fase

Fase	Iteración	Descripción	Entregables	Riesgos resueltos
Fase de Concepción	Inicial	<p>Define el modelo del negocio.</p> <p>Requerimiento del producto.</p>	<p>Documento de visión.</p> <p>Catalogo de requisitos.</p>	<p>Clarifica los requerimientos de los usuarios.</p> <p>Desarrolla planes realistas del proyecto.</p>

Fase	Iteración	Descripción	Entregables	Riesgos resueltos
		Plan del proyecto y actividades del negocio.	Diagrama de actividades del proceso del negocio y plan de proyecto inicial.	Determina la viabilidad desde el punto de vista del negocio.
Fase de Elaboración	E1- Desarrollo del prototipo de arquitectura	Completa el diseño y análisis de todas las actividades para el primer lanzamiento. Desarrolla el prototipo de arquitectura para el primer lanzamiento.		Asuntos arquitecturales clarificados. Riesgos técnicos mitigados. Prototipo preliminar para ser revisado por los usuarios.
Fase de Construcción	C1 – Desarrollo de la versión Beta	Implementar y probar los casos de uso del sistema.	Versión Beta	Todas las funcionalidades, desde el punto de vista del usuario y arquitectura.
	C2 – Desarrollo del primer lanzamiento	Implementa y prueba los casos de uso restantes, corrige defectos de la versión Beta. Desarrolla el sistema del primer lanzamiento.	Primer lanzamiento.	La calidad del producto debe ser alta. Defectos minimizados. Costo de calidad reducido.
	C3 – Desarrollo de la versión final.	Diseñar, implementar y probar todos los casos de uso. Incorporar mejoras del primer	Segundo Lanzamiento	Toda la funcionalidad del sistema provista para la versión final.

Fase	Iteración	Descripción	Entregables	Riesgos resueltos
		lanzamiento. Desarrolla la versión final.		

2.2 Identificación de requerimientos

La implementación del presente sistema de información, requiere indicar los requerimientos funcionales y no funcionales que necesitan ser parte de la solución del problema de optimización de la fórmula de alimento balanceado y análisis de sensibilidad de los insumos. Para ello se determinaron los siguientes requisitos.

2.2.1 Catálogo de requerimientos no funcionales

Son los requerimientos técnicos que se necesitan para que se pueda realizar la funcionalidad del sistema, los cuales incluyen la arquitectura y lenguaje programación. En la tabla 2.4 se especifican los requerimientos no funcionales del sistema.

Tabla 2.4 Catálogo Requerimientos no funcionales

Item	Código	Característica
1	RNF1	El sistema se implementará utilizando la arquitectura cliente – servidor que permita ser escalable y adaptable según los requerimientos que la empresa.
2	RNF2	Se utilizará una base de datos en MS SQL Server Express, que soporte el registro de los resultados de los procesos de la formulación de alimentos balanceados
3	RNF3	El sistema a implementar se desarrollará en el lenguaje de programación C#.
4	RNF4	El sistema utilizará los siguientes capas que contendrán los diferentes paquetes del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz del usuario, la cual contiene los diferentes formularios • que son presentados el usuario final permitiendo interactuar con el sistema. • Lógica del negocio, la cual contiene la lógica del manejo de las operaciones del negocio. • Persistencia, la cual contiene la implementación de acceso a datos con las sentencias necesarias a la Base de datos.

2.2.2 Catálogo de requerimientos funcionales

Los requerimientos que se mencionan a continuación se obtuvieron luego del análisis de la situación actual del giro del negocio, identificando las funcionalidades adicionales que permitirán a los usuarios administrar adecuadamente los recursos que se tienen. En las tablas 2.5, 2.6 y 2.7 se especifican los requerimientos funcionales del sistema.

Lista de requerimientos

Tabla 2.5 Catálogo Requerimientos funcionales de Mantenimientos

Ítem	Código	Características	P	D
1	RFM1	El sistema permitirá dar mantenimiento a los clientes de la empresa, con funcionalidades que permitan seleccionar el tipo y especie de animal de granja que requieren.	2	3
2	RFM2	El sistema permitirá dar mantenimiento de seguridad de los usuarios basado en roles y perfiles.	2	2
3	RFM3	El sistema permitirá dar mantenimiento a los diferentes animales que se encuentran por cada especie siendo aves de corral, cerdos, entre otros.	2	3
4	RFM4	El sistema permitirá dar mantenimiento al almacén utilizado para guardar los insumos.	2	2
5	RFM5	El sistema permitirá dar mantenimiento a las unidades de medida que se requieren para la formulación de los alimentos	2	2
6	RFM6	El sistema permitirá dar mantenimiento a los proveedores de insumos	2	2
7	RFM7	El sistema permitirá dar mantenimiento a los precios de los insumos por proveedor que se comercializan	2	2
8	RFM8	El sistema permitirá registrar insumos relacionándose a los animales que lo utilizan.	2	3
9	RFM9	El sistema permitirá registrar requerimientos nutricionales adicionales para un animal ingresado anteriormente.	2	3

Tabla 2.6 Catálogo Requerimientos funcionales de procesos

Ítem	Código	Características	P	D
1	RFP1	El sistema permitirá realizar el proceso de carga de información de la composición nutricional de los insumos.	2	2
2	RFP2	El sistema permitirá realizar el proceso de carga de información de los requerimientos nutricionales y la información de los insumos que se utilizan para la formulación.	2	2
3	RFP3	El sistema permitirá registrar la orden de producción ingresando la información de los animales, cliente, cantidad y unidad de medida de la fórmula.	3	2
4	RFP4	El sistema permitirá generar la fórmula inicial de la ración de alimento, basado en las tablas de alimentación y requerimiento nutricional.	3	3
5	RFP5	El sistema permitirá seleccionar los insumos que se deseen para la generación de formulas adicionales a la inicial, permitiendo comparar los diferentes costos e insumos que participan.	2	3
6	RFP6	El sistema permitirá registrar la fórmula a producirse seleccionando de las diferentes simulaciones que se realizo por costo y cantidad de insumos.	3	3

Tabla 2.7 Catálogo Requerimientos funcionales de reportes

Ítem	Código	Características	P	D
1	RFR1	El sistema permitirá generar un reporte que brinden la información de las fórmulas generadas, y la visualización de la composición nutricional de los insumos que intervienen.	2	1
2	RFR2	El sistema permitirá generar un reporte que permitan ver la información del análisis de sensibilidad del costo reducido que tiene cada insumo para poder ser parte de la fórmula.	2	1
3	RFR3	El sistema permitirá generar reporte que permita ver la información del precio dual de cada requerimiento nutricional	1	1
4	RFR4	El sistema permitirá generar reporte que permita ver la información de las fórmulas generadas por un cliente específico.	1	1

- Tanto la dificultad como la prioridad se califican con valores del 0 a 3. El valor 0 es bajo y 3 alto
- Leyenda: D = Dificultad, P = Prioridad

2.3 Diagramas de Análisis.

Para un adecuado entendimiento de la implementación de las funcionalidades exigidas en el sistema, se requiere un adecuado análisis de los diferentes componentes, actores y especificación de la funcionalidad. Por ello es la necesidad de utilizar los diagramas de Análisis del Sistema con la notación orientada a objetos que nos proporciona **UML (Unified Modeling Language) [18]** a través de los principales diagramas que se presentan a continuación.

2.3.1 Catálogo de Actores del Sistema

En el giro del negocio se identifican varios actores, cada uno de ellos según sus permisos en el sistema les permite acceder a diferentes funcionalidades.

En la tabla 2.8 se especifican los actores que interactúan con el sistema:

Tabla 2.8 Especificación Actores del Sistema.

Actor	Descripción
Almacenero	Usuario encargado de registrar los animales y los insumos que se utilizarán para la formulación de las raciones.
Nutricionista	Usuario encargado de generar las fórmulas de raciones para alimentos.
Operador	Usuario encargado del registro y mantenimiento de las diferentes entidades del negocio.
Supervisor	Usuario encargado del control de toda la operatividad en la organización. Posee acceso a todas las funcionalidades de todos los módulos
Administrador	Usuario encargado del control de toda la operatividad en la organización y adicionalmente acceso al módulo de seguridad del sistema.

Adicionalmente en la figura 2.2 se representa la relación de jerarquía que tienen cada uno de estos actores, siendo el Administrador el usuario con mayor privilegio.

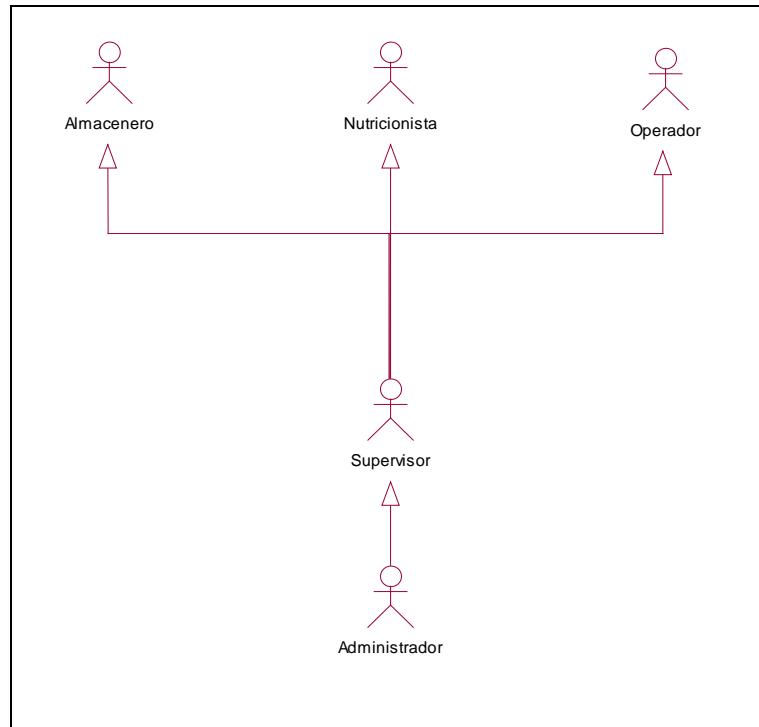


Figura 2.2 Catálogo de actores del sistema

2.3.2 Paquetes del Sistema

En la figura 2.3 se muestran los paquetes del sistema que permiten agrupar los elementos que se utilizan en cada uno de los módulos.

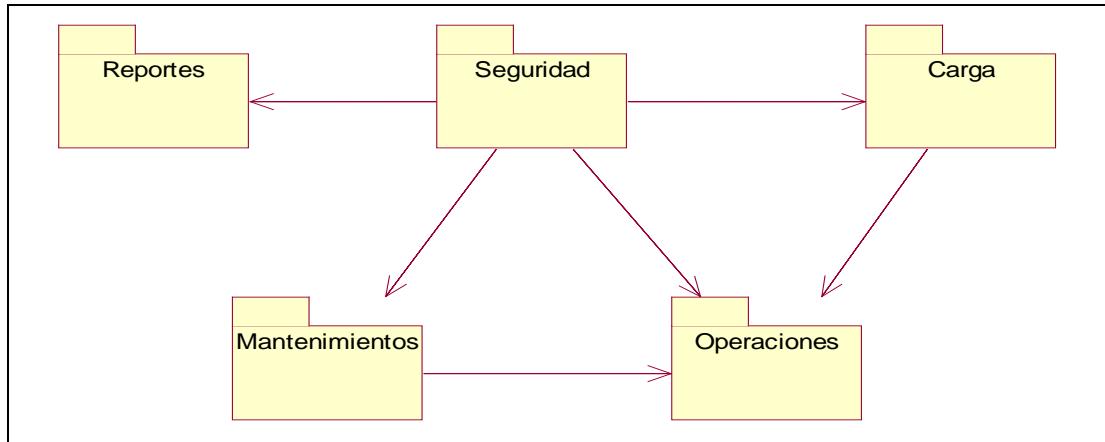


Figura 2.3 Paquetes del sistema

2.3.4 Diagrama de Caso de Uso

Los casos de uso que se identifican en el proyecto corresponden a las secuencias de interacciones que se desarrollan entre el sistema y sus actores en respuesta a un evento. Cada paquete mencionado anteriormente agrupa una serie de casos de uso que a continuación se especifican.

- **Paquete de Carga**

Es el paquete que comprende la carga de las tablas maestros que se utilizarán para la formulación de la ración al mínimo costo.

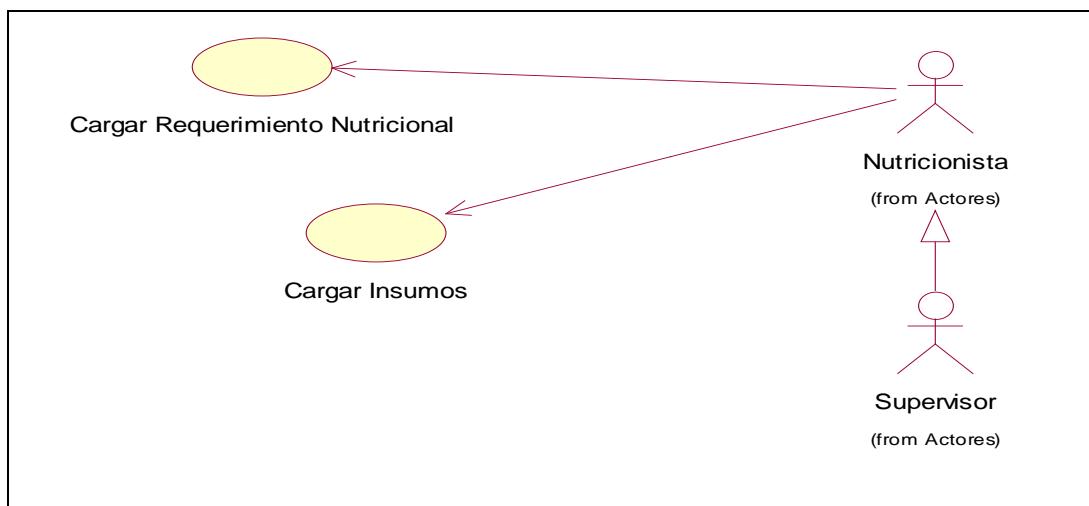


Figura 2.4 Casos de uso de Paquete de Carga

- **Paquete de Seguridad**

Es el paquete que agrupa los casos de uso relacionados al acceso de información en el sistema dentro del módulo de seguridad.

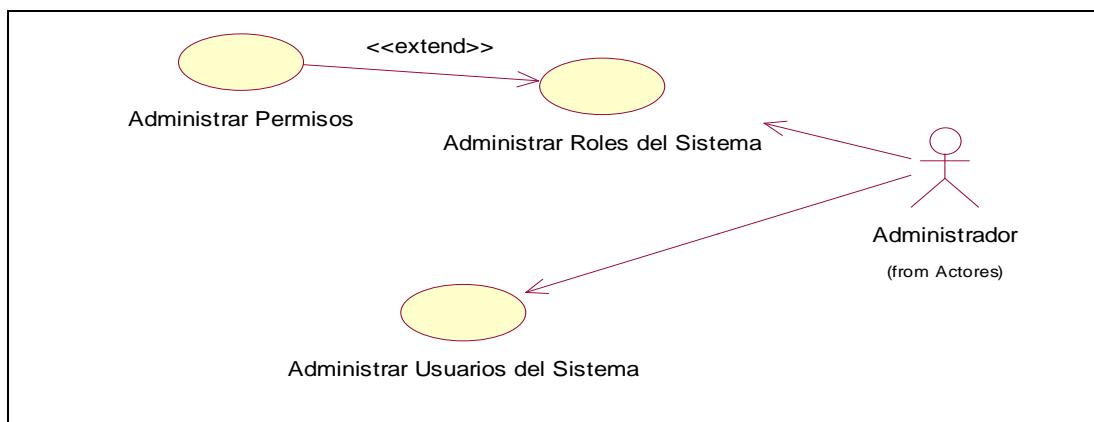


Figura 2.5 Casos de Uso Paquete Seguridad

- **Paquete de Operaciones**

Es el paquete que agrupa los casos de uso relacionados a la funcionalidad del módulo de operaciones para la generación de la orden producción y la fórmula de ración al mínimo costo.

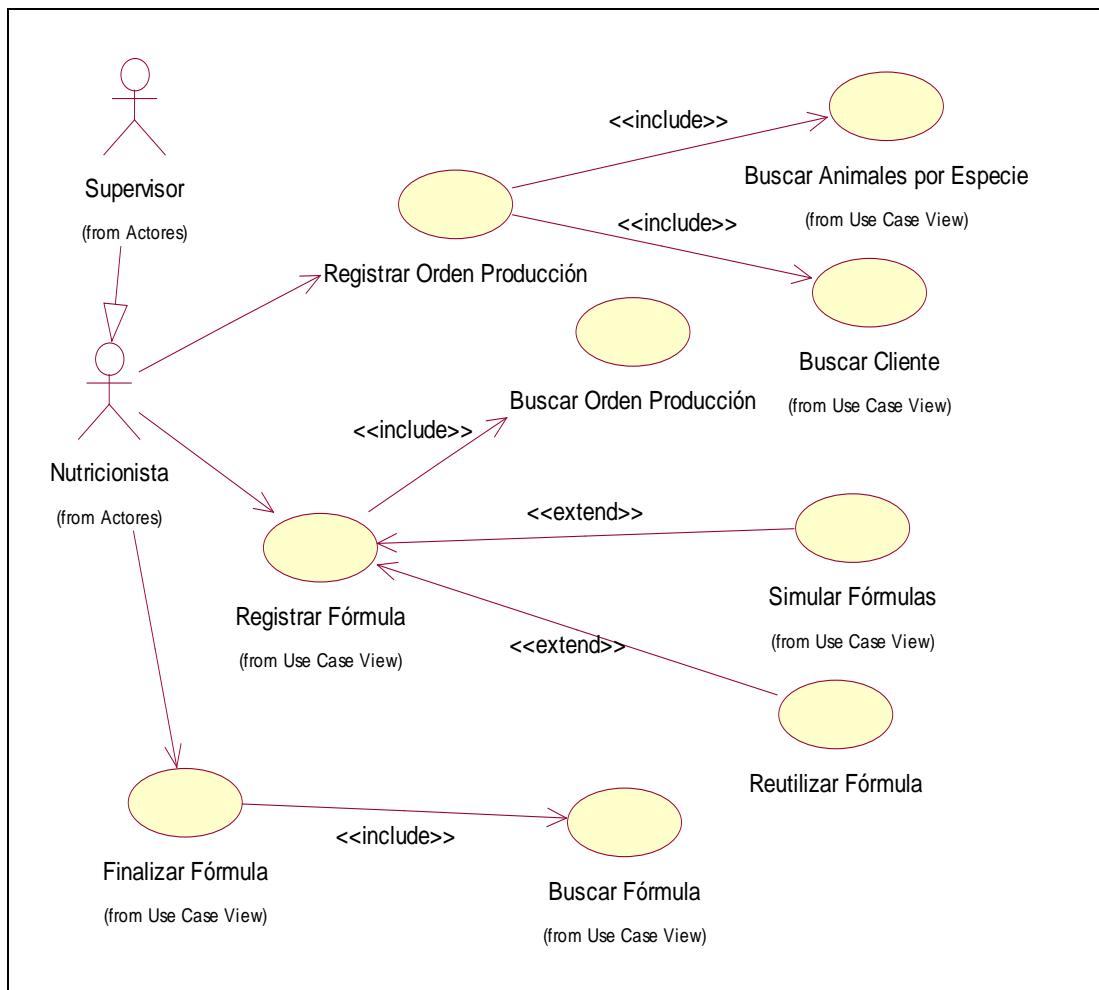


Figura 2.6 Casos de Uso Paquete Operaciones

- **Paquete de Reportes**

Es el paquete que agrupa los casos de uso relacionados con la generación de reportes que permitirán a los usuarios tomar decisiones sobre los costos y variación de precios en la composición de la fórmula.

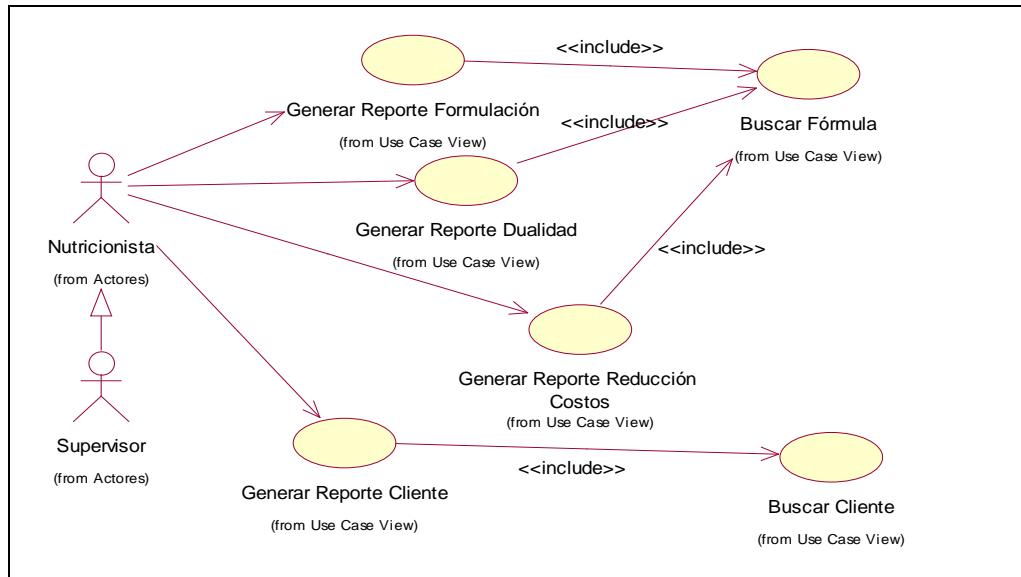


Figura 2.7 Casos de Uso Paquete de Reportes

• Paquete de Mantenimientos

Es el paquete que agrupa los casos de uso de las entidades del giro del negocio.

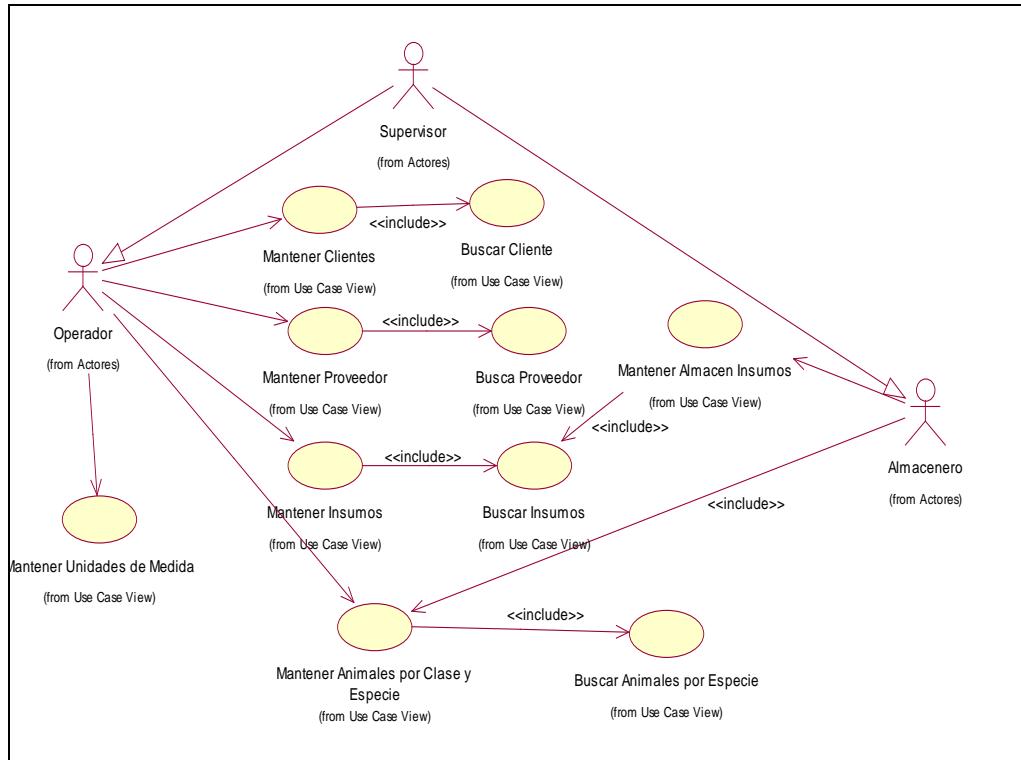


Figura 2.8 Casos de Uso Paquete de Mantenimientos

2.4 Especificación de casos de uso

Dentro de los casos de uso del sistema se especifican como ejemplo los siguientes:

- Mantenimiento de animales de granja.
- Registrar orden de producción.

La totalidad de los casos de uso se adjunta en el documento **Anexo B Documento de Especificación de Casos de Uso**.

2.4.1 Mantenimiento de animales de granja. Este caso de uso muestra la interacción que tiene el usuario con el sistema cuando se requiere registrar, modificar o eliminar una animal de granja.

Tabla 2.9 Caso de uso de mantenimiento de granja

Mantenimiento de animales de granja	
Descripción	El propósito de este caso de uso es mantener información actualizada de los animales de granja que se comercializan.
Actores	Almacenero
Requerimientos Especiales	No existen requerimientos especiales.
Precondición	El actor debe haber ingresado un usuario y contraseña válidos para entrar al sistema.
Código Req.Funcional	RFM3
Flujo Básico	
1. El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona “Animales” en el “Menú Principal”. 2. El sistema muestra una pantalla con el listado de los animales de granja que se tienen registrados. 3. El actor ingresa la descripción del animal a buscar para validar que no exista en el sistema. 4. El actor selecciona “Buscar Animal”. 5. Si la búsqueda realizada no muestra resultados a respecto, se mostrará el siguiente mensaje informativo: “No hay animales encontrados”. 6. El actor selecciona “Agregar”. 7. El sistema muestra una pantalla con los campos del animal de granja a ser llenados. 8. El actor ingresa los siguientes datos: clase, especie, edad, peso, altura y descripción. 9. El actor seleccionará “Registrar” y el sistema verificará que no se tenga campos en blanco. 10. En caso de que algún campo este faltando, el sistema mostrará un mensaje indicando	

- el error correspondiente y el nuevo animal de granja no se podrá registrar hasta que los datos sean ingresados completamente.
11. El sistema muestra una ventana de confirmación del registro del animal.
 12. Si el usuario presiona en “Aceptar” y el nuevo animal de granja se registra en el sistema y se mostrará un mensaje de conformidad.
 13. Si el actor desea agregar más animales de granja se repetirán los pasos 3-12.
 14. Si no desea continuar el usuario selecciona “Cerrar” y el caso de uso finaliza.

Postcondición	Animal de granja registrado.
----------------------	------------------------------

Flujo Alternativo “Modificar Animal de Granja”

Se inicia en el paso 2 del flujo básico cuando el actor desea modificar un animal de granja.

1. El actor ingresa la descripción del animal a buscar.
2. El actor selecciona “Buscar”.
3. El actor ingresa los datos del animal de granja que desea modificar y presiona “Aceptar”.
4. El sistema muestra la relación de animales de granja que cumplen con los datos ingresados y el actor selecciona un animal de granja.
5. El sistema muestra la información del animal de granja deshabilitado.
6. El usuario presiona “Modificar”.
7. El sistema muestra los datos habilitados.
8. El actor modifica uno o más campos del animal de granja tales como: edad, peso, altura, descripción.
9. El actor seleccionará “Registrar” y el sistema verificará que no se tenga datos en blanco.
10. En caso de que algún campo este faltando, el sistema mostrará un mensaje indicando el error correspondiente y el animal de granja no se podrá registrar hasta que los datos sean ingresados completamente.
11. El sistema muestra una ventana de confirmación del registro del animal.
12. Si el usuario presiona en “Aceptar”, el nuevo animal de granja se registra en el sistema y se mostrará un mensaje de conformidad.
13. Si el actor desea modificar más datos de los otros animales de granja se repetirán los pasos 2-12. Si no desea continuar el usuario selecciona “Cerrar”.

Flujo Alternativo “Eliminar Animal de granja”

Se inicia en el paso 2 del flujo básico cuando el actor desea eliminar un animal de granja.

1. El actor selecciona “Buscar”.
2. El actor ingresa el código del animal de granja que desea eliminar y presiona “Aceptar”.
3. El sistema muestra la relación de animales de granja que cumplen con los datos ingresados (en la ventana inicial).
4. El actor selecciona el animal buscado y presiona “Eliminar”.

- | |
|---|
| 5. El sistema emite un mensaje de verificación y el actor presiona “Aceptar” |
| 6. El sistema cambia el estado del animal a “Eliminado” y emite el mensaje informativo. |
| 7. Si el actor desea eliminar más animales de granja se repetirán los pasos 1-7. |
| 8. Si no desea continuar el usuario selecciona “Cerrar” y el caso de uso finaliza. |

2.4.2 Registrar orden de producción. Este caso de uso muestra la interacción que tiene el usuario con el sistema cuando se registra una orden de producción la cual requiere los datos del cliente, animal que requiere ser alimentado, la cantidad y unidad de medida que se utiliza para dicha elaboración.

Tabla 2.10 Caso de uso de Registrar Orden de Producción

Registrar orden de producción	
Descripción	El Caso de Uso permite registrar la orden de producción generada.
Actores	Usuario de Formulación
Requerimientos Especiales	Debe existir el cliente y animal a registrarse.
Precondición	El usuario que ha ingresado al sistema debe tener acceso a la opción del menú.
Código Req.Funcional	RFP3
Flujo Básico	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando se muestra una pantalla inicial donde se muestran las órdenes de producción que se han registrado. 2. El usuario presiona sobre el botón “Aregar” y se abre una pantalla donde se muestra los datos del usuario que está solicitando el registro de la orden de producción. 3. El usuario presiona sobre el botón “Buscar” en el panel “Animal”, se abre una pantalla y se utiliza el caso de uso “Buscar Animal” y se muestra el animal seleccionado. 4. El usuario presiona sobre el botón “Buscar” en el panel “Cliente”, se abre una pantalla y se utiliza el caso de uso “Buscar Cliente” y se muestra el cliente seleccionado. 5. El usuario ingresa la cantidad y la unidad de la fórmula a registrar. 6. El usuario presiona sobre el botón “Registrar” y se muestra un mensaje de conformidad 7. El usuario presiona el botón “Cerrar” y se cierra la pantalla. 	
Poscondición	Se registra la orden de producción en el estado “Pendiente”.

2.5 Análisis Técnico y Económico.

En esta sección se detalla las características técnicas y económicas que se requieren para la implementación del proyecto, se detallará precios de software, necesidades de hardware y un estimado del costo final del producto en el supuesto de una comercialización según el número de licencias a venderse.

2.5.1 Requerimiento Hardware

Para un funcionamiento óptimo de la aplicación en las estaciones clientes, Microsoft .NET requiere que se tenga instalado el siguiente componente:

- .Net Framework.

Para este componente se requiere las siguientes características de hardware [21]:

- **Características de PC estación de Trabajo.**

- Procesador Intel Pentium 4 - 1.0 GHZ.
- Memoria 512 MB.
- Disco Duro - Espacio Mínimo: 280 MB.
- Tarjeta de red.
- Sistema Operativo XP

Por el lado del servidor, también las características son similares dado que el instalador Microsoft .NET también requiere este componente.

- **Características del Servidor**

- Procesador Intel Pentium 4 - 1.0 GHZ.
- Memoria 512 MB.
- Disco Duro - Espacio Mínimo: 20 GB. (Debido que en esta PC reside la base de datos centralizada)
- Tarjeta de red.
- Sistema Operativo XP

2.5.2 Costos

Para la comercialización del producto como tal, se requiere considerar los siguientes costos de producto y licenciamiento dado que se busca un objetivo económico y se necesita cuantificar la inversión necesaria del proyecto.

A continuación se muestra en la tabla 2.11 los costos de los productos requeridos y la valorización del recurso humano considerado.

- **Costo de Software utilizados.**

Tabla 2.11 Costos de Productos del Sistema

Detalle	Precio (S/.)
Licencia de Microsoft Visual Studio 2008	2,240
Licencia de Microsoft SQL Server 2008 Standard	2,515
Licencia de Windows XP – 32 bits OEM	675
Licencia librería GIPALS 32	490
Total	5,920

- **Costo de Personal de desarrollo.**

- Cantidad de desarrollador de software : 1.
(El desarrollador es la persona que elaboró el presente proyecto).
- Número de horas desarrollador : **650 horas.**
- Costo por hora desarrollador : **S/. 15.**
- Precio de desarrollo : **650 * 15 = S/. 9,750**

- **Costo Total del Proyecto:** S/. 9,750 + S/. 5,920 = **S/.15,670**

Teniendo un costo total de **S/.15,670** para la implementación del proyecto para su comercialización en el mercado agropecuario donde las empresas pagan por licencia de 1 instalación **S/.600**, como es el caso de ZMIX 3.1 [9] para un programa que sólo realiza la formulación sin implementar un sistema de gestión del negocio como es el caso del presente tema de investigación.

2.6 Diagrama de Clases y Secuencias

Una de las etapas más importantes previa a la construcción del software es el desarrollo de los diagramas de clases y de secuencias, que permiten representar la estructura del sistema, sirviendo de comunicación entre las personas involucradas en el desarrollo del proyecto.

A continuación se presentan los principales diagramas de clases y secuencias que se utilizan, los cuales permitirán modelar el diagrama de base de datos y registrar la información de las diferentes entidades que intervienen en el giro del negocio.

2.6.1 Paquete de Seguridad.

En la figura 2.9 se muestran las clases que se utilizan en el paquete de seguridad, con lo cual se permitirá administrar los accesos y los perfiles que tienen cada usuario en el sistema.

2.6.2 Paquete de Operaciones.

En la figura 2.10 se muestran las clases que se utilizan en el paquete de operaciones con lo cual se permitirá registrar las fórmulas generadas requeridas para la alimentación de los animales de granja.

2.6.3 Paquete de Carga – Mantenimiento – Reporte.

En la figura 2.11 se muestran las clases que se utilizan en los paquetes de **Carga** de Información, **Mantenimiento** de las principales entidades que se utilizan en el sistema y **Reporte** que permitirán brindar la información necesaria a los usuarios sobre los costos de los insumos y tomar las decisiones necesarias sobre la política de precios con los proveedores.

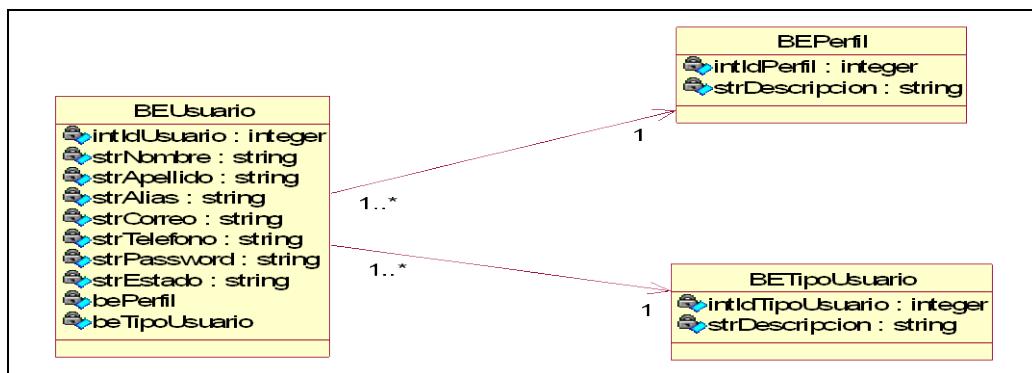


Figura 2.9 Diagrama clases de paquete de seguridad

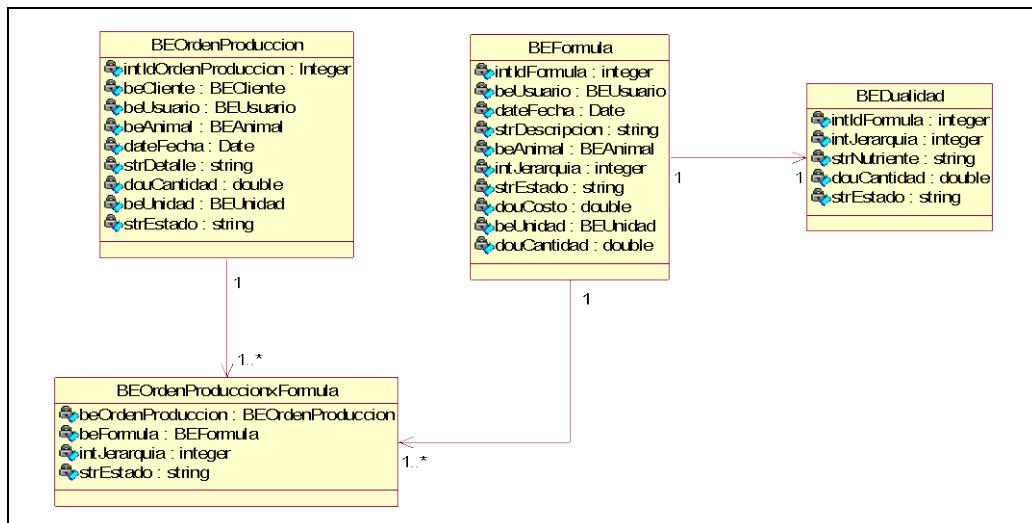


Figura 2.10 Diagrama de clases de paquete de operaciones

Diagrama de Clases Carga- Mantenimiento –Reporte

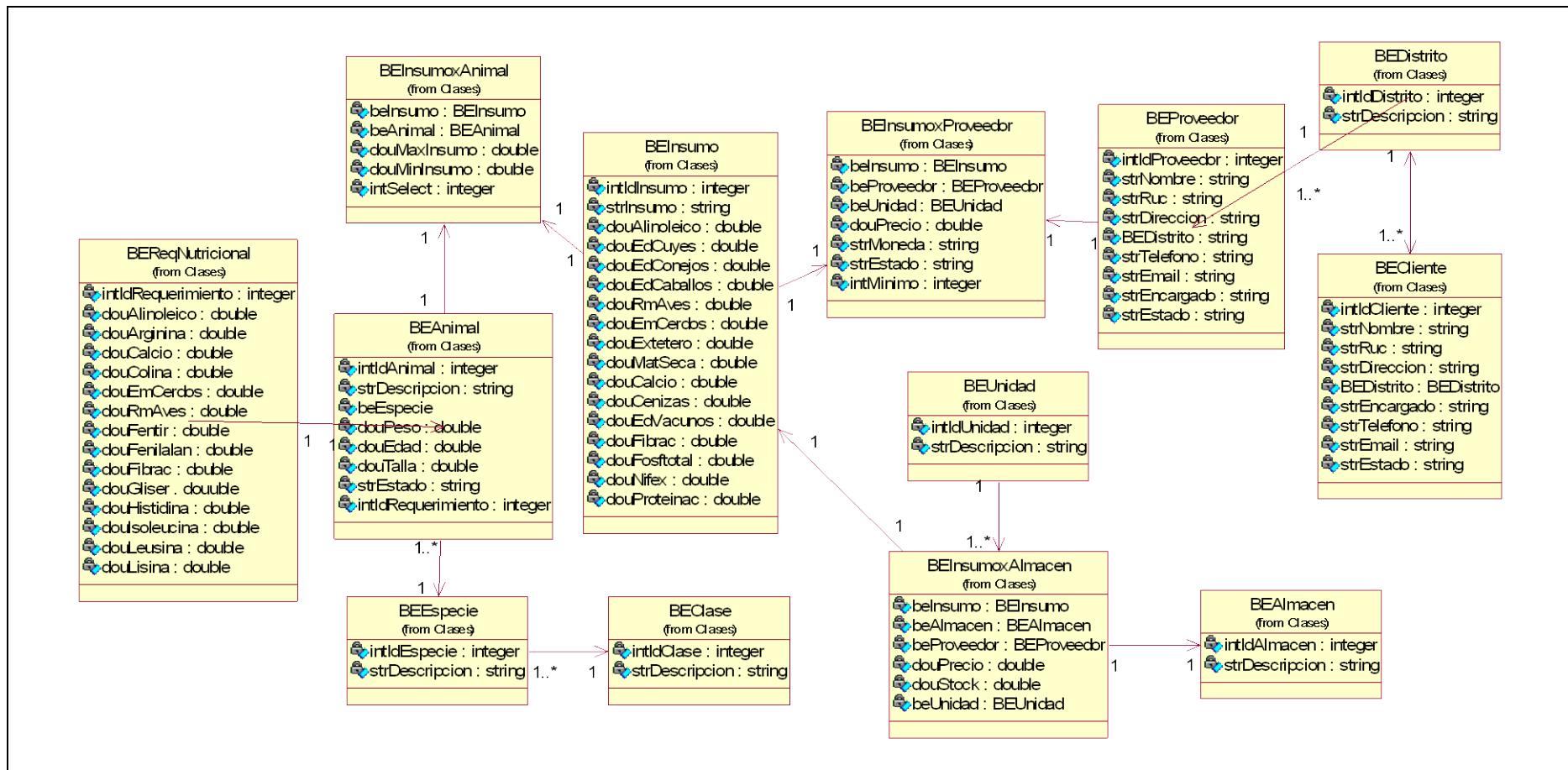


Figura 2.11 Diagrama de clases de paquete Carga-Mantenimiento-Reporte

A continuación en la tabla 2.13 y 2.14 se detallan las especificación de las principales clases utilizadas en el desarrollo del proyecto, la especificación del total de las clases utilizadas se adjunta en el documento **Anexo C Documento de Especificación de Diagrama de Clases**.

Tabla 2.12 Especificación Clase BEReqNutricional

Clase BEReqNutricional	
Clase que representa los requerimientos nutricionales de cada animal	
Atributo	Descripción
intIdReqNutricional	Identificador de requerimiento nutricional
strAnimal	Descripción del animal
douAlinoleico	Composición nutriente Alinoleico
douArginina	Composición nutriente Arginina
douCalcio	Composición nutriente Calcio
douColina	Composición nutriente Colina
douEmCerdos	Composición requerimiento Energía Cerdo
douRmAves	Composición requerimiento Energía Ave
douFentir	Composición nutriente Fentir
douFenilalan	Composición nutriente Fenilalan
douFibrac	Composición nutriente Fibrac
douFosfdisp	Composición nutriente Fósforo disponible
douGliser	Composición nutriente Gliser
douHistidina	Composición nutriente Histidina
douIsoleucina	Composición nutriente Isoleucina
douLeucina	Composición nutriente Leucina
douLisina	Composición nutriente Lisina
douMetcis	Composición nutriente Metcis
douMetionina	Composición nutriente Metionina
douProteinac	Composición nutriente Proteína
douSodio	Composición nutriente Sodio
douTreonina	Composición nutriente Treonina
douTriptofano	Composición nutriente Triptofano
douValina	Composición nutriente Valina
intTotreq	Total requerimientos
strEstado	Estado del Requerimiento

Tabla 2.13 Especificación Clase BEInsumo

Clase BEInsumo	
Clase que representa la composición nutricional de los insumos	
Atributo	Descripción
intIdInsumo	Identificador de insumo
strInsumo	Descripción insumo
douAlinoleico	Composición nutriente Alinoleico
douEdCuy	Composición nutriente Energía Cuy
douEdCaballo	Composición nutriente Energía Caballo
douEdConejo	Composición nutriente Energía Conejo
douEdTrucha	Composición nutriente Energía Trucha
douEmAve	Composición nutriente Energía Ave
douEmCerdo	Composición nutriente Energía Cerdo
douExetereo	Composición nutriente Exetereo
douMatSeca	Composición nutriente Materia Seca
douCalcio	Composición nutriente Calcio
douCenizas	Composición nutriente Ceniza
douEdVacuno	Composición nutriente Energía Vacuno
douFibrac	Composición nutriente Fibra
douFosfTotal	Composición nutriente Fósforo Total
douNifex	Composición nutriente Nifex
douProteinac	Composición nutriente Proteína
douSodio	Composición nutriente Sodio
douArginina	Composición nutriente Arginina
douFosfDispo	Composición nutriente Fósforo Disponible
douLisina	Composición nutriente Lisina
douMetcis	Composición nutriente MetCis
douColina	Composición nutriente Colina
douFentir	Composición nutriente Fentir

2.7 Base de datos.

La adecuada diagramación de las clases que se tienen en el sistema y su respectiva especificación permiten estructurar correctamente el diagrama de Base de datos donde se almacena y se accede a la información de la empresa.

En la figura 2.12 se muestra la base de base de datos que se utiliza en el proyecto.

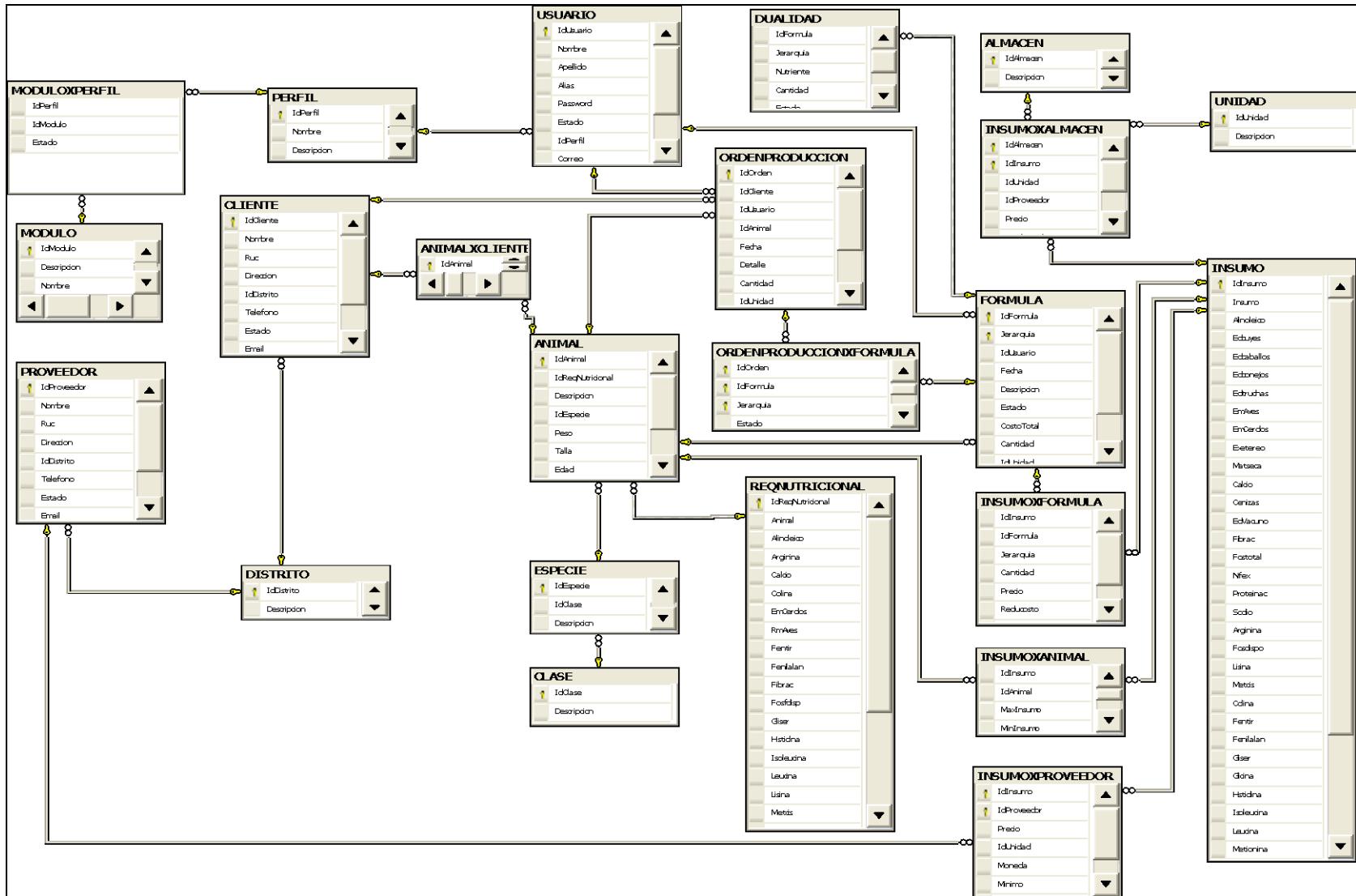


Figura 2.12 Diagrama de Base de Datos del sistema

2.8 Diagrama de Secuencia.

En el diagrama de secuencia se muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo y se modela para cada caso de uso.

Estos diagramas contienen detalles de la implementación del escenario, incluyendo los objetos y clases que se usan para implementar el escenario y mensajes intercambiados entre los objetos del sistema.

En el documento **Anexo D Documento de Diagrama de Secuencias**, se muestran los diagramas que se utilizan en todos los módulos del sistema permitiendo detallar la interacción entre los objetos para permitir cumplir con las funcionalidades del sistema.

Como ejemplo de los diagramas de secuencias elaborados en el presente proyecto, se presentan los siguientes:

- **Diagrama Secuencia – Registrar orden producción.**

En la figura 2.13 se muestra el diagrama de secuencia utilizado para registrar la orden de producción de un alimento balanceado.

Este diagrama requiere que se registre los datos del cliente, animal que requiere el alimento, unidad de medida y cantidad de ración a preparar.

La orden de producción registrada permitirá posteriormente generar la fórmula de con los insumos disponibles al menor costo.

- **Diagrama Secuencia – Generar Fórmula.**

En la figura 2.14 se muestra el diagrama de secuencia utilizado para registrar la fórmula de alimento balanceado para un animal específico.

La generación de esta fórmula tiene requiere como información los insumos disponibles que se pueden utilizar y los requerimientos nutricionales del animal; con ello el sistema podrá realizar el cálculo inicial sugerido al menor costo.

El usuario tiene la posibilidad de seleccionar los insumos que considera necesarios para poder simular otra fórmula que tendrá otra composición, cantidad y costo de producción final.

2.8.1 Diagrama Secuencia – Registrar Orden Producción

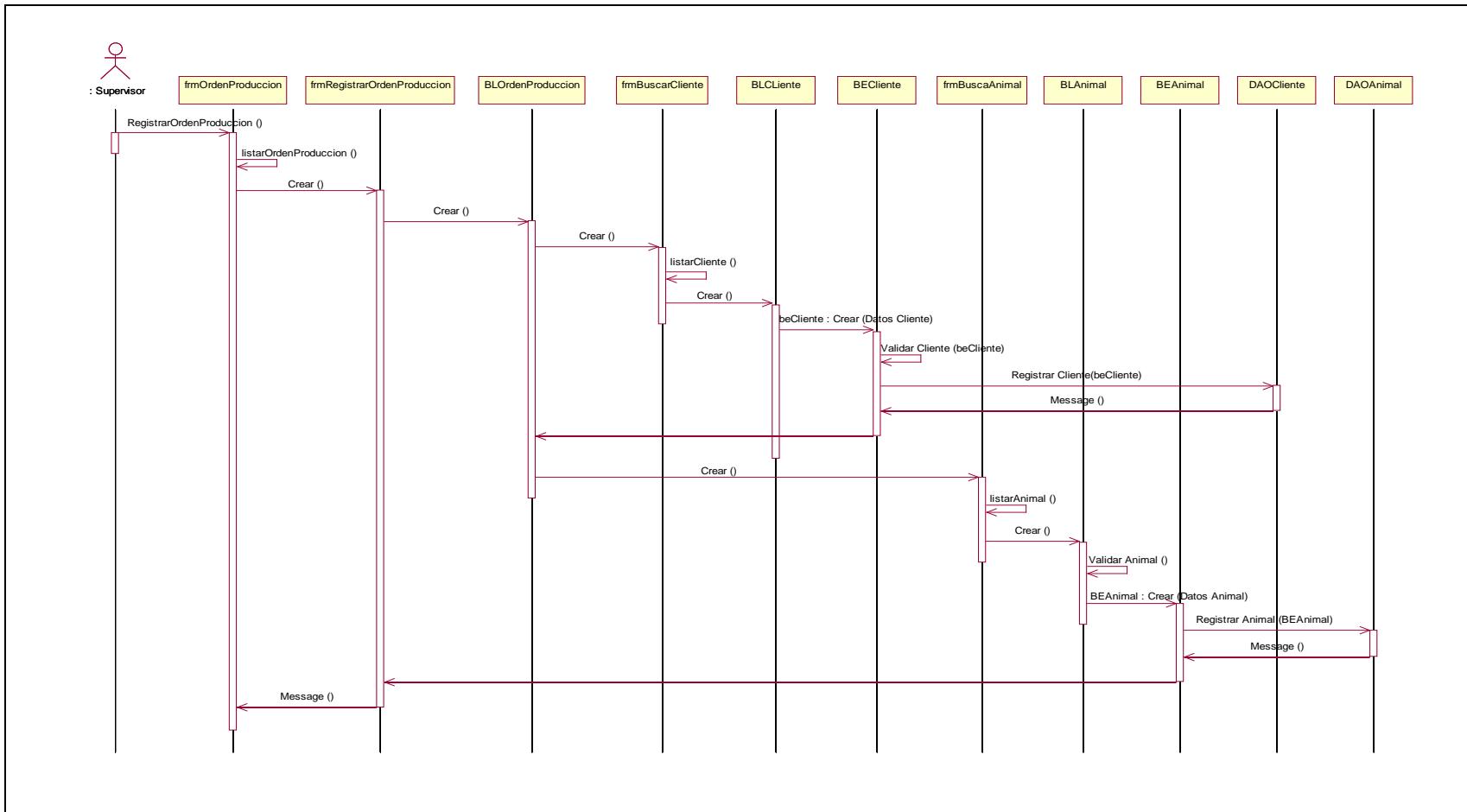


Figura 2.13 Diagrama Secuencia – Registrar Orden Producción

2.8.2 Diagrama de Secuencia. Generar Fórmula

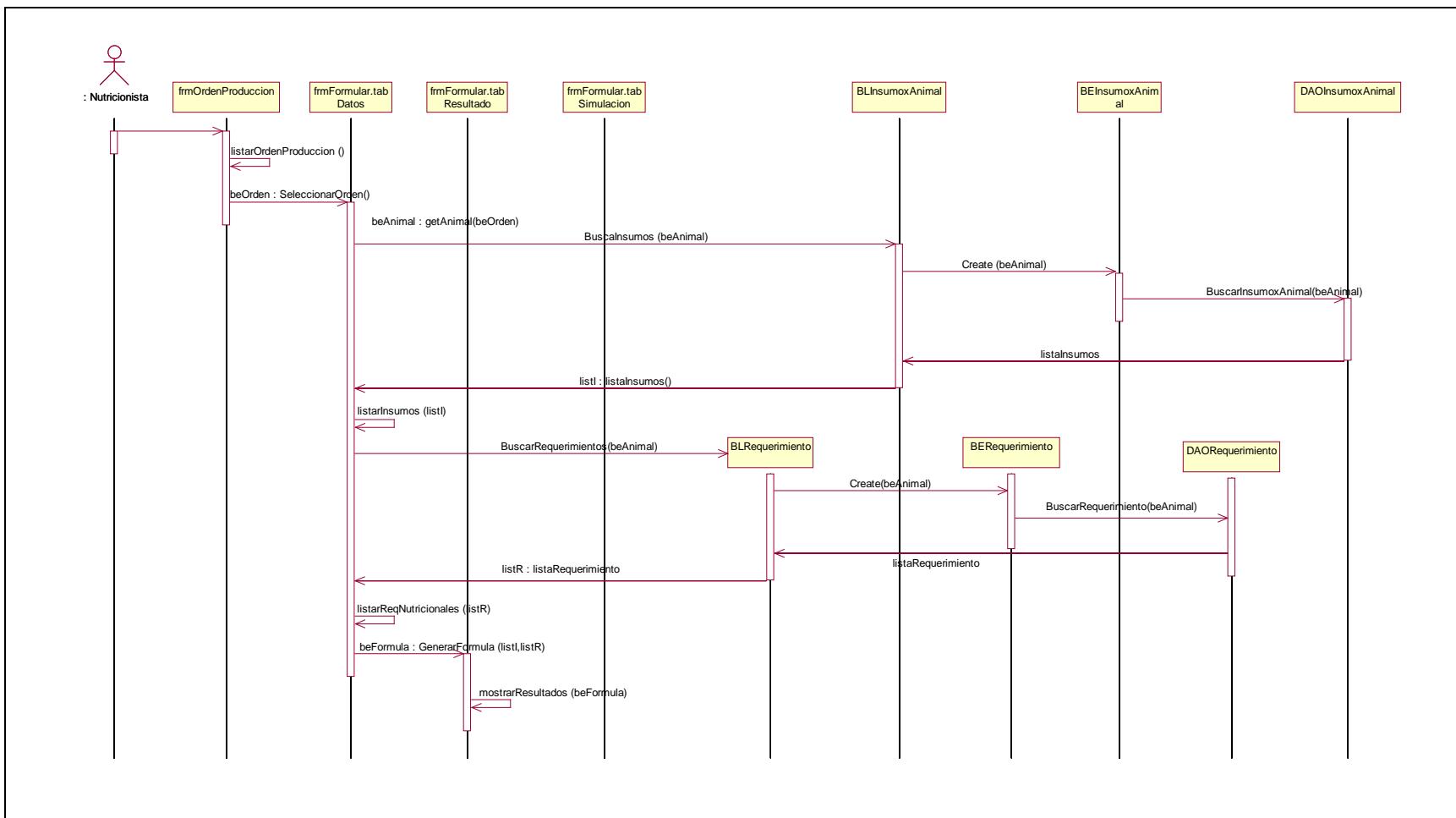


Figura 2.14 Diagrama de Secuencia. Generar Fórmula

2.9 Diagrama de Estados.

Dentro de la ejecución de las funcionalidades del sistema, encontramos principalmente que existen las siguientes entidades que varían de estado a medida que realizan los procesos en el giro del negocio.

2.9.1 Diagrama Estado Fórmula

La figura 2.15 se muestran los diferentes estados que se utilizan para la fórmula de alimento balanceado utilizada en el sistema

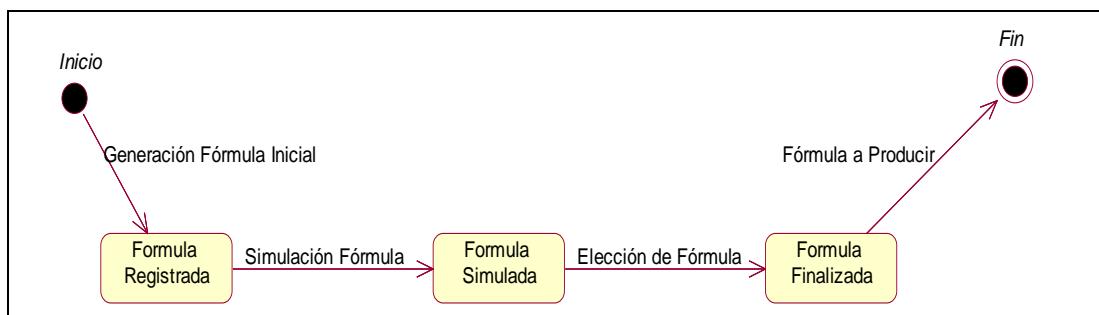


Figura 2.15 Diagrama Estado – Fórmula

2.9.2 Estado Orden Producción

La figura 2.16 se muestran los diferentes estados que se utilizan para la orden de producción utilizada en el sistema para registrar el requerimiento de un cliente.

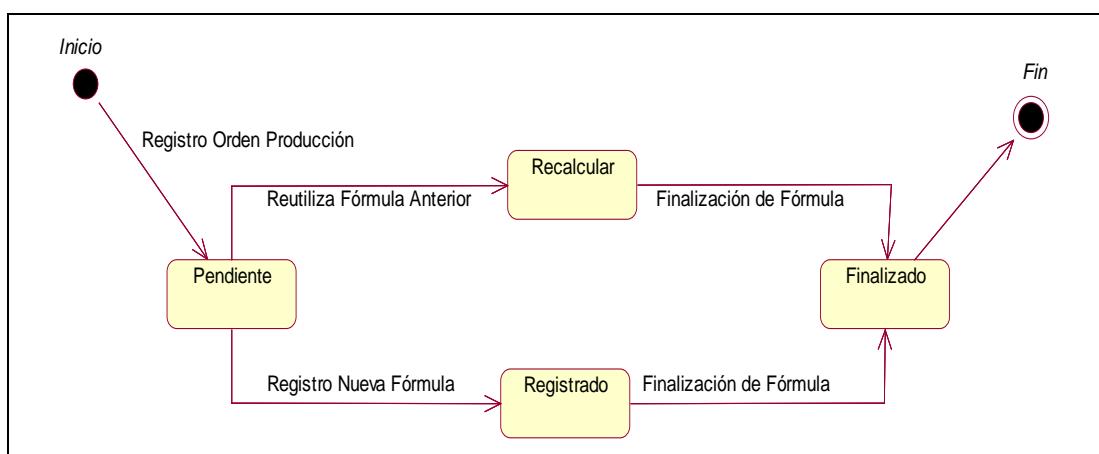


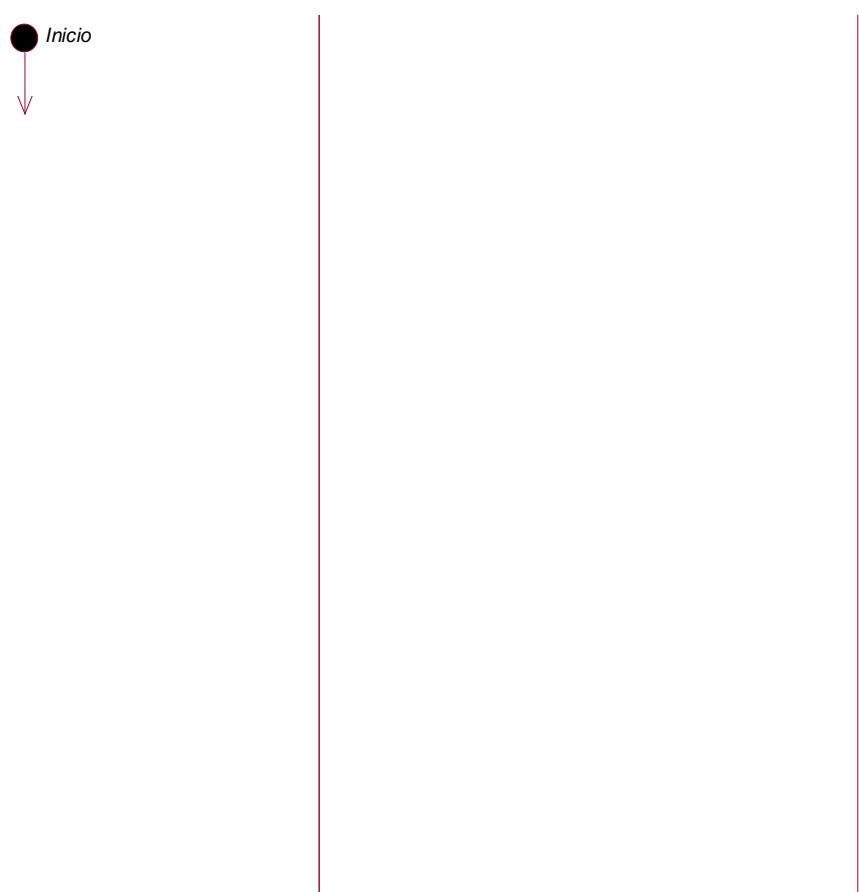
Figura 2.16 Diagrama Estado – Orden de Producción

2.10 Diagrama de Actividades

Dentro de los principales diagramas de actividades se encuentran los siguientes:

2.10.1 Registro Orden Producción

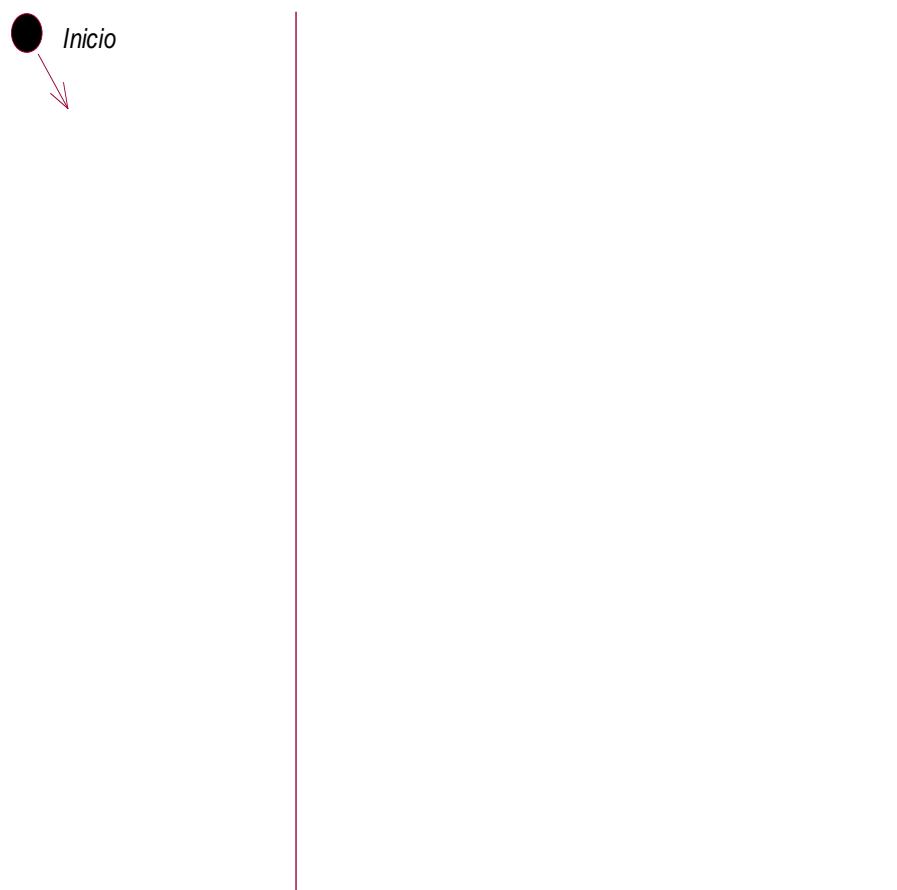
En la figura 2.17 se muestra el diagrama de actividad que representa la interacción que tiene el usuario del sistema al momento de registrar una orden de producción, donde se registra la solicitud de la elaboración de un alimento balanceado de un animal que posteriormente será comercializado.



2.10.2 Generación de Reporte

En la figura 2.18 se muestra el diagrama de actividad que representa la interacción que tiene un usuario del sistema al momento generara un reporte con la información solicitada pudiendo ser los siguientes:

- Reporte de información nutricional de fórmula de alimento balanceado.
- Reporte de fórmulas generadas por cliente.
- Reporte de reducción de precios de insumos.
- Reporte de precios duales.



Capítulo 3: Diseño

“El diseño de sistemas se ocupa de desarrollar las directrices propuestas durante el análisis en función de aquella configuración que tenga más posibilidades de satisfacer los objetivos planteados tanto desde el punto de vista funcional como del no funcional ” [22]

3.1 Arquitectura de la solución.

La tecnología Cliente/Servidor es el procesamiento cooperativo de la información por medio de un conjunto de procesadores, en el cual múltiples clientes, distribuidos geográficamente, solicitan requerimientos a uno o más servidores centrales.

Desde el punto de vista funcional, se puede definir la tecnología Cliente/Servidor como una arquitectura distribuida que permite a los usuarios finales obtener acceso a la información de forma transparente aún en entornos multiplataforma.

Una tecnología Cliente/Servidor es un Sistema de Información distribuido basado en las siguientes características:

- Servicio: unidad básica de diseño. El servidor los proporciona y el cliente los utiliza.
- Recursos compartidos: Muchos clientes utilizan los mismos servidores y, a través de ellos, comparten tanto recursos lógicos como físicos.
- Protocolos asimétricos: Los clientes inician “conversaciones”. Los servidores esperan su establecimiento pasivamente.
- Transparencia de localización física de los servidores y clientes: El cliente no tiene por qué saber dónde se encuentra situado el recurso que desea utilizar.
- Independencia de la plataforma HW y SW que se emplee.
- Encapsulamiento de servicios. Los detalles de la implementación de un servicio son transparentes al cliente.
- Escalabilidad horizontal (añadir clientes) y vertical (ampliar potencia de los servidores).
- Integridad: Datos y programas centralizados en servidores facilitan su integridad y mantenimiento. [15]

3.1.1 Esquema de funcionamiento

El esquema de funcionamiento de un Sistema Cliente/Servidor sería:

1. El cliente solicita una información al servidor.
2. El servidor recibe la petición del cliente.
3. El servidor procesa dicha solicitud.
4. El servidor envía el resultado obtenido al cliente.
5. El cliente recibe el resultado y lo procesa.

A continuación, la figura 3.1 grafica la interacción entre el cliente y servidor mencionada.

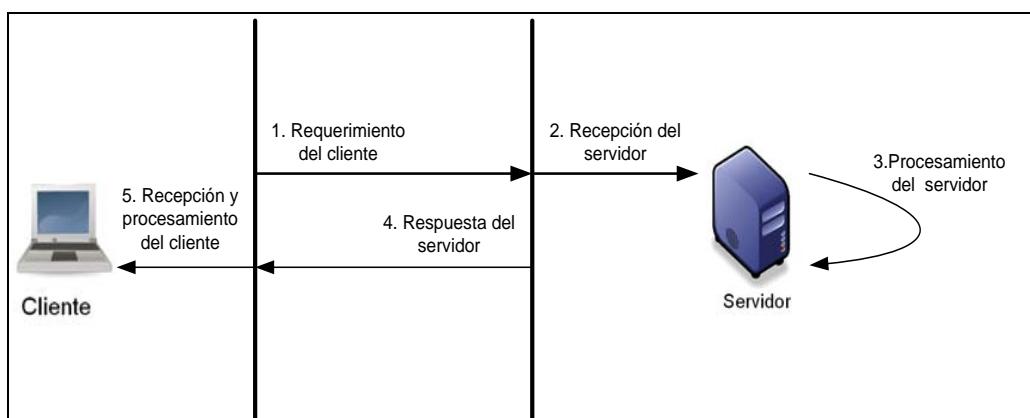


Figura 3.1 Interacción entre cliente y servidor

Para el presente proyecto se balancea la carga de los procesos entre los niveles presentación persistencia y acceso a datos. Debido a que se tiene pensado tener clientes con requerimientos tecnológicos mínimos para su funcionamiento, se tiene diseñado una baja carga por el lado del cliente es decir solo recibirá la solicitudes de los usuarios y el trabajo de procesamiento del sistema estará por el lado del servidor el cual tendrá la mayoría de la carga.

A nivel de implementación de la aplicación del proyecto se considera necesaria la programación en capas siendo en particular 3 capas las necesarias para cumplir las funcionalidades del giro del negocio exigidas por los usuarios debido que presenta las siguientes ventajas:

- Reduce el tráfico de información en la red por lo que mejora el rendimiento de los sistemas (especialmente respecto a la estructura en dos planos).
- Brinda una mayor flexibilidad de desarrollo y de elección de plataformas sobre la cual montar las aplicaciones.
- Se mantiene la independencia entre el código de la aplicación y los datos, mejorando la portabilidad de las aplicaciones.
- Dado que mejora el rendimiento al optimizar el flujo de información entre componentes, permite construir sistemas críticos de alta fiabilidad.
- El mismo hecho de localizar las reglas del negocio en su propio ambiente en vez de distribuirlos en la capa de interfaz de usuario, permite reducir el impacto de hacer mantenimiento, cambios o mejoras al sistema. [15]

3.1.2 Reparto de Funcionalidad.

Dentro del reparto de la carga de funcionalidad en una arquitectura cliente-servidor se pueden distinguir los siguientes tipos de distribución que se muestran en la figura 3.2

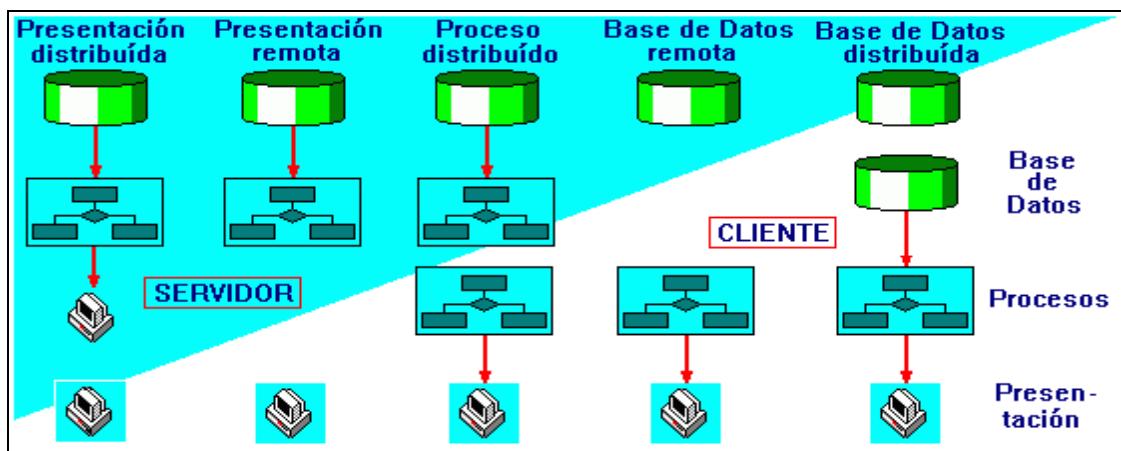


Figura 3.2 Distribución de funcionalidad en arquitectura cliente –servidor

En particular la implementación del proyecto utiliza una distribución de **Presentación remota** la cual se define a continuación.

- **Presentación remota.**

Toda la lógica de negocio y acceso a datos se ejecuta en el servidor, que en esta ocasión no realiza ninguna función relacionada con la presentación. Todas las funciones de presentación son ejecutadas en el cliente. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones son las aplicaciones web, las de los terminales de cajeros automáticos, entre otros dispositivos. La principal ventaja es que la interfaz de usuario se adapta bien a las capacidades del entorno cliente (en la presentación distribuida el servidor tenía que ejecutar funciones dentro de un entorno que podría no ser el más apropiado para el cliente).

3.1.3 Capas

A continuación se especifican las capas mencionadas:

- **Capa de Interfaz del Usuario:** esta capa es la que el sistema presenta al usuario final, muestra y captura la información con la validación necesaria. Asimismo dentro de esta capa se identifica el siguiente paquete:
 - **Paquete Interfaz Usuario:** Conjunto de clases de formularios del sistema.Luego de capturar la información ingresada por el usuario se comunica con la capa de **Lógica de Negocio**.
- **Capa de Lógica de Negocio:** esta capa es la que recibe las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso y se establecen las variables que cumplen las reglas establecidas. Asimismo dentro de esta capa se identifica los siguientes paquetes:
 - **Paquete Lógica del Negocio:** contiene las clases que permiten llevar a cabo los procesos del negocio como mantenimientos y ejecución de funcionalidades.
 - **Paquete Entidad del Negocio:** En esta capa se definen las diferentes clases que son utilizadas en el giro del negocio, correspondiente a las entidades que se tienen donde se declaran sus atributos y sus métodos de registro u obtención de información de sus atributos.

- **Capa de Persistencia:** esta capa es la encargada de acceder a los datos y está conformada por clases que ejecutan las sentencias solicitadas por la capa de Lógica del Negocio. Asimismo dentro de esta capa se identifica los siguientes paquetes:
 - **Acceso a Datos.** Es el paquete de Objetos de Acceso de Datos que contiene las clases que el sistema utiliza para manejar la persistencia de los objetos con la Base de Datos
 - **Framework.** Componente de software que es añadido al sistema operativo y posee un conjunto de soluciones predefinidas para necesidades generales de la programación de del proyecto
 - **Driver.** SQL Server es una base de datos relacional que se integra a la plataforma .Net para permitir la ejecución de las sentencias de acceso.

La figura 3.3 sintetiza las diferentes capas y paquetes a utilizarse en el desarrollo del proyecto.

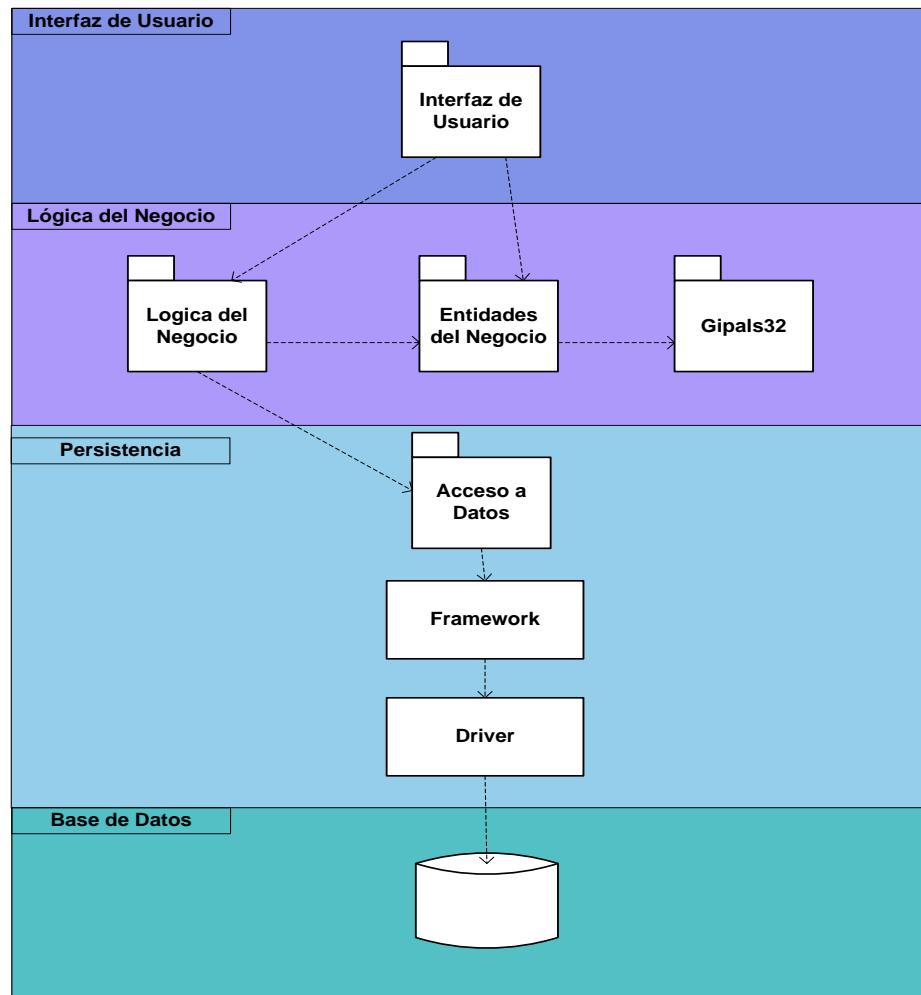


Figura 3.3 Diagrama de capas y paquetes del sistema

3.1.4 Ventajas Arquitectura Cliente Servidor.

Dentro de las principales ventajas de utilizar una arquitectura cliente servidor se menciona lo siguiente:

- Las redes de ordenadores permiten que múltiples procesadores puedan ejecutar partes distribuidas de una misma aplicación, logrando concurrencia de procesos.
- Existe la posibilidad de migrar aplicaciones de un procesador a otro con modificaciones mínimas en los programas.
- Se obtiene una escalabilidad de la aplicación. Permite la ampliación **horizontal o vertical** de las aplicaciones.
- La **escalabilidad horizontal** se refiere a la capacidad (clientes), sin que afecte sustancialmente al rendimiento general.
- La **escalabilidad vertical** se refiere a la capacidad de migrar hacia servidores de mayor capacidad o velocidad o de un tipo distinto de arquitectura sin que afecte a los clientes.
- Posibilita el acceso a los datos independientemente de donde se encuentre el usuario. [6]

3.2 Diseño de Interfaz Gráfica

El diseño de la interfaz grafica del proyecto a desarrollar, requiere que se defina los estándares a utilizarse para obtener de manera homogénea el diseño de las diferentes pantallas que interactúan con los usuarios y permita un adecuado uso del sistema.

Es por ello que el objetivo es establecer los estándares generales para el diseño de los componentes gráficos en la aplicación a desarrollar.

Las pantallas que forman parte de los módulos que se desarrollan se rigen según los estándares que se definen en este documento lo cual permite de manera correcta su integración, con lo cual el usuario final del sistema podrá familiarizarse en corto tiempo.

3.2.1 Principios Generales de la Interfaz

A continuación se presentarán los estándares que se han definido para la interfaz gráfica de usuario del sistema de formulación de raciones.

La ventana principal tendrá dos zonas: el área de botones gráficos y el área de Cliente.

- En el área de botones gráficos irán los botones de las principales funcionalidades del sistema.
- El área Cliente se presentará las opciones que requiere el usuario en ese momento para realizar la funcionalidad que requiera.
- Las ventanas para funciones específicas no contendrán un área de menú.
- Se hará uso extensivo de paneles que agrupen las diferentes ventanas necesarias para el funcionamiento del sistema.

Los colores que se utilizarán en las ventanas utilizarán la siguiente especificación:

Tabla 3.1 Especificación Colores

Especificación de Colores	
Característica	Estándar
Color de fondo de ventanas	Back Color : Control
Color de fuentes	Fore Color : Control Text

A continuación muestra el detalle de los principales controles gráficos proporcionados por la herramienta de desarrollo Visual Studio .Net.

3.2.2 Controles comunes

• Button – Botón de Ejecución

Este control se utilizará para realizar acciones específicas en la aplicación, permitiendo al usuario interactuar con el sistema. En la tabla 3.2 se especifica el control de botón de ejecución.



Figura 3.4 Botones de Pulsación

Tabla 3.2 Especificación de botón de pulsación.

Botón de Pulsación	
Característica	Estándar
Nombre del objeto	btnNombre
Alto	Predeterminado
Ancho	Depende del texto en el botón.
Alineación	MiddleCenter
Imagen de Fondo	btn[nombreBoton].png
Borde	Ninguno

Ubicación:

- Su ubicación dependerá del diseño de pantalla, y deberán estar alineados a la izquierda con respecto a la ventana.
- Entre los botones de comando más comunes tenemos:
- El botón Aceptar/Registrar tendrá la tecla Enter como tecla por defecto, seguidamente ejecutara la acción determinada.
- El botón Cancelar tendrá la tecla Esc como tecla por defecto, seguidamente retornara a la pantalla anterior o ejecuta la instrucción de salida.
- El botón Buscar, realizará la búsqueda de uno o más datos.
- El botón Limpiar, será usado en las ventanas de mantenimiento de información el cual realiza el borrado de todos los datos ingresados en la pantalla que se está utilizando.

A continuación la tabla 3.3. presenta el listado de los botones a utilizarse, los cuales serán utilizados en las diferentes funcionalidades de cada una de las pantallas del sistema.

Tabla 3.3 Iconos botones Interfaz Gráfica.

Funcionalidad de Iconos		
Icono	Botón	Descripción
	Actualizar	Permite actualizar los datos de una entidad.
	Agregar	Permite agregar una nueva entidad.
	Archivo	Permite buscar un archivo.
	Buscar	Permite buscar una entidad según el criterio.

Funcionalidad de Iconos		
Icono	Botón	Descripción
	Calculadora	Permite calcular la fórmula
	Cargar	Permite cargar un archivo a la base de datos.
	Detalle	Permite visualizar el detalle de una entidad.
	Eliminar	Permite eliminar una entidad.
	Finalizar	Permite finalizar una fórmula.
	Formular	Permite generar la fórmula.
	Información	Permite mostrar la información del sistema.
	Ingresar	Permite el ingreso al sistema con usuario y contraseña.
	Limpiar	Permite limpiar los campos en el formulario.
	Listado	Permite listar las entidades solicitadas
	Registrar	Permite registrar una nueva entidad

- **CheckBox – Casilla de Selección**

Estos componentes estarán agrupados dentro marco de control de dimensión variable o pueden estar dispersos en forma simple de selección.

Se podrá realizar una selección múltiple o simple mediante un clic del botón izquierdo del mouse. En la tabla 3.4 se muestra las especificaciones de este control de casilla de selección.

Có...	Insumo	Stock Kg	% Fórmula
<input type="checkbox"/>	5 ANTIHONGO MOLD BAN	20.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	11 CARBONATO DE CALCIO	19.97	0.16
<input type="checkbox"/>	17 CLORURO COLINA 60%	20.00	0.00
<input type="checkbox"/>	22 DL-METIONINA	20.00	0.00
<input type="checkbox"/>	28 GRASA HIDROGENADA DE PE...	20.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	29 HARINA DE HUESOS	19.47	2.66
<input checked="" type="checkbox"/>	31 HARINA DE PESCADO1	19.42	2.92
<input type="checkbox"/>	32 HARINA DE SOYA	20.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	38 MAIZ	8.99	55.03
<input type="checkbox"/>	55 PROMOTOR ALBAC 10%	10.00	0.00
<input type="checkbox"/>	58 SAL	10.00	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	67 TORTA DE SOYA	12.15	39.23
<input type="checkbox"/>	72 ZOODYR POLLOS	10.00	0.00

Figura 3.5 Check box de Selección

Tabla 3.4 Especificación de Casilla de Verificación CheckBox.

Casilla de Verificación CheckBox	
Característica	Estándar
Nombre del objeto	chkCasilla
Alto	Predeterminado
Ancho	Predeterminado
Alineación	MiddleLeft
Color de fondo	Control
Color de letra	Negro
Estilo de letra	Normal
Fuente de letra	Microsoft Sans Serif
Tamaño de letra	8

- **Labels - Etiqueta**

La finalidad de uso de este componente es el nombrar los controles por medio de texto y mostrarlos al usuario. Esta etiqueta forma parte del diseño de la ventana por lo que no es editable por parte del usuario mientras trabaje con la aplicación.

En la tabla 3.5 se detalla la especificación del control de etiqueta.

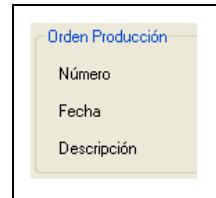


Figura 3.6 Etiqueta Label

Tabla 3.5 Especificación de Etiqueta Label

Etiqueta	
Característica	Estándar
Nombre del objeto	lblNombre
Alto	Predeterminado
Ancho	Hasta 2 líneas
Alineación	Alineado a la Izquierda
Imagen de Fondo	lbl[nombreBoton].png
Borde	Ninguno

- **Formulario**

El formulario es la pantalla que agrupa los controles descritos anteriormente y se utiliza para la interacción con el usuario. La figura 3.7 muestra la interfaz con la que interactúa el usuario del sistema.

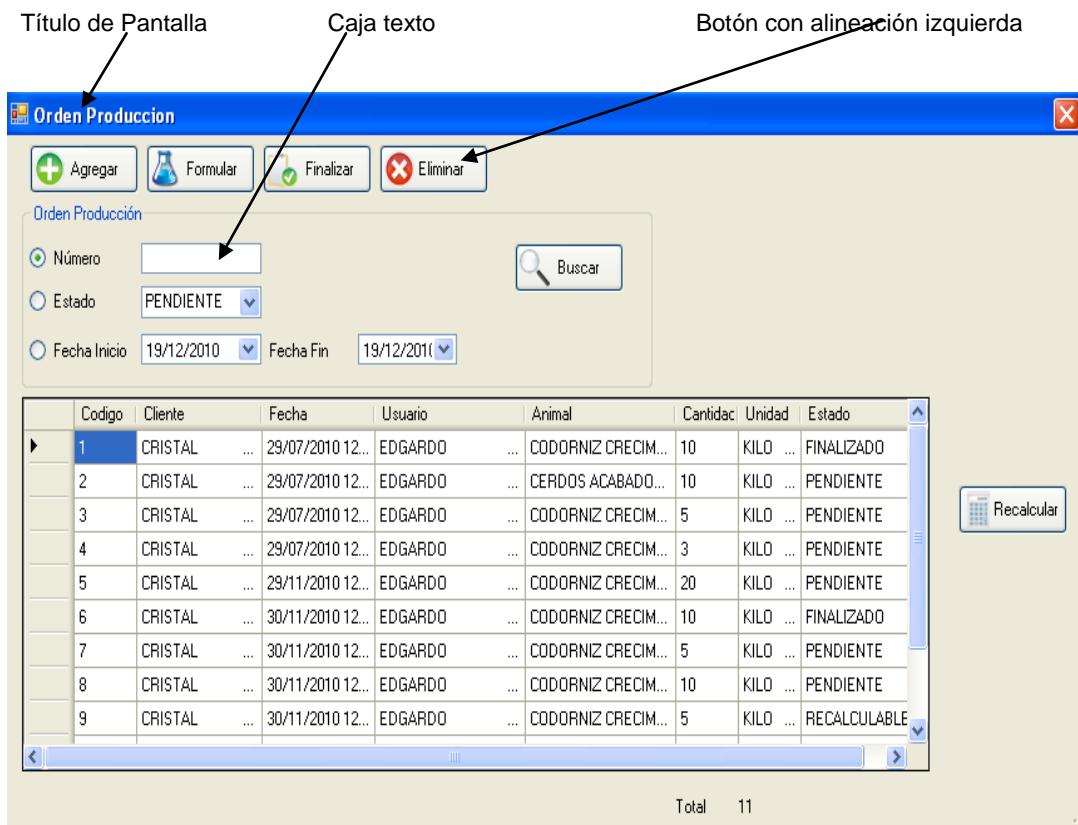


Figura 3.7 Formulario General

El detalle de todos los controles gráficos que se utilizan en el proyecto se encuentran en el documento **Anexo E Documento de Estándares de Interfaz Gráfica**.

3.3 Estándares de Programación.

Un adecuado uso de los estándares de programación permitirá brindar un adecuado mantenimiento a los diferentes módulos que se tienen en el proyecto permitiendo al desarrollador un fácil entendimiento y mejora del sistema en un posible trabajo a futuro.

3.3.1 Nombres de Archivos

En esta sección se detalla los nombres de archivos utilizados por los usuarios del sistema, utilizándose en Visual Studio 2008 la siguiente extensión:

Tabla 3.6 Especificación de Nombre de Archivos

Tipo de Archivo	Sufijo
Archivo formulario de Winform	.frm
Archivo de Solución	.sln

Los archivos formulario tendrán el mismo nombre de la clase que se va implementar y el nombre de los archivos de solución debe ser el nombre de la capa de programación.

3.3.2 Organización de Archivos

Todos los archivos fuente comienzan con las librerías que se deben incluir para ser utilizadas por los objetos que se instancia en cada módulo como se muestra en la figura 3.8.

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using ServidorLib.NutriMakeLib.BusinessEntity;
using ServidorLib.NutriMakeLib.BusinessLogic;

namespace NutriMake
{
    public partial class frmRegistrarOrdenProduccion : Form
    {
        BEUsuario user;
    }
}

```

Figura 3.8 Ejemplo declaración de archivo

Luego que las librerías son incluidas, se debe declarar las siguientes partes dentro de la clase o interface que se esté implementando tal como se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Especificación de Composición de Clase

Item	Parte de la declaración de una clase/interface	Descripción
1	Declaración Class.	
2	El comentario de implementación de la clase. (//)	Este comentario muestra información de una clase, es decir las funciones que cumple y qué representa.
3	Variables de la clase	Se declaran las variables en el siguiente orden: 1.-Variables públicas (public), 2.-Variables privadas (private). 3.-Variables estáticas (static).
4	Constructor(es)	

Item	Parte de la declaración de una clase/interface	Descripción
5	Métodos	Los métodos deben definirse según la funcionalidad que se va implementar dentro de una clase distinguiendo que se puede tener métodos públicos y privados.
6	Ejemplo	<pre> using System; using System.Collections.Generic; using System.Text; namespace ServidorLib.NutriMakeLib.BusinessEntity { public class BEUsuario // Clase Entidad Usuario { private int intIdUsuario; private string strNombre; private string strApellido; private string strAlias; private string strcorreo; private string strtelefono; } } </pre>

Es necesario tener en cuenta los comentarios que permitirán al desarrollador que continúe con este proyecto continuar las nuevas funcionalidades que se requieran, cada cambio que se realice en el código se debe incluir la fecha y el motivo que genero dicho cambio.

Según lo extenso del comentario a agregar en el código fuente, este deberá ser agregado bajo los siguientes criterios:

- **Comentario corto:** Este comentario se debe agregar en la misma línea de código fuente, tal como se muestra en la figura 3.9.

```

using System;
using System.Collections.Generic;
//using System.Linq;
using System.Text;

namespace ServidorLib.NutriMakeLib.BusinessEntity
{
    public class BEFormula
    {
        int intIdformula;
        BEUsuario beUsuario; // Usuario responsable de la ejecucion de la formula
    }
}

```

Figura 3.9 Ejemplo Comentario Corto

- **Comentario largo:** Este comentario se debe agregar dentro de un bloque definido donde se especificara el detalle de la funcionalidad o la consideración necesaria que se debe tener al momento de utilizar esta parte del código fuente, tal como se muestra en la figura 3.10:

```
{
    intindex = Gipals.AddConstraint(arrLimite[p], Gipals.sign_More);
    if (arrLimite[cont2] != 0)
    {
        /*Calculo requerido de los limites de cada restriccion.
         * Se carga el valor que le corresponde en la matriz de composicion nutricional
         */
        for (int cont3 = 0; cont3 < limitereq; cont3++)
    }
```

Figura 3.10 Ejemplo Comentario Largo

3.3.3 Declaración de Variables de Datos

El tipo de dato de las variables se especificará mediante las nomenclatura especificadas en las tablas 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11.

Tabla 3.8 Especificación de Tipo de Dato

Tipo de Dato	
Nombre de Tipo	Prefijo
Bool	bool
Byte	byte
Char	char
Date	date
Decimal	dec
Double	dou
Integer	int
Long	long
Short	sht
Single	sin
String	str

Tabla 3.9 Especificación de Tipo de Entero

Tipo de Entero	
Tipo	Prefijo
Contador	cont
Índice	ind

Tabla 3.10 Especificación de Otros Datos.

Otros	
Tipo	Prefijo
Arreglo	arr
Lista	lst

Tabla 3.11 Especificación de Variables.

Variables	
Formato General	tipo de dato + Descripción
Declaración	<ul style="list-style-type: none"> • La longitud máxima de la variable debe ser 20 caracteres. • La descripción puede incluir más de un sustantivo, los cuales se escribirán juntos. • La descripción de la variable deberá estar en singular. • Si el nombre de la variable tiene más de una palabra, debe empezar con minúscula y el resto con mayúsculas.
Observaciones	<p>En la declaración no se deberá utilizar caracteres como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tilde (`). • Apóstrofes ('). • Letra Ñ o ñ. • En reemplazo de la letra Ñ o ñ se debe escribir nh <p>De tener variables que no sean muy intuitivas es recomendable agregar un comentario corto.</p>
Ejemplo	strnumOrden // representa numero de orden.

El detalle de todos los estándares de programación que se utilizan en el proyecto se encuentran en el **Anexo F Documento de Estándares de Programación.**

Capítulo 4: Construcción y pruebas

La implementación del proyecto requiere que se utilice la tecnología necesaria para soportar la operatividad del giro del negocio, el cual se trata de empresas agropecuarias que tienen como objetivo la administración de sus recursos y formulación de raciones de alimentos al menor costo.

Para ello se muestra el lenguaje de programación elegido, así como el motor de base de datos, el entorno integrado de desarrollo y administrador de la base de datos.

Asimismo, se muestra el proyecto principal que contiene los paquetes en que fue dividido y las librerías principales.

Finalmente para validar la funcionalidad del sistema se muestra el flujo mediante las pantallas y los reportes necesarios para la generación de la formula de alimentación al menor costo.

4.1 Construcción.

En esta sección se detalle la tecnología requerida para la implementación del proyecto y el lenguaje de programación utilizado para cada paquete y librería requerida.

4.1.1Tecnología de Construcción

A continuación se detallan los recursos requeridos para el funcionamiento del proyecto que cumpla con los requerimientos solicitados.

- **Arquitectura de solución: Cliente – Servidor.**

Tabla 4.1 Cuadro de Tecnología

Elemento	Tecnología
Lenguaje Programación	C#
IDE	Visual Studio 2008
Motor Base de Datos	Sql Server Express

Se realizó un estudio del lenguaje de programación a utilizar y se optó por utilizar el lenguaje de programación C# el cual brinda la ventaja de tener el respaldo y soporte necesario brindado por **Microsoft en el entorno integrado de desarrollo en Visual Studio.**

Es importante mencionar que Microsoft brinda la versión Visual Studio 2008 de manera gratuita, utilizada de manera de prueba por 30 días para probar la versión y luego se registra la licencia con lo cual se continua teniendo todo el soporte brindado.

Es por la elección de esta herramienta que permite desarrollar el presente tema de tesis con un objetivo estrictamente académico [9]

Adicionalmente Visual Studio 2008 brinda principalmente las siguientes ventajas:

- Entorno integrado de desarrollo que permite desarrollar el proyecto y tener centralizado toda la información que se necesita sobre las pantallas y componentes.
- Soporte de Plataforma para el desarrollo del proyecto en mención.
- Herramientas de Testing que permiten depurar y validar el contenido de las variables y comprobar la calidad del software con los resultados esperados.

- Recursos MSDN, que contienen las librerías, revistas y programas elaborados por Microsoft que permiten realizar las actualizaciones necesarias a medida que el giro del negocio y sus funcionalidades aumente y lo requieran. [10]

Estas ventajas son principalmente las que aseguran la implementación de la aplicación requerida para cubrir las necesidades de los usuarios finales.

El entorno Visual Studio .net 2008 que se muestra en la figura 4.1, también presenta un entorno integrado Sql Server que permite visualizar el diagrama de base de datos que se está utilizando, asimismo la data que se necesita en tiempo real lo cual ayuda mucho al programador al validar los resultados obtenidos.

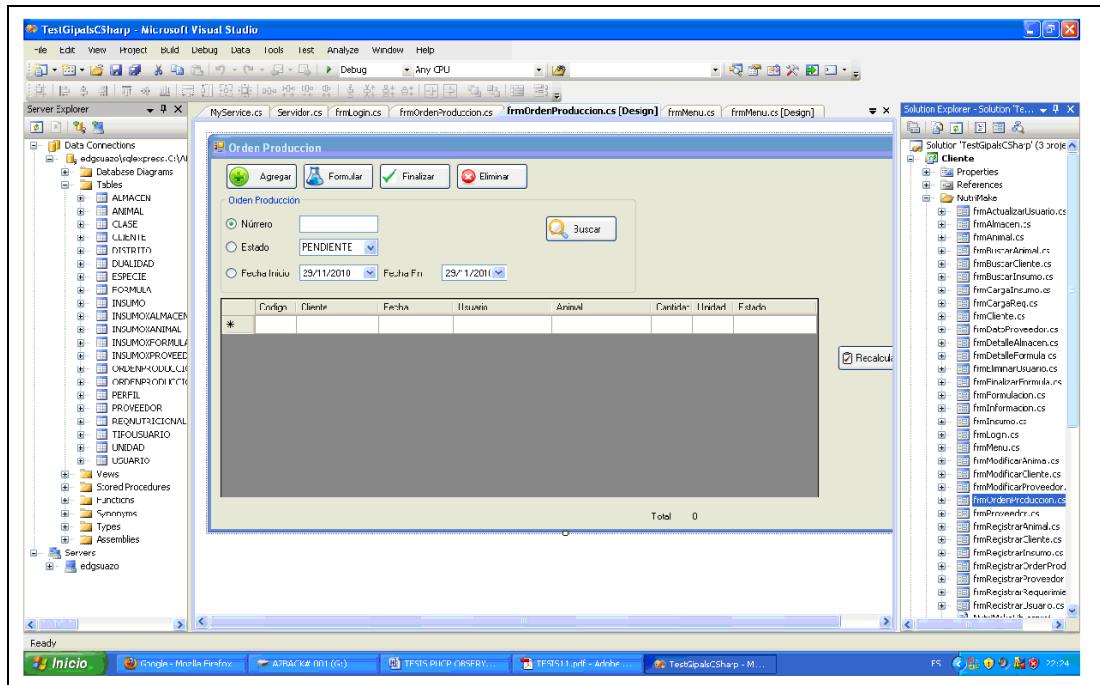


Figura 4.1 Entorno integrado de desarrollo Visual. NET

4.1.2 Framework

El framework a utilizar para el desarrollo del proyecto es .NET dado que principalmente brinda las siguientes ventajas:

- Aplicar las habilidades comunes a través de una variedad de dispositivos, tipos de aplicaciones y las tareas de programación.
- Integrar con otras herramientas y tecnologías para construir la solución correcta con menor esfuerzo
- Construir aplicaciones adecuadas de manera más rápida.[12]

Y se compone principalmente por:

- Conjunto de lenguajes de programación
- Biblioteca de Clases Base o BCL
- El Entorno Común de Ejecución para Lenguajes o CLR.

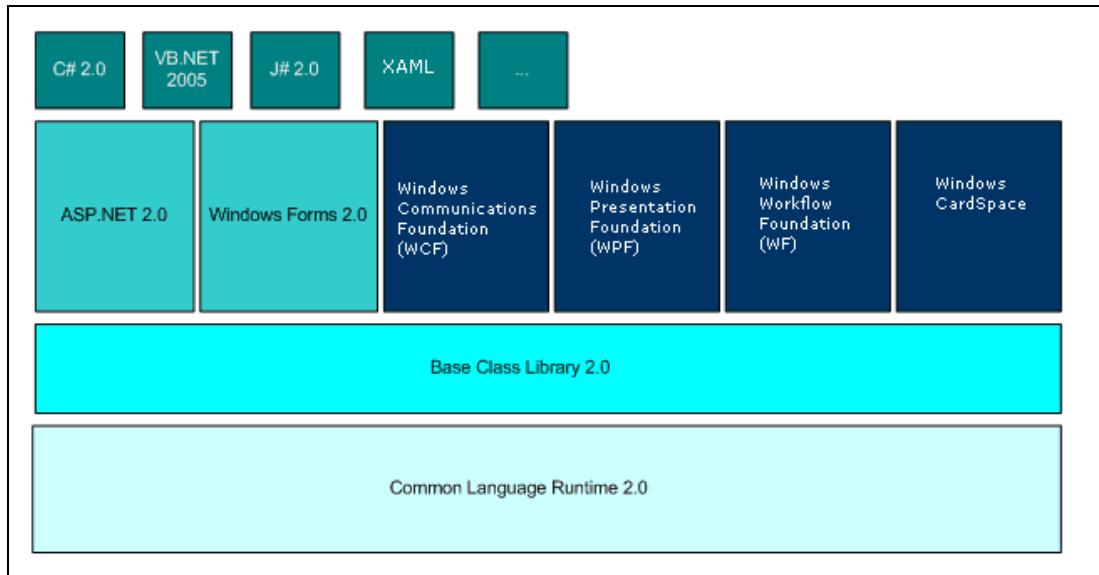


Figura 4.2 Componentes Framework .NET 3.0 [12]

4.2 Pruebas.

Para la comprobación del cumplimiento de las funcionalidades exigidas en el presente proyecto, se requiere establecer un plan de pruebas donde se validará los requerimientos exigidos, para lo cual se identifican principalmente los siguientes objetivos:

- Identificar claramente el sistema que debe ser probado.
- Enunciar los requerimientos de prueba recomendados en un alto nivel.
- Describir las estrategias de prueba a ser utilizadas.
- Identificar los recursos requeridos y proveer una estimación del esfuerzo de la prueba.

4.2.1. Propósito

El propósito de este plan de pruebas de aceptación es el de poder verificar que el sistema es capaz de responder ante los requerimientos tanto funcionales como no funcionales.

Para esto se desarrollan casos de prueba que permiten verificar y validar el comportamiento del producto y ver si su respuesta ante las exigencias a las que será sometido está dentro del rango de aceptación esperado.

4.2.2 Tipo de Prueba

Para la validación de las pruebas unitarias de la funcionalidad de cada módulo del sistema se elige el tipo de prueba **Caja Negra** el cual evalúa las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

Este tipo de prueba es más rápida y sencilla de ejecutar dado que no se requiere verificar la estructura interna del programa como es el caso de las pruebas de **Caja Blanca**.

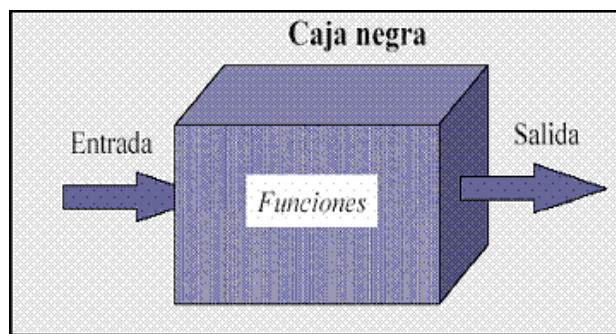


Figura 4.3 Tipo Prueba Caja Negra

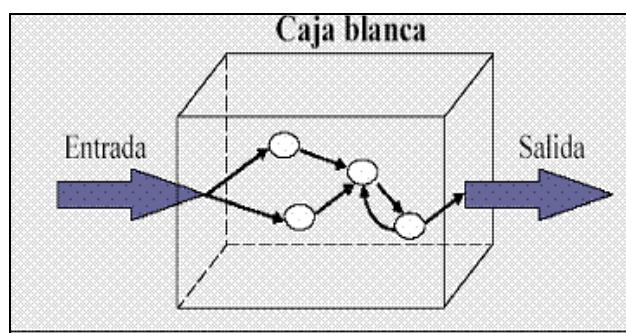


Figura 4.4 Tipo Prueba Caja Blanca

4.2 Alcance

Este plan de pruebas de aceptación describe las pruebas a las que será sometido el proyecto del sistema.

Los elementos a ser probadas son:

- Manejo de perfiles de usuario.
- Carga inicial de maestro de datos Composición Nutricional por Insumos.
- Carga inicial de maestro de datos Requerimiento Nutricional de Animales.
- Resultados de algoritmo Programación Lineal.
- Simulación de sistema.

4.3 Flujo de la prueba del sistema.

Como objetivo de validar las exigencias establecidas en el catálogo de requerimientos y utilizando el tipo de prueba de caja negra se realiza lo siguiente:

1. El usuario se registra en el sistema.



Figura 4.5 Pantalla Login Usuario

2. Según el perfil ingresado se muestran las opciones disponibles en el menú principal.



Figura 4.6 Pantalla Menú Principal

3. El usuario selecciona Menú de Formulación y se presentan las órdenes de producción registradas con sus respectivos estados.

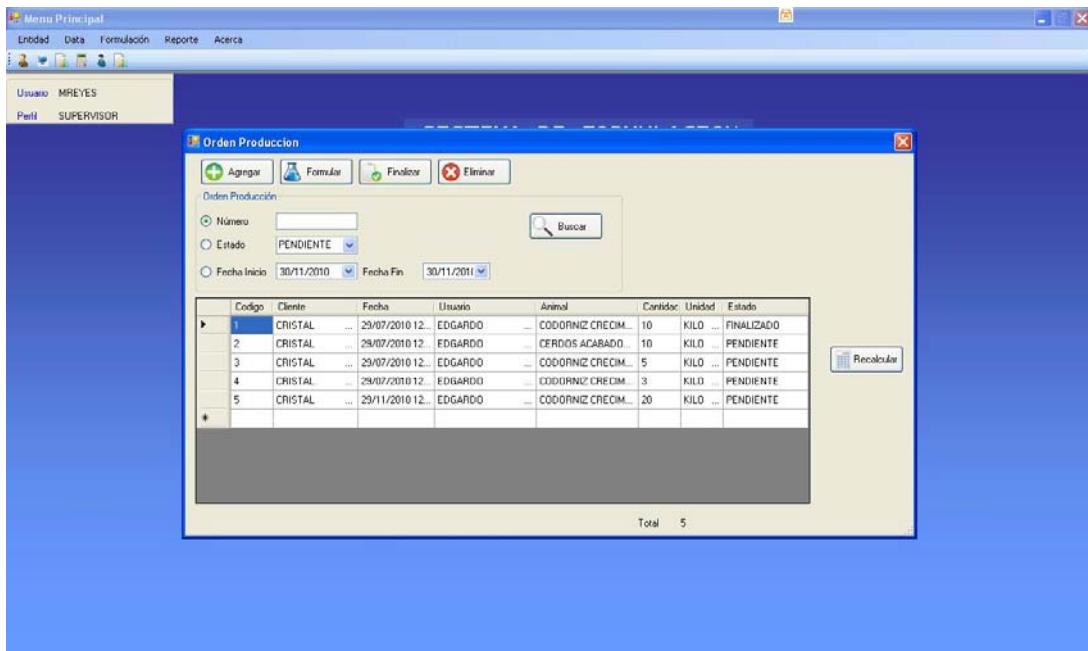


Figura 4.7 Pantalla de Menú Orden Producción.

4. El usuario selecciona Agregar e ingresa los datos necesarios para registrar la nueva orden de producción.

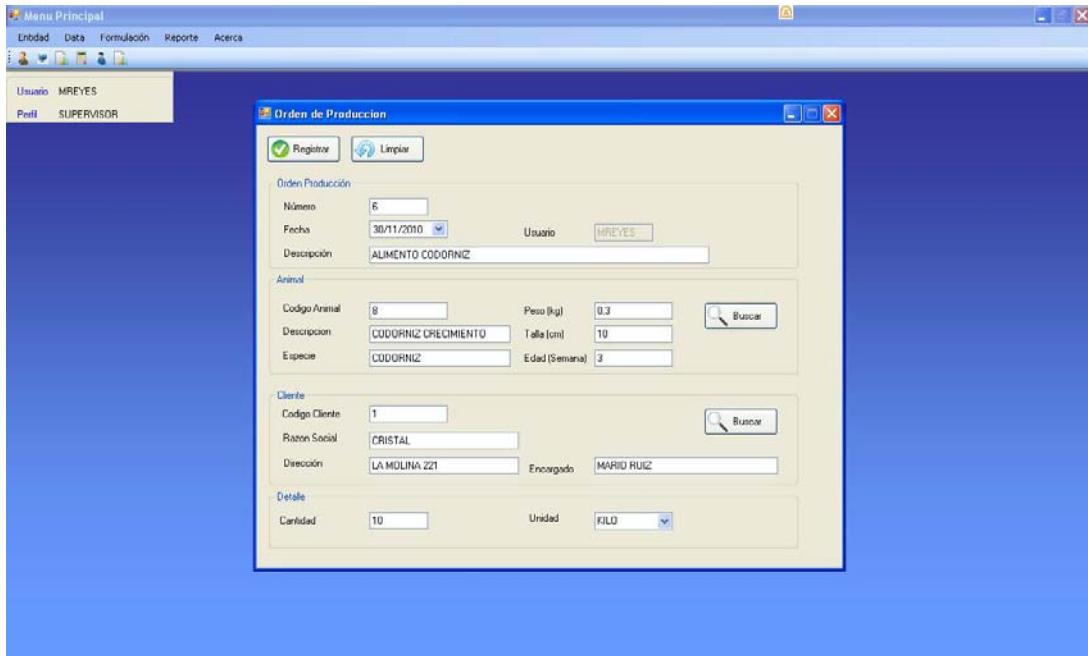


Figura 4.8 Pantalla Registro Orden Producción.

5. Luego de registrado la orden, el usuario selecciona Formular y se muestra el detalle de los datos del animal, insumos y requerimientos.

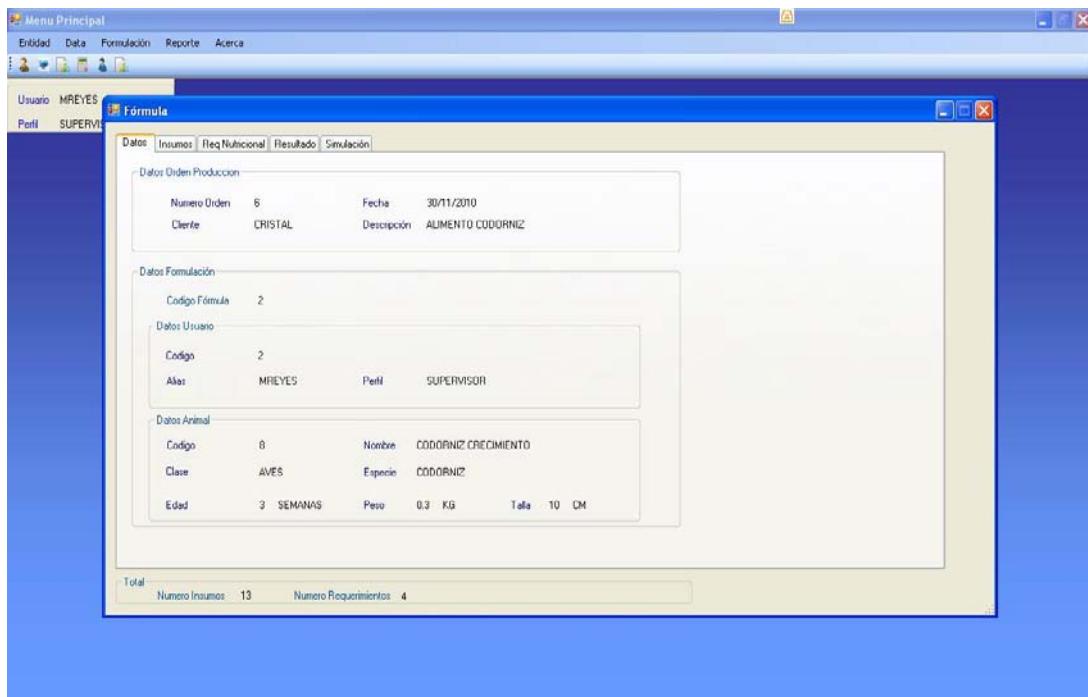


Figura 4.9 Pantalla Datos Formulación.

6. El usuario verifica los Insumos disponibles para la formulación.

Código	Descripción	Materia Seca	Proteína	Grasa	Fibra	Nitrox	Ceniza	Energía
6	ANTIHONGO MOLD BAN	99.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	CARBONATO DE CALCIO	99.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	CLORURO COLINA 60%	98.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	DL-METIONINA	99.000	99.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	GRASA HIDROGENADA DE PESCADO	99.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	HARINA DE HUESOS	99.000	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.000
31	HARINA DE PESCADO 01	88.000	1.950	0.000	0.880	2.710	0.750	3.420
32	HARINA DE SOYA	89.000	0.680	28.900	0.040	1.890	0.650	2.450
38	MAIZ	89.000	0.200	72.900	0.020	0.389	0.090	0.520
55	PROMOTOR ALBAC 10%	99.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
58	SAL	99.000	0.000	39.000	0.000	0.000	0.000	0.000
67	TORTA DE SOYA	90.000	0.649	32.700	0.020	1.700	0.630	1.890
72	ZOODRY POLLOS	99.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
*								

Figura 4.10 Pantalla Insumos disponibles

7. El usuario verifica los la carga de los requerimientos nutricionales.

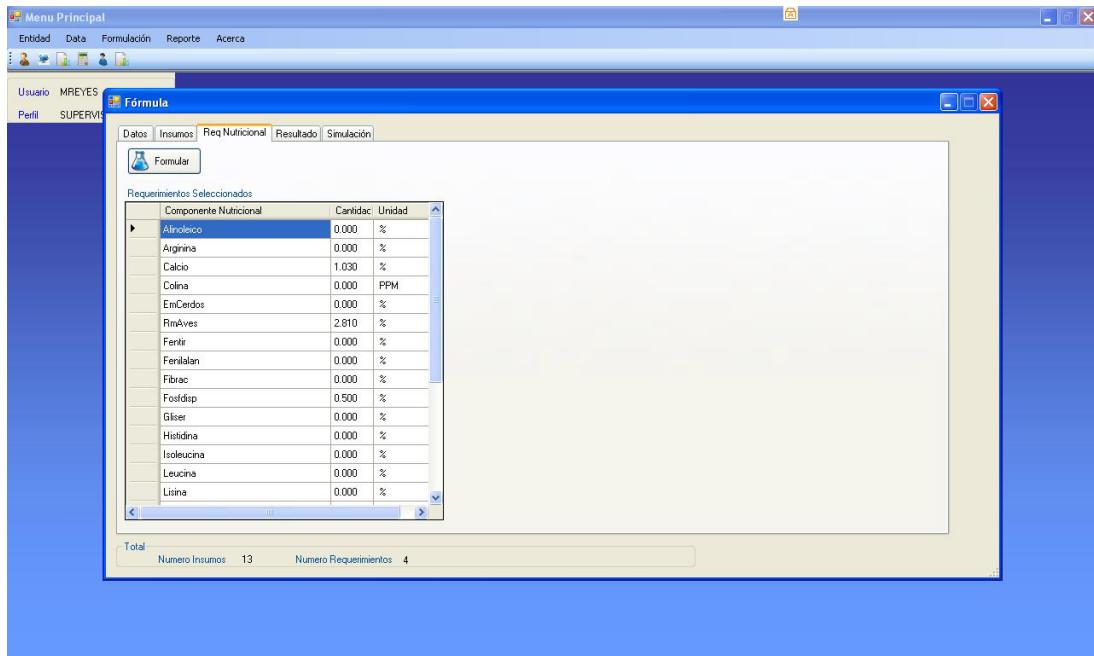


Figura 4.11 Pantalla Requerimientos Nutricionales

8. El usuario selecciona el botón Formular y se muestra el resultado con los valores óptimos sugeridos por el sistema.

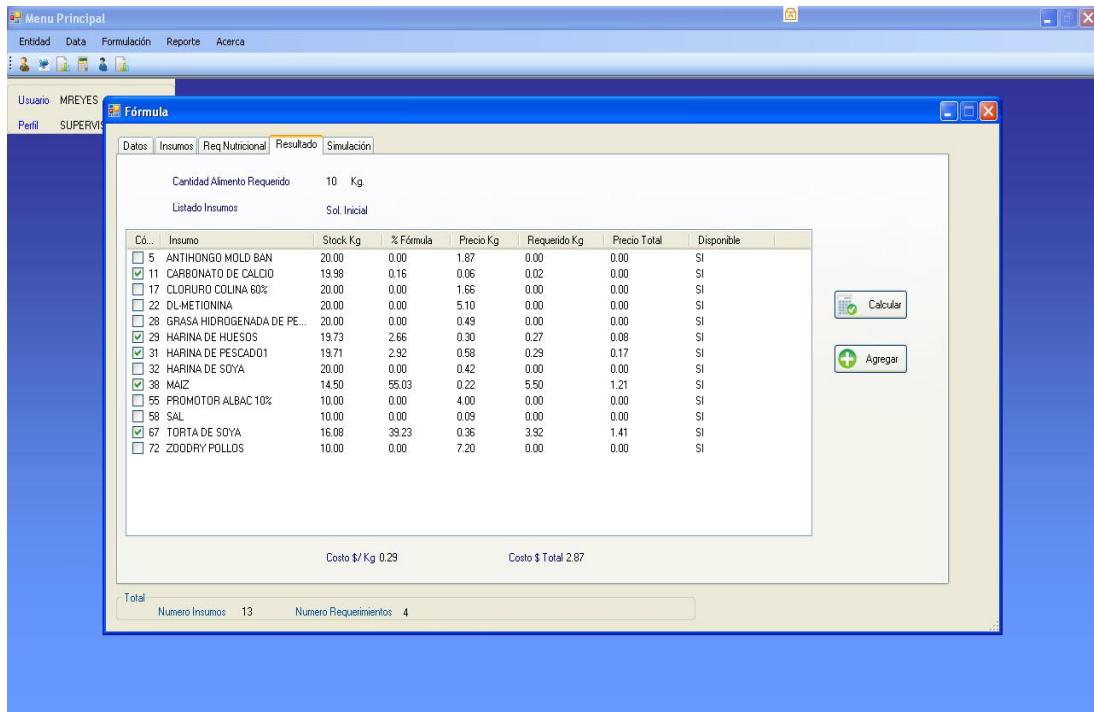


Figura 4.12 Pantalla Resultado de Formulación.

9. El usuario realiza la simulación de las alternativas de formulación seleccionando los insumos requeridos.

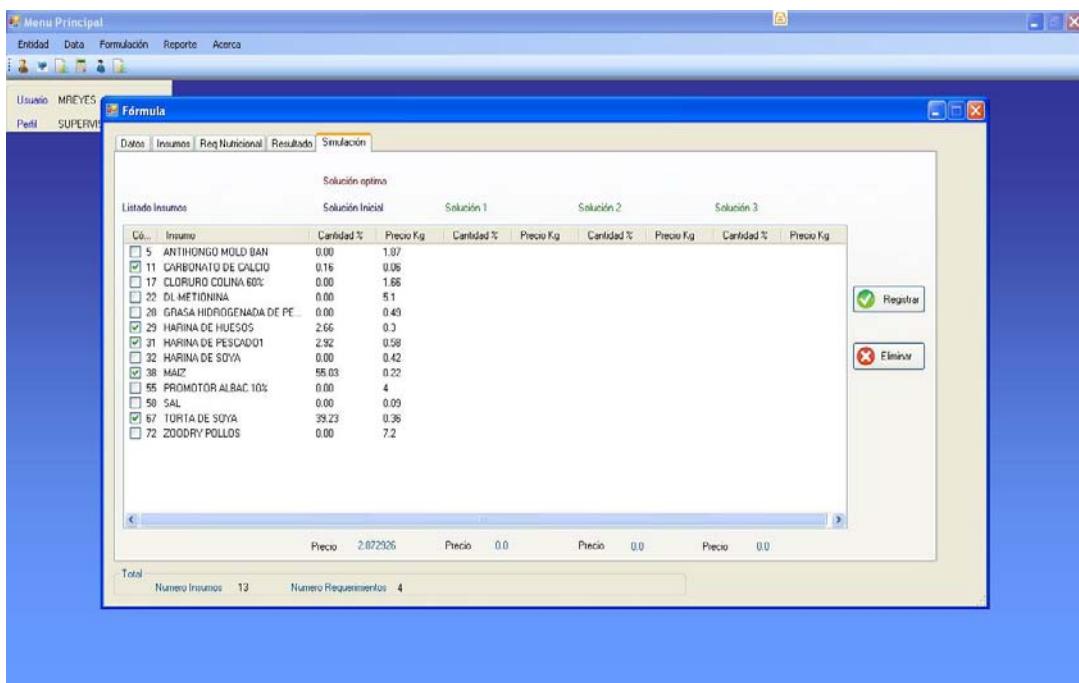


Figura 4.13 Pantalla de Simulación de Resultados.

10. El usuario selecciona la fórmula simulada que será utilizada para la producción.

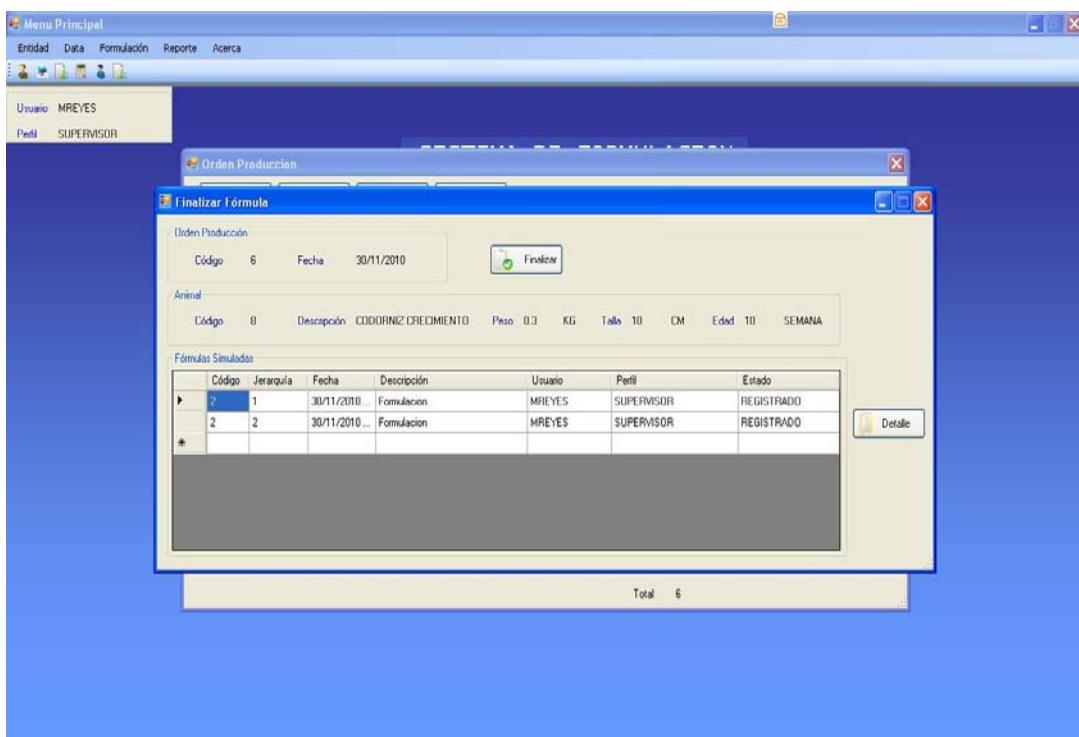


Figura 4.14 Pantalla de Finalización de Fórmula.

11. El usuario visualiza el detalle de la fórmula a producirse.

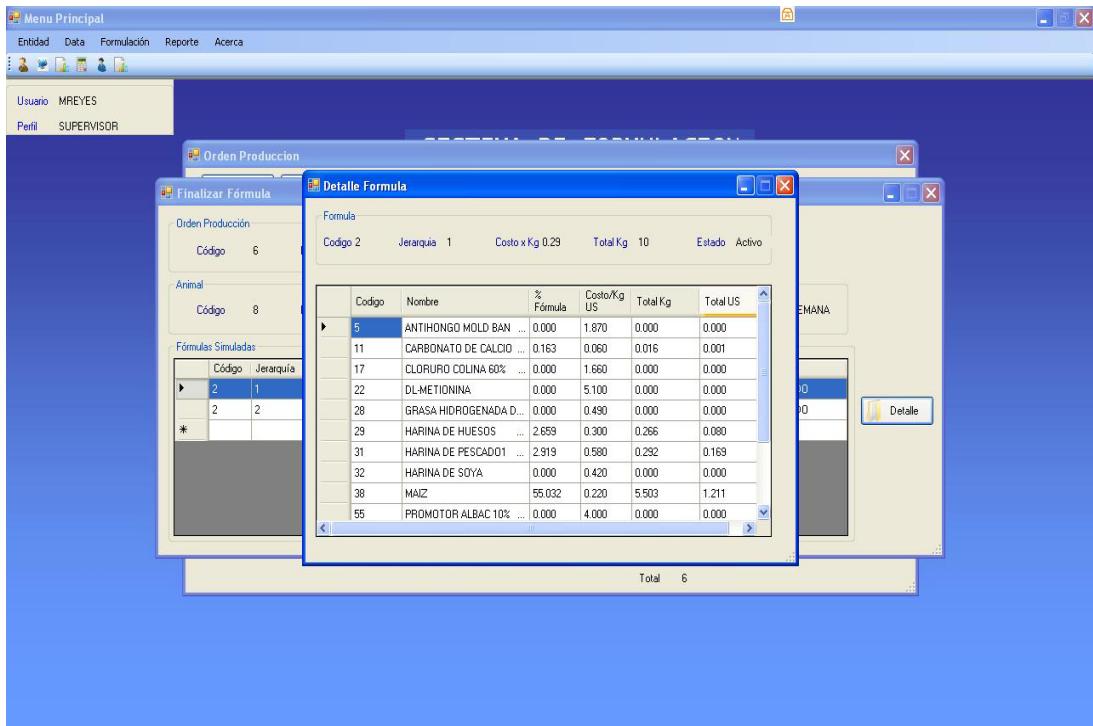


Figura 4.15 Pantalla de Detalle Finalización de Formula.

12. Luego de registrar la fórmula finalizada, el usuario genera el reporte para ver el detalle del mismo.

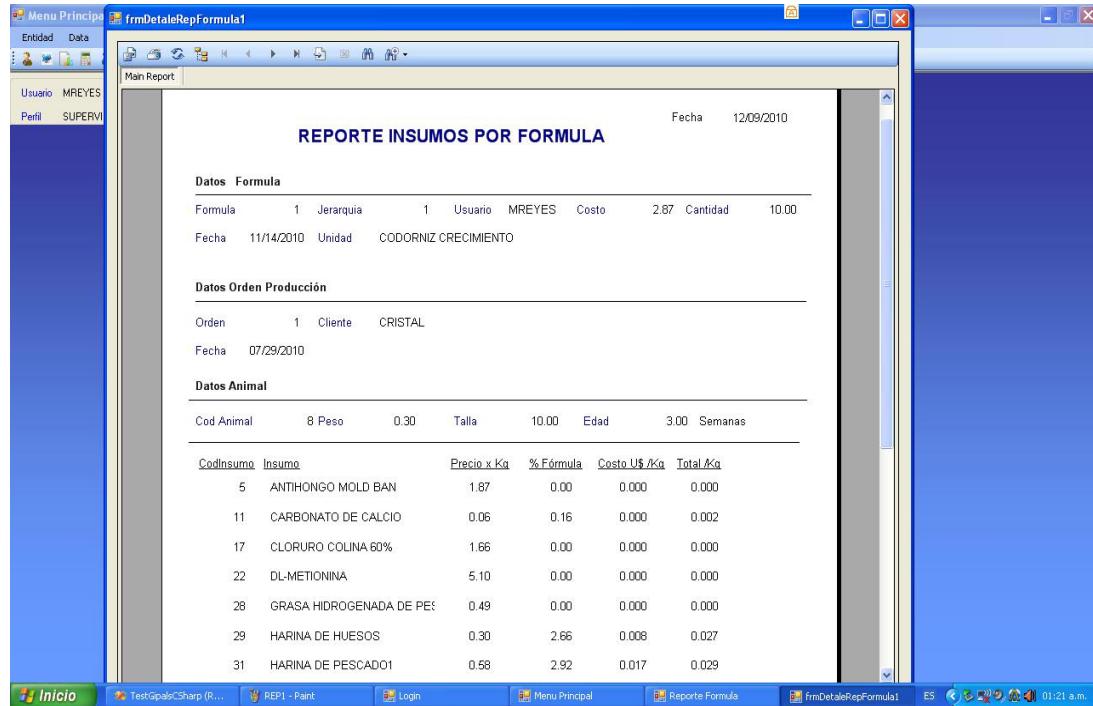


Figura 4.16 Pantalla de Reporte de Fórmula.

13. Adicionalmente el reporte muestra la distribución gráfica de los insumos a utilizarse en la formulación.

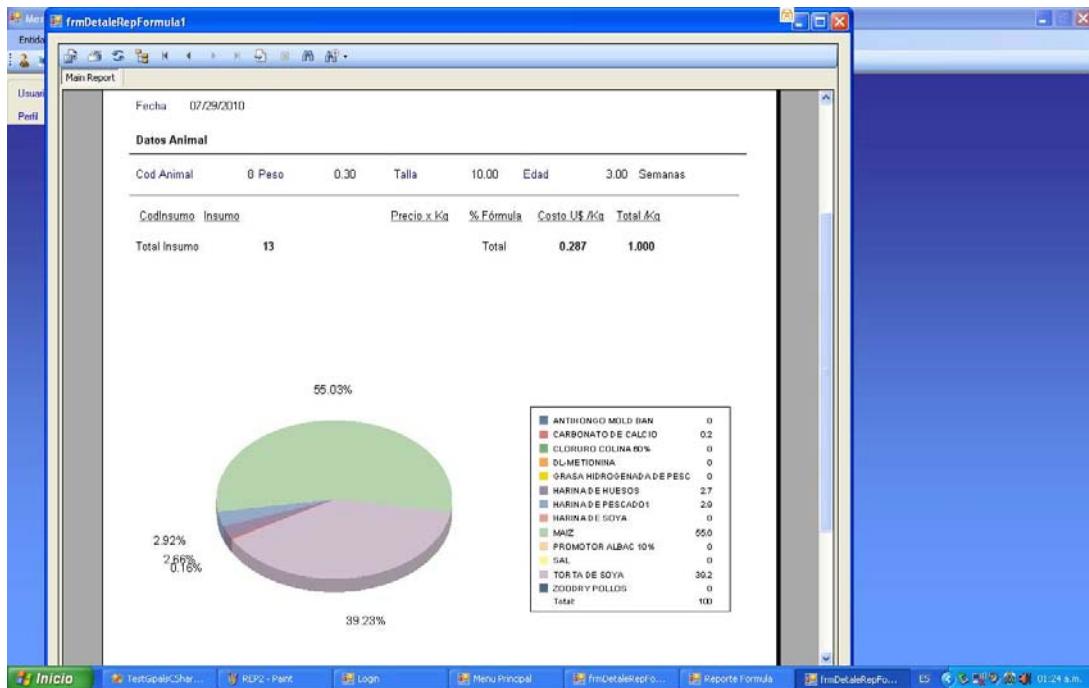


Figura 4.17 Pantalla de Reporte de Fórmula – Gráfico.

4.4 Catálogo de Prueba.

A continuación en las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 se presentan la especificación de las principales pruebas que realizan los usuarios finales del sistema, donde se validara la funcionalidad con los valores esperados.

La especificación de todas las pruebas realizadas por el usuario se encuentran en el **Anexo G Documento Catálogo de Pruebas del Sistema**.

Tabla 4.2 Prueba de funcionalidad de Registro de Fórmula

Registro de Fórmula	
ID Prueba	PBS001
Objetivo	Registrar una formula en el sistema.
Precondición	El actor debe haber ingresado con el perfil de nutricionista o administrador.
Clases	FrmFormula,FrmOrdenProduccion
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Orden” del menú “Mantenimientos” 2. El sistema muestra las órdenes de producciones registradas. 3. El usuario selecciona la Orden de Producción número 6 que se encuentre en estado “Pendiente”. 4. El sistema muestra la pantalla con los datos de la orden de

	<p>producción cargada.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. El usuario visualiza la información de los insumos disponibles para el animal “codorniz en crecimiento”. 6. El usuario visualiza la información de los requerimientos nutricionales de la fórmula para el animal “codorniz en crecimiento”. 7. El usuario selecciona “Formular” y se muestra los resultados de la formula con la composición de los insumos, teniendo como resultado el costo de US\$ 2.87 para los 10 kg. de alimento que desea generar. 8. El usuario selecciona los insumos los cuales desea que se utilicen para simular la generación de una nueva fórmula. 9. El usuario selecciona “Calcular” y se muestra el resultado de la composición de la formula. 10. El usuario selección “Agregar” y se agrega esta nueva composición a la pantalla de resultados de la formula inicial. 11. El usuario repite desde el paso 8 para continuar simulando fórmulas adicionales. 12. El usuario selecciona “Registrar” y se guardan las fórmulas simuladas hasta el momento y se muestra el mensaje de confirmación del registro.
Resultado Esperado	La fórmula se registra correctamente.

Tabla 4.3 Prueba de funcionalidad de Registro de Fórmula

Finalización de Fórmula	
ID Prueba	PBS002
Objetivo	Finalizar una formula en el sistema.
Precondición	El actor debe haber ingresado con el perfil de nutricionista o administrador.
Clases	FrmFormula,FrmOrdenProduccion
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Orden” del menú “Mantenimientos” 2. El sistema muestra las ordenes de producción registrada. 3. El usuario selecciona la orden de producción número 6 que se encuentre en estado ““Registrado””. 4. El sistema muestra las fórmulas que se simularon para esta orden de producción. 5. El usuario visualiza la información de la fórmula seleccionada. 6. El usuario selecciona la fórmula con la jerarquía numero 1. 7. El usuario selecciona sobre “Finalizar” y se muestra el mensaje de confirmación de finalización.

Resultado Esperado	La fórmula se finaliza correctamente.
---------------------------	---------------------------------------

Tabla 4.4 Prueba de funcionalidad Reporte de Cliente

Reporte de Cliente	
ID Prueba	PBS003
Objetivo	Generar reporte de fórmula en el sistema.
Precondición	El actor debe haber ingresado con el perfil de nutricionista
Clases	FrmFormula,FrmRepCliente
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona la opción “Reporte Cliente”. 2. El sistema muestra una pantalla de búsqueda y el usuario selección la opción código de cliente e ingresa el código numero 3. 3. El sistema muestra las fórmulas que se tiene registradas para ese cliente. 4. El usuario selecciona la fórmula con código numero 1 y presiona “Seleccionar”. 5. Se muestra una pantalla con la composición de la fórmula para el animal “codorniz en crecimiento”.
Resultado Esperado	Se genera el reporte con los insumos que se utilizan en la formula.

Capítulo 5: Observaciones y Recomendaciones.

En este capítulo final se presentan las observaciones realizadas durante el desarrollo del presente proyecto y las recomendaciones que se han considerado para posteriores trabajos de implementación.

5.1. Observaciones

- El uso de la herramienta Visual Studio .Net, resultó ser de gran ayuda en el desarrollo del proyecto debido a la integridad de todas las vistas necesarias para programar las funcionalidades exigidas. Asimismo permite llevar un correcto orden entre las clases definidas y estructuración de la base de datos.
- El presente proyecto de tesis utiliza una librería llamada GIPALS.DLL que contiene un método que me permite ingresar diversos parámetros y muestra como resultado el valor de cada variable que forma parte de una ecuación matemática.

- El uso de esta librería es de uso estrictamente académico para el presente tema de investigación, el cual no implica la comercialización del software sin la debida autorización.
- El desarrollo en clases permite una fácil administración de los objetos, los cuales se pueden aumentar y agregar funcionalidades al sistema por lo cual el software desarrollado posee una alto grado de escalabilidad.
- La programación orientada a objetos es muy beneficioso en el desarrollo de la aplicación que se utiliza para el presente tema de tesis, debido que permite definir las diferentes clases que se utilizan para representar las entidades del negocio y las relaciones que se tienen entre ellas.
- El ingreso de la información para el registro de las diferentes entidades implica la validación de la integridad de los objetos y las tablas relacionadas, debido a que el ciclo de vida de una fórmula exige que se tenga previamente cargada la información correctamente relacionada entre insumos y requerimientos nutricionales, garantizando que se obtenga una fórmula que garantice un alimento al menor costo para la empresa.

5.2. Recomendaciones y trabajos futuros.

- El desarrollo del proyecto implica un adecuado levantamiento de información, por lo cual se recomienda que se tenga validada desde el comienzo el alcance y la conformidad de los exigibles por los usuarios finales que utilizarán la herramienta.
- En continuación del proyecto se recomienda que se desarrolle un módulo de “Seguimiento Nutricional” donde se permita ver y comparar el desarrollo físico de los diferentes animales de granja que se tiene utilizando como alimentos las raciones formuladas.
- En complementación del proyecto se recomienda que se desarrolle un módulo de “Gestión de Inventarios”, donde se pueda tener un control adecuado del inventario los insumos que se tienen en el almacén y se pueda realizar un adecuado plan de compras de insumos faltantes. Lo cual permitirá optimizar el tiempo de formulación de raciones debido a que se cuenta con el stock suficiente al menor costo.
- Se recomienda utilizar alternativamente otros algoritmos que permitan calcular la ración de alimento al mínimo costo cubriendo las necesidades nutricionales de los animales a ser comercializados.

5.3. Conclusiones.

- El análisis e implementación del sistema que se realizó en el presente proyecto, permitió obtener una adecuada administración de los recursos (insumos y personal) de la empresa, permitiéndole optimizar sus procesos y generar fórmulas de alimentación al menor costo garantizando que se cumpla el requerimiento nutricional exigido.
- Con la metodología RUP se permitió asegurar el desarrollo del sistema de información, obteniendo un software de calidad, cumpliendo los requerimientos establecidos en los plazos acordados inicialmente.
- En el mercado existen diferentes productos que te permiten formular una dieta, pero en particular la herramienta desarrollada permitió integrar las diferentes funcionalidades del giro del negocio. Con ello se permite registrar toda la información que se utiliza en los procesos de formulación de alimentos.
- El análisis de sensibilidad de costo reducido, permitió analizar el precio que debería costar los insumos que se encuentran en el almacén para poder ser utilizados en la formulación, con lo cual se aprovecha los recursos excedentes permitiendo tener una adecuada política de almacenes.
- La implementación del proyecto permitió brindar la posibilidad de simular alternativas de formulación para un resultado generado por el sistema, con lo cual el usuario tiene la posibilidad de elegir la que mejor le convenga dependiendo del costo y la disponibilidad en el almacén.

Bibliografía

Libros

- [1]. Illeana Mora Brautigan, "Nutrición Animal", ISBN: 9977-64-557-4, 2007.
- [2]. Roberto Cortes Morales, "Introducción al Análisis de Sistemas y la Ingeniería de Software", ISBN: 9977-64-961-8, 1998.
- [3]. Rebecca Donatelle, "Health: The Basics, 8th edition" ISBN: 978-0-321-52302-0, 2008.
- [4]. Enrique Castillo, "Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia", 2002.
- [5]. Project Management Institute, Inc, Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, ISBN: 1-930699-73-5, 2004.
- [6]. Sergio Lujan Mora Programación de Aplicaciones Web ISBN : 848454.

Referencias de fuentes electrónicas

- [7]. Definición de agropecuario
Disponible: <http://www.definicionabc.com/general/agropecuaria.php>
- [8]. Definición de RUP y las mejores prácticas para el desarrollo de sistemas e implementación efectiva de la administración de proyectos de software, según IBM.
Disponible en: <http://www-306.ibm.com/software/awdtools/rup/>
- [9]. Contrato de uso de Microsoft Visual Studio
Disponible: <http://www.microsoft.com/express/Downloads/#2010-Visual-CS>
- [10]. Características de plataforma Microsoft Visual Studio
Disponible:<http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/products/2010-editions/professional>
- [11]. Características de soporte de Microsoft Visual Studio
Disponible: <http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/support>
- [12]. Composición Framework. NET msdn.microsoft.com
Disponible: [http://i.msdn.microsoft.com/aa663314.netfx30\(es-es\).gif](http://i.msdn.microsoft.com/aa663314.netfx30(es-es).gif)
- [13]. NRC (National Research Council)
Disponible: <http://sites.nationalacademies.org/NRC/index.htm>
- [14]. Zootech programa de formulación
Disponible: <http://www.zootech.com.pe/precios.htm>
- [15]. Introduction to Client / Server Systems
Disponible: <http://temariotic.wikidot.com/la-arquitectura-cliente-servidor>

[16]. Descripción Librería Gipals

Disponible: http://www.optimalon.com/product_gipals32.htm

[17]. Método de Punto Interior

Disponible:<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/1535743-48.pdf>

[18]. Definición de UML

Disponible: <http://www-01.ibm.com/software/rational/uml/>

[19]. Definición de Método GAMS

Disponible: http://www.gams.com/docs/contributed/modelado_en_gams.pdf

[20]. Información de herramienta formulación MIXIT

Disponible: <http://www.trademarkia.com/mixit-73684032.html>

[21]. Librería MSDN Microsoft

Disponible: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/8z6watww.aspx>

[22]. IT News. – Revista de Tecnología

Disponible: <http://itnews.ec/marco/000011.aspx>

Publicaciones

[23]. Cuadro de tablas de formulación empresa Granja El sol SRL.

[24]. Contrato de licencias software de Granja El sol SRL.

Documentos.

[25]. Documento de Plan de Proyecto Curso Desarrollo de Programas 1.

Ciclo 2006 – 1. Facultad de Ciencias e Ingeniería PUCP