

LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS  
AGRO-INDUSTRIALES IDENTIFICABLES EN TÉRMINOS DE DINÁMICAS  
POBLACIONALES BASADOS EN EL PENSAMIENTO SISTÉMICO Y LA  
DINÁMICA DE SISTEMAS.

ING. URBANO ELIÉCER GÓMEZ PRADA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA, ÁREA INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA

2010

LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS  
AGRO-INDUSTRIALES IDENTIFICABLES EN TÉRMINOS DE DINÁMICAS  
POBLACIONALES BASADOS EN EL PENSAMIENTO SISTÉMICO Y LA  
DINÁMICA DE SISTEMAS.

ING. URBANO ELIÉCER GÓMEZ PRADA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA, ÁREA INFORMÁTICA Y CIENCIAS  
DE LA COMPUTACIÓN

DIRECTOR:

HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA  
MAGÍSTER EN INFORMÁTICA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA, ÁREA INFORMÁTICA Y CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA

2010

## DEDICATORIA

*A Dios, a mi esposa, a mis padres, a mis hermanos, a mi sobrino y a los residentes de las Veredas Peñamorada y la Armenia en Betulia Santander.*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su compañía.

A mi familia, por su paciencia y comprensión en los momentos difíciles.

Al profesor Hugo Hernando Andrade Sosa, por permitirme ser su alumno.

A los profesores Fernando Ruiz, José Daniel Cabrera, Fernando Rojas, Luis Carlos Gómez

Flórez, Adriana Roció Lizcano Dallos y Ricardo Vicente Jaime Vivas por sus aportes.

Al grupo de investigación SIMON y todos sus integrantes, por el apoyo incondicional.

A mis amigos, por la motivación.

## Tabla de Contenido

INTRODUCCION .....	21
1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.2. Objetivos .....	23
Objetivo general .....	23
Objetivos específicos .....	23
1.3. Metodología de Investigación .....	24
1.3.1. Tipo de Trabajo .....	24
1.3.2. Estrategias de recolección de la información.....	25
1.3.3. El Proceso de Investigación .....	25
1.3.3.1. Resultados esperados y potenciales beneficiarios.....	26
1.3.3.2. Estrategia de Transferencia de Resultados.....	27
2. ESTADO DEL ARTE.....	29
2.1. REVISIÓN A NIVEL LOCAL.....	29
2.1.1. SIPROB 1.0.....	30
2.1.2. SIPROB 2.0.....	30
2.1.3. Fiebre Aftosa.....	30
2.2. REVISIÓN A NIVEL NACIONAL .....	31
2.2.1. Modelo para la evaluación del consumo de carne bovina.....	31
2.2.2. Sistema experto Mas leche 10, para control de la mastitis .....	32
2.2.3. Validación y uso del programa MONTY .....	32
2.2.4. Modelo para mejoramiento de empresas ganaderas.....	33
2.2.5. Información tecnológica desde modelos Agropecuarios .....	34
2.2.6. Software para Manejo experto de Praderas.....	35
2.2.7. Cerdos – Pastos – Leche: Modelo de análisis económico y ambiental.....	35
2.2.8. Modelo de simulación para sistemas bovinos doble propósito.....	36
2.3. REVISIÓN A NIVEL LATINO AMERICANO .....	37
2.3.1. El Modelo bio-económico.....	37
2.3.2. Modelo de Simulación Económica .....	38

2.3.3.	Modelo de Simulación Económica .....	38
2.3.4.	Modelos de producción de carne bovina y bubalina.....	39
2.3.5.	Modelo de simulación de engorde de bovinos a pastoreo.....	40
2.3.6.	Comportamiento ingestivo de herbívoros domésticos .....	41
2.3.7.	Granjas integrales de agricultura sostenible.....	41
2.3.8.	Formulación de Raciones para Cerdos por Mínimo Costo .....	42
2.3.9.	Modelo para carne y leche. ....	44
2.3.10.	Evolución dinámica de un proyecto de Investigación y Desarrollo.....	44
2.4.	REVISIÓN A NIVEL MUNDIAL .....	45
2.4.1.	Eco-análisis en un sistema de producción intensivo .....	45
2.4.2.	Cadena de Suministro de Carne .....	47
2.4.3.	Diseño de política industrial basada en la oferta y la demanda .....	47
2.4.4.	La Dinámica de Sistemas para la coordinación Agrícola .....	48
2.4.5.	Planificación de Infraestructura en una Economía Agrícola.....	49
2.4.6.	Apalancamiento de la Dinámica de Sistemas .....	49
2.4.7.	Sistema Dinámico de Microbios .....	50
2.4.8.	Un sistema lineal dinámico para administración de ganado .....	51
2.4.9.	Dinámica de sistemas para la gestión de la Agricultura animal.....	51
2.4.10.	Un modelo de Gestión Ambiental en una Bahía Brasileira .....	51
2.5.	HERRAMIENTAS SOFTWARE RELACIONADAS.....	52
2.5.1.	AgroWin.....	52
2.5.2.	PigWin .....	54
2.5.3.	TaurusWeb .....	56
2.5.4.	USATI.....	57
2.5.5.	Infotambo .....	58
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	60
3.1.	Pensamiento sistémico .....	60
3.2.	Dinámica de Sistemas .....	60
3.3.	Herramientas para el modelado y simulación. ....	61
3.3.1.	Modelado y Simulación. ....	62

3.4.	Información General sobre Sistemas Agroindustriales.....	64
3.4.1.	Caracterización de los sistemas de producción ganadera .....	64
3.4.2.	Sistemas de producción agroindustrial (SIPA) .....	65
3.4.3.	SIPAs de Dinámicas poblacionales (SIPADIPO).....	69
3.4.4.	Administración de los SIPADIPO .....	69
3.4.5.	Tendencias.....	70
4.	LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS (LM).....	75
4.1.	LM para el Modelado de los SIPADIPO .....	75
4.1.1.	Perspectivas de Modelado.....	79
4.1.2.	Características de los modelos para ganadería.....	80
4.1.3.	Variables demográficas .....	82
4.1.4.	Acciones sobre los grupos etarios .....	83
4.1.5.	Componente Biofísico.....	92
4.1.6.	Componente Productivo.....	94
4.1.7.	Componente financiero .....	95
4.1.8.	Validación de los Modelos.....	100
4.2.	LM según el propósito .....	101
4.3.	LM para el Modelo de Datos .....	109
4.3.	LM para el ambiente software.....	112
4.3.1.	Actores .....	115
4.3.2.	Evaluación del Software .....	116
4.3.3.	Formato de evaluación de software.....	116
4.3.4.	Objetivos de la herramienta .....	116
4.3.5.	Análisis del Ambiente .....	117
4.3.5.1.	Requerimientos .....	118
4.3.5.2.	Requisitos funcionales .....	120
4.3.5.3.	Ayuda .....	121
4.3.5.4.	Herramientas de Desarrollo .....	121
4.3.5.5.	Componentes.....	121
4.3.6.	Diseño .....	123

4.3.6.1.	Asignación de un Escenario .....	127
4.3.6.2.	Generación de un Escenario.....	128
4.3.6.3.	Administración de Modelos .....	129
4.3.6.4.	Administración Variables.....	130
4.3.6.5.	Administración de Usuarios.....	131
4.3.6.6.	Condiciones de Simulación.....	131
4.3.6.7.	Escoger Trayectorias.....	131
4.3.6.8.	Animación .....	132
4.3.6.9.	Análisis de Escenarios.....	132
4.3.6.10.	Informe de Trayectorias .....	132
4.3.6.11.	Informe de Conclusiones.....	133
4.3.6.12.	Informe de Escenarios.....	133
4.3.6.13.	Informe de Modelos .....	133
4.3.6.14.	Administración de Criterios de Decisión .....	133
4.3.6.15.	Ventanas.....	133
4.3.6.16.	Ayuda .....	134
4.3.6.17.	Estándar de Programación.....	134
4.3.7.	Implementación.....	134
4.4.	LM de Implantación .....	135
	Expertos en el sector Agroindustrial .....	138
	Personas que buscan capacitación en la toma de Decisiones.....	139
5.	CONCLUSIONES .....	144
6.	RECOMENDACIONES .....	147
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	150
	ANEXO A - DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS .....	159
1.	Sistemas de producción Bovina .....	159
2.	Sistemas de producción Porcina.....	160
2.1.	Calidad nutritiva de la carne .....	162
2.2.	Características productivas.....	162
2.2.1.	Fisiología reproductiva.....	163

2.2.2.	Requerimiento de corrales.....	163
2.2.3.	Alimentación.....	163
2.3.	Salud e higiene.....	164
3.	Sistemas de producción Caprino y Ovino.....	165
3.1.	Calidad nutritiva de los productos de ovinos y caprinos.....	166
3.2.	Características productivas.....	167
3.2.1.	Cría.....	168
3.2.2.	Reproducción y recomendaciones.....	168
3.2.3.	Alimentación.....	169
4.	Sistemas de producción de Conejos.....	171
4.1.	Beneficios de la cría de conejos.....	171
4.2.	Ciclo sexual y reproducción.....	172
4.2.1.	Jaulas.....	173
4.2.2.	Manipulación de los conejos.....	174
4.2.3.	Explotación de carne de conejo.....	174
ANEXO B - MODELOS POBLACIONALES CON D. S.....		175
1.	MODELO CON D.S. PARA LA GANADERÍA PORCINA.....	178
1.1.	Sector Demográfico, Porcinos.....	178
1.2.	Sector Biofísico y Productivo, Porcinos.....	182
1.1.	Sector Financiero - Porcinos.....	184
1.2.	Prototipo Final - Porcinos.....	186
2.	MODELO CON DS PARA LA GANADERÍA CAPRINA.....	189
2.1.	Sector Demográfico - Caprinos.....	189
2.2.	Sector Biofísico y Productivo, Caprinos.....	191
2.3.	Sector Financiero - Caprinos.....	192
2.4.	Prototipo Final - Caprinos.....	194
3.	MODELO CON DS PARA LA GANADERÍA CUNICOLA.....	196
3.1.	Sector Demográfico - Cunicolas.....	197
3.2.	Sector Biofísico - Cunicolas.....	197
3.3.	Sector Productivo, Cunicolas.....	199

3.4.	Sector Financiero, Cunicolas .....	199
3.5.	Prototipo Final, Cunícolas.....	200
4.	MODELO CON DS PARA LA GANADERÍA BOVINA.....	203
4.1.	Sector Demográfico, Bovinos .....	203
4.2.	Sector Biofísico - Bovinos .....	204
4.3.	Sector Productivo - Bovinos .....	205
4.4.	Sector Financiero - Bovinos.....	206
4.5.	Prototipo Final - Bovinos .....	206
ANEXO C -DETALLES DE LA IMPLEMENTACIÓN.....		210
ANEXO D –MODELOS PARA IMPLANTAR EN LA EDUCACIÓN BASICA.....		218
	Objetivos .....	218
	Agenda .....	219
	Conclusión .....	221
1.	Crecimiento de un Pez (Peces).....	221
1.1.	Primer Prototipo .....	222
1.2.	Segundo Prototipo.....	226
2.	Demografía de los Cerdos.....	229
3.	Sistema de Producción Bovino .....	232
4.	Sistema de Producción Avícola .....	235
ANEXO E - FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE AGRODISI.....		238
ANEXO F - MANUAL DE USUARIO- MODISOFT.....		241
1.	Requerimientos .....	242
1.1.	Manejador de Base de Datos.....	242
2.	Presentación Inicial .....	243
3.	Registro .....	244
4.	Informes .....	246
4.1.	Análisis de Escenarios.....	246
4.2.	Animación .....	248
4.3.	Trayectorias.....	249
4.4.	Conclusiones .....	251

4.5.	Escenarios .....	251
4.6.	VARIABLES .....	252
5.	Administración.....	253
5.1.	Definir Escenario .....	253
5.2.	Unidades y Tipos de Variable.....	255
5.3.	Abrir Escenario .....	256
5.4.	Modelos.....	257
5.4.1.	Criterios de Decisión.....	259
5.4.2.	Imágenes .....	259
5.4.3.	Animaciones.....	261
5.5.	VARIABLES .....	261
5.6.	Trayectorias.....	263
5.7.	Usuarios .....	263
6.	Simulación .....	264
6.1.	Condiciones de Simulación.....	266
6.2.	Escoger Variables a Simular .....	266
7.	Políticas o Criterios para toma de Decisiones.....	269
8.	Ventana .....	269
9.	Ayuda .....	269
	ANEXO G – DICCIONARIO DE DATOS.....	271
	ANEXO H COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS .....	275

## Tabla de Figuras

Figura 1a. Descripción del proceso de investigación.....	26
Figura 1b Diagrama de la herramienta RAC-1 .....	42
Figura 2 Interfaz Software TaurusWebs .....	56
Figura 3 Interfaz Software SW+ GANADERO.....	58
Figura 4 Interfaz Software Infotambo.....	59
Figura 5 Marco de Referencia.....	65
Figura 6 Componentes de la dinámica poblacional Agroindustrial.....	76
Figura 7 Modelo resumido en el lenguaje de Flujo Nivel.....	77
Figura 8 Comportamiento – Relación Costo beneficio en Bovinos.....	78
Figura 9 Comportamiento del Componente Demográfico de Bovinos.....	79
Figura 10. Orden de los Sistemas.....	83
Figura 11 Ciclo de un Sistema de Producción Ganadero.....	83
Figura 12. Acciones a la población de los sistemas de Producción Bovina .....	85
Figura 13 Componente etario con Niveles Temporales.....	87
Figura 14 Componente etario con salidas alrededor del tiempo promedio.....	88
Figura 15 Componente etario como una banda de Producción.....	89
Figura 16. Diagrama de Influencias de Un Componente etario Cunícola .....	91
Figura 17. Componente etario con retardos .....	91
Figura 18. Lenguaje Flujo – Nivel Básico para un componente demográfico.....	92
Figura 19. Diag. de influencias de un sistema de producción agroindustrial poblacional...	96
Figura 20a. Análisis Financiero – Generación de Utilidades periódicas .....	96
Figura 20b. Análisis Financiero – Calculo de la Inversión.....	97
Figura 20c. Análisis Financiero - Utilidades periódicas Generadas .....	97
Figura 20d. Análisis Financiero – Apoyado en la Interfaz .....	98
Figura 20e. Análisis Financiero. Variables generadas con el apoyo de EXCEL.....	99
Figura 21 Modelo de Datos.....	111
Figura 22 Diagrama de caso de uso General.....	120
Figura 23 Ayuda.....	121
Figura 24 Componentes de la herramienta.....	122

Figura 25. Interacción de los Componentes .....	122
Figura 26 Diagrama de actividades General .....	124
Figura 27. Diagrama de Secuencia Asignar un Escenario .....	128
Figura 28. Diagrama de secuencia Generar Escenario.....	129
Figura 29. Diagrama de Secuencia: Escoger Trayectoria .....	132
Figura 69 Resumen de la metodología.....	142
Figura 30 Sistemas de producción bovina. ....	160
Figura 31 Componentes de la dinámica poblacional Agroindustrial .....	175
Figura 32 Leng. Influencias general para los sistemas de producción de Ganadería .....	177
Figura 33 Lenguaje de Influencias, Sector Demográfico, Porcinos.....	180
Figura 34 Lenguaje Flujo - Nivel, Sector Demográfico, Porcinos .....	181
Figura 35. Comportamiento, Componente demográfico, Porcinos.....	182
Figura 36 Lenguaje Flujo – Nivel, Ceba, Porcinos.....	182
Figura 37 Lenguaje de Influencias, Sector Biofísico, Porcinos .....	183
Figura 38 Lenguaje Influencias, Sector productivo, Porcinos .....	184
Figura 39 Lenguaje Flujo - Nivel, Sector Biofísico y Productivo - Porcinos .....	185
Figura 40 Lenguaje de Influencias, Sector financiero, Porcinos .....	186
Figura 41. Lenguaje Flujo – Nivel, Componente Financiero, Porcinos.....	187
Figura 42 Lenguaje Flujo – Nivel, Consolidado, Porcinos.....	188
Figura 43 Comportamiento, Relación Costo – Beneficio, Porcinos .....	188
Figura 44 Comportamiento, Variable Partos, Porcinos .....	189
Figura 45 Lenguaje de Influencias, sector Demográfico, Caprinos.....	190
Figura 46 Comportamiento, Componente demográfico, Caprinos .....	191
Figura 47 Comportamiento, Sector demográfico, Caprinos, Todos los grupos.....	191
Figura 48 Lenguaje de Influencias, Sector Biofísico y Productivo, Caprinos .....	192
Figura 49 Lenguaje Flujo - Nivel, Sector Biofísico y Productivo, Caprinos .....	193
Figura 50 Lenguaje Flujo - Nivel - Sector Financiero - Caprinos .....	193
Figura 51 Lenguaje Flujo – Nivel, Consolidado, Caprinos .....	194
Figura 52 Comportamiento de la relación Costo – Beneficio, Caprinos .....	195
Figura 53 Comportamiento de la variable Peso - Caprinos .....	195

Figura 54 Comportamiento de la variable Animales - Caprinos.....	196
Figura 55 Lenguaje de Influencias, Cunicolas .....	197
Figura 56 Comportamiento, Componente demográfico, Cunicolas.....	198
Figura 57 Lenguaje de Influencias, Sector Biofísico, Cunicolas .....	198
Figura 58 Lenguaje de Influencias, Sector productivo, Cunicolas .....	199
Figura 59 Lenguaje de Influencias, Sector financiero, Cunícolas .....	200
Figura 60 Lenguaje Flujo – Nivel, Consolidado, Sistema producción Cunícola.....	201
Figura 61 Comportamiento, Relación Costo – Beneficio, Cunicolas .....	202
Figura 62 Comportamiento, Variables Ingresos y Egresos, Caprinos .....	202
Figura 63 Lenguaje de Influencias, Sector Demográfico, Bovinos .....	204
Figura 64 Lenguaje de Influencias, Biofísico y productivo, Bovinos.....	205
Figura 65 Lenguaje Flujo – Nivel, Sector Biofísico y Productivo, Bovinos .....	206
Figura 66 Lenguaje Flujo – Nivel, Consolidado, Bovinos .....	207
Figura 67 Comportamiento, Relación Costo – Beneficio, Bovinos.....	207
Figura 68 Comportamiento, Variables Biofísicas, Bovinos.....	209
Figura 70 Peces, Comportamiento, Incremento en el Peso de un Pez .....	222
Figura 71 Peces, Comportamiento, Peso del Pez.....	223
Figura 72 Peces, Comportamiento, Costos, Ingresos y Utilidades .....	223
Figura 73 Peces, Comportamiento, Procesos .....	224
Figura 74 Peces, Influencias, Prototipo 1.....	225
Figura 75 Peces, Flujo – Nivel, Prototipo 1.....	226
Figura 76 Peces, Flujo - Nivel, Prototipo 2.....	228
Figura 77 Peces, Comp. Relación Costo Beneficio, Prototipo 2 .....	229
Figura 78 Cerdos, Diagrama de Influencias.....	230
Figura 79 Cerdos, Diagrama de Flujo – Nivel .....	231
Figura 80 Cerdos, Comportamiento de los Grupos etarios .....	231
Figura 81 Bovinos, Diagrama de Influencias.....	233
Figura 82 Bovinos, Diagrama de Flujo – Nivel .....	233
Figura 83 Bovinos, Comportamiento de la relación Costo – Beneficio .....	234
Figura 84 Bovinos, Comportamiento de los Ingresos y Egresos .....	235

Figura 85 Avícola, Diagrama de Influencias .....	236
Figura 86 Avícola, Diagrama de flujo – Nivel.....	236
Figura 87 Avícola, Comportamiento del crecimiento y producción de Huevos.....	237
Figura 88 Habilitar el Manejador de la base de datos .....	242
Figura 89a Presentación Inicial .....	245
Figura 89b Icono de la Herramienta .....	245
Figura 90 Registro.....	246
Figura 91 Análisis de Escenarios .....	247
Figura 92 Animación para el modelo de Cerdos.....	248
Figura 93 Animación para el modelo de Bovinos.....	250
Figura 94 Informe de trayectorias .....	250
Figura 95 Informe de Conclusiones .....	251
Figura 96 Informe de Escenarios .....	252
Figura 97 Informe de las variables por modelo .....	253
Figura 98 Generar Escenario.....	255
Figura 99 Administración de Unidades y Tipos de Variable.....	256
Figura 100 Administración de Modelos.....	258
Figura 101 Administración de Objetos .....	259
Figura 102 Administración de Criterios de Decisión.....	260
Figura 103 Asignar Imágenes a un Modelo .....	261
Figura 104 Asignar Animaciones a un Modelo .....	262
Figura 105 Administración de Variables .....	263
Figura 106 Administración de Trayectorias.....	264
Figura 107 Administración de Usuarios .....	265
Figura 108 Ventana de Simulación .....	267
Figura 109 Selección de Variables.....	268
Figura 110 Selección de Trayectorias .....	268
Figura 111 Decisión según las Variable.....	270

## **Listado de Tablas**

Tabla 1 Valor nutricional de la carne en SIPADIPO .....	68
Tabla 2. Resumen de los elementos Usados .....	78
Tabla 3 Propósitos del Estado del Arte .....	102
Tabla 4 Lineamiento a seguir según el propósito.....	106
Tabla 5 Características productivas Cerdos .....	162
Tabla 6 Consumo de Agua Cerdos .....	163
Tabla 7. Características Productivas Ovinos y Caprinos .....	167
Tabla 8-Listado de Formularios del Software.....	210
Tabla 9 Listado de Subprogramas por Formulario .....	213

## RESUMEN

TÍTULO: LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS AGRO-INDUSTRIALES IDENTIFICABLES EN TÉRMINOS DE DINÁMICAS POBLACIONALES BASADOS EN EL PENSAMIENTO SISTÉMICO Y LA DINÁMICA DE SISTEMAS \*

AUTOR: ING. URBANO ELIÉCER GÓMEZ PRADA \*\*

DIRECTOR: MSC HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA

PALABRAS CLAVE: Dinámica de Sistemas, Pensamiento Sistémico, Modelado, Simulación, Ganadería, Bovino, Porcino, Cunícola, AGRODISI.

DESCRIPCIÓN: Este trabajo de investigación da continuidad a proyectos del grupo SIMON de investigaciones en modelos y simulación en el desarrollo de aportes informáticos para el sector agroindustrial apoyados en la dinámica de sistemas (DS), tiene por propósito formular una metodología que oriente, facilite y motive la generación de modelos agroindustriales. Su implementación generará competencias y facilitará la construcción de conocimiento en fenómenos de gran complejidad para obtener mayores beneficios del sector y/o mejorar la eficiencia con la que se llevan a cabo las actividades de administración.

El trabajo comenzó con un análisis del estado del arte para determinar los propósitos por los cuales son desarrollados estos modelos y analizar los aspectos a considerar sobre los fenómenos, tras esta actividad, se desarrollaron modelos en Evolución y se construyó un ambiente software. En resumen se postularon lineamientos para: -1- la elaboración de los modelos con DS a partir del propósito para el cual sea elaborado, del sector que desee analizar y de la comunidad a la que requiera apoyar, -2- para el desarrollo del ambiente software que facilite la interacción del usuario con los modelos y -3- para la implantación de la herramienta en las actividades de aprendizaje o capacitación en la toma de decisiones e investigación a nivel social, político o económico.

---

\* Trabajo de investigación

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Programa: Maestría en Ingeniería (Área Informática y Ciencias de la computación). Director: Mag. Hugo Hernando Andrade S.

## SUMMARY

TITLE: GUIDELINES FOR THE CONSTRUCTION OF AGRO-INDUSTRIAL MODELS IDENTIFIED IN TERMS OF POPULATION DYNAMICS BASED ON SYSTEMATIC THINKING AND DYNAMIC SYSTEMS\*

AUTHOR: ING. URBANO ELIÉCER GÓMEZ PRADA \*\*

DIRECTOR: MSC HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA

KEYWORDS: System Dynamics, System Thinking, Modeling, Simulation, Bovine Production, Bovine, Pig, Rabbit Breeding, AGRODISI.

DESCRIPTION: This research work is a continuation of the research projects at group SIMON in models and simulations to develop software contributions for the agro-industrial sector supported by the system dynamics (SD). It is intended to formulate a methodology to guide, facilitate and motivate agro-industrial models generation. Its implementation will generate competences and facilitate the development of knowledge in highly complex phenomena to obtain higher benefits of the sector and / or to improve the efficiency with which they take to themselves to end the activities of administration.

The work began with an analysis of the state of the art to determine the purposes for which these models are developed and discuss the issues to consider about the phenomena. After this activity, evolving models were developed and a software environment was built. In summary, guidelines were proposed for: -1-. To develop models with SD from the intention for which it is elaborated, the sector that it wants to analyze and of the community to which it needs to rest, -2- To develop software environment that facilitates user interaction with the models, -3- for the implementation of the tool in the activities of learning, training in the capture of decisions and investigation at the social level, political or economic.

---

\* Master's Thesis.

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineerings. Degree: Masters of Computer Science. Director: Mag. Hugo Hernando Andrade Sosa.

## INTRODUCCION

Algunos de los modelos de simulación desarrollados con Dinámica de Sistemas por los Investigadores, incluyendo al grupo SIMON de la UIS, han sido para el sector agropecuario, estos han apoyado la comprensión de los fenómenos o los sistemas que describen, convirtiéndose en herramientas que permitan pronosticar resultados para los inversionistas del sector.

Este trabajo pretende elaborar una propuesta metodológica para la construcción de modelos agropecuarios, basados en el Pensamiento Sistémico con Dinámica de Sistemas y la simulación, o en situaciones problema del sector. Además, busca crear las estrategias necesarias para incentivar el desarrollo de estos proyectos y formular los requerimientos y el diseño básico de las futuras propuestas.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Colombia es una región con características propias para ser líder en la producción y comercialización de productos del sector agropecuario. El país debe estar preparado para hacer de los diferentes esquemas de comercialización que existen, como el tratado de libre Comercio, una oportunidad competitiva y no una amenaza para el desarrollo.

Los modelos de simulación desarrollados por los investigadores con Dinámica de Sistemas, incluyendo al grupo SIMON de la UIS, para el sector Agroindustrial han apoyado la comprensión de los fenómenos o sistemas que describen, obteniendo herramientas que permiten realizar pronósticos o tener un laboratorio de cada uno de ellos.

El estudio del estado del arte muestra la variedad en el desarrollo de estos modelos en variadas metodologías, gran parte de ellas con limitantes, ya que el modelo debe contemplar si las personas a quienes va dirigido el modelo deben o no comprender la

estructura o si se limitan a ser modelos de caja negra que entregan las salidas a partir de la entradas. Por otra parte aquellos modelos desarrollados con dinámica de sistemas ofrecen diferentes propósitos o especialización en el detalle a analizar, un ejemplo de ello es SIPROB 1.0 (Barragán y Otros, 2002) que buscaba la investigación comparada con SIPROB 2.0 (Ordoñez y Otros, 2002) que buscaba la capacitación, el primero con un nivel de especialización superior, el segundo con variables de mayor dominio público, ambos enfocados a los sistemas de producción de Ganadería Bovina.

Lo anterior permite afirmar que existe la necesidad de crear una “Metodología de Modelado y Simulación con dinámica de Sistemas para el sector Agroindustrial” que genere las facilidades planteadas. Para emprender ésta tarea se ha diseñado una estrategia de desarrollo que busca brindar la oportunidad o desarrollo en menor tiempo, para obtener mayor certeza en la toma de decisiones.

El desarrollo de éste trabajo buscar dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- ✚ ¿Qué ventajas y limitaciones tiene el desarrollo de modelos agroindustriales con Dinámica de Sistemas?
- ✚ ¿Es posible facilitar el desarrollo de modelos Agroindustriales a través de estructuras genéricas?
- ✚ ¿Cómo asumir desde la dinámica de Sistemas el modelado de procesos productivos agroindustriales?

## 1.2. Objetivos

### Objetivo general

Formular lineamientos metodológicos que orienten, faciliten y motiven el desarrollo de modelos agroindustriales con Dinámica de Sistemas, cuya implementación oriente el desarrollo de competencias y el aprendizaje, logrando mayor competitividad<sup>1</sup> del sector.

### Objetivos específicos

- Promover el desarrollo de Modelos de Simulación con dinámica de Sistemas que apoyen la inversión en el sector agroindustrial, permitiendo dar pasos más seguros a los inversionistas<sup>2</sup>.
- Formular las especificaciones metodológicas que orienten la realización, pruebas y evaluación de modelos agroindustriales<sup>3</sup>.
- Definir las orientaciones para un desarrollo continuado del Software de modelado, así como para el sostenimiento y consolidación de la comunidad desarrolladora<sup>4</sup>.
- Orientar el desarrollo de modelos agroindustriales con Dinámica de sistemas que motiven el desarrollo de estos laboratorios<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Afrontada como la optimización en el desarrollo de las actividades ya sea por disminución en los costos, en los tiempos de operación o aumento en las tasas de productividad del sistema.

<sup>2</sup> Con modelos de simulación es posible realizar experimentaciones y con ellas disminuir parte de la incertidumbre en las decisiones a tomar, estas decisiones las llevan a cabo personas a quienes interesan los fenómenos, todos ellos aquí son considerados como inversionistas

<sup>3</sup> Lineamientos para los expertos en D.S. que intervienen en el modelado de estos tipos de sistemas, si se encuentran lineamientos para el desarrollo, este será más fácil y por ende habrá mayor motivación.

<sup>4</sup> Comunidad que hace uso de Evolución

<sup>5</sup> Los lineamientos que se definan buscan que se desarrollen más fácilmente los modelos, por ende deben aumentar su desarrollo, la motivación se pierde ya que dada la complejidad de los mismos, los proyectos se abandonen o toman más tiempo del afrontado para su desarrollo, SIPROB 1.0 en Gómez, 2002 tardo 14 meses y SIPROB 2.0 en Ordoñez, 2006 tardo 22 meses, además la experiencia de grupo SIMON cuenta con el abandono de varios proyectos.

### **1.3. Metodología de Investigación**

La metodología que guiará el proceso de investigación es la denominada “investigación-Acción”, Como una primera aproximación a la definición de la Investigación-Acción se asume la realizada por Checkland y Holwell (1998) donde aclaran que es una investigación orientada por la necesidad de generar conocimiento específico que permita actuar en una situación humana determinada.

Otra forma de expresar el concepto de investigación-acción derivada de los planteamientos de los autores consiste en: “un investigador que (en lugar de llevar una porción de realidad artificial al laboratorio) se sumerge en una situación humana y sigue su curso, por cualquier camino que ésta tome, a medida que la misma se despliega a través del tiempo. Esto quiere decir que el único objeto seguro de investigación es el proceso de cambio mismo” Andrade y otros **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Lo cual está acorde ya que los investigadores de la presente propuesta hacen parte de la comunidad usuaria de los resultados esperados.

#### **1.3.1. Tipo de Trabajo**

El trabajo de investigación se encuentra enmarcado dentro de un estudio descriptivo y de investigación tecnológica aplicada.

En la parte descriptiva se tendrá en cuenta el sector ganadero a estudiar, como Bovino, Ovino, caprino que se estudiarán para la consecución de los objetivos planteados, y pruebas de cada uno de estos contra datos reales para comparar los resultados obtenidos por el componente software.

En el marco de la metodología investigación-acción, se establecen las etapas del proyecto, planteando la realimentación correspondiente después de realizar la experiencia escolar, de manera que se pueda reformular y enriquecer lo obtenido en las etapas anteriores (ver figura 1a).

Se describen a continuación las actividades que se realizarán en cada etapa del proyecto, así como los resultados derivados de cada una de ellas.

### **1.3.2. Estrategias de recolección de la información**

La información requerida para la investigación que se plantea en este documento, puede ser suministrada a través de:

- ✚ Consultas bibliográficas en bases de datos especializadas
- ✚ Consultas a investigadores en el área de investigación
- ✚ Consultas en Internet y en bibliotecas nacionales e internacionales que tengan libros y revistas asociados con el tema de investigación.

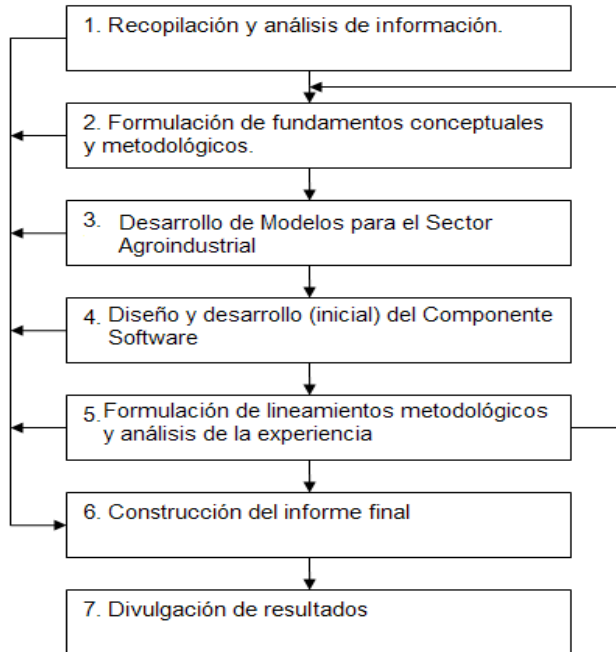
Las actas, anotaciones informales, la síntesis y los diarios de campo serán los mecanismos que permitirán sistematizar la información y el conocimiento adquirido, y servirán para que los participantes registren las experiencias en el proceso investigativo y las sugerencias que se consideren pertinentes en situaciones dadas.

### **1.3.3. El Proceso de Investigación**

La investigación se adelantará según fases previamente descritas, la primera fase se concentrará en una revisión bibliográfica, que determinará las herramientas o metodologías ya propuestas tanto en el ámbito nacional como el internacional, con esto se despejarán las dudas existentes y se propondrán nuevas directrices, buscando la consecución de los objetivos propuestos inicialmente, la segunda fase se concentrará en el Desarrollo de modelos Agro-industriales para establecer las características generales de los modelos, la tercera fase cubre el diseño del componente software y el tipo de metodología de desarrollo a utilizar y su implementación, observando las mejoras establecidas con anterioridad por

medio de pruebas realizadas a estudiantes de los cursos de Sistemas Dinámicos II, por último la divulgación de los resultados obtenidos.

Figura 1a. Descripción del proceso de investigación.



Fuente: Autor.

### 1.3.3.1. Resultados esperados y potenciales beneficiarios

#### Resultados Directos

- ✚ Formación de dos profesionales (codirección de proyecto de pregrado).
- ✚ Formación de un magíster en ingeniería
- ✚ Presentación de una ponencia en un encuentro nacional o internacional de la comunidad Dinámico-Sistémica.
- ✚ Documentos de divulgación de resultados mediante un artículo y el libro del proyecto.

#### Resultados Indirectos

- ✚ Utilización del producto final de la investigación, apoyando procesos de capacitación, planteados por la comunidad educativa de la UIS.
- ✚ Planteamiento de nuevos proyectos de investigación, para el mejoramiento de la propuesta realizada, o la implementación del componente software en otros proyectos investigativos que requieran de este.

### **1.3.3.2. Estrategia de Transferencia de Resultados**

La estrategia de transferencia de resultados se hará principalmente con los alumnos de la materia de Sistemas Dinámicos II de la escuela de ingeniería de sistemas, los cuales estarán en contacto directo con todas las fases de desarrollo de esta propuesta de investigación y los estudiantes de tecnología agropecuaria del INSED que pondrán a prueba el resultado final y se convertirán en multiplicadores de los resultados obtenidos.

### **Estrategias de Comunicación**

Estas estrategias buscan que el avance y resultados del proyecto sean conocidos y evaluados por la sociedad en general. Para lograrlo se puede hacer uso de:

- ✚ La difusión en medio impreso mediante una publicación de un artículo ya sea a nivel nacional o internacional.
- ✚ Es posible la realización de una ponencia sobre los resultados del proyecto o sobre alguno de los temas de investigación que fueron profundizados (opcional).
- ✚ La creación del libro que consolida las experiencias del proyecto, que queda administrado por la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander en medio digital.

### **Potenciales beneficiarios**

- ✚ Los trabajadores del sector agroindustrial
- ✚ La comunidad Dinámico sistémica nacional e internacional.

- ✚ Investigadores de otras áreas en las que incursionaría el modelamiento y simulación con Dinámica de Sistemas; gracias a las nuevas posibilidades del ESMS-MI.
- ✚ La comunidad universitaria nacional de las instituciones públicas y privadas.
- ✚ El grupo SIMON de la escuela de ingeniería de sistemas de la UIS.
- ✚ La comunidad en general (comunidades educativas, etc.) gracias al desarrollo de software de usuario final a partir de las herramientas.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

La revisión bibliográfica que se realizó, es evidencia del interés de los desarrolladores de modelos con dinámica de sistemas por mostrar el comportamiento de los sistemas de producción ganadero, y más aún es que presenten la característica particular de que representen en los modelos el sector demográfico y los integren con el sector biofísico, productivo y financiero, prueba de ello, resulta del análisis de los últimos congresos de D:S en donde hubo 3 trabajos (Hong-Bwin, 1991; Márquez. 2004; Barragán y Gómez, 2002) de 115 analizados, que corresponden al sector de interés. Sin embargo, El Estado de Arte permitió conocer los diferentes enfoques que se pueden dar en desarrollo de los modelos con o sin D.S. ya que permitió hallar un punto de partida en cuanto a las herramienta que ilustran la representación de estos fenómenos a partir de opciones informáticas como : sistemas de información o modelos de simulación estocásticos. En el caso de sistemas de producción ganaderos agroindustriales existen numerosas investigaciones realizadas en otros países que evidencian su uso amplio y utilidad en la toma de decisiones.

A continuación se detallan los más relevantes para la investigación a nivel local (Universidades del área metropolitana de Bucaramanga), Nacionales, Latinoamericanos y Mundiales. La búsqueda se realizo con consulta en bases de datos de las bibliotecas de las universidades locales, especializadas, Encuentros de D.S., System Dynamics Review en donde el criterio para ser tenida en cuenta era la presencias de las dinámicas poblacionales. Los enfoques mencionados son resumidos en la tabla 3, del numeral 4.2.:

### **2.1.REVISIÓN A NIVEL LOCAL**

Para la revisión a nivel local se realizó un análisis de los modelos de simulación para dinámicas poblacionales desarrollados como proyectos de grado en las instituciones educativas o investigativas:

### **2.1.1.SIPROB 1.0**

Modelo desarrollado con D.S: con propósito investigativo desarrollado por Barragan, Gómez, Andrade y García (2002), es un antecedente de este proyecto e inclusive del mismo autor, desarrollado por grupo SIMON, integra en un modelo de los sistemas de producción bovina los sectores Demográficos, Biofísicos, Productivos y Financieros alcanzando un total aproximado a 1300 variables de dinámica de sistemas, para su uso desarrollo un ambiente software y una base de datos

### **2.1.2.SIPROB 2.0**

Consecuente a SIPROB 1.0, Ruiz, Silva, Andrade, Vásquez (2008) resolvieron inquietudes o inconvenientes observados en situaciones académicas manejadas por el Instituto de Educación a Distancia –INSED- en lo que respecta a terminología (Unidades Gran ganado), unidades (Principalmente la energía del alimento la cual paso de kilojulios a Proteínas), aparición de algunos componentes etarios tales como animales de reemplazo y revisión de algunas ecuaciones que para ciertos escenarios generaban resultados imposibles en el mundo real y se llevo a cabo el proyecto conocido al interior del grupo como SIPROB 2.0, Un modelo con D.S. con fines académicos.

### **2.1.3.Fiebre Aftosa**

Modelo desarrollado con D.S. con fines Académicos por González y Lizarazo (1999) que muestra la dinámica del comportamiento epidemiológico de la fiebre aftosa para la generación de estrategias de prevención y control, es un modelo de Simulación desarrollado por el grupo SIMON con fines académicos en la comprensión de la dinámica de la enfermedad, que contemplo los aspectos ganaderos que ilustran el comportamiento de

propagación de tal enfermedad en los bovinos y las consecuencia económicas a corto plazo de su aparición en los sistemas productivos.

## **2.2.REVISIÓN A NIVEL NACIONAL**

A nivel nacional se realizó un análisis de las instituciones gubernamentales, educativas o empresariales que trabajan en pro del desarrollo agrícola y no se detectaron modelos de simulación que usen la dinámica de Sistemas, sin embargo se destacaron algunas investigaciones que cubren este sector y que sirvieron como base para el desarrollo de esta investigación, Como fuente principal se tiene la Corporación Colombiana de investigación agropecuaria CORPOICA y son citados en <http://www.corpoica.gov.co>. A continuación una breve descripción de cada uno de ellos.

### **2.2.1. Modelo para la evaluación del consumo de carne bovina**

En ZARTHA, et. al. (2007), se desarrolló un modelo con D.S. para la evaluación del comportamiento del consumo de carne bovina, el cual cubre aspectos importantes tales como los valores del consumo percapita de Colombia en donde indica las variaciones presentadas debido al comportamiento económico del país, con el objeto investigativo y administrativo en la toma de decisiones.

Identifica y caracteriza las variables que afectan el consumo de carne bovina en Antioquia y los componentes e interacciones que afectan la decisión de los consumidores de carne, en cuanto a la metodología, se presenta el uso técnicas de la matriz de impacto cruzado para el levantamiento de la información, de donde definieron 57 variables, establecidas en entrevistas con expertos en el manejo de producción, transformación y comercialización de carne bovina. Para este proyecto se pueden considerar:

- ✚ El manejo y adecuación de praderas.

- ✚ La producción primaria y cultural y las políticas sectoriales de la demanda.
- ✚ Variables con respecto a la transformación, comercialización y características del producto.

### **2.2.2. Sistema experto Mas leche 10, para control de la mastitis**

CORPOICA (2006) presentó el software “Sistema Experto Mas leche 10”, para el control de la mastitis y de la calidad de la leche en el trópico alto colombiano. El sistema permite realizar un diagnóstico de la calidad microbiológica y de la composición de la leche, parte de identificar esta problemática para presentar una serie de recomendaciones y soluciones para afrontarla, estimando los posibles resultados ante la implementación dentro de un hato, le apunta a establecer mecanismos para el control de la enfermedad.

### **2.2.3. Validación y uso del programa MONTY**

CORPOICA (2004) llevo a cabo la validación y uso del programa MONTY como herramienta de gestión en empresas ganaderas, ilustra las ventajas de su uso tale como:

- a. El monitoreo computarizado del hato ganadero, ello permite conocer el estado técnico- financiero de la empresa.
- b. Determina los niveles de productividad, estima los márgenes brutos y netos de cada actividad económica así como la relación cotos / beneficio, facilitando la gestión empresarial para el mejoramiento de su rentabilidad y competitividad.
- c. Posibilitar el análisis de conglomerados de fincas ganaderas

El programa MONTY es un software diseñado por la Panlivestock Services de la Universidad de Reading a través del Proyecto Colombo-Alemán para fincas ganaderas, útil en el monitoreo de hatos ganaderos. Es utilizado por el Proyecto Colombo-Alemán ICA-

GTZ y CORPOICA-GTZ, el cual desarrolló e implementó su uso por asistentes técnicos ganaderos, dando la capacitación en el manejo del programa y en el análisis de la información, en el presente la distribución del programa está a cargo de empresas comerciales colombianas con el aval de los fabricantes.




#### **2.2.4. Modelo para mejoramiento de empresas ganaderas.**

Con la participación de ganaderos y CORPOICA (2003), soportado nuevamente en MONTY para desarrollar un proceso de gestión en fincas, para apoyar la toma de decisiones en la misma, principalmente en la ciudad de Puerto Berrío Antioquia, , mediante un grupo de gestión Empresarial que buscaba:

- a. Registros mediante procesos sistematizados
- b. Conocimiento de costos
- c. Mejoramiento de praderas, y descripción para conocimiento sobre suelos

Para ello se escogió una finca piloto bajo los parámetros representados para la zona, que contara con un ganadero líder y abierto a la tecnología, una ubicación estratégica y un sistema de producción doble propósito, que les permitió mostrar que el seguimiento al modelo permite el análisis de la finca, implementando controles y manejo de la información mediante registros, con datos tales como pesaje de leche y de animales, ventas y transferencias, recolección de datos reproductivos y económicos por fases productivas, sus ingresos y egresos y en donde las decisiones administrativas son tomadas con objetivos claros y definición de metas.

Entre alguna de la información detectada se encuentra:

-  Estructura de hato
-  Edad promedio de toros y vacas
-  Número de partos bajos con relación a la edad

- ✚ Tasa de nacimientos
- ✚ Mortalidad en la finca es baja
- ✚ Composición genética de vacas
- ✚ Datos sobre ventas
- ✚ Transferencias internas, ingresos y egresos.

Esto ofrece ventajas de la oferta tecnológica para determinar:

- ✚ Uso de esta tecnología
- ✚ Participación de los productores en el proyecto
- ✚ Capacidad de mejorar la rentabilidad y la competitividad de su finca y aplicar criterios endógenos (finca) y exógenos (políticas sectoriales)
- ✚ Mejorar el desempeño técnico, financiero y social de la empresa ganadera respecto a los que no la aplican.

### **2.2.5. Información tecnológica desde modelos Agropecuarios**

Usando la tecnología de Modelos de Sistemas de Producción Agropecuaria, CORPOICA (2003) adelantó estudios para llevar a cabo el análisis de los sistemas de producción actuales y potenciales del piedemonte del Departamento del Meta, con un modelo de optimización bioeconómico para el análisis técnico económico de los sistemas de producción bovina.

Para ello se aplicó un modelo computacional de optimización lineal desarrollado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, y la Red Internacional de Sistemas de Producción Animal para Latinoamérica, RISPAL. Este modelo asume que la función objetivo de los productores es el aumento del ingreso neto anual; por lo tanto, realiza todos sus cálculos de manera anual y supone que la empresa agropecuaria se encuentra en equilibrio, razón por la cual no aumentan sus inventarios al final del año.

En relación con los parámetros de manejo animal, se evaluaron los dos sistemas comunes de producción bovina en la zona, doble propósito y engorde y el sistema de producción de leche como alternativas tecnológicas.

En relación con los parámetros forrajeros se evaluaron las dos especies de pastos dominantes en la región: gramas nativas y *Brachiaria decumbens*. Dentro de este componente forrajero se incluyen tres alternativas tecnológicas con alta factibilidad de ser introducidas de manera masiva en la zona: Las asociaciones *Brachiaria* - *Arachis* – caña, *cratylia* y el ensilaje de maíz. El traspaso de materia seca se calcula como la cantidad de biomasa que se produce durante la época lluviosa pero que es consumida en la época seca.

Entre las ventajas de la oferta tecnológica se encuentra la utilidad práctica la información existente para inversionistas, productores ganaderos y técnicos asesores de campo en los procesos de toma de decisiones de inversión y producción en los Llanos.

### **2.2.6. Software para Manejo experto de Praderas**

CORPOICA (2002) desarrolló un programa de soporte lógico para manejo de praderas llamado “Manejo Experto de Praderas” MEP. Es un software para ayudar a la administración de las fincas en el manejo de potreros, va dirigido a ganaderos y sus asistentes; trabaja con parámetros de calidad nutritiva, información sobre aforo de las praderas, número de animales en la pradera y maneja tres sistemas de pastoreo. Se considera una herramienta muy apropiada para el manejo en ganadería.

### **2.2.7. Cerdos – Pastos – Leche: Modelo de análisis económico y ambiental**

Es un modelo enfocado hacia la explotación porcina y bovina presentado por Díaz et al (2007), fue llevado a cabo en la Universidad de Caldas con investigación de operaciones

para optimización en lo que respecta a analizar y entender la toma de decisiones de los productores en materia de fertilización con porquinaza, integrando criterios de competitividad, sostenibilidad y equidad, documenta el proceso de elaboración del modelo de programación lineal, a partir de la información secundaria disponible sobre el sistema cerdos-pastos-leche en el municipio de Don Matías (Caldas, Colombia), fundamenta en el aprovechamiento de las interacciones entre los cerdos, el suelo, los pastos y los bovinos para fincas entre 11 y 15 ha con suelos de baja fertilidad con inventario ganadero entre 21 y 40 bovinos por finca

Además ilustra parámetros de productividad de las fincas como son:

- a. Natalidad, 81%
- b. Duración de la lactancia, 328 días
- c. Producción de leche, 10.5 l/día.
- d. El uso de mano de obra para las actividades de manejo rutinario de potreros y animales (incluido el ordeño) ha sido estimado en 13 jornales por UGG
- e. Las fincas dedican entre 20 y 100 m<sup>2</sup> a la explotación de los cerdos en confinamiento entre otras características.

El Modelo fue realizado en una hoja electrónica, y considera 20 actividades que se caracterizan por 20 restricciones y analiza aspectos como:

- a. Efecto de la disponibilidad de capital
- b. Efecto de la relación de precios carne/leche
- c. Efectos del precio de los concentrados
- d. Efecto de los cambios en el precio de los fertilizantes
- e. Efecto de los cambios en el precio de la leche
- f. Impactos sobre la generación de empleo

### **2.2.8. Modelo de simulación para sistemas bovinos doble propósito**

Cortés, Aguilar y Vera (2004) presentan un modelo matemático de simulación para estudiar los sistemas de producción en Colombia. El modelo predice la producción de leche y ganancia de peso en vacas y terneros durante un año calendario, por ello incluye componentes para las siguientes funciones: crecimiento de diferentes tipos de pastura, consumo de forraje y suplemento por animales en pastoreo; destete tradicional y restringido, época de pastos, producción diaria de leche para la venta y consumo de terneros, entre otras.

La implementación del modelo se elaboró en el lenguaje de programación Visual Basic versión 5.0 de Microsoft. Dicho diseño incluye una interfaz que permite al usuario interactuar con el modelo, ingresando la información requerida por tres módulos: Praderas, Animales y Económico, permitiendo seleccionar alternativas del manejo del rebaño.

### **2.3.REVISIÓN A NIVEL LATINO AMERICANO**

Para la revisión a nivel latinoamericano se realizó un análisis de los eventos latinos en esta área, gracias a las memorias de cada uno de los congresos que se han desarrollado.

#### **2.3.1.El Modelo bio-económico**

El Modelo bio-económico de simulación enfocado hacia la explotación bovina doble propósito, fue presentado por Yáñez (2006) y propone orientar la definición del objetivo de selección en el sistema doble propósito. A continuación se citan algunas de las características:

- ✚ Es un modelo determinístico dinámico para la simulación de un sistema de producción doble propósito
- ✚ La escala vaca-novillo de 1 a 2 años (maute) se utilizó para estimar los efectos sobre el margen bruto

- ✚ Los resultados de cambios en los niveles productivos generados por mejoramiento genético de las características biológicas se establecieron a partir de datos de la cuenca del Lago de Maracaibo
- ✚ Está dirigido a las unidades con esquemas de producción de doble propósito
- ✚ Plantea que los sistemas doble propósito deben ser sostenibles económicamente, para lo cual requieren ser más eficientes en el uso de los recursos disponibles, afirma que la escasez de análisis económicos obliga a los genetistas a definir objetivos de selección en términos biológicos y prácticos.

Asumió a estos modelos como modelos bioeconómicos debido a que involucran relaciones complejas entre las características biológicas y los factores de producción, las cuales no pueden ser descritas por una ecuación simple.

### **2.3.2. Modelo de Simulación Económica**

Sagarraga (1999) presentó un Modelo de Simulación económica para la firma FLIPSIM (Farm Level Income and Policy Simulation Model), desarrollado en el Centro de Política Agrícola y de Alimentos (AFPC, por sus siglas en Inglés) de la Universidad de Texas. Este modelo utiliza información histórica económica, con respecto a la viabilidad económica de las empresas, financiera y de producción para proyectar la futura viabilidad económica y financiera de empresas agrícolas representativas para un horizonte de planeación dado. La información es utilizada para simular las actividades de seis granjas porcinas, ubicadas en dos de las principales regiones productoras de México.

### **2.3.3. Modelo de Simulación Económica**

Sagarraga (1995) presentó un Modelo de Simulación económica para la firma FLIPSIM (Farm Level Income and Policy Simulation Model), desarrollado en el Centro de Política

Agrícola y de Alimentos (AFPC, por sus siglas en Inglés) de la Universidad de Texas. Este modelo utiliza información histórica económica, financiera y de producción para proyectar la futura viabilidad económica y financiera de empresas agrícolas representativas para un horizonte de planeación dado (Richardson and Nixon, 1985). La información es utilizada para simular las actividades de seis granjas porcinas, ubicadas en dos de las principales regiones productoras de México.

Este trabajo presenta un panorama económico a nivel de granja de la porcicultura mexicana. El trabajo pretende determinar, de forma preliminar, la viabilidad financiera de las granjas porcinas por región, escala y sistema de producción para el período 1995-2004 en México. Para este propósito se empleó el Modelo descrito en cuatro secciones, siendo la más importante la tercera, la cual resume los aspectos básicos de las proyecciones de precios y describe las variables económicas del estudio, destacándose el capital Neto Real, Valor presente Neto (Ajuste al Ingreso Neto), Ingreso en Efectivo, Gasto en Efectivo, Ingreso Neto en Efectivo, Gastos en Efectivo, Ingreso Neto en Efectivo, Relación Costo Beneficio (Razón Egreso / Ingreso), Reserva de Capital, Capital Neto Nominal, Capital Neto Real, Retorno Activo.

#### **2.3.4. Modelos de producción de carne bovina y bubalina<sup>6</sup>**

Consiste en una evaluación económica de modelos de producción de carne bovina y bubalina publicado por Maldonado et al (2000), el cual parte de la identificación y caracterización de los modelos productivos determinando los índices productivos según variables como el porcentaje de mortalidad, el destete, la vida útil de los vientres, peso al primer entore, el tipo de servicio, entre otros.

Como metodología utilizada se basaron en el programa de análisis económico financiero y patrimonial de establecimientos agropecuarios.

---

<sup>6</sup> Sistemas de producción de búfalos

Como conclusiones principales establecieron que las escalas de 750 y 2.000 hectáreas para producción de búfalos, constituyen alternativas a ser tenidas en cuenta en un esquema productivo de ganadería bovina y por ende que los sistemas de producción de búfalos superan a los bovinos en los resultados económicos. Por ejemplo:

- Mejorar las condiciones de producción
- Componentes de las alternativas de producción

### **2.3.5. Modelo de simulación de engorde de bovinos a pastoreo**

Castellano, et al. (2006) Presenta un modelo de simulación de sistemas de producción de carne basado en utilización de pasturas, cuyo objetivo fue evaluar diferentes alternativas bajo distintas modalidades de manejo, tipos de bovinos, densidades de carga, estrategias de suplementación y precios de insumos, realizando técnicas de validación en su comportamiento mediante la comparación de los calores simulados de peso vivo con los obtenidos en sistemas físicos de producción en la VIII región de Chile. El modelo se estructuro sobre la base de un programa computacional escrito en lenguaje Visual Basic y Excel. Esta divido en varios subprogramas y subrutinas:

Subprogramas:

- a. Programa principal
- b. Archivo de datos de
- c. Manejo del predio
- d. Manejo del predio
- e. Manejo de los animales
- f. Manejo de suplemento
- g. Animales
- h. suplementos
- i. Praderas

j. Precios y costos unitarios

Subrutinas

- a. Consumo de tasa de sustitución
- b. Consuno potencial de suplementos
- c. Cambio de peso
- d. Cambio de potreros
- e. Rentabilidad
- f. Entre otras

La validación se realizó comparando con los resultados con un estudio previo obteniendo como conclusiones la afirmación de que el modelo podría ser utilizado en la evaluación de sistemas de producción bovina en su etapa de cría y engorde debido a que el modelo presenta una precisión menor a 95% y que no se observó sesgo en las estimaciones.

### **2.3.6. Comportamiento ingestivo de herbívoros domésticos**

Cangiano (2002) propone un modelo de simulación para la interface Planta-Animal, tomando como base lo ya desarrollado en el programa Reqnov (INTA), se integró la información bibliográfica disponible en un modelo de simulación que contempla tanto aspectos del comportamiento ingestivo como de las estructuras (biomasa, altura, densidad y cobertura) básicas para distintas pasturas de la región pampeana templada. Con este modelo se confeccionó el programa de computación ConPast 3.0, que, mediante una interfase amigable puede ser aplicado tanto en la toma de decisiones prácticas como en la docencia ya que permite:

- a. Determinar los efectos del tamaño del manchón de la vegetación sobre el grado de selectividad y patrón espacial de defoliación del ganado.
- b. Determinar los efectos del pastoreo selectivo sobre la estabilidad, productividad y persistencia de pastizales naturales y pasturas cultivadas.
- c. Cuantificar el rol de los patrones de distribución espacial en la determinación de la respuesta de la comunidad y población vegetal a la defoliación selectiva por los herbívoros.

### **2.3.7. Granjas integrales de agricultura sostenible**

Es un modelo matemático de optimización para granjas integrales de agricultura sostenible descrito por Garcia Villarino, et al (2001), el cual busca mostrar la importancia de las tecnologías donde la integración de las especies desempeñe un papel esencial en el

aprovechamiento de los recursos disponibles mediante la descripción y optimización del empleo de alimentos para la ganadería, de tal manera que permita obtener dietas alternativas que no compitan con la alimentación humana.

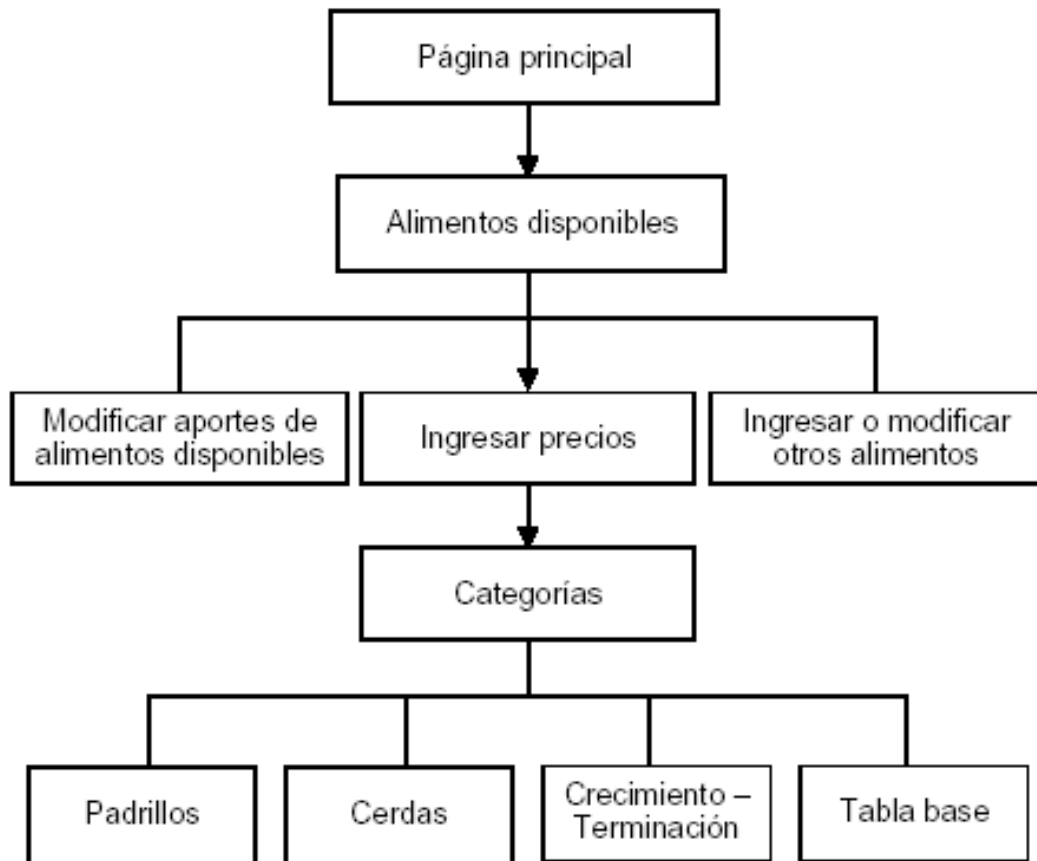
El modelo contempla al cerdo como principal productor de carne. Una aplicación más amplia del mismo deberá incluir entre otros: aves, ganado bovino, y ovinos. Para la simulación del rebaño de cerdos se utilizó un modelo empírico-mecanicista, en cuyas ecuaciones se utilizan como indicadores fundamentales la conversión o eficiencia alimentaria y el valor genético. También se describen las técnicas de manejo y las instalaciones utilizadas. El problema de la dieta se resolvió mediante la utilización de un modelo de optimización continua bicriterio y las soluciones son halladas mediante el sistema OPLIN.

### **2.3.8. Formulación de Raciones para Cerdos por Mínimo Costo**

Gutiérrez y Otros en 2002, desarrollaron una herramienta para formulación de raciones por mínimo costo para cerdos, denominada AC-1. Esta herramienta consiste en un modelo de simulación se utilizó una planilla de cálculos de Microsoft Excel, y, dentro de éste, un subprograma llamado Solver, que en programación lineal usa el método Simplex con variables acotadas y el método de ramificaciones y acotaciones desarrollados por Watson y Fylstra, de Frontline Systems Incorporated.

Se programaron treinta y un insumos básicos para formular las distintas raciones. Si éstos no satisfacen al usuario, pueden agregarse hasta diez alimentos más.

Figura 2b Diagrama de la herramienta RAC-1



Fuente: Gutiérrez y Otros, 2002

Los resultados se compararon en distintas raciones generadas por AC-1 con los arrojados por el programa de formulación de raciones por mínimo costo de la empresa Arcil Signe y Cía. (Chile), de amplia difusión. Los insumos utilizados fueron maíz y sorgo como granos de cereales; harina de soja, poroto de soja desactivado, harina de girasol y harina de carne y hueso como suplementos proteicos; conchilla como fuente de calcio; fosfato monobásico y ceniza de huesos como suplementos de calcio y fósforo; clorhidrato de lisina como aminoácido sintético y sal. La comparación entre las herramientas citadas no arrojó diferencias entre los resultados. Por otra parte, RAC-1 fue probado por docentes, alumnos y profesionales de las ciencias veterinarias.

### **2.3.9. Modelo para carne y leche.**

Son dos Modelos implementados para sistemas de cría y engorde, y sistemas lecheros, respectivamente. Ambos realizan Formulación de Raciones para bovinos en Corral y en Pastoreo, procurando guiar la elección de forrajes y suplementos, y permitir estimar los niveles productivos en situaciones definidas cuya descripción está disponible en la páginas Web: <http://prodanimal.freeservers.com/indexsoft.html>, son denominados: FraCP - Carne y FraCP - Leche.

El programa FRaCP - Carne (Formulación de Raciones para bovinos en Corral y en Pastoreo) es la implementación de un modelo estático, determinístico y empírico.

### **2.3.10. Evolución dinámica de un proyecto de Investigación y Desarrollo**

Álvarez (1997) sintetiza las razones que justifican el empleo de la dinámica de sistemas, en la planificación y gestión de los proyectos de investigación y desarrollo; ya que si bien su utilización, no consigue eliminar totalmente la incertidumbre connatural a este tipo de actividades, sí permite la eliminación de fallos obvios, a la vez que establece una evaluación de los riesgos inherentes a las incertidumbres identificables. Ello es debido, a que su empleo obliga a los miembros del equipo de desarrollo, a enfrentarse con un test real, que les fuerza a pensar en el proyecto con el suficiente grado de detalle, como para determinar un camino adecuado que les permita completar el trabajo de forma satisfactoria.

Asimismo, y por medio de un pequeño ejemplo, se pretende ilustrar cómo es posible recoger en un modelo de simulación, los aspectos más importantes que se encuentran implicados en el proceso de diseño y desarrollo de un nuevo producto. De esta forma será posible vislumbrar, a través de las distintas simulaciones que se efectúen con el modelo, tanto el proceso de evolución seguido por el proyecto, como las consecuencias que ciertas medidas de gestión a implantar, tendrían sobre éste.

## **2.4.REVISIÓN A NIVEL MUNDIAL**

Para la revisión a nivel mundial se llevo a cabo una búsqueda en la revista System Dynamics Review desde 2002 y en las bases de datos Pro-Quest y Ebsco, a las cuales tiene acceso la Universidad Industrial de Santander, a continuación los modelos mas relevantes para el estudio:

### **2.4.1.Eco-análisis en un sistema de producción intensivo**

MÁRQUEZ, 2004, Realiza un análisis de sensibilidad para los indicadores de desempeño en las razas Holstein, Jersey y Carora en una finca venezolana de 230 ha conformada por 1056 animales, en donde recolectaron información mediante una encuesta se registraron los indicadores productivos y económicos, utilizándose informes técnicos anuales de la finca y el programa computarizado donde llevan los registros individuales de cada animal, se estudió el período 01/01/2002 hasta el 31/12/2002; dicha información fue vaciada en la hoja de cálculo Ecoanálisis para su procesamiento.

En donde encontraron los indicadores de desempeño productivo de la finca tales como:

- a. Superficie de la finca
- b. Vacas Reproductoras
- c. Porcentaje en Ordeño
- d. Vacas en Ordeño
- e. Intervalo entre Partos
- f. Duración de la Lactancia
- g. Producción por Vaca
- h. Producción por Lactancia
- i. Producción por Año
- j. Porcentaje de Destete
- k. Reemplazo Vacas

- l. Mortalidad en Vacas
- m. Mortalidad en Novillas
- n. Edad Promedio al Destete
- o. Edad Prom. de Parición Novillas Reemplazo.
- p. Vida Útil de Toros Reproductores
- q. Nacimientos

El estudio mostró un retorno anual al capital de explotación de 22,7%; con rentabilidad de 7,1%. El rebaño indico una producción diaria de 17,50 lt./vaca. El capital de trabajo represento el 65% de los ingresos brutos de la unidad de producción. De los insumos totales el 87,10% corresponde al renglón alimenticio, suplemento, sales y minerales, indicando la dependencia de estos sistemas de producción en este renglón.

El análisis de punto de equilibrio revelo que el costo de producción para un litro de leche fue 411,20 Bs/lt.; el precio que recibió el productor que fue de 480 Bs./lt. Situación que demuestra una ganancia de 68,80 Bs./lt.

El análisis de sensibilidad encontró que la reducción en un día el intervalo entre parto la unidad de producción deja de percibir 5.537 bolívares por unidad vaca reproductora del rebaño.

El Eco-análisis-DP es una metodología sencilla, práctica, de fácil adaptación y flexible que describe y ejemplifica un método de evaluación económica que permite realizar cambios en los valores productivos y contables, simulando la respuesta de las variables en el sistema de producción

- a. Alimentación (Suplemento, sal y minerales)
- b. Medicina Veterinaria
- c. Combustibles y Lubricantes
- d. Fertilizantes
- e. Reparación y Mantenimiento de Construcciones
- f. Reparación y Mantenimiento de Equipos Ganaderos

g. Total Capital de Trabajo

#### **2.4.2. Cadena de Suministro de Carne**

MENDEZ, et. al.2002 analiza la cadena de carne bovina en Argentina: producción, proceso y comercialización. A su turno, la producción es subdividida en la cría (la producción de terneros) y la hibernación (esto pone el peso de los animales hasta el peso de tarea). El proceso consiste sobre la tarea en animales, un tratamiento cocinado, congelado o enfriado, y la comercialización en la exportación, o la distribución interna, para su venta para el consumo.

En la operación de esta cadena el precio tiene un gran peso. El mismo coordina las decisiones del actor. Ellos hacen sus decisiones que usan el precio corriente y su expectativa de futuro precio. Los acontecimientos como el empleo de hormonas, el aspecto de fiebre aftosa (el pie y la enfermedad de boca), o la Encefalopatía espongiforme bovina (la Enfermedad de las vacas locas) (la EBB, a veces sabida (conocida) como " la vaca loca " la enfermedad), cambian las exportaciones Argentinas; y por consiguiente la expectativa de precios.

El modelo fue elaborado haciendo uso de la dinámica de sistemas, el cual recoge la operación de la coordinación de cadena de suministro de carne bovina. Este modelo recoge retrasos, regeneración y relaciones no lineales para explicar los mecanismos de coordinación entre los actores diferentes.

#### **2.4.3. Diseño de política industrial basada en la oferta y la demanda**

CAKRAVASTIA, 1998, desarrollo un modelo con D.S. conformado por los sectores de producción, capital, trabajo, materia prima, gobierno, y el internacional comercial que es

clasificado en lados de oferta y demanda para con ello sugerir la integración de los factores de los lados de oferta y demanda en el diseño de política industrial permita al sector industrial mantener el crecimiento de producción. Sobre un lado, la política de lado de demanda tiende a ser eficaz en la demanda de mercado de mantenimiento a corto plazo. Del otro lado, la política de lado de suministro es necesaria para reforzar las capacidades industriales de mantener la compatibilidad industrial a la larga. El refuerzo de las industrias de apoyar para asegurar el suministro de materiales a la industria principal exige una atención seria del gobierno. De otra manera, el alto crecimiento de la industria puede conducir el alto aumento de la importación de los materiales que pueden causar el saldo negativo comercial.

#### **2.4.4. La Dinámica de Sistemas para la coordinación Agrícola**

CLOUTIER (1998) cita un amplio esfuerzo de investigación para examinar el papel y la oportunidad de transmisión de la información a través de una cadena de valor de cerdos. La cadena de valor es modelada como parte de un amplio ambiente de negocio que crea presiones sobre la coordinación de dependencias a través de las actividades. Los resultados proporcionan tres implicaciones claves para la puesta en práctica de estrategia:

- ✚ La primera simulación mostró que sería un camino de ajuste al crecimiento en ausencia de la regeneración económica. Los resultados eran bastante planos, pero en un mundo que cambia, conduciría al funcionario con poder de decisión a poner en práctica una estrategia que puede carecer de la robustez para la dirección temporal de fases de extensión y contracción. Esto refleja los aspectos restrictivos de accesos parciales que hacen un presupuesto a la planificación estratégica.
- ✚ Segundo, la simulación asumió retrasos de tiempo más largos dentro de la cadena para reflejar una confianza exclusiva sobre el precio de mercado de cerdo vivo para la toma de decisiones. Retrasos de tiempo más largos para responder al cambio de condiciones

dentro del ambiente de negocio condujeron a exceder la salida objetivo además, puede conducir a una disminución en la calidad de conformidad y en márgenes inferiores.

- ✚ Tercero: La transmisión más rápida de la información por la cadena condujo a una respuesta más rápida de parte de productores y no llegar más allá fue registrado en la producción. El desequilibrio de carrera corta persiste debido a la omnipresencia de retrasos largos biológicos de la agricultura de producción asociada con corriente arriba la producción, pero su amplitud oscilatoria es humedecida por la regeneración de la información y la oportunidad de transmisión de la información en la entrega de cerdo y el interfaz de consecución.

Los modelos como estos pueden ser usados con participantes de industria como un instrumento de estudio para entender cómo pueden mejorar la coordinación de dependencias inherentes en la dirección de actividades de negocio. La estructura subyacente de este modelo de cadena de valor puede ser generalizada para apoyar el desarrollo " de la visión compartida " de otras cadenas de valor que pueden implicar la coordinación de actividades entre muchos participantes en el alimento y la dirección de agroindustria y otras áreas también.

#### **2.4.5. Planificación de Infraestructura en una Economía Agrícola**

Honggang (1998) describe un trabajo para comprender la provisión que se debe dar para la construcción de de infraestructura adecuada para el sector rural, ya que ha sido una responsabilidad principal del estado en muchos países en vía de desarrollo y a pesar de ellos varios estudios de caso indican que la política de infraestructura no ha sido muy eficaz, ya que se hace un embotellamiento principal para el desarrollo económico.

#### **2.4.6. Apalancamiento de la Dinámica de Sistemas**

García (2002) realizó una crítica a la dinámica de sistemas, la cual puede ser usada como defensa a las herramientas. El autor plantea las ventajas de lo que algunos autores definen como laboratorios, tales como la identificación, captura y transferencia del entendimiento de una persona en un modelo, además proporcionan un interfaz fácil de usar por que los expertos y no expertos, para su descripción se basa en “El Análisis de Apalancamiento Sistémico (SLA)”, consta con un instrumento creado por el grupo de Simulación de decisión estratégico (SDSG), el cual se genera a partir de ideas buenas e interesantes que se obtienen del diagrama causal y que puede ser aplicado sobre la construcción del laboratorio. Este papel explica cómo combinar estos productos para obtener un producto más profundo a un cliente en un proceso consultor.

Con el análisis de las ideas plasmadas en los lenguajes de la dinámica de sistemas el usuario genera nuevos instrumentos de dinámica de sistema sobre el tema, instrumentos como la dirección de empresas para mejorar su entendimiento del comportamiento de su sistema. En síntesis plantea que el aprendizaje de estos laboratorios son mecanismos eficaces para crear y transmitir el conocimiento.

#### **2.4.7. Sistema Dinámico de Microbios**

Word (2007) desarrolló un modelo de simulación con dinámica de Sistemas para explorar e informar mejoras prácticas de gestión en la carga ambiental de microbios, para ello integro la múltiples perspectivas en modelos conceptuales y han simulado los componentes de estos modelos. Esto ha conducido a nuevos acuerdos en cuanto a la eficacia en mejores prácticas de manufactura en lo que concierne a microorganismos específicos encontrados en los excrementos de ganadería.

La idea surgió debido al aumento en el empleo de tierra para la urbanización en Nueva Zelanda, la intensificación de los sistemas agroindustriales y con ello la problemática de la

contaminación en las aguas superficiales. La contaminación microbiana del agua es un área compleja de dirección ambiental y era necesario ampliar el entendimiento. Sin embargo concluye que cada persona tiene su propia perspectiva de responsable y con ello permite tomar acciones al respecto.

#### **2.4.8. Un sistema lineal dinámico para administración de ganado**

Takahashi , et. al.(1997), simulo la evolución que tiene en el tiempo una manada de ganado, la cual es modelada como un sistema lineal dinámico en el tiempo. El modelo permite la administración óptima para la formación de la manada, estableciendo un coste mínimo inicial con la adquisición de ganado y la utilización de recursos en la granja.

La misma metodología puede ser empleada en varios esquemas de producción diferentes, con coacciones diferentes y funciones objetivas diferentes. El problema de optimización es formulado como un único programa que mantiene la convergencia garantizada en los resultados y plantea que esta metodología es más simple que el método de optimización de programa dinámico.

#### **2.4.9. Dinámica de sistemas para la gestión de la Agricultura animal**

HONG-BWIN (1991) describe una aplicación que presenta las metas y políticas de cría animal en Heilongjiang, China para aprovechar las ventajas de la dinámica de sistemas y mostrar los efectos mutuos y las interacciones existentes en los procesos naturales y económicos. Su investigación se llevo a cabo haciendo uso además de las redes neuronales encontrando resultados similares en los comportamientos de las dos metodologías.

#### **2.4.10. Un modelo de Gestión Ambiental en una Bahía Brasileira**

Leal Nieto (2006) desarrolló un modelo con dinámica de Sistemas en búsqueda de dar conciencia sobre la contaminación ambiental en la Bahía SEPETIBA, Brasil.

El modelo consideró los aspectos más relevantes de comportamiento y las interacciones claves entre agentes que funcionan en la cuenca. La estructura del modelo es presentada con algunos resultados como son el desarrollo rápido industrial y el crecimiento de la población, así como un aumento de la contaminación de agua y la degradación ambiental. Además analizar las relaciones mutuas complejas entre los agentes que la afectan y simula las hipótesis de crecimiento económico y la extensión demográfica. Así, este puede ser usado como una herramienta de apoyo en las decisiones para la identificación de prioridades de la inversión y análisis de política bajo varios escenarios.

## **2.5.HERRAMIENTAS SOFTWARE RELACIONADAS**

Durante la fase de inicio, y para conocer mejor el campo de acción de la aplicación se consultaron aplicaciones software similares, o relacionadas con el área ganadera, con el fin de conocer el manejo de datos y la presentación de la información a través de la interfaz. A continuación se presentan algunas de los más relevantes.

### **2.5.1. AgroWin**

AgroWin (2009) es un Sistema de gestión para el Agro, especialmente diseñado para proveer información al agricultor sobre su finca y sus recursos, Una de sus principales características es que utiliza un esquema de registro de información muy sencillo, de tal forma que se convierta en un instrumento fácil de utilizar y ágil en el seguimiento y toma de decisiones basadas en la información oportuna y actualizada de la finca.

El registro sencillo de la información de la finca facilita el que muchos agricultores con escasos conocimientos técnicos en áreas como contabilidad, inventarios, presupuestos y

estadísticas, queden habilitados para manejar el sistema, debido a que es el sistema el que se encarga de interpretar la información base que el usuario le suministra y automáticamente transformarla en información técnica y correctamente clasificada y codificada a la luz de las técnicas financieras y estadísticas, por lo tanto, el usuario sólo tendrá que suministrar la información de los hechos administrativos que realiza en la semana y el sistema lo recompensará con un número amplio de informes, reportes, cronogramas y gráficos sobre la finca y sus recursos, de esta forma, el usuario podrá dedicar sus esfuerzos y conocimientos en la interpretación y análisis de los informes y utilizarlos en el proceso diario de toma de decisiones para obtener siempre una mejor productividad y ser cada vez más competitivo.

La herramienta tiene por objetivos:

- ✚ Analizar, diseñar y desarrollar un sistema integrado para administración de fincas que le permita al agricultor optimizar la evaluación, el control y la toma de decisiones a nivel de las diferentes actividades productivas, mediante una herramienta técnica, financiera y administrativa.
- ✚ Facilitarle al agricultor el empleo de este tipo de herramientas, haciendo que se requiera un nivel mínimo de capacitación en áreas como contabilidad, presupuestos, inventarios, estadística, etc.
- ✚ Permitir que fácilmente se puedan elaborar reportes financieros o técnicos de la finca o de alguno de sus lotes.
- ✚ Permitir el seguimiento de las diferentes labores que se desarrollan en la finca; detallando tiempos, rendimientos y cantidades en el tiempo, sin que para ello se requieren grandes esfuerzos de parte del agricultor.
- ✚ Servir como fuente de información para la generación de una base de datos institucional, como base de un programa de administración rural.
- ✚ Permitir al agricultor la comparación de sus datos estadísticos, técnicos y financieros con los promedios de la región, del país o de sus vecinos.

El programa está en capacidad de manejar una o muchas fincas, lo cual permite ser de uso para el agricultor directamente o bien, a través de centros especializados de administración rural, que le podrán prestar el servicio a medianos y pequeños agricultores que no cuentan con los recursos suficientes para adquirir un computador.

### **2.5.2. PigWin**

Pigwin (2009) es un software para gestionar los sistemas de producción porcina, presenta cinco diferentes módulos según las necesidades del productor.

#### **a. PigLitter**

Útil para motivar a su personal para que observe áreas clave de gestión al reflejar sus actuaciones de forma gráfica, en resumen cuenta con las siguientes funcionalidades:

- Gestiona la producción de su hato de cría y genera registros de salud en un entorno Windows®.
- Genera listados de acción para ayudar a planificar actividades cruciales para la gestión de la granja.
- Controla y analiza el desempeño de de sus animales de cría.
- Le proporciona la información que necesite, en el formato que desee.

#### **b. PigGain**

- Controla grupos de cerdos en crecimiento desde destete hasta el acabado.
- Permite el análisis técnico económico de las diferentes etapas productivas.
- Introduce tanto datos económicos como datos técnicos de uso de alimento, crecimiento, traslados y ventas

- Refleja sus costes por unidad de aumento de peso por animal o unidad de peso de venta.
- Informe de inventario actual muestra el flujo de animales en crecimiento en cualquier momento.
- Recopila datos para el módulo SupplyManager.

### **c. SupplyManager**

Sintoniza el flujo de animales para evitar "cuellos de botella" y mejorar resultados económicos de la explotación

- Proyecta la entrega de cerdos acabados de los engordes con base en cifras de crecimiento y datos de la empresa.
- Utiliza curvas de crecimiento específicas de lote y pesos de venta deseados
- Mantiene los datos PigWIN actualizados, exactos y completos.
- Mejora el entendimiento de su flujo de animales.

### **d. PigLitter Total Farm**

- Combina los datos de PigLITTER de hatos individuales i en una sola base de datos, para permitir un mejor análisis del sistema de producción.
- Utiliza el poder de los números para identificar las fuerzas y debilidades importantes en todo el sistema de producción.

### **e. FarmMonitorin**

Interfaz orientada a menús para usuarios no-técnicos, que detecta y diagnostica problemas emergentes antes de que lleguen a causar pérdidas económicas graves.

- Proporciona datos actualizados, importantes para gerentes y consultores.

- Recopila, estructura y proporciona datos e información de crecimiento y de cría de la propia empresa e información de lotes a intervalos periódicos desde las bases de datos PigWIN.
- Genera y envía automáticamente informes de inventarios seguros, resúmenes de acontecimientos e indicadores claves de rendimiento.
- Base de datos de fácil manejo, módulo experto totalmente documentado y accesible para conectar con sus propias bases de datos.

### 2.5.3. TaurusWeb

TaurusWeb (2008) es un programa de computadora para el control integral de explotaciones ganaderas de carne, leche y doble propósito, fácil de usar, versátil y que se ajusta a sus necesidades para hacer de su ganadería una empresa rentable y competitiva.

Figura 3 Interfaz Software TaurusWebs



Fuente: <http://www.tauruswebs.com/>

Los beneficios del uso de TaurusWebs son:

- ✚ Monitorear la producción
- ✚ Control de la finca en los aspectos de salud, alimentación, reproducción y potreros

- ✚ Información oportuna a los ganaderos para toma de decisiones
- ✚ Facilidad en el ingreso de datos y explotación de la información (información exportable a Excel o Word)
- ✚ Manejo de las praderas como si estuviera viendo el movimiento del ganado con su finca
- ✚ Manejo de elementos técnicos, Económicos que se convierten en herramientas potentes para originar un manejo eficiente y competitivo de su industria Ganadera
- ✚ Alta potencia y fácil manejo de datos para control de trabajos de: Inventario, partos, controles lecheros, etc.
- ✚ Microscopio de información: Permite analizar la información por periodos desde un año hasta llegar a periodos diarios, sobre indicadores de producción como: Intervalo entre partos, producción promedio, comportamiento del hato, etc.
- ✚ Máquina del tiempo: Permite analizar la información de la finca en cualquier instante en el tiempo, observando la evolución del ganado; por ejemplo: Qué animales están en producción lechera, qué animales están en un potrero, etc.

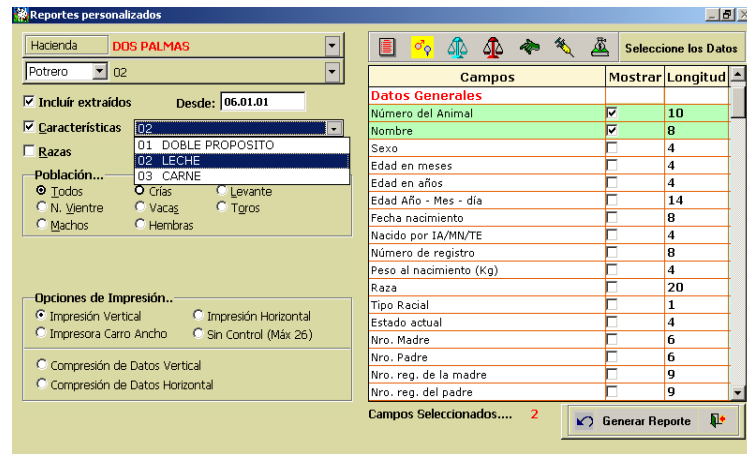
#### **2.5.4. USATI**

TaurusWeb (2009) es conocido también como “software + ganadero”, es un programa de computador para el manejo de registros de: población (inventario de animales), reproducción, producción, sanidad, alimentación, genética, trazabilidad y costos, en los diferentes sistemas de producción ganadera como Lechería especializada, Cría, Ceba, Doble propósito, Búfalos, Ovinos y Caprinos. Permite conocer y analizar de manera práctica toda una serie de indicadores individuales y poblacionales en términos absolutos y relativos y muestra su tendencia a través del tiempo. Gracias a esto, constituye una excelente herramienta de gestión, selección y mejoramiento animal, con la que su negocio ganadero debe contar para mejorar e incrementar productividad y rentabilidad.

Permite hacer la más completa radiografía de lo que ocurrió o está ocurriendo en su hato, da pautas para aumentar la productividad y permite un seguimiento individual de los

diferentes animales y de la población, al tiempo que genera excelentes reportes y análisis que lo alertarán de problemas antes de que sean desastres.

Figura 4 Interfaz Software SW+ GANADERO



Fuente: <http://www.softwareganadero.com/>

Por ser un programa desarrollado en ambiente Windows, su diseño permite que personas sin mayores conocimientos en manejo de computadores lo trabajen sin dificultad.

De la revisión de estas aplicaciones se pudo concluir que permiten llevar un inventario de animales y un control de procesos ganaderos a manera de Sistema de Información, pero que sus resultados y su diseño en general, dista mucho de lo que constituye un Software de Simulación.

### 2.5.5. Infotambo

El programa Infotambo (Infotambo, 2008) es un software destinado a llevar un control en el manejo productivo y reproductivo de tambos o hatos lecheros. Este programa funciona en entorno Windows. El mismo puede ser operado por productores, tamberos o técnicos del sector lechero.

Figura 5 Interfaz Software Infotambo



Fuente: <http://www.infotambo.com.ar/>

Este software es adecuado tanto para productores lecheros como para veterinarios, ya que puede manejar tanto uno como varios rodeos lecheros, y al ser configurable el usuario puede personalizar los datos que desea llevar.

La filosofía de Infotambo es hacer una herramienta lo más abierta posible, para que el usuario lo configure de acuerdo a sus necesidades. Además es un programa que está en permanente desarrollo, a fin de brindar para el productor o veterinario la información necesaria según sus conveniencias.

Para operarlo no requiere de conocimientos de computación, ya que es intuitivo y de fácil utilización; solo requiere un conocimiento básico del manejo de Windows y de cuestiones de ganadería lechera.

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Para presentar una síntesis del contexto teórico general en donde se ubica el tema de esta propuesta, es necesario plantear algunos elementos fundamentales que la sustentan, desde el punto de vista del modelado y la simulación, así como aspectos educativos.

#### **3.1.Pensamiento sistémico**

El Pensamiento Sistémico (PS) como la actividad de comprender el funcionamiento de un sistema y resolver problemas que presenten sus propiedades emergentes, dado que permite apreciar la realidad para entenderla y actuar adecuadamente.

#### **3.2.Dinámica de Sistemas**

La dinámica de Sistemas (D. S.) es un lenguaje que nos facilita explicar y recrear los fenómenos de interés en términos de modelos de simulación. Con estos modelos y el computador podemos observar cómo se puede comportar el fenómeno bajo diferentes condiciones (experimentación simulada). Es decir, podemos responder a la pregunta por: ¿Qué pasaría en un fenómeno si se presentan determinadas condiciones?.

Según esto un modelo es una explicación que nos es útil para contestarnos preguntas sobre el fenómeno que explica. Además, la Dinámica de Sistemas (D.S) asume, para pensar los fenómenos a modelar, lo que llamamos el Paradigma de Pensamiento Dinámico Sistémico, este es una manera de pensar sobre lo que nos interesa asumiendo los fenómenos como Sistemas Dinámicos, es decir, como cosas que están en permanente cambio y que para comprenderlas debemos explicar cómo cambian, cómo son sistemas dinámicos, es decir, constituidas por un conjunto de partes interrelacionadas generando una estructura realimentada.

### **3.3.Herramientas para el modelado y simulación.**

La dinámica de Sistemas es una metodología que guía la representación de fenómenos de diversa naturaleza, permite hacer modelos utilizando los diagramas de Flujo Nivel, un lenguaje para representar un modelo matemático (basado en un sistema de ecuaciones diferenciales) de forma gráfica; Además éstas herramientas integran métodos numéricos que permiten hacer simulaciones y presentar los resultados a través de diferentes medios como gráficas, tablas y animaciones. Cada herramienta tiene características que la diferencian del resto, así como algunas permiten el manejo de vectores, otras permiten la interacción (cambiar el valor de un variable) en tiempo de simulación, análisis de sensibilidad, etc.

Las herramientas más conocidas en nuestro medio son: Dínamo, Powersim, Stella, IThink y Evolución. La mayoría de éstas herramientas son software propietario con versiones Demos o versiones de evaluación con capacidades limitadas. Una de ellas, Evolución fue desarrollada por el grupo de investigación SIMON, en español y actualmente circula gratuitamente para uso académico e investigativo.

Evolución, actualmente en su versión 4.0, ha venido desarrollándose desde el año 1995. Hoy día Evolución ofrece varias capacidades dentro de las que se encuentran: editores de diagrama de flujo-nivel, diagrama de influencias, módulo de análisis de sensibilidad, inclusión de un FIS en el modelo, vectores de elementos, presentación de resultados de forma animada, entre otras.

Para presentar una síntesis del contexto teórico general en donde se ubica el tema de esta propuesta, es necesario plantear algunos elementos fundamentales que la sustentan, desde el punto de vista del modelado y la simulación, así como aspectos educativos.

### 3.3.1. Modelado y Simulación.

Aracil (1986) define el concepto de modelo como: “una representación de un determinado aspecto de la realidad, en un lenguaje específico, que se construye de modo que permita comprenderla”. De igual forma, el autor afirma que no existe ningún modelo que pretenda ser perfectamente fiel a la realidad que modela, sin embargo, conserva las principales características del problema real. Los modelos, por ser un mecanismo de abstracción, deben ser lo suficientemente poderosos como para ayudar en la comprensión de los objetos del mundo y las relaciones entre ellos.

En algunos casos, los modelos se emplean para explicar y predecir cuestiones relativas a la realidad; en otros, para sugerir respuesta a cuestiones complejas, empleándose como elementos auxiliares para el análisis del problema. En los modelos de comportamiento dinámico se trata de conseguir que la evolución que experimentan en el tiempo las magnitudes que los forman reproduzca, imite o simule las del sistema real que se está estudiando. Con ellos se pretende hacer patente la relación entre estructura y comportamiento, convirtiéndose en útiles inestimables para el estudio de sistemas reales complejos. Este tipo de modelo recibe el nombre de modelo analógico o de simulación.

Para construir un modelo es necesario especificar los elementos que lo componen (variables) y las relaciones entre ellos, de manera que se pueda caracterizar y describir el sistema real bajo estudio. En la práctica, la forma matemática de estas relaciones se representa, en unas aplicaciones, por medio de un sistema de ecuaciones diferenciales, en otras, se emplean matemáticas discretas, mediante la teoría de autómatas (caso particular de esta investigación).

**Aprender a Aprender.** El aprendizaje puede tener dos orientaciones: dirigir la construcción hacia la adquisición de conocimientos, o hacia el desarrollo de procesos de aprendizaje (aprender a aprender). En este punto se contemplan algunos aspectos del

ensayo del profesor Robert Dilts<sup>7</sup>. Su proyecto se llama Aprendiendo a Aprender [8] y se centra en las habilidades del P.S. Básicamente Aprendiendo a Aprender busca:

- Reforzar la efectividad y velocidad de aprendizaje,
- Facilitar la generalización y el traslado de habilidades del contexto en el que se aprenden al contexto en el que ellas trabajan, dentro de la realidad diaria del aprendiz.

Según Dilts, un aspecto importante dentro de su proyecto es el énfasis dado a los modelos mentales del usuario y la posibilidad de hacerlos explícitos, aumentando la motivación en beneficio de la calidad del aprendizaje.

Los modelos mentales son imágenes propias del individuo acerca del funcionamiento del mundo. Estos modelos se presentan para cada fenómeno del mundo con el cual el individuo tiene contacto; pero estos modelos innegablemente varían por acción de diferentes factores, tanto internos como externos al fenómeno, y de acuerdo a las percepciones repetitivas así generadas se fomenta la construcción, reconstrucción y actualización de los modelos mentales, a fin de llegar a uno más elaborado y probablemente más correcto. Los modelos mentales al constituir construcciones propias del individuo no son fácilmente comunicables; por lo cual se requiere su formalización a través de un “lenguaje común”. En general, las herramientas de desarrollo del pensamiento soportadas en un enfoque sistémico hacen uso de útiles de simulación como lenguaje común para formalizar los modelos mentales, permitiendo que así estos puedan ser comunicados a los demás con el fin de recibir el beneficio de la interacción con otros para llegar a la reformulación de los modelos propios.

Un aspecto de consideración en el proyecto mencionado, es el planteamiento que se hace de las características que debe cumplir cualquier herramienta orientada al desarrollo de las habilidades del pensamiento. Cualquier herramienta para “aprender a aprender” debe ser capaz de:

---

<sup>7</sup> Robert Dilts es profesor universitario en el estado de California, EE.UU.

- Utilizar medios de comunicación diferentes para desarrollo de habilidades prácticas.
- Incorporar situaciones metafóricas y simbólicas con formatos de aprendizaje graduales explícitos.
- Comprometer al aprendiz con su aprendizaje y proporcionar realimentación inmediata del comportamiento.

### **3.4. Información General sobre Sistemas Agroindustriales**

La información general sobre los sistemas Agroindustrial se presenta como material anexo debido a que no hace parte del conocimiento generado en esta investigación si no de la descripción necesaria para su realización, Es importante mencionar que se cuenta también con una amplia gama de artículos para consultar a medida que se vayan desarrollando las acciones correspondientes a la metodología propuesta, y un resumen de los sistemas son presentados en el anexo A.

#### **3.4.1. Caracterización de los sistemas de producción ganadera**

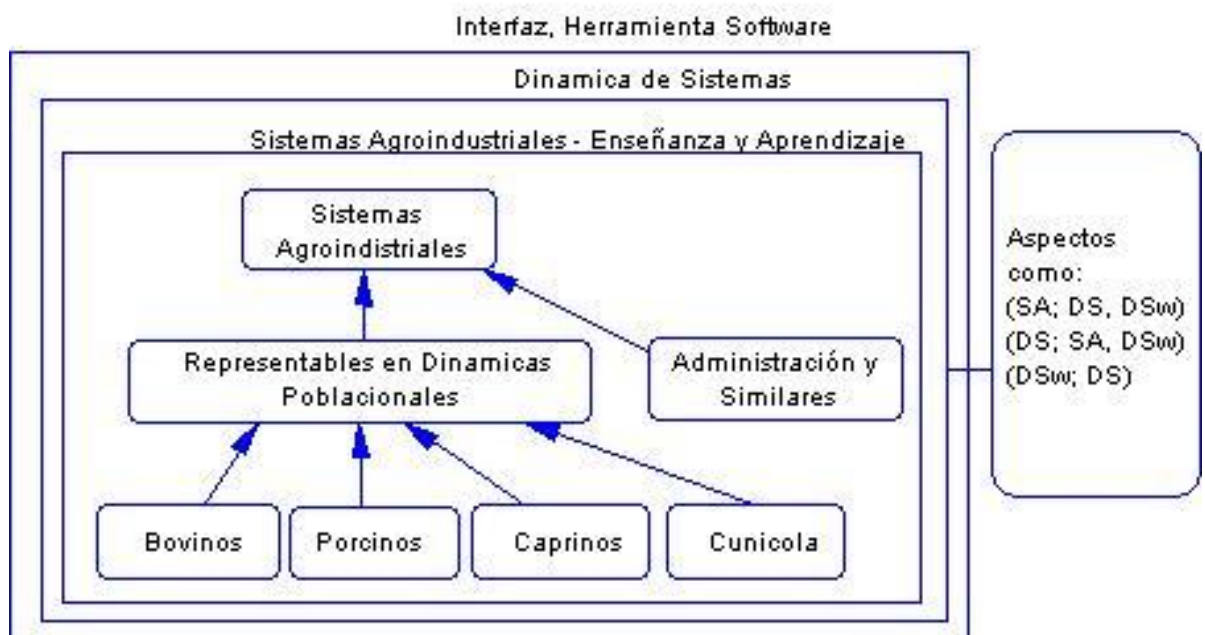
Para presentar los avances del proyecto deben recordarse los aspectos que esta cubre, los cuales son descritos en la figura 5:

- ✚ Descripción general de los sistemas agroindustriales representables en dinámicas poblacionales.
- ✚ Dinámica de sistemas
- ✚ Modelado y Simulación.
- ✚ Procesos de desarrollo de software

Los aspectos paralelos al interés central, se presentan en la parte derecha (Para facilitar el diagrama se usaron solo las letras iniciales), estos son:

- ✚ Sistemas agroindustrial ajenos a la Dinámica de Sistemas o al Desarrollo de Software la interfaz de usuario (SA; DS, DSw).
- ✚ Dinámica de Sistemas pero ajenos a Sistemas agro-industriales o al desarrollo de Software (DS; SA, DSw).
- ✚ Desarrollo de Software pero ajenos a la Dinámica de Sistemas (DSw; DS).

Figura 6 Marco de Referencia.



Fuente: Autor

### 3.4.2. Sistemas de producción agroindustrial (SIPA)

Los sistemas de producción agroindustrial (SIPA) son propiedades individuales denominadas el *sistema finca* y la forma como se relacionan e interactúan constituye el otro

conjunto de determinantes de los patrones de organización de la de producción agropecuaria (Barragán, et al 2002). Estas se establecen a partir de los siguientes componentes: la cantidad y calidad de los recursos naturales, particularmente suelos (fertilidad, relieve) y aguas; la disponibilidad y facilidades de acceso a los medios de producción; las condiciones particulares de acceso a los mercados de insumos y productos (tanto de elementos materiales como de información) y las motivaciones del productor o propietario.

Se vienen determinando aspectos relevantes para cada uno de los fenómenos, aspectos que han sido tomados de la experiencia o las prácticas desarrolladas con los tres fenómenos tomados como base en la metodología de investigación-acción.

Se han hecho prototipos iniciales para los sistemas de producción porcina y Avícola y se han observado factores importantes de los Sistemas de producción bovina, que pueden convertirse en lineamientos tales como:

1. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de modelar fenómenos en dos posibilidades por ejemplo:
  - a. Que el administrador desee encontrar la capacidad de carga de la finca o que pueda encontrar los animales que debe comprar para tener el mayor rendimiento
  - b. Entre los aspectos similares entre los fenómenos se encuentran:
2. En todos los fenómenos debe desarrollarse la Relación Costo-Beneficio fruto de las actividades de comercialización (Compras, Ventas) de los ejes productivos (Carne, Leche, Huevos, Abono, cueros)
3. En todos los fenómenos debe modelarse el proceso de producción Carne y Producción Secundaria como se resume en la siguiente tabla:
4. (Como leche).

Hay otras características que se vienen trabajando como son:

- ✚ Tasas de Fertilidad
- ✚ Los pesos promedio de los animales para cada Etario
- ✚ Tipos de forrajes fuentes de la alimentación
- ✚ Suplementos alimenticios
- ✚ Cuantas y cuales razas presentes a nivel nacional y la producción de leche para cada uno de los sistemas
- ✚ El consumo de agua y alimento
- ✚ Cantidad de hembras que puede cubrir un macho
- ✚ Enfermedades más comunes
- ✚ Condiciones climáticas

La consulta sobre sistemas de Producción agroindustriales identificables en términos de dinámicas poblacionales se realizó principalmente en SIPROB 1.0 (Barragán, et al 2002). y artículos de Internet, a continuación menciono los aspectos mas importantes a tener en cuenta para cada uno de los sistemas.

Los sistemas agro-industriales identificables en términos de dinámicas poblacionales son aquellos procesos ganaderos comunes a los empresarios del campo en el trópico colombiano (sectores como el vacuno, ovino, porcino, caprino y avícola, entre otros), su estructura es el resultado de las interacciones entre las relaciones demográficas, económicas y las condiciones del medio ambiente en que se encuentra, ellos presentan características fundamentales en su estructura, las cuales, en algunos casos son similares en comparación con otras áreas de las mencionadas.

La demografía hace relación a la estructura etaria del sistema, es decir, al ciclo de vida de cada animal desde su inicio en el sistema de producción hasta la finalización de su ciclo de producción, las condiciones naturales determinan las actividades ecológicamente factibles ya que, para algunos sectores, afectan positiva o negativamente el comportamiento fisiológico de los animales y de sus alimentos y la infraestructura económica afecta la viabilidad o no de las inversiones.

Un resumen de las características citadas es presentado en el Anexo A, el cual presenta la tabla “Resumen de características de los sistemas de estudio”.

Para mejorar la eficiencia y eficacia en la realización de las actividades que requiere el sector se hace necesario la aplicación de técnicas de producción, la cuales ejercen una influencia considerable sobre las decisiones técnico-económica de la organización de las fincas, las actividades productivas y su grado de intensidad en la explotación que adopten.

Otro factor que se puede considerar es el valor nutricional de la carne, este aspecto solo es presentado de manera resumida en una Comparación de la composición de distintas carnes, en donde la carne dietética (valores para 100 gr. de carne).

Tabla 1 Valor nutricional de la carne en SIPADIPO

	<b>Energía</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Grasa</b>	<b>Colesterol</b>
	Kcal			mg
<b>Conejo</b>	162	21	8	50
<b>Vacuna</b>	301	17,4	25,1	125
<b>Ovina</b>	263	16,5	21,3	s/d
<b>Porcina</b>	308	15,7	26,7	105

Fuente: AgroBit, 2006

La carne de conejo posee ventajas que la gente desconoce y por eso no consume. Su bajo contenido en grasas (8 %) y colesterol (50 miligramos cada 100 gramos), como su alto contenido proteico (21%) aventaja al resto de las carnes, convirtiéndola en la más apta para dietas hipocalóricas y comidas sanas. Por ello se estima que en algunos años su consumo crecerá en detrimento de otros. A igual peso un conejo rinde más que un pollo porque tiene menos proporción de huesos y más rendimiento en la cocción.

### **3.4.3. SIPAs de Dinámicas poblacionales (SIPADIPO)**

En el Anexo B se dan las descripciones de cada uno de los modelos desarrollados para representar los sistemas bovino, porcino, ovino y cunícola, usando los lenguajes de la Dinámica de Sistemas, el lenguaje en prosa, influencias, Flujo –Nivel y Comportamientos, el lenguaje de las Ecuaciones, se da en el Anexo I.

### **3.4.4. Administración de los SIPADIPO**

La administración de Empresas Agropecuarias o sistemas de producción agroindustrial demanda el conocimiento de tecnologías en ambientes socioeconómicos, donde se hace necesaria la caracterización y profundización en el conocimiento a nivel de finca para pensar y entender las complejidades de los sistemas. En esquemas integrales, los volúmenes de información son de tal magnitud que requieren de herramientas computacionales, que permitan visualizar y manejar mejor las interacciones entre factores presentes.

El uso adecuado de grandes cantidades de datos, depende de la existencia de sistemas eficientes que puedan transformarlos en información útil, en el caso de los sistemas de información, su función es mejorar la calidad de las decisiones. En los modelos de Simulación, como es el caso de esta propuesta, el objetivo es permitir realizar pruebas al permitir varias alternativas para el establecimiento de una serie de escenarios que ayuden a administradores y planificadores en la toma de las mismas.

En Colombia, las empresas presentan una planeación deficiente. Esta situación es reflejo de deficiencias en la planeación a mediano y largo plazo, y de la toma de decisiones sobre la marcha de los acontecimientos sin un previo análisis de las variables, internas o externas, que afectan la decisión. Tal situación obedece a factores como la falta de conciencia por

parte del personal directivo acerca de la importancia de la función planificadora y de su aporte a las demás funciones administrativas.

Los sistemas agroindustriales no son la excepción, la mayor parte de las fincas son administradas por sus propietarios o capataces, quienes cuentan con el conocimiento que la experiencia les ha entregado y según las observaciones apreciadas de medio toman la decisiones ya que sus sistemas son analizados como propiedades individuales sin tener en cuenta como se relacionan e interactúan los patrones de organización de la producción agropecuaria.

En el desarrollo de nuevas actividades de capacitación, la propuesta contribuirá al fortalecimiento de otras iniciativas para desarrollar habilidades innovadoras de capacitación y administración orientadas hacia la creatividad empresarial que encaminen el rumbo hacia la modernización en la Administración de Empresas Agropecuarias.

### **3.4.5. Tendencias**

La globalización de la economía y la apremiante necesidad de conservar el medio ambiente y procurar un bienestar para los animales, ello lleva a disminuir:

- ✚ El manejo inadecuado de los suelos
- ✚ La deforestación
- ✚ El uso indiscriminadamente agroquímicos
- ✚ La aplicación de modelos extranjeros de producción (traídos de países europeos o de Norteamérica), situación que no es sostenible a largo plazo.

Entonces, se necesitan tomar correctivos para revertir los impactos negativos y retornar al uso racional y eficiente de los recursos naturales.

El nuevo esquema de la producción de carne, se debe entender como un sistema integrado, donde participan productores, procesadores, distribuidores y comercializadores. Para responder a las exigencias futuras de la demanda y del mercado (interno y externo), la ganadería tropical necesita adelantar una reconversión de la estructura productiva; no se trata de sustituir unos productos por otros más competitivos, sino de conseguir una reorganización que asegure mejores resultados en el sector productivo de la carne bovina.

Al consumidor le interesa la calidad de la canal: cobertura grasa, color, aroma y ternera pero para lograrlo se requiere buenas prácticas de manufactura y buscar el sacrificio animales menores de 30 meses.

La principal fortaleza que tiene el trópico para la producción agropecuaria y por ende, para la producción de carne bovina, radica en su amplia, rica y variada base de recursos naturales y su biodiversidad, a lo cual se suma una oferta relativamente abundante de mano de obra, además se pueden tener los sistemas de producción:

- Intensivos: con pastoreos eficientes y finalización en los últimos 100 días en confinamiento, produciendo animales de 18 meses con pesos superiores a los 400 kilos.
- Semintensivos: con praderas tropicales mejoradas, trabajadas en sistemas rotacionales con suplementación en épocas críticas; producen animales de 24 a 26 meses con pesos de 460 a 480 kilos.

Extensivo:

La producción de carne bovina es una actividad milenaria (según las últimas investigaciones antropológicas, entre el 9.000 y el 6.000 AC, los primeros agricultores en Mesopotamia, Anatolia y quizás en todo el resto de Europa y Asia, ya habían domesticado cabras, ovejas y vacas) y durante muchos siglos, el ganado fue cuidado y mantenido como una despensa móvil de leche, carne y piel. En épocas mucho más recientes (siglo XIX), se empiezan a realizar los primeros estudios sobre la manera de hacer un mejor aprovechamiento de los animales, trabajando específicamente en su alimentación y en un

incipiente mejoramiento genético, a través de selección de ejemplares y cruces con tipos de animales que ayudan a perfeccionar las características productivas más deseadas.

En el siglo XX, las técnicas de crianza paulatinamente buscan aumentar la productividad del ganado, ya que la demanda de proteína animal y específicamente de carne bovina, se hace cada vez mayor, lo que implica un gran reto a los productores.

Con el objetivo de atender una demanda insatisfecha cada vez más grande, los ganaderos aplican nuevas prácticas en el manejo tradicional de los animales como: siembra de forrajes, pastoreos más eficientes, conservación de forrajes para épocas secas, suplementación de dietas con residuos de cosechas o subproductos industriales, uso de sales mineralizadas y mejoramiento genético, mediante monta natural, inseminación artificial o transferencia de embriones.

No satisfechos con estos resultados, algunos ganaderos (especialmente de Europa y Estados Unidos) apoyados por investigadores y laboratorios farmacéuticos, empiezan una carrera por obtener animales superprecoces y superproductivos, mediante el uso de hormonas, promotores de crecimiento, alimentos de alto valor biológico (que muchas veces compiten con la dieta humana) y cruces con líneas genéticas de altas ganancias de peso; esto también conlleva a incrementar los costos en mantenimiento de éstos animales, así como a requerir mayor inversión en instalaciones, equipos y maquinaria agrícola.

Como en toda carrera, siempre hay presentes dos realidades: la victoria y la derrota. Aparentemente, el triunfo se estaba obteniendo, ya que los índices productivos aumentaban, la natalidad era mayor, los machos que se cebaban los hacían a ritmo más rápido y la producción de alimento para el ganado ya no era tan limitante.

Este ímpetu, en algunas partes del mundo tenía un talón de Aquiles que ni el más pesimista se hubiera imaginado: dentro de la suplementación alimenticia que se de carne, vísceras, sangre y plumas); es decir, por el afán de mejorar la producción, se quería transformar a un animal totalmente herbívoro, en uno parcialmente carnívoro.

Las consecuencias ya todos las conocen, un prión (proteína patógena), pasó a través de una harina de vísceras contaminada, a la carne de un animal, dando como resultado la aparición de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB), tristemente conocida como la “Enfermedad de Las Vacas Locas”, por ello la tendencia es la carne orgánica en lugar de la Carne natural.

El impacto de este fenómeno no se hizo esperar: caída del consumo de carne bovina en los países productores que alimentaban de esta manera a su ganado, sacrificio masivo de animales, confusión en los consumidores que no sabían cuál carne es sospechosa y cuál no, pérdidas millonarias de los productores implicados, cambios en el comercio mundial de carne (países que antes del escándalo, eran productores y hasta exportadores, casi de la noche a la mañana se volvieron importadores) y lo más importante, replanteamiento del negocio de producción de carne bovina. No todo es malo con el problema de “las vacas locas” ; la crisis hizo que se modificaran las prácticas riesgosas en la producción de carne, creó la necesidad de poder hacer un seguimiento a los productos cárnicos a través de toda la cadena (desde que el ternero nace, hasta que la porción de carne está en la mesa), lo que se denomina trazabilidad; pero lo más destacado de todo, es que la tendencia a futuro es la de volver a alimentar los animales con forrajes y es allí donde el trópico tiene el mayor potencial mundial en la producción de carne bovina (Brasil es hoy por hoy, el mayor exportador de carne en el planeta).

Ante un consumidor cada vez más informado y mucho más exigente en la calidad de los alimentos que desea, producir carnes naturales, orgánicas o ecológicas, va a ser un negocio rentable hoy y mañana; el reto de los productores tropicales, es hacer de ésta, una actividad productiva y sostenible; que a su vez sea económicamente viable y que esté en armonía con el medio ambiente. [Acevedo, 2009]

Colombia es un importante productor de carne en el mundo, ocupó el puesto 15 en el año 2003, pero su dinámica ha sido lenta e inferior al promedio del hemisferio americano e incluso a los de la Comunidad Andina (CAN). Esto ha conducido a que el consumo por persona se haya reducido de manera importante. Esta disminución del consumo obedece, entre otras razones, a la sustitución por consumo de carne de pollo que ha ganado espacios importantes en la dieta de los colombianos y que ha logrado ganancias importantes en productividad y competitividad y, por esta vía, disminuciones de precios.

## 4. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS (LM)

Esta investigación asume como lineamientos metodológico todos aquellos ítems conceptuales, descriptores e indicadores que permitan o faciliten la orientación para hacer varias tareas o el desarrollo de sistemas a partir de la experiencia.

### 4.1. LM para el Modelado de los SIPADIPO

La variedad encontrada y plasmada en el numeral 2.1. demuestra una vez mas la complejidad a la que se debe enfrentar el modelador de los sistemas de producción agroindustrial y la variedad de metodología de desarrollo y los diferentes niveles de cobertura que puede expresar, partiendo de esta premisa los lineamientos metodológicos que se sugerirán en esta investigación, parten de las perspectivas halladas en los artículos mencionados en dicho numeral y en las propuestas en la serie Road Maps<sup>8</sup>, John Sterman en su libro *Business Dynamics*<sup>9</sup> y el libro de *Pensamiento Sistémico* del grupo SIMON de investigaciones UIS<sup>10</sup>.

El modelado del aspecto demográfico o etario se llevó a cabo con diferentes alternativas cada una con sus limitantes, en todas se debe tener en cuenta los cuatro componentes que se pueden analizar, los cuales pueden ser combinados y según las necesidades del modelo se le debe dar un diferente nivel de profundidad, los cuales se ilustran en la Figura 7, denominados allí como variables: Componente Demográfico, Componente Biofísico, Componente Productivo, Componente Económico con variables estables.

---

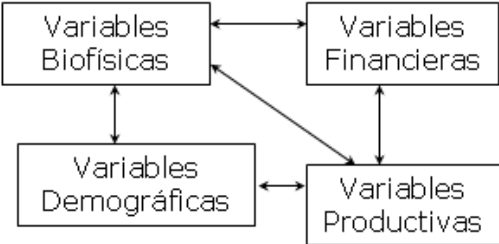
<sup>8</sup>FORRESTER, J. W. et al. Road Maps: A guide to learning system dynamics, Boston: System Dynamic Group, Sloan School of Management, MIT, 1997.

<sup>9</sup>STERMAN, J. D., *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, NY: McGraw-Hill Higher Education, 2000.

<sup>10</sup> <http://simon.uis.edu.co>

En resumen se desarrollaron cinco modelos de simulación con dinámica de Sistemas, todos desarrollados bajo el concepto de cobertura y complejidad creciente, a continuación se presentan algunos de estos de tal manera que permita contextualizar al lector en su comprensión. La figura 7 muestra un modelo resumido de las variables presentes.

Figura 7 Componentes de la dinámica poblacional Agroindustrial.



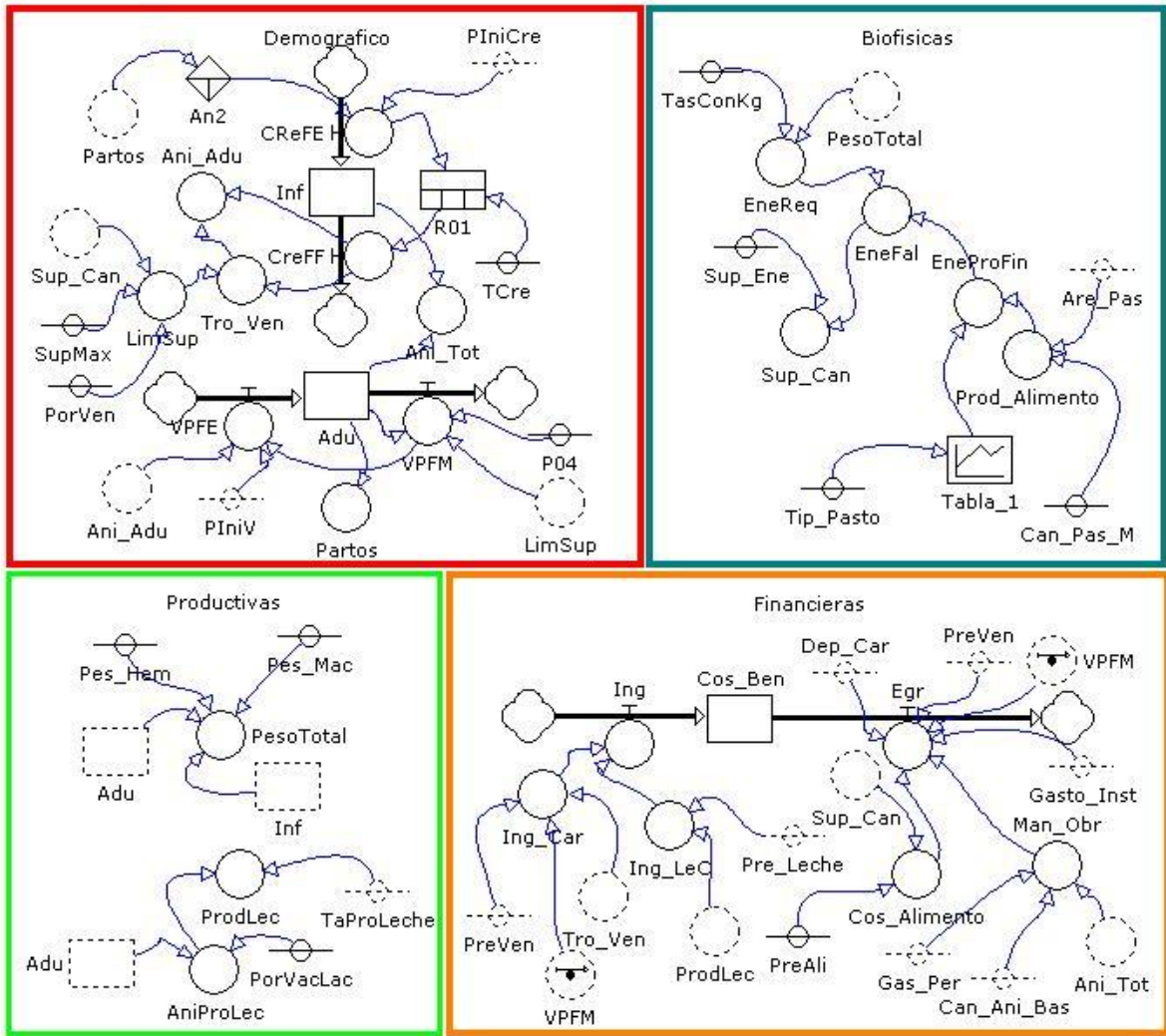
Fuente: Autor.

La

Figura 9, muestra la relación costo beneficio de este modelo, la cual se asemeja con la realidad, se presente un pendiente pronunciada al principio pues el escenario modelado parte de un alto número de animales que deben venderse por el limitante de la capacidad de carga.

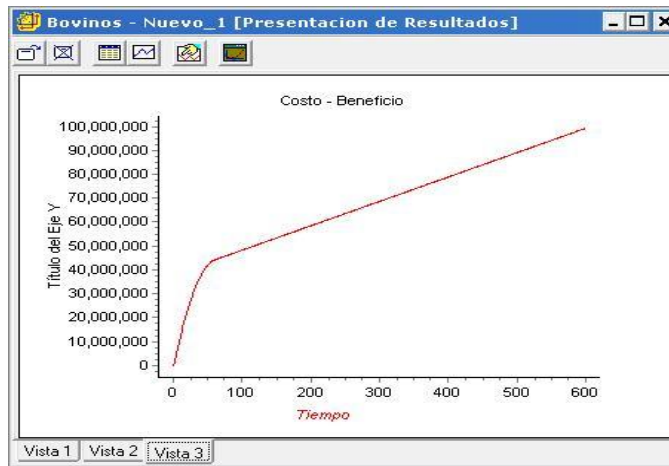
Sin embargo los requerimientos de los sistemas ameritan mayor complejidad para una aproximación mas cercana con la realidad, por ello se elaboraron cuatro modelos finales validados por el INSED que representan de manera básica los sistemas Bovino, Caprino, Porcino y Cunícola, todos desarrollados bajo el esquema de cobertura y complejidad creciente, resumida en la tabla 2 con la cantidad de elementos de la dinámica de sistemas necesarios para su desarrollo.

Figura 8 Modelo resumido en el lenguaje de Flujo Nivel



Fuente: Autor

Figura 9 Comportamiento – Relación Costo beneficio en Bovinos



Fuente: Autor

En la Figura 9, se observa el comportamiento de las variables demográficas para los bovinos. En ella se aprecia que:

- Las vacas vacías se convirtieron en vacas preñadas (VP).
- Después de 36 semanas se convierten en vacas en días de Descanso (VDD).
- Después en vacas vacías lactantes (VVL) y
- Después en vacas preñadas lactantes (VPL)

Cuando se producen los partos aumenta el nivel de terneros en la posición dos, el cual corresponde a las hembras.

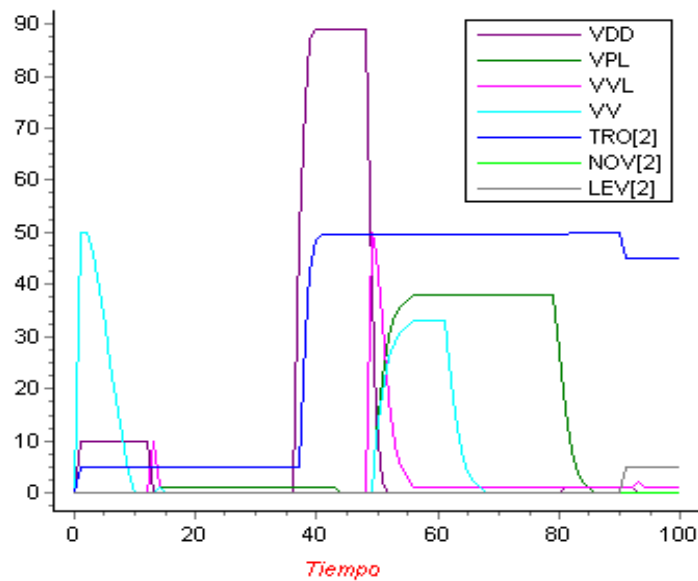
Tabla 2. Resumen de los elementos Usados

	Nivel	Flujo	Aux.	Param.	Relación
Bovino	18	45	42	54	300
Caprino	12	30	21	41	197
Porcino	18	25	29	28	130
Cunícola	6	11	8	18	46

Fuente: Autor

Otros modelos son presentados en el anexo D, junto con los lineamientos de Implantación, pero se recomienda la lectura presentada a continuación antes de su estudio.

Figura 10 Comportamiento del Componente Demográfico de Bovinos



Fuente: Autor

#### 4.1.1. Perspectivas de Modelado

El análisis del estado de arte que se llevo a cabo muestra la variedad de enfoque que se dan en el desarrollo de los modelos sin tener una estructura clara que facilite la construcción, principalmente del diagrama de flujo – nivel, se aprecia la existencia de los cuatro sectores importantes pero no una representación estándar, esta cambia o es profundizada según los propósitos del modelo. En resumen se puede sugerir las siguientes perspectivas de modelado:

1. Cobertura general sin profundizar en detalles como Gómez 2002 y Ruiz 2008.
2. Estado fisiológico de los animales, simulados con ecuaciones como las empleadas por el National Research Council y a los cuales hace mención YÁÑEZ, 2006.
3. Caracterización del rebaño desde el punto de vista del potencial productivo similar al empleado en el enfoque del modelo de la Universidad de Texas A&M. (SANDERS 1979a y SANDERS 1979b)

#### **4.1.2. Características de los modelos para ganadería**

La cobertura y complejidad creciente que se da en el modelado con dinámica de sistemas permite partir de modelos pequeños hasta alcanzar los objetivos propuestos, además, toda explicación científica debe ser simple, pues vuelve lo complejo de explicar en simple de hacerlo, esta contradicción de hacer simple lo complejo debe estar limitado por el propósito del modelo y las personas para las cuales va dirigido, por ello a medida que se avanza esta complejidad es necesario agregar características específicas que no comparten los otros sistemas, estas pueden ser analizadas en el anexo B. Siempre es necesario fijar las restricciones y limitaciones. Como lineamientos se debe tener presente la importancia en los nombres de las variables y que no todas las variables se deben cargar en la base de datos.

- a. **Propósito:** Hace alusión a las necesidades del modelo en donde se debe tener claro:
  - La audiencia a la cual se dirige el modelo
  - El propósito o la acción concreta o comportamiento específico que se desea analizar con éste
  - La funcionalidad del modelo para clarificar comportamientos, buscar políticas que los mejoren o proveer ideas sencillas sobre el fenómeno

b. **Límites:** Dada la complejidad de los fenómenos es importante determinar las características a simular en el modelo contando con las siguientes principios:

- Simular las variables necesarias para tener en cuenta el propósito para el cual se construye el modelo.
- Son todos los componentes en la lista los necesarios para producir el comportamiento buscado? ¿Se han excluido elementos importantes? ¿Existen elementos innecesarios?.
- ¿Permiten los nombres de los componentes inferir el estado del sistema dada una variación en estos?

c. **Modos de Referencia:** Conocer las representaciones gráficas del fenómeno. Pueden provenir de la observación de la realidad o de nuestra imaginación. Una pregunta que ayuda a definir los límites del modelo es el alcance, en tiempo, del comportamiento representado por las gráficas que sirven de modos de referencia. El alcance, en tiempo, me informa sobre la importancia que tiene para el estudio del comportamiento representado por la gráfica. Es importante conocer el intervalo de tiempo en el que se genera y en el cual se desea representar ya que fuera de este intervalo, el comportamiento que se presente no es de interés.

d. **Evaluación de la estructura:** En cuanto a la estructura se debe tener en cuenta:

- La definición de los componentes que van a generar el comportamiento de acuerdo al propósito del modelo, se sugiere organizarlos en exógenos y endógenos
- Todos los elementos del modelo, incluyendo los parámetros, deben tener una correspondencia con la realidad
- El modelo debe seguir las leyes físicas básicas tales como las leyes de conservación

- La definición de cada una de las variables debe tener consistencia dimensional sin la necesidad de utilizar parámetros de ajuste que no tienen correspondencia en la realidad
- Los parámetros deben tener un rango de valores dentro de los cuales tienen un significado en el fenómeno a modelar

e. **Evaluación del comportamiento:** En cuanto al comportamiento se debe tener en cuenta:

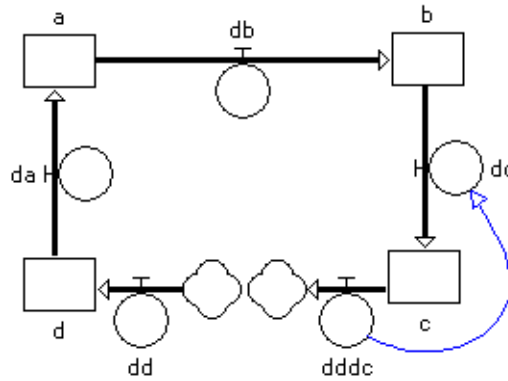
- Que se genere un comportamiento que está dentro del propósito del modelo, cuando éste se somete a condiciones extremas
- Que si se reduce el paso de integración, el comportamiento del sistema cambia considerablemente.
- Si en dado caso se presentan comportamientos sorpresa o anómalos, se sabe con precisión cuál es la causa de ellos

Ahora es necesario precisar las características principales del fenómeno objeto de esta investigación las cuales se presentan como comunes o específicas, se plantea una posible forma como podría ser afrontada.

#### **4.1.3. Variables demográficas**

Las variables demográficas representan los componentes etarios de los sistemas productivos o las clasificaciones que se dan a los animales. Los sistemas representables en términos de dinámicas poblacionales se puede afrontar como bucles de orden superior según los componentes demográficos en que se divide su población y en donde siempre sin importar el grado hay estructura de realimentación debido a la reproducción. En la figura Orden de los sistemas se observa cuatro niveles a, b, c, d, en el cual a puede representar las crías, d las hembras preñadas y b y c las etapas previas de las hembras.

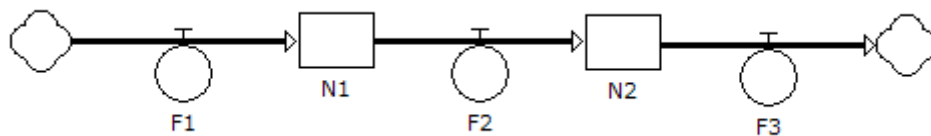
**Figura 11. Orden de los Sistemas**



Fuente: Autor

La relación que se da entre los flujos dddc y dc, hace referencia a la etapa a la que vuelven las hembras después de parir. Se debe tener en cuenta en tal estructura que no todos los partos son de hembras por lo tanto algunos elementos de a deben ingresar al ciclo de machos.

**Figura 12 Ciclo de un Sistema de Producción Ganadero**



Fuente: Autor

Esta situación puede ser afrontada de diferentes maneras cada una con sus restricciones, y se deben elegir según la situación que se genere, a continuación se describe cada una de ellas:

#### **4.1.4. Acciones sobre los grupos etarios**

Al ser sistemas poblacionales, en cada uno de los grupos etarios se presentan las siguientes acciones:

✚ **Muertes:** Representa los animales que mueren durante el proceso productivo, para efectos de ser representado en el modelo se representara con un flujo de salida (del nivel que tiene el componente etario) y se multiplicara una tasa de mortalidad por la cantidad de animales en el nivel.

✚ **Descartes o Ventas:** El modelo contempla un limitante que se debe tener en cuenta con respecto a los descartes ya que esto se dan por proporciones para cada componente etario, es decir el modelo estima proporcionalmente todos los grupos etareos sin importar cuantos hay en cada uno y por ende pueden no ser suficiente los animales descartados, el tema se aprecia mas claro con un ejemplo: suponga que hay dos componentes: Terneros y Levantes, el calculo desarrollado establecer un descarte de diez animales de cada uno, pero cuando se da el proceso habían veinte ternero y cuatro levantes por ende quedan pendientes de descartar cinco, en el siguiente paso de simulación tres y así sucesivamente para cada paso.

✚ **Nacimientos o Compras:** Acción por la cual se agregan animales a cada uno de los componentes etarios: En los mas pequeños debido a los partos de las hembras preñadas, según las condiciones biofísicas el sistema puede requerir a compra de animales que mejoren el aprovechamiento de los recursos.

✚ **Entradas por cumplimiento en los tiempos de permanencia:** Son los animales corresponde a los animales que llegan de otros grupos etarios debido al cumplimiento que se da en el grupo etario que lo precede, por ejemplo los adultos que llegan de los animales en crecimiento debido al cumplimiento de esa etapa, para una mayor comprensión puede revisar las salidas por cumplimiento en los tiempos de permanencia, que se expresa a continuación.

✚ **Salidas por cumplimiento en los tiempos de permanencia:** La permanencia de los animales en este nivel depende del tiempo para el cual se estimó tal etapa, esto se puede resolver de varias maneras (En los Modelado con Dinámica de Sistemas se debe representar como se muestra en la figura 12).

N: Animales presentes en el sistema para cualquiera de las etapas en que se deba desagregar

F4: Paso de Animales a otra Etapa

F5: Descartes o ventas

F6: Ingreso de Animales ya sea por Compras, paso de otra etapa o población inicial

F7: Muertes

La complejidad de modelación se incrementa debido al ciclo de realimentación que se presentan como por ejemplo:

✚ Bovino: Terneras – Levantes – Vacas Nuevo Vientre, Preñadas – En días de descanso.

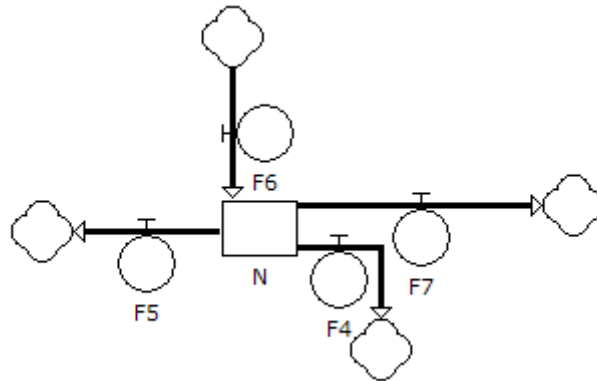
✚ Porcino: Lechones lactantes - Cerdos en levante - Cerdos de engorde - Hembras de reemplazo - En gestación – En lactancia, Nodrizas.

✚ Caprino: Lactantes – Infantes – Adultos

✚ Cunícola: Gazapos – Adultos

Un diagrama de Influencias general se representa en la Figura 17, para el caso más pequeño en componentes, el Cunícola.

Figura 13. Acciones a la población de los sistemas de Producción Bovina



Fuente: Autor

Es importante mencionar algunas características que se deben tener en cuenta para cada una de estos niveles como son:

- ✚ La cantidad de partos de las hembras los cuales son limitados en todos
- ✚ La cantidad de meses, semanas o días (Según la unidad de tiempo establecida en el modelo) de Gestación
- ✚ La cantidad de meses, semanas o días en cada uno de los grupos etarios

Las acciones que se presentan sobre cada uno de los grupos etarios y la simulación de estas características es recomendado hacerlo en el lenguaje de flujo nivel con las siguientes alternativas:

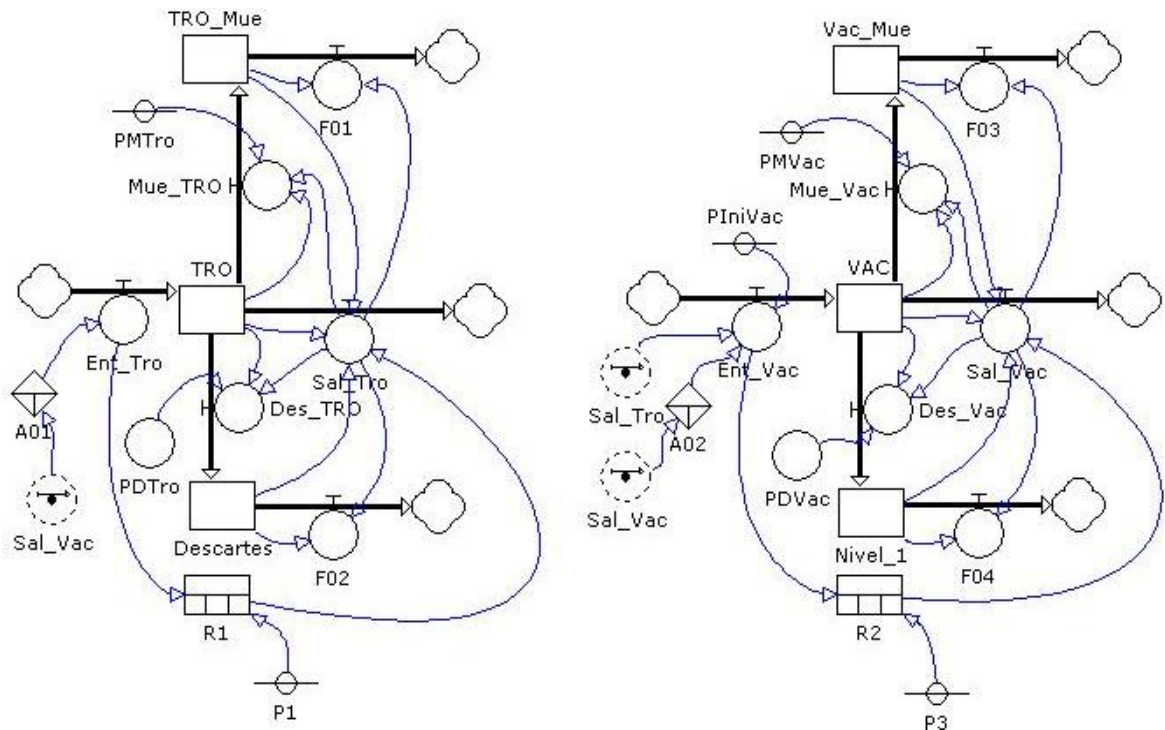
#### ✚ **Comportamiento demográfico por Niveles temporales**

Para otro modelo se contempla la posibilidad de representar esta circunstancia con niveles y flujo temporales para acumular las salidas que se generan durante el tiempo que el material debería permanecer en ese estado, por ejemplo, un Ternero requiere de nueve meses para convertirse en levante, por lo tanto tiene sentido que sea almacenado en un nivel durante dicho tiempo y controlar su permanencia allí con un retardo, sin embargo mientras permanece se puede presentar muertes, por lo tanto cuando el retardo indique la salida no habrán los mismos terneros que ingresaron.

En la figura 10, se observa el comportamiento de las variables demográficas para los bovinos en ella se aprecia como por ejemplos las vacas vacías se convirtieron en vacas preñadas (VP), después de 36 semanas se convierten en vacas en días de Descanso (VDD), después en vacas vacías lactantes (VVL) y después en vacas preñadas lactantes (VPL), al momento de los partos observe que aumenta el nivel de terneros en la posición dos, el cual corresponde a las hembras.

Debido a esto se propone la estructura que se muestra en la siguiente figura, el nivel TRO\_Mue contendrá los terneros que mueren mientras se activa el retardo, para que cuando esto ocurra la salida sea calculada a partir de lo que entro y lo que se acumulo mientras se hace efectiva la salida. La formula adquiere complejidad cuando se presenta otra salida, como es el caso de los retardos, Ver figura 13.

Figura 14 Componente etario con Niveles Temporales

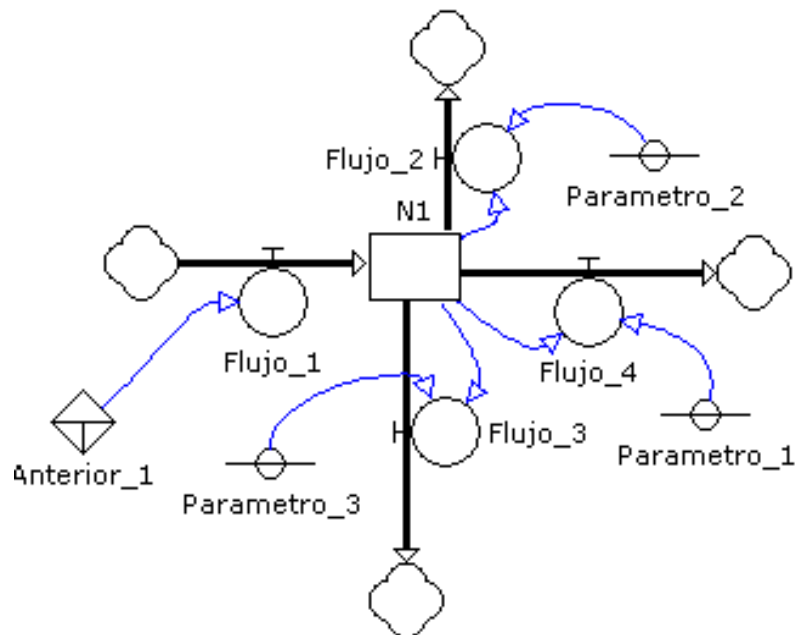


Fuente: Autor

### ✚ Salidas alrededor del tiempo promedio

Otra forma es contemplando la salida de material con respecto al tiempo promedio de permanencia del material en el nivel, lo cual trae consigo el inconveniente del flujo permanente de material y por ende el conflicto de representar el manejo cíclico que se da en algunas fincas.

Figura 15 Componente etario con salidas alrededor del tiempo promedio



Fuente: Autor

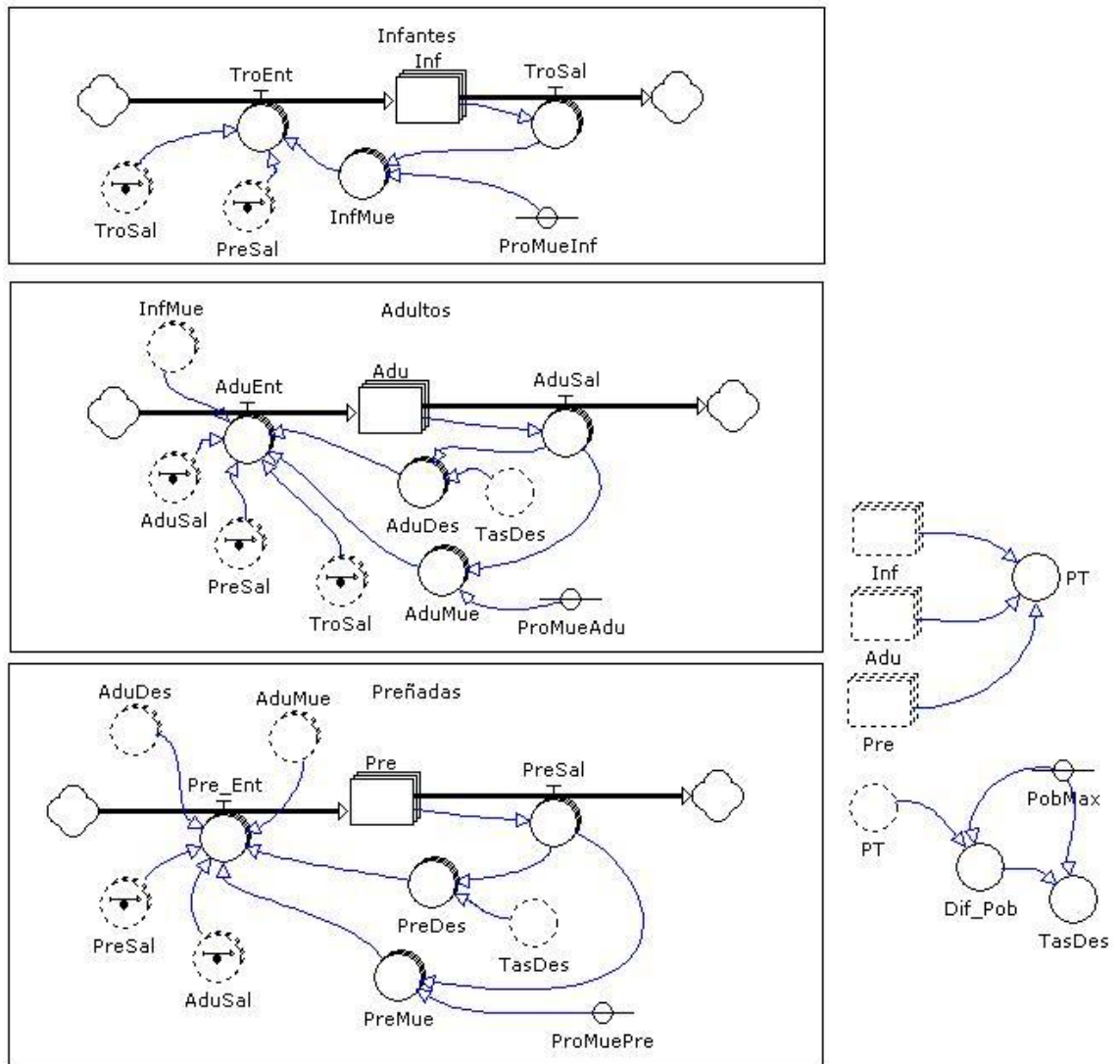
### ✚ Simulación del proceso como una banda de Producción

Dada la necesidad de manejar por etapas el comportamiento de los grupos etarios, la caracterización (parámetros) diferente que puede tomar cada uno de ellos, los tiempos de permanencia de los animales en cada una de las clasificaciones y las posibles acciones que puede ocurrir a cada uno de ellos (especialmente Muertes y Descartes) se da una similitud entre el proceso modelado y el proceso productivo a través de una banda transportadora

(simulado con retardos), en la cual y durante el tiempo que tarda en ir de inicio a fin se presentan salidas de material con el inconveniente de que el elemento retardo de evolución no es capaz de simular.

Por ello se propone simular la banda transportadora haciendo uso de los vectores, tal y como se indica en la figura 15, en ella se aprecia en el primer sector los Infantes, los cuales fueron divididos en tres posiciones de vector, la primera posición se convierte en un paso de simulación (trimestre) en la segunda, la segunda en la tercera y la tercera en la primera posición de los adultos. Además las muertes y descartes también deben serlo.

Figura 16 Componente etario como una banda de Producción



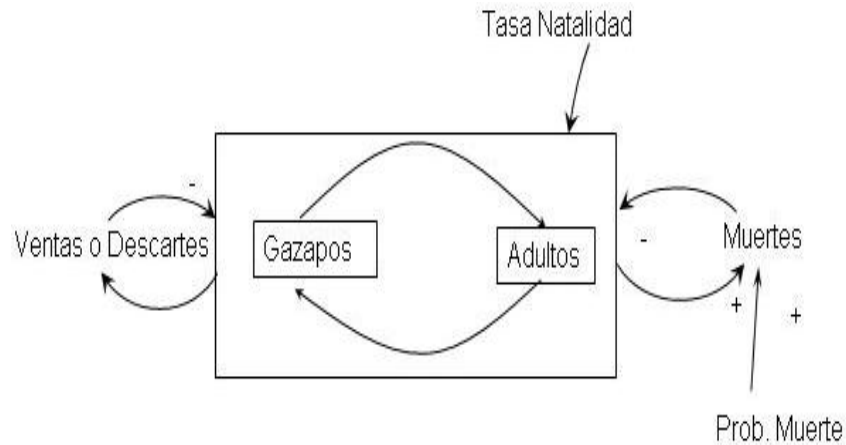
Fuente: Autor

### 🚦 Simulación demográfica por Retardos

Controlar las salidas por cumplimiento del tiempo de permanencia a partir de un retardo en el flujo de entrada. Esto arroja como inconveniente que la salida se realizará por la cantidad que ingreso y se deben tener en cuenta las muertes y descartes, haciendo compleja la definición de la salida, además con la cantidad de niveles presentes se debe hacer uso de los clones, la figura 5 muestra el paso que se da en la ganadería bovina de levantes a novillos, el flujo  $LevFF$  se conecta con el flujo  $NovFE$ , en los flujo de cada nivel se presentan tres

retardos, el primero almacena la información de entrada, el segundo las muertes y el tercero, los descartes, todos necesarios para calcular el flujo de salida.

Figura 17. Diagrama de Influencias de Un Componente etario Cunícola

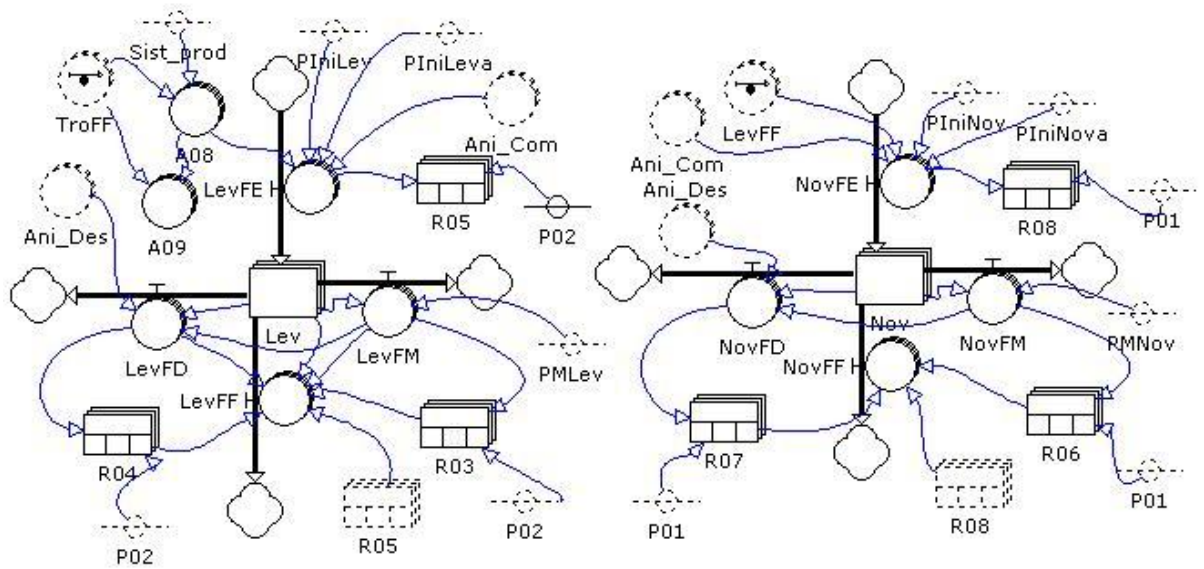


Fuente: Autor

Un resumen del modelo desarrollado se puede observar en la figura 18, el retardo con nombre R1, el cual se relaciona con las salidas, si no hubiesen muertes ni descartes o ventas, todo los animales que ingresaron a la etapa saldrían del nivel después del tiempo que establece el retardo. Pero durante cada paso de simulación existe una probabilidad de muerte que quitara elementos del nivel y ventas o descartes que sucederán según otras variables. Debido a esto es imposible retirar del nivel todos los animales que ingresaron, por ello la formula es así:

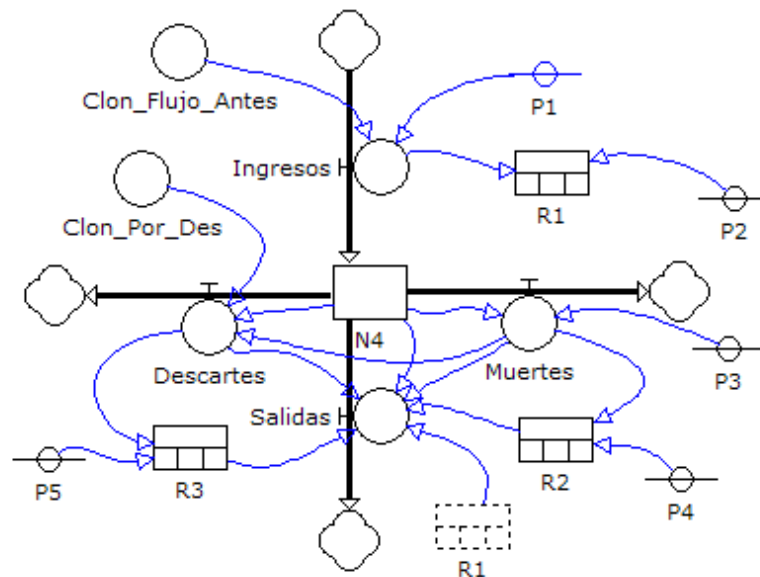
$$\text{IF}((\text{IF}(\text{R1}-\text{R2}-\text{R3}>0,\text{R1}-\text{R2}-\text{R3},0))>(\text{IF}(\text{N4}-\text{Muertes}-\text{Descartes}>=\text{R1}-\text{R2}-\text{R3},\text{R1}-\text{R2}-\text{R3},\text{N4}-\text{Muertes}-\text{Descartes})),\text{IF}(\text{N4}-\text{Muertes}-\text{Descartes}>=\text{IF}(\text{R1}-\text{R2}-\text{R3}>0,\text{Retardo}_24-\text{R2}-\text{R3},0),\text{IF}(\text{Retardo}_24-\text{R2}-\text{R3}>0,\text{R1}-\text{R2}-\text{R3},0),\text{N4}-\text{Muertes}-\text{Descartes}),\text{IF}(\text{R1}-\text{R2}-\text{R3}>0,\text{R1}-\text{R2}-\text{R3},0)).$$

Figura 18. Componente etario con retardos



Fuente: Autor

**Figura 19. Lenguaje Flujo – Nivel Básico para un componente demográfico**



Fuente: Autor

#### 4.1.5. Componente Biofísico

La parte biofísica incluye los aspectos que determinan la capacidad productiva de la finca como pastos, distribución y tamaño de potreros, junto con el componente productivo y financiero se observa en la figura 15. Las variables biofísicas se presentan de manera simultánea debido a la dependencia que se da en cada una de ellas.

**a. Condiciones Ambientales**

Las condiciones ambientales afectan prácticamente todas las variables productivas, pero para facilidad en el modelado se recomienda representar la variación de las lluvias o de las sequías mediante el manejo de escenarios, considerando valores para cada uno de los parámetros según estas condiciones.

**b. Razas**

Los parámetros productivos de peso, leche, lana depende siempre de la raza por ello es recomendable que en el modelo solo sea considerando una raza por simulación y permitir la creación de varios escenarios, uno por cada raza.

Si se desea tener varias razas en la misma simulación se recomienda hacer uso de vectores, en cada posición una raza (sin embargo en algunos grupos etarios los vectores ya indican por ejemplo meses de vida, meses de gestación, número de partos, entre otros, lo cual dificulta saber que indica cada una de las posiciones, ver numeral 4.1.3) o promediar los parámetros que las determinan.

**c. Tipos de Alimento (Pasto, Leguminosa, Suplementos, Otros)**

Los tipos de alimento permiten generar la cantidad de materia seca que se produce para el sistema productivo y por ende la capacidad de carga del mismo pues establece la cantidad de animales que podrían adquirir la ración ideal de alimento y por ende la necesidad de comprar o ende animales para obtener un mejor aprovechamiento de los recursos. Esta materia seca consumida por los animales permite establecer el peso que adquieren o que mantienen.

Esa cantidad de alimento es transformada a energía el cual permite una posibilidad más de establecer el incremento en el peso de los animales, también, se puede, para evitar la venta de animales, comprar suplementos pero se debe colocar una cantidad máxima de compras del mismo, y en que circunstancias se puede recurrir al mismo (esta última es más difícil de modelar)

**d. Relación Alimento y variables productivas como leche y Carne**

Es necesario disponer de la relación existente entre el consumo de calidad y cantidad de alimento con la producción de carne y leche del animal ya que existen diferentes niveles de intensificación en los sistemas pastoriles, cuya productividad (litros leche / ha) depende del nivel de la carga animal (número de cabezas por hectárea). Así, se encuentra una gama, desde sistemas pastoriles puros, de alta carga (+ 2.5 cabezas/ha) hasta sistemas de baja carga con suplementación, como los que es habitual encontrar hoy en día en los países latinoamericanos, entidades gubernamentales o universitarias como CORPOICA o el INSED respectivamente pueden facilitar esta información.

**4.1.6. Componente Productivo**

En el componente productivo están presentes los factores a los cuales debe prestar mayor atención el administrador de las finca, ya que allí se encuentran las tasas de producción de leche, carne, lana y pasto. En estos modelos fueron asumidos como parámetros pero permiten la creación de los diferentes escenarios. En el modelo del sistema productivo porcino se observa los niveles que permiten conocer el peso que va adquiriendo los animales con el paso del tiempo, esta situación fue representada. No se puede considerar la presencia de este componente sin el componente Biofísico debido a que este es alterado por las variables consideradas allí, y se debe disponer de buenas fuentes de datos para alimentar los parámetros que permitirán modelar esta situación.

#### **4.1.7. Componente financiero**

Todo administrador presta su atención inicialmente en el componente financiero, “la punta del iceberg” en esta parte de los modelos se desarrolla la estructura comprendida por las variables que permiten calcular los ingresos y los egresos.

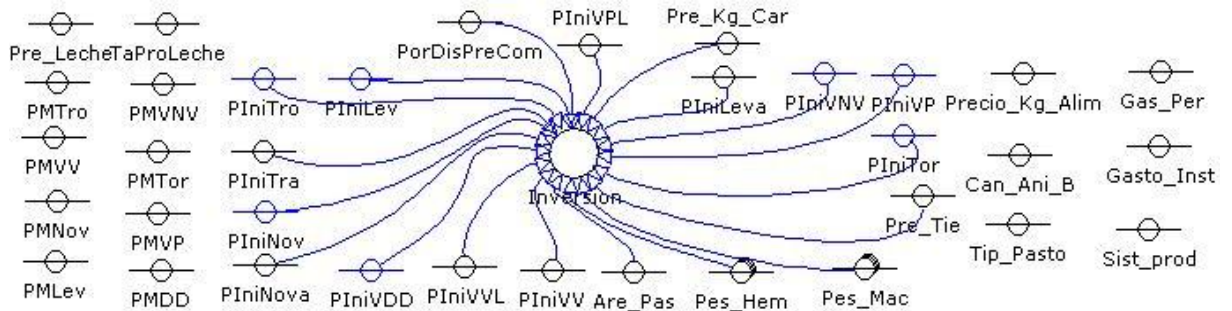
El modelado de los componentes biofísico, productivo y financiero se hace mas sencillo pues las similitudes son mas notorias por ello se presenta en la figura 19. El resumen de tales variables como son la capacidad de carga, la energía calculada a partir del alimento (en los cerdos por ejemplo todo se calculo a partir del suplemento), las Razas, las tasas de producción, los precios de compra y venta de cada componente demográfico y del suplemento, mano de obra, sanidad, mantenimiento, entre otros.

Los modelos desarrollados en la herramienta EVOLUCION pueden apoyar la obtención de las variables financieras como es el valor presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) mediante la generación de los valores económicos para los periodos deseados, en el tiempo requerido (El diagrama de Flujo- Nivel desarrollado como ejemplo para el sistema de producción bovina es representado en la figura 20a) y la inversión necesaria para obtener un sistema de producción (El diagrama de Flujo- Nivel desarrollado como ejemplo para el sistema de producción bovina es representado en la figura 20b).

Con la realización de esto en los modelos, se obtiene las utilidades generadas por el sistema, un ejemplo es mostrado en la figura 20c. El comportamiento fue generado para el escenario defecto: Pocos Gastos de Personal y altos valores en los precios de venta de los animales y de leche, altas tasas de producción de leche y bajos costos de insumos e instalaciones.

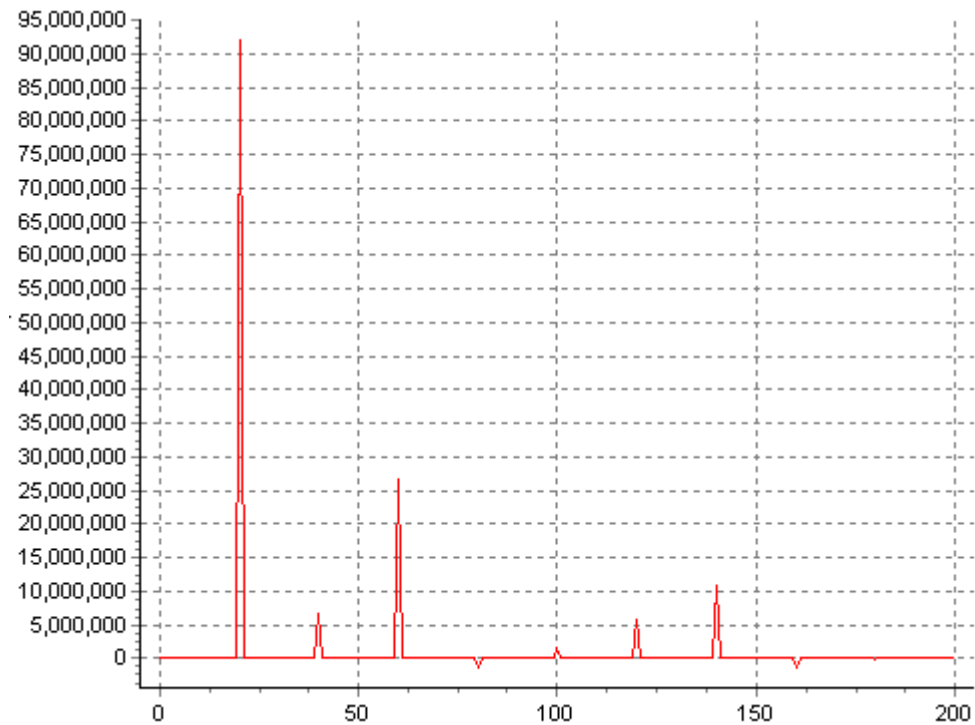


Figura 22b. Análisis Financiero – Calculo de la Inversión



Fuente: Autor

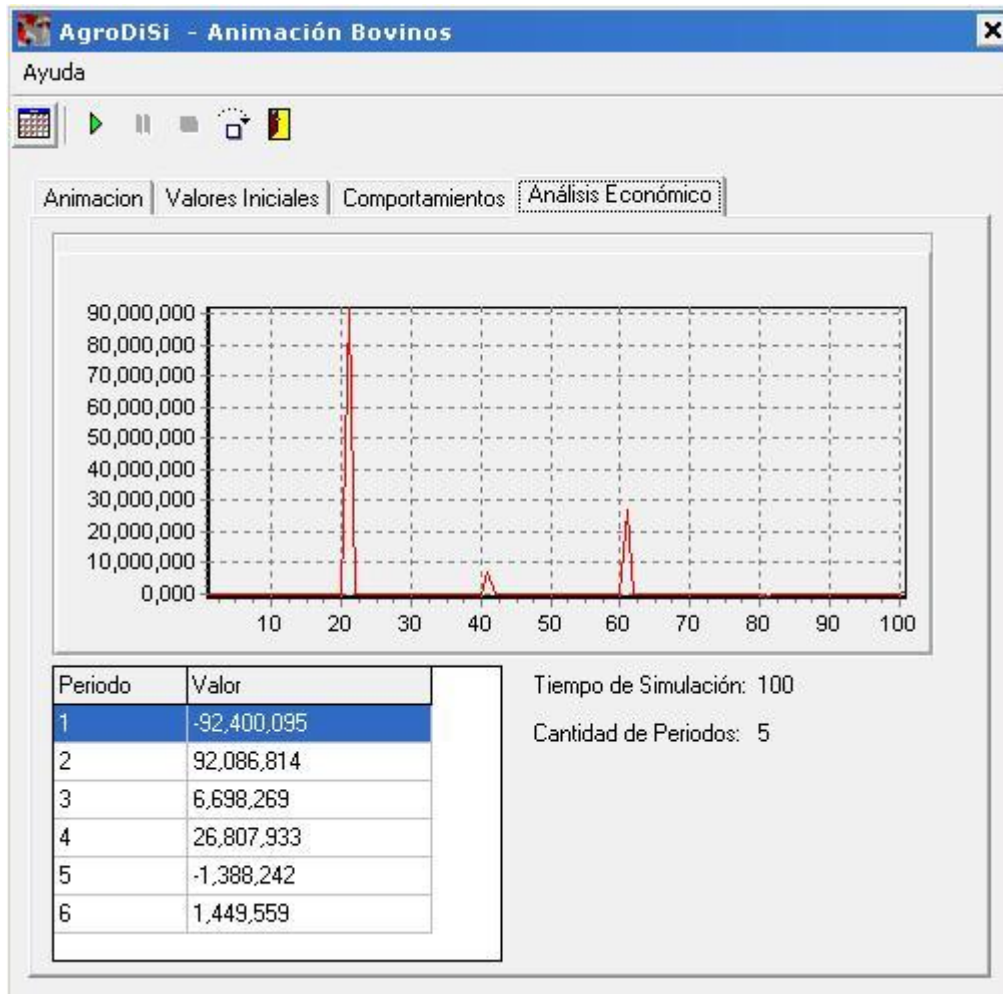
Figura 23c. Análisis Financiero - Utilidades periódicas Generadas



Fuente: Autor

Como ejemplo complementario se desarrolló en la animación para el modelo de Bovinos una tabla que muestra los valores a tener en cuenta para el análisis y la posibilidad de exportarlo a EXCEL y que sea allí donde se generen solo los valores a considerar, como se indica en la figura 20d.

Figura 24d. Análisis Financiero – Apoyado en la Interfaz



Fuente: Autor

La tabla que se observa en la parte inferior es llevada a Excel en donde se aplican las formular para generar los valores expresados:

1. Valor Presente Neto ( $=VNA(C12;C4:C9)$ ), el cual devuelve el valor presente neto a partir de una tasa de descuentos y las utilidades positivas o negativas de los movimientos.
2. Tasa interna de Retorno ( $=TIR(C4:C9;0.1)$ ), la cual devuelve la tasa interna de retorno de una inversión para una serie de valores en Efectivo

En Excel se obtiene una tabla, previo a los ajustes de presentación realizados por el usuario, similar al que se presenta en la figura 20e.

Figura 25e. Análisis Financiero. Variables generadas con el apoyo de EXCEL.

<b>Valores Estimados por el Animador</b>	
Periodo	Valor
1	-\$ 92,400,095
2	\$ 92,086,814
3	\$ 6,698,269
4	\$ 26,807,933
5	-\$ 1,388,242
6	\$ 1,449,559

<b>Valor presente Neto</b>	
Tasa de Interes	0.02
Valor presente Neto	\$ 29,030,750.47

<b>Tasa Interna de Retorno</b>	
Porcentaje Estimado	0.10
TIR de Retorno Calculada	0.24

Fuente: Autor

#### 4.1.8. Validación de los Modelos

El modelo elaborado, y validado, constituye un laboratorio de aprendizaje a partir del cual se podrá simular la evolución del sistema para otras políticas alternativas a las actualmente aplicadas, observando su impacto en el sistema.

Los modelos desarrollados deben ser sometidos a una serie de pruebas de validación -entre los que cabe destacar la de condiciones extremas y el análisis de sensibilidad y de significación estadística- con la finalidad de garantizar su fiabilidad, lo que permitirá constatar la consistencia de su estructura, así como su utilidad a la hora de proponer mejoras en el sistema real objeto de análisis.

Mediante pruebas de condiciones extremas se debe verificar si el comportamiento del modelo, en determinadas circunstancias, se ajusta a la realidad. Es decir, se trata de observar si, en ciertas condiciones que se imponen al modelo, su estructura genera una respuesta de comportamiento adecuado, se debe considerar aspectos tales como:

- ✚ Variables para las cuales el modelo no podrá asumir valores negativos
- ✚ Realizar análisis de sensibilidad, ya que este permite identificar las variables en las que modificaciones de sus valores originan una fuerte sensibilidad del comportamiento del modelo ante esta variación, esto permite identificar los principales puntos de influencia, o variables sobre las cuales es posible actuar para mejorar la evolución del sistema. Igualmente, el análisis de sensibilidad efectuado permite verificar que las relaciones reflejadas en el modelo recogen fielmente las interconexiones existentes en el sistema real.

También se recomienda la realización de una validación estadística del modelo. La prueba de comportamiento estadístico es uno de los que más confianza ofrece sobre la fiabilidad del modelo, además de ser la prueba de más sencilla interpretación para los lectores no

familiarizados con la metodología. Mediante esta prueba se puede contrastar en qué medida el modelo reproduce el comportamiento observado en la realidad. De ahí la importancia de disponer de datos históricos de al menos una de las variables incluidas en el modelo, para comprobar posteriormente la identidad de los datos simulados con los datos reales y determinar si el modelo reproduce el patrón de comportamiento observado.

#### **4.2. LM según el propósito**

La complejidad de los fenómenos analizados conlleva a que los modelos a desarrollar tomen un rumbo según el propósito, rumbo que determina la complejidad, sin embargo, por el análisis realizado estos pueden partir de una estructura genérica (Takahashi, 1997) como las expresadas en el capítulo 4.1. Un resumen de los propósitos con los cuales se realizan los modelos es presentado en la tabla 3 (La tabla es resultado de un resumen realizado al estado del arte y presenta el título resumido del trabajo, el número en el listado, el autor, el año, la institución en la que fue llevado a cabo, la metodología usada en su desarrollo, el propósito que busca y algunos aspectos generales) y posterior a ella, en la tabla 4, se listan los lineamientos del cómo se propone que deben ser desarrollados los modelos a partir del objetivo que persigue. En la primera columna se listan los propósitos del modelo según:

- ✚ La necesidad
- ✚ del modelo para el perfil de quien interactuara con el modelo: Expertos en el campo, aprendices de la educación básica, aprendices de D.S.
- ✚ Ambiente para el cual es desarrollado el modelo: Investigativo o Académico
- ✚ Propósito de interés según los sectores que componen el fenómeno:
  - ✚ General: Sobre el tipo de administración, de producción o integrantes de la organización
  - ✚ Sobre el sector en sí: Demográfico, Biofísico, Productivo o Financiero.

En la segunda columna se dan los lineamientos de cómo considera el autor deben ser afrontado el desarrollo del modelo.

**Tabla 3 Propósitos del Estado del Arte**

Titulo Resumido	Nro.	Autor	Año	Institución	Metodología	Propósito	Aspectos Generales
SIPROB 1.0	1	Barragán y Gómez	2002	UIS - CORPOICA	D.S.	Investigativo	Manejo de los cuatro componentes, manejo de la energía en kilojulios, Complejidad en el manejo de Variables
SIPROB 2.0	2	Ruíz y Silva	2008	UIS	D.S.	Académico	Manejo de los cuatro componentes, manejo de la energía en kilojulios, Complejidad en el manejo de Variables
Fiebre Aftosa	3	González y Lizarazo	1999	UIS	D.S.	Académico	Consecuencias de sanidad para la toma de Decisiones, con fines académicos en la comprensión de la dinámica de la enfermedad
Evaluación del consumo de carne bovina	4	Zartha	2007	UPB Antioquia	D.S. y Otro	Toma de Decisiones Gremiales	Identifica y caracteriza las variables que afectan el consumo y los componentes e interacciones que afectan la decisión
							Matriz de impacto cruzado y Dinámica de sistemas
							El manejo y adecuación de praderas
							La producción primaria y cultural y las políticas sectoriales de la demanda.
							Variables con respecto a la transformación, comercialización y características
Sistema experto Mas leche 10	5	CORPOICA	2006	CORPOICA	Deterministico	Investigativo	Establecer mecanismos para el control de la enfermedad y Realizar un diagnóstico de la calidad microbiológica y de la composición de la leche
Validación y uso del programa MONTY	6	CORPOICA	2004	CORPOICA	Deterministico	Toma de decisiones generales en la finca	El monitoreo computarizado del hato ganadero, ello permite conocer el estado técnico- financiero de la empresa.
							Determina los niveles de productividad, estima los márgenes brutos y netos de cada actividad
							Posibilitar el análisis de conglomerados de fincas ganaderas

Continúa...

...Viene

Titulo Resumido	Nro.	Autor	Año	Institución	Metodología	Propósito	Aspectos Generales
Modelo para mejoramiento de empresas ganaderas	7	CORPOICA	2003	CORPOICA	Determinístico	Toma de decisiones generales en la finca	Registros mediante procesos sistematizados
							Conocimiento de costos
							Mejoramiento de praderas, y descripción para conocimiento sobre suelos
Software para Manejo experto de Praderas	9	CORPOICA	2002	CORPOICA	Inv. Operaciones - Optimización	Administración, Toma de Decisiones	Presenta parámetros de calidad nutritiva, praderas, animales y tres sistemas de pastoreo
Información tecnológica desde modelos Agropecuarios	8	CORPOICA	2003	CORPOICA	Determinístico	Toma de decisiones generales en la finca	Modelo de optimización bio-económico para el análisis técnico económico de sistemas bovinos
							Evaluaron las dos especies de pastos dominantes en la región: gramas nativas y Brachiaria decumbens
El Modelo bio-económico	10	Yáñez	2006	Universidad del Zulia	Determinístico	Mejoramiento genético	No contemplado, por el manejo de relaciones biológicas complejas que no aplican para este proyecto
Modelo de análisis económico y ambiental	11	Díaz	2007	Universidad de Caldas	Inv. Operaciones - Optimización	Toma de Decisiones	Considera 20 actividades que se caracterizan por 20 restricciones y análisis de varios aspectos
					Hoja electrónica		Integrar criterios de competitividad, sostenibilidad y equidad
Modelo de Simulación Económica	12	Sagarraga	1999	Centro de Política Agrícola y de Alimentos, Universidad de Texas	Determinístico	Análisis Económico	Panorama Económico a nivel de granja en porcicultura, Viabilidad financiera con proyecciones de precios
Modelos de producción de carne bovina y bubalina	14	Maldonado	2000	Universidad nacional del nordeste, Argentina	Programa de Análisis Económico, Financiero y Patrimonial Agropecuario – CALSIS 2.3	Análisis Económico	Identificación y caracterización de los modelos productivos para determinar índices productivos

Continúa...

... Viene

Titulo Resumido	Nro.	Autor	Año	Institución	Metodología	Propósito	Aspectos Generales
Modelo de simulación para sistemas bovinos doble propósito	15	Cortés, Aguilar y Vera	2004	Universidad Católica de Chile	Determinístico, Visual Basic 5.0	Toma de Decisiones productivas	Praderas, Animales y Económico, permitiendo seleccionar alternativas del manejo del rebaño.
Modelo de simulación de engorda de bovinos a pastoreo	16	Castellano	2006	Universidad de Chile	Determinístico, Visual Basic 5.0 y Excel	Toma de Decisiones biofísicas	Pasturas, modalidades de manejo, tipos de bovinos, densidades de carga, estrategias de suplementación y precios
Comportamiento ingestivo de herbívoros domésticos	17	Cangiano	2002	G.I. Ecología del Pastoreo en Rumiantes. UNR, University of California	Determinístico, Software ConPast 3.0	Toma de decisiones y Capacitación	Simulación de la interface Planta-Animal (biomasa, altura, densidad y cobertura)
Granjas integrales de agricultura sostenible	18	García, et al	2001	Inst. de Inv. Porcinas. Universidad de la Habana. Cuba	Modelo matemático de optimización, Uso del sistema OPLIN	Capacitación	Tecnologías con integración de Especies, mediante la descripción y optimización del empleo de alimentos para la ganadería
Formulación de Raciones para Cerdos por Mínimo Costo	19	Gutiérrez y otros	2002	Universidad Nacional de la Pampa. Argentina	Excel y Programa lineal Simplex	Administrativo (En cerdos) y Capacitación en ciencias veterinarias	Formulación de raciones a mínimo costo, programación de treinta y un insumos básicos para formular las distintas raciones
Cadena de Suministro de Carne	23	Mendez, et. al.	2002	Universidad de Oviedo. Argentina.	D.S.	Toma de Decisiones Gremiales o Sectorial (Económicos)	Cadenas de Carne productivas en Argentina
Eco-análisis en un sistema de producción intensivo	22	Márquez	2004	Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela	Análisis en Excel en base a informes técnicos y anuales de varias fincas	Investigación para la Toma de Decisiones Gremiales o Sectorial (Económicos)	Análisis de sensibilidad para los indicadores de desempeño en las razas
Diseño de política industrial basada en la oferta y la demanda	24	Cakravastia	1998	Department of Industrial Engineering. Indonesia	D.S.	Diseño de política industrial para mantener el crecimiento de producción	Modelo conformado por los sectores de producción, capital, trabajo, materia prima, gobierno, y el internacional comercial que es clasificado en lados de oferta y demanda

Continúa...

...Viene

Titulo Resumido	Nro.	Autor	Año	Institución	Metodología	Propósito	Aspectos Generales
La Dinámica de Sistemas para la coordinación Agrícola	25	Cloutier	1998	University of Illinois	D.S.	Mejorar la coordinación de dependencias y apoyar el desarrollo de la visión compartida de otras cadenas de valor	Investigación para examinar el papel y la oportunidad de transmisión de la información a través de una cadena de valor, muestran los resultados de una estrategia poco robusta, refleja la confianza exclusiva sobre el precio, mejora de las decisiones ante información más temprana.
Planificación de Infraestructura en una Economía Agrícola	26	Honggang	1998	Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand	D.S.	Toma de Decisiones Gremiales o Sectorial (Económicos)	Investigación para comprender la provisión que se debe dar para la infraestructura en el sector rural, ya que el principal responsable, el estado, no ha sido muy eficaz
Apalancamiento de la Dinámica de Sistemas	27	García	2002	Austin, Texas. USA	D.S.	Crítica constructiva a la DS con Análisis de arquetipos, mapas de procesos, indicadores de resultados	Generar nuevos instrumentos de DS para mejorar su entendimiento, plantea que el aprendizaje son mecanismos eficaces para crear y transmitir el conocimiento.
Sistema Dinámico de Microbios	28	Wood	2007	Institute of Environmental Science and Research, New Zealand	D.S.	Académico, Toma de Decisiones Gremiales o Sectorial	Mejorar las prácticas de gestión en la carga ambiental de microbios, dada problemática de la contaminación en las aguas superficiales. integro la múltiples perspectivas en modelos conceptuales
Un sistema lineal dinámico para administración de ganado	29	Takahashi , et. Al.	1997	University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.	D.S. como sistema lineal dinámico en el tiempo	Toma de decisiones y Capacitación	Evolución que tiene en el tiempo una manada de ganado, propone usar la metodología en varios esquemas de producción diferentes, con funciones objetivas diferentes
Dinámica de sistemas para la gestión de la Agricultura animal	30	Hong-Bwin	1991	University of Illinois	D.S. y Redes Neuronales	Comparar las dos metodologías	Presenta las metas y políticas de cría animal, las interacciones existentes en los procesos naturales y económicos
Un modelo de Gestión Ambiental en una Bahía Brasileira	31	Leal nieto	2006	Business Media. Inc. Brazil	D.S.	Capacitación	Concientizar sobre la contaminación ambiental, El modelo consideró aspectos de comportamiento y las interacciones claves entre agentes de la cuenca

Fuente: Autor

**Tabla 4 Lineamiento a seguir según el propósito**

Propósito por Necesidad o Perfil	Lineamiento
Para expertos en el campo	
Granjas sostenibles	Debe contemplar los sectores e integrarlos con otros fenómenos
Búsqueda sistema productivo dentro del fenómeno	Permitir los componentes demográficos posibles en los sistemas
Búsqueda del sistema productivo agroindustrial	Permitir la comparación de la relación Costo - Beneficio
Análisis de descansos para obtener los mejores resultados	Hacer énfasis sobre las variables biofísicas y realizar comparaciones sin y con ausencia de Animales
Para la educación Básica	
Interesa la estructura	Realización de modelos Generales mostrando la dinámica básica,
Aprendices de Dinámica de sistemas	
Fenómenos fácilmente imaginables	La presentación del fenómeno en los cinco lenguajes es comprensible
Propósito de los Modelos	Lineamiento
Investigativo	
Administrativos	Rigurosidad y especialización obre cada uno de los sectores, variables y comportamientos. Gran cantidad de Variables
Toma de decisiones generales en la finca	
Toma de Decisiones Gremiales o Sectorial (Económicos)	Según la decisión a tomar, se especializara el sector, debe contenerlos a todos. Por los general lo más relevante es la relación costo - Beneficio o la oferta y la demanda
Diseño de política industrial para mantener el crecimiento de producción	Según la decisión a tomar, se especializara el sector, debe contenerlos a todos. Por los general lo más relevante es la relación costo - Beneficio o la oferta y la demanda
Políticas gubernamentales	Según la política a analizar, se especializará el sector, contiene a todos
Mostrar los efectos mutuos y las interacciones existentes en los procesos naturales y económicos	Comparar las dos metodologías
Académico	
Modelos generales que describan el fenómeno	

Continúa...

...Viene

Propósito en el Fenómeno	Lineamiento
1. Tipo de administración: Tradicional, Intensiva o semintensiva	Aumentar los grupos etarios, cantidades de Suplemento, Aspectos productivos y Financieros, puede involucrar el manejo de variables tales como PH del suelo, tipo de pasto, temperatura, kg de pasto por m <sup>2</sup> , razas, tasas de producción de leche, kilocalorías consumidas, etc.
2. Tipo de Producción	
3. Integrantes de la organización	
<b>Demográfico</b>	
Analizar la dinámica demográfica, sin mortalidad ni limitantes biofísicos ni financieros	Conexión de Niveles por proceso productivo
Periodicidad en los grupos Etarios	Comportamiento demográfico por niveles temporales, por retardos, simulación del proceso como banda de Producción
Cantidades discretas o continuas en el número de animales	Salidas alrededor del tiempo promedio
<b>Biofísico</b>	
Producción de forrajes en la finca para corte o consumo inmediato	Producción de Pasto (Corte, Pastoreo)
Compras de suplemento (con limite o no) (Siempre o solo en ausencia de alimento)	Tener en cuenta la capacidad de Carga vs la cantidad de UGG
Condiciones iniciales en las necesidades de alimento	Conexión de Niveles por proceso productivo, incluir variables productivas y financieras ideales
<b>Productivo</b>	
Razas en un mismo análisis o se permite la realización por Escenarios	Manejar por vectores la reza o realizar escenarios que cambien los parámetros
Tasas de Crecimiento variables según el alimento y la Sanidad	Multiplicadores que afecten las tasas
Tasas de producción variables según el alimento y/o la Administración	Multiplicadores con vectores para transformar cada uno de los pastos según el terreno
<b>Financiero</b>	
Evaluar situaciones del mercado	Contemplar la oferta y la demanda, variación de precios, Análisis en las ventas

Proceso productivo con condiciones optimistas y pesimistas	Conexión de Niveles por proceso productivo, incluir variables Biofísicas y productivas ideales
TIR, VPN	Estimar los flujos netos de cajas durante el proceso de simulación

Fuente: Autor

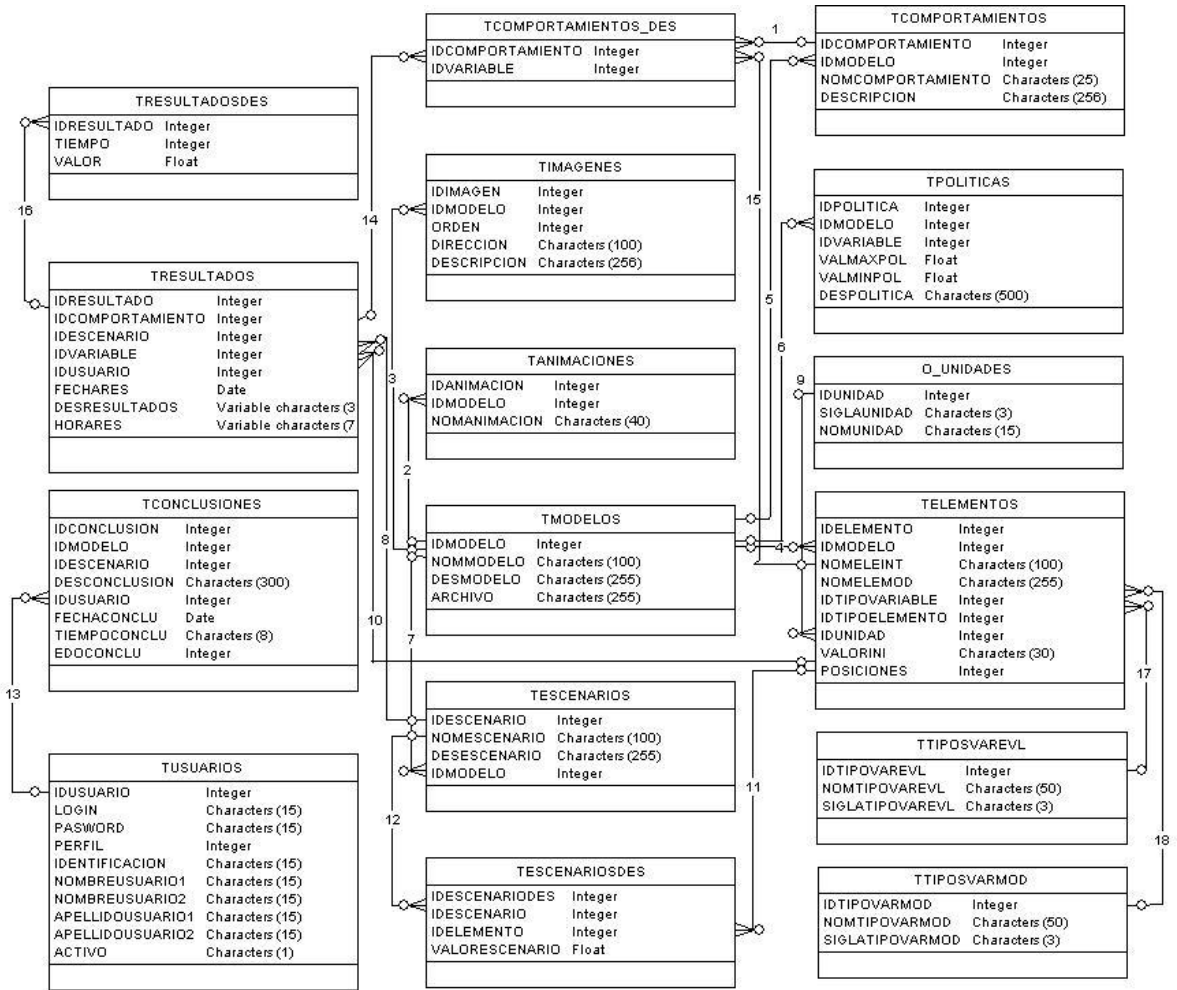
### 4.3. LM para el Modelo de Datos

La base de datos permitía la actualización de los datos y estos sean modificados con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización y adición, además de las operaciones fundamentales de consulta. Para poder cumplir con los procesos de aprendizaje y experimentación se propone la realización de las siguientes actividades (Para facilidad en la interpretación se menciona las tablas que permiten cada una de ellas):

1. O\_UNIDADES: Unidades posibles para cada uno de los elementos en los modelos.
2. TANIMACIONES: Información sobre las aplicaciones que se asignara para cada uno de los modelos agregados después de la entrega del proyecto, para mayor información consulte el manual de usuario o el anexo F.
3. TCOMPORTAMIENTOS: Datos de las trayectorias asignadas para cada uno de los modelos.
4. TCOMPORTAMIENTOS\_DES: Detalle de las variables que compone cada trayectoria.
5. TCONCLUSIONES: Datos de las conclusiones que reporta cada uno de los usuarios con respecto a los resultados en la simulación de cualquier conjunto de variables.
6. TELEMENTOS: Registro de las variables que componen los modelos.
7. TESCENARIOS: Registro del encabezado de los datos de un escenario, como nombre, descripción y modelo.
8. TESCENARIOSDES: Detalle de los id de las variables y los valores para cada uno de los miembros del escenario.
9. TIMAGENES: Descripción, nombre, modelo al que corresponden y orden para cada una de las imágenes que serán indicadas en el informe de los modelos y que se usan para presentar el diagrama de influencias
10. TMODELOS : Nombre, Descripción y archivo para cada uno de los modelos agregados.

11. TPOLITICAS: Datos de las variables que permiten detener al modelo para simular la forma como se afronta un realidad.
12. TRESULTADOS: Encabezado de los resultados de un comportamiento guardado por el usuario contiene las variables, el modelo, el usuario, la fecha, hora y descripción.
13. TRESULTADOSDES: Detalle de cada una de las variables guardadas en resultados, indica el tiempo, la variable y el valor obtenido en la simulación.
14. TTIPOSVAREVL: Almacena los tipos de variables en los modelos de evolución.
15. TTIPOSVARMOD: Almacena los tipos de variable en los modelos.
16. TUSUARIOS: Control de los usuarios que acceden a la herramienta

Figura 26 Modelo de Datos



Fuente: Autor

### 4.3. LM para el ambiente software

La complejidad de los sistemas de producción de ganaderías evidenciada en este documento es suficiente para justificar la necesidad de contar con una herramienta software que permita la interacción con modelos, la investigación propuesta establecerá los lineamientos para el desarrollo de interfaces en modelos agro-industriales y adaptara para ello aspectos que tal vez las metodologías mencionadas empleen, por ello no se detalla cada una de las mencionadas.

La metodología más común para el autor de este documento es la de espiral y será por ello el eje en los lineamientos que propondrá ya que es un modelo de desarrollo iterativo, es decir tan pronto como es completado un esfuerzo de desarrollo, otro comienza. En cada desarrollo ejecutado, puede seguir estos cuatros pasos:

- ✚ Determinar qué se quiere lograr.
- ✚ Determinar las rutas alternativas para lograr estas metas. Por cada una, analizar los riesgos y resultados finales, y seleccionar la mejor.
- ✚ Seguir la alternativa seleccionada en el paso anterior.
- ✚ Establecer qué tienes terminado.

El modelo espiral o Prototipos capturan algunos principios básicos:

- ✚ Decidir qué problema se quiere resolver antes de viajar a resolverlo.
- ✚ Examinar tus múltiples alternativas de acción y elegir una de las más convenientes.
- ✚ Evaluar qué tienes hecho y qué tienes que haber aprendido después.
- ✚ No ser tan ingenuo para pensar que el sistema que estás construyendo será "EL" sistema que el cliente necesita, y
- ✚ Conocer (comprender) los niveles de riesgo, que tendrás que tolerar.

Esta metodología permite hacer entregas de software a pequeña escala funcional que contiene todas las características principales de un sistema final y permite producir un producto funcional escalable. Es decir este modelo se desarrolla en incrementos, de manera que se puede modificar de una forma inmediata en respuesta a la realimentación del cliente y del usuario final. Según SENN<sup>11</sup>, un prototipo es una representación limitada del diseño de un producto que permite a las partes responsables de su creación experimentar su uso y probarlo en situaciones reales.

Entre las características que cumplía cada una de las entregas se tienen:

- El prototipo es una aplicación que funciona.
- Sirve para probar suposiciones de analistas y usuarios.
- El prototipo se puede crear con rapidez.
- El prototipo evoluciona con su uso.
- Bajo costo de desarrollo.

Puede resumirse mediante los pasos que se citan a continuación los cuales fueron establecidas por James Senn<sup>12</sup>:

### **1. Identificación de requerimientos**

Antes de comenzar con el proceso de desarrollo del prototipo, los analistas y usuarios se reúnen para trabajar de manera conjunta, con el objetivo de determinar los requerimientos del software.

Para esta etapa, se realizó una entrevista con la directiva de la fundación CENID, con el fin de dar a conocer los resultados que tuvieron los estudiantes durante las pruebas que se

---

<sup>11</sup>SENN, James A., Análisis y Diseño de Sistemas de Información, México, 1992, McGraw Hill, p 240-281, p.53.

<sup>12</sup>Ibíd. , p.54.

realizaron al software educativo SENES y con base a esos resultados se determino con la directiva de CENID los nuevos requerimientos de los juegos que se implementaron en la aplicación.

## **2. Desarrollo de un modelo de trabajo**

Antes de la primera iteración, los usuarios y analistas determinan de manera conjunta los recursos que se necesitan para construir el primer prototipo, es decir se desarrollo un plan de trabajo donde se definieron las actividades que se requieren para el desarrollo del prototipo y se asignaron sus respectivos responsables.

Además se definieron los datos que son necesarios para el sistema y se especifica la salida va producir el sistema es decir:

- Los reportes y documentos que son producidos por el sistema.
- Se toman las decisiones sobre el diseño del formato de salida del sistema.

## **3. Desarrollo del prototipo**

En esta etapa se empezó la construcción del prototipo, en el cual se programo el código, se construyo la base de datos y se definió el sistema operativo donde se implemento el prototipo.

Para poder desarrollar este prototipo, se tuvo en cuenta las siguientes actividades:

- ✚ Planificar el análisis con el trabajo de analistas y usuarios.
- ✚ Diseño de la Base de Datos.
- ✚ Diagramas de Caso de Uso y Actividades.
- ✚ Creación de formularios.
- ✚ Programación.

#### **4. Revisión del prototipo**

En esta etapa, se permitió que el usuario interactuara con el prototipo para que evaluara sus características y operaciones, con el fin de determinar los cambios necesarios que requería el prototipo.

Estos cambios que se hicieron al prototipo, fueron planificados con los usuarios antes de llevarlos a cabo.

#### **5. Repetición del proceso las veces que sea necesario**

En esta etapa el usuario pudo revisar el prototipo hasta dos veces y finalizó cuando el usuario estuvo de acuerdo que el sistema cumplía con todos requisitos planteados en el proyecto.

Además se debe realizar la identificar Actores, Evaluación del Software, identificación de Actividades y Componentes.

##### **4.3.1. Actores**

Los actores que propone este trabajo y para los cuales está dirigido el proyecto son el Administrador, el Experto y el Aprendiz.

- ✓ Administrador: Es el usuario que conoce de modelado y por ende puede tener la responsabilidad de administrar los archivos maestros del ambiente, como son las variables y los modelos, debe estar en capacidad de reemplazar al Experto y el capacitando.

- ✓ Experto: Es el usuario que conoce en detalle el fenómeno contemplado en cada uno de los modelos y por ende interpreta cada una de las variables, sus relaciones y sus caracterizaciones, debe estar en capacidad de reemplazar al Aprendiz o Capacitando.
- ✓ Aprendiz: Es el usuario que usa la herramienta para su aprendizaje o la explicación de los fenómenos, bajo la ayuda del experto o el administrador puede interactuar con la herramienta y registrar sus observaciones o experiencias y guardar los resultados de las simulación para su posterior comparación.

#### **4.3.2. Evaluación del Software**

Según el estándar 610-1990 de la IEEE, la calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario, tomando como base este concepto, para la evaluación de la herramienta se desarrollo un formato que se presenta en el siguiente numeral y fue diligenciados por los estudiantes del INSED.

#### **4.3.3. Formato de evaluación de software**

La evaluación del Software se llevo a cabo mediante encuestas a los usuarios, realizada a partir de los estándares y el aprendizaje de las experiencias pasadas. Ver Anexo E.

#### **4.3.4. Objetivos de la herramienta**

Un ambiente software para el aprendizaje como el que aquí se describe le debe ofrecer las siguientes alternativas, permitir la asesoría, capacitación (Facilitando la explicación) y la experimentación (o Investigación) sobre los diferentes modelos que con esta puedan operar y por ende facilitar el aprendizaje para mejorar la toma de decisiones sobre los fenómenos modelados.

- **Asesoría**

Hace alusión a la actividad que brinda el experto o el administrador gracias al conocimiento que tiene y que la herramienta le permite demostrar o encontrar mediante la variación o generación de posibles escenarios.

- **Capacitación, Explicación**

Permite al Experto a Administrador transmitir a los aprendices, las descripciones de los elementos y relaciones que componen el sistema, desde el punto de los diagramas de influencias implementados o cargados en la herramienta y mostrar los resultados para cada una de las experiencias que desea transmitir.

- **Experimentación – Investigación – Toma de Decisiones**

Permite al Experto interactuar con el modelo y cada uno de sus parámetros realizar nuevos escenarios que amplíen su conocimiento sobre el sistema, generar nuevas conclusiones y revisar las existentes, comparar los resultados guardados en pro de propiedades emergentes.

#### **4.3.5. Análisis del Ambiente**

Teniendo presente los fundamentos de la propuesta presentados, la experiencia y práctica en campo con SIPROB 1.0 y SIPROB 2.0 se propone que los ambientes Software que apoyen la interacción de los elementos mencionados<sup>13</sup> deben permitir la apropiación de la tecnología de tal manera que permitan la integración del conocimiento, el desarrollo de competencias y habilidades de pensamiento facilitando así la asimilación de conocimientos

---

<sup>13</sup> Los modelos de simulación, la DS, los procesos de aprendizaje, la experimentación y el Dominio de los sistemas de producción de ganaderías

particulares y por ende brinden a la institución, al experto y al estudiante facilidades para sus labores e innovaciones.

Por ello los lineamientos metodológicos han sido planteados partiendo de la presencia de tres tipos de usuarios:

- a. Experto Es la persona que conoce los modelos de simulación en sus cinco lenguajes.
- b. Instructor (Ejerce el rol de dar a conocer la herramienta y el modelo en el lenguaje en prosa, de las influencias y de los comportamientos simulados.
- c. Administrador (Es la persona que administra los sistemas de producción de ganadería bovina.

#### 4.3.5.1. Requerimientos

Para que posibiliten el actuar a partir de cualquier postura pero que inviten al cambio buscando integrar en un sólo producto características que faciliten:

- ✚ El uso de recursos gráficos para presentar los resultados y las explicaciones de los experimentos, conociendo así las causas del comportamiento del sistema.
- ✚ El crecimiento de la información (Creación de Escenarios e inclusión de conclusiones)
- ✚ El desarrollo de experimentos simulados con interactividad y posibilidades de modificación e incrementos por parte del experimentador.
- ✚ La comunicación entre estudiantes y profesor – estudiante promoviendo procesos de aprendizaje colaborativo.
- ✚ El funcionamiento en red con el fin de facilitar la comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante.
- ✚ La utilización organizada de la información disponible en la red de Internet, asociándola a cada una de los sistemas de estudio.
- ✚ El seguimiento por parte del profesor, del proceso de aprendizaje de cada uno de los estudiantes, dejando un registro de esto.

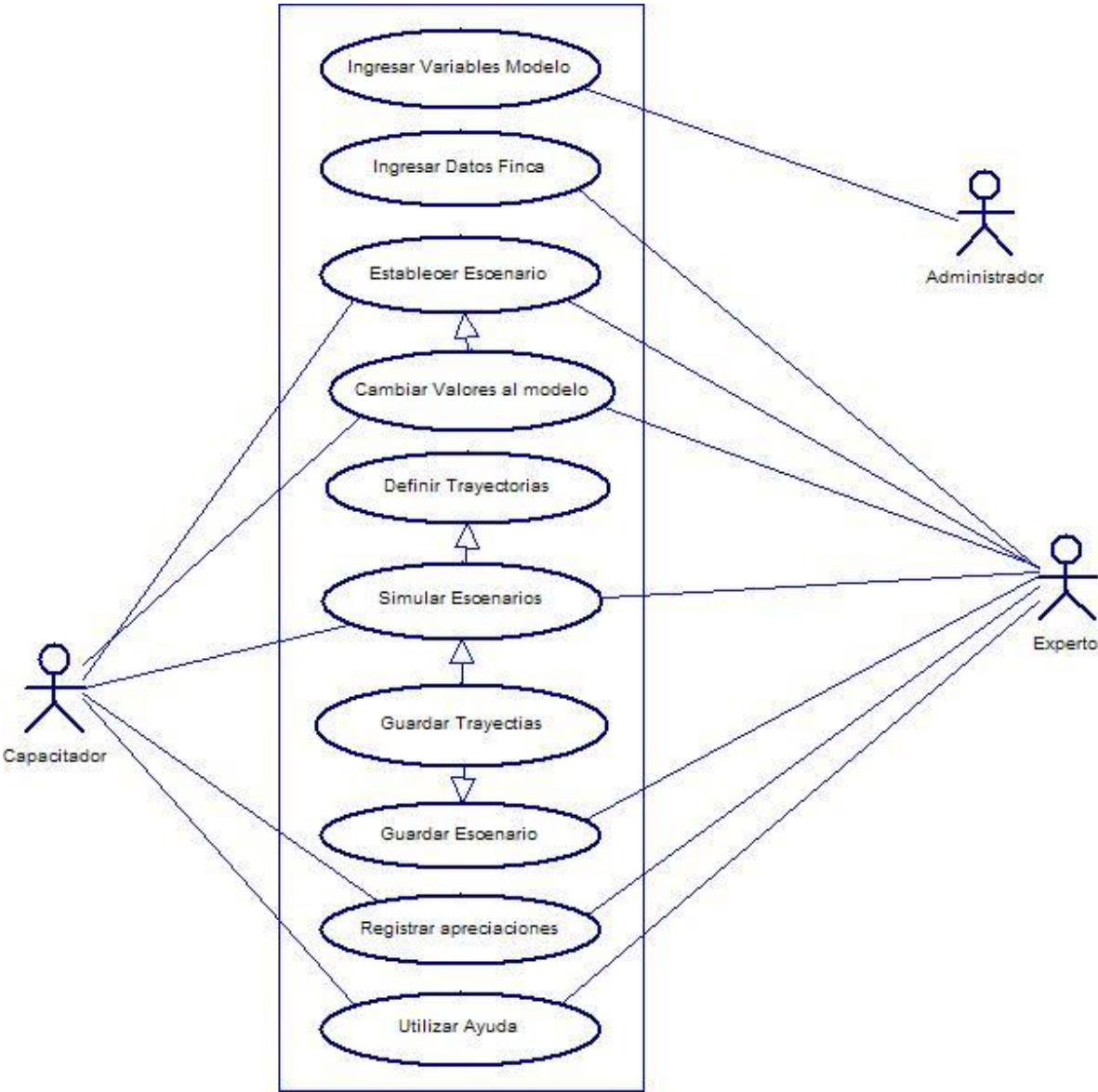
- ✚ Orientar y motivar al usuario en el uso de la herramienta, en procura de que los propósitos para los cuales fue diseñada se cumplan. (Ayudante)

A continuación, se detallan los requerimientos anteriormente mencionados, explicando el objetivo por el cual se demanda, junto con su diagrama de caso de uso.

1. Ingresar Datos
  - a. Permitir crear los datos de administración de las fincas que simularan sus sistemas
  - b. Cargar modelos que vayan a ser manejados por la herramienta con sus respectivos nombres de variables y valores fijos para el escenario inicial (Registrando las características propias del mismo)
2. Establecer Escenario:
  - a. Escoger Sistema o Modelo para el cual desea crear el Escenario
  - b. Definir valores de las variables propias del escenario
3. Registrar apreciaciones:

Opción de registro de las apreciaciones que se obtengan después de cada simulación en caso de que el administrador así lo desee.
4. Simular Escenarios:
  - a. Escoger Sistema, finca, Modelo o Escenario que desea simular
  - b. Cargarlo (Todos los valores y variables que permitan interactuar con el modelo)
  - c. Escoger las trayectorias de las cuales desea obtener el comportamiento
  - d. Crear animador obtener una mayor apreciación

Figura 27 Diagrama de caso de uso General



Fuente: Autor

4.3.5.2. Requisitos funcionales

Los requisitos de plataforma reducidos ya que funciona con el sistema operativo Windows 98, 2000, XP, Vista y Seven.

#### 4.3.5.3. Ayuda

Brinda orientaciones al estudiante en: Uso de la herramienta, sistemas de Producción y en el lenguaje de la D. S. El sistema de ayuda está compuesto por: temas que hacen parte del contenido del software, archivos de ayuda de Windows y un asistente.

Figura 28 Ayuda



Fuente: Autor

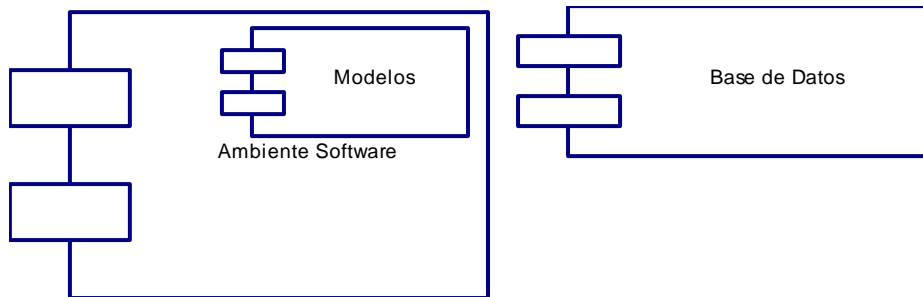
#### 4.3.5.4. Herramientas de Desarrollo

En base a ello se tomó la determinación de usar Interbase como gestor de Bases de Datos y Delphi como lenguaje de programación.

#### 4.3.5.5. Componentes

Para llevar a cabo estos requerimientos se plantea un desarrollo que contemple tres componentes básicos: Base de Datos, Ambiente Software y Modelos, como se indica en la figura 24..

Figura 29 Componentes de la herramienta



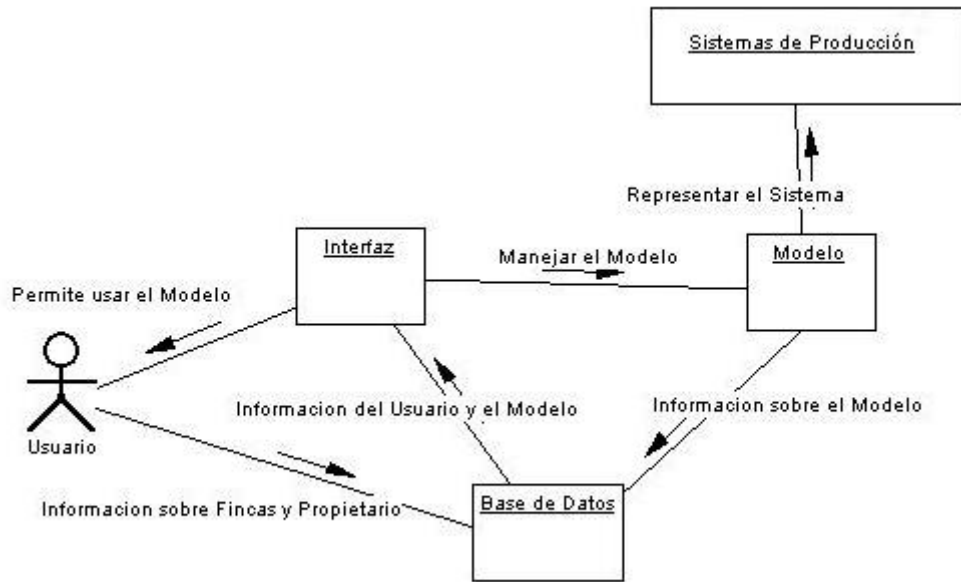
Fuente: Autor

En la Figura 30 se ilustra la interacción de cada uno de estos componentes entre ellos y el usuario, es decir:

- ✚ El modelo contiene la representación del fenómeno mediante la DS.
- ✚ La base de datos almacena la información de los modelos, las simulaciones y apreciaciones realizadas.
- ✚ El Ambiente software conecta el modelo con la base de datos y facilita la interacción del usuario con cada uno de ellos, esta interacción se da por ejemplo para facilitar la comprensión del nombre de las variables del modelo en la interfaz (por ello se tiene el nombre a mostrar de la variable) cuando se definen escenarios o trayectorias.

Además en esta herramienta se da la posibilidad de unificar varias variables a graficar para facilitar la simulación, a este ejercicio se le ha denominado definir un nueva trayectoria y por ejemplo se unificaron las variable ingresos y egresos en trayectoria Costo –Beneficio, además puede existir una misma trayectoria con diferentes elementos para cada uno de los modelos, por ejemplo la trayectoria “Demografía” es comprendida en Bovinos por Terneros, Levantes, Novillos, Vacas nuevo Vientre, Vacas preñadas, Vacas en días de Descanso, vacas Vacías lactantes, Vacas Preñadas Lactantes, Vacas Vacías, en Conejos por Gazapos y conejos, en Cerdos por Infantes, adultos, etc.

Figura 30. Interacción de los Componentes



Fuente: Autor

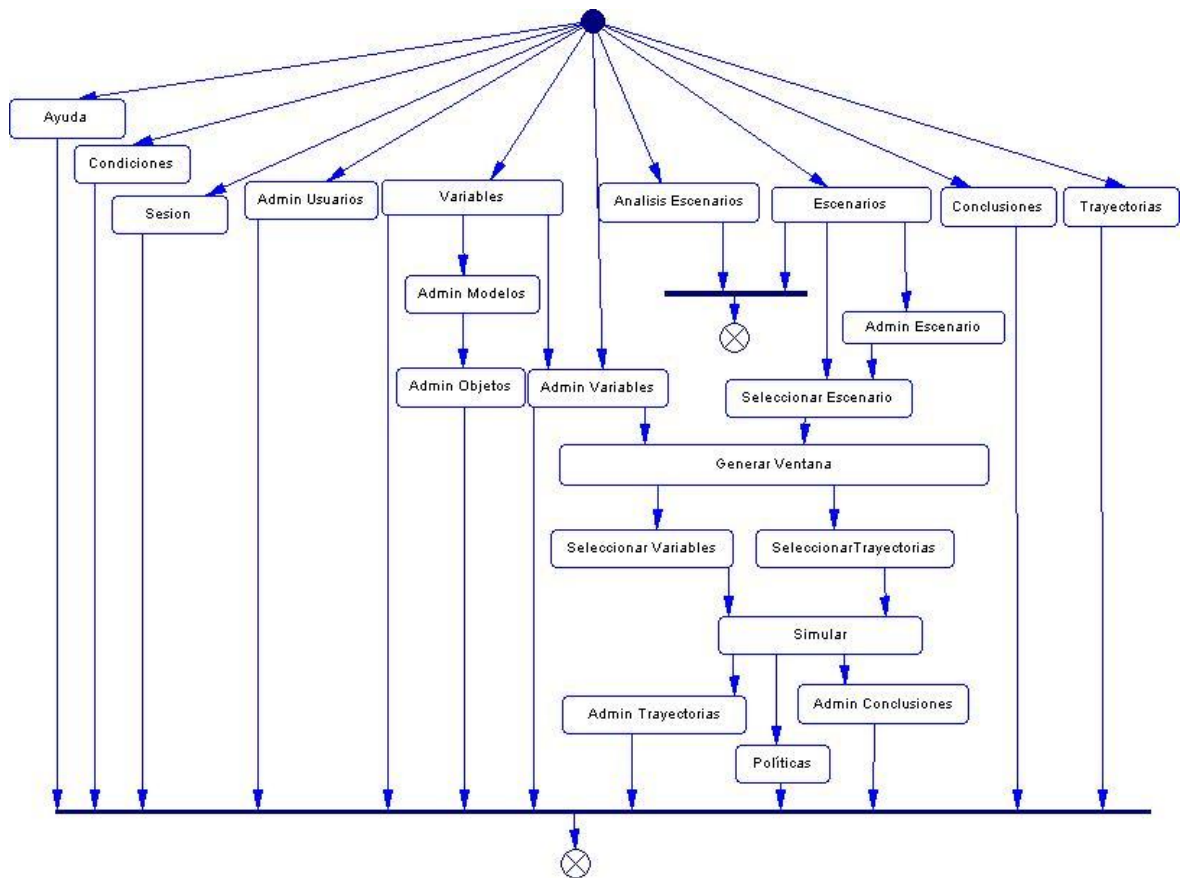
#### 4.3.6. Diseño

El diseño es un refinamiento del análisis que tiene en cuenta los requisitos no funcionales, en decir cómo cumple el sistema sus objetivos, la estructura de la herramienta se desarrollo a partir del diseño del menú principal, para facilitar la operación, se le da acceso a las opciones del perfil aprendiz a todos los usuarios y en caso de que desee, las opciones especificas debe validar su perfil en la herramienta tal y como se indicó en la

Figura 27.

Los actores tienen la posibilidad de desarrollar básicamente las actividades presentadas en la Figura 31. Por ende los formularios se enuncian a continuación haciendo un recorrido de arriba a abajo e izquierda a derecha sobre esta figura con el fin de comprender la función que cumple en la herramienta (Se inicia por tres recursos que no se encuentran en tal figura por no ser opciones si no aplicativos que lleva a ellas: el formulario de entrada, el modulo de datos y registro de la sesión). Las opciones de Administración solo son habilitadas a Aprendiz y Administrador. Para una mayor comprensión de este numeral se recomienda la lectura del Anexo F.

Figura 31 Diagrama de actividades General



Fuente: Autor

- a. **Principal:** Es el formulario que presenta el acceso a todas las opciones que se indicaron en la Figura 31, este fue denominado FPrincipal
- b. **Modulo de Datos:** Es la unidad que contiene los controles de la base de datos.
- c. **Control de Ingreso:** Debido a que la herramienta restringe algunas de las acciones a según sea el perfil del usuario, se hace necesario un formulario que lo habilite, por ello se hace necesario la existencia de este, con su validación el ambiente habilita las opciones de guardar en el software información.
- d. **Ayuda:** Permite el acceso al Manual de Usuario de la Herramienta en situaciones en que el usuario tenga dudas o desconocimiento sobre la forma de operación de la herramienta.
- e. **Usuarios:** Permite el ingreso, edición y consulta de los usuarios existentes en la base de datos, la opción de ingreso y edición es exclusiva del administrador y Experto. El formulario desarrollado para ello se denomina: FAdmUsuarios
- f. **Variables:** Permite consultar las variables que componen cada uno de los modelos cargados en la base de datos, opción exclusiva del administrador y experto. El formulario desarrollado para ello se denomina: FInfVarModelos
- g. **Administración de Modelos:** Permite el ingreso y edición de los modelos en la base de datos, la opción de ingreso y edición es exclusiva del administrador y experto. El formulario desarrollado para ello se denomina: FInfVarModelos
- h. **Administración de Variables:** Permite el ingreso y edición de las variables que componen cada uno de los modelos cargados en la base de datos, la opción es exclusiva del administrador y Experto. El formulario desarrollado para ello se denomina: FAdmVariables

- i. Generar Ventana:** Permite la creación de ventanas para la simulación, en el ambiente de desarrollo DELPHI es conocida como ventana hijo de la aplicación principal, esta ventana consta de una tabla y un componente chart que permite la presentación de resultados. Presenta las opciones Seleccionar variables y seleccionar o guardar trayectorias, Guardar resultados, las opciones de simulación, el ingreso de conclusiones y la asignación de políticas. El formulario desarrollado para ello se denomina: FCompor
- j. Seleccionar variables y seleccionar o guardar trayectorias:** Después de generar una ventana de simulación el usuario debe seleccionar las variables para las cuales desea observar el comportamiento, esto se hace sobre el formulario FTrayectorias el cual da la posibilidad de seleccionar variable por variable o escoger una trayectoria.
- k. Guardar resultados:** Después de obtener el comportamiento, el usuario (en caso de ser administrador o Experto) puede guardar los resultados por posteriormente hacer comparación de resultados en el informe de análisis de escenarios.
- l. Simular:** No es una ventana ni formulario, simplemente hace alusión a las opciones de simulación que se le deben habilitar al usuario como son: Iniciar, Pausar, Detener, Simular paso a paso.
- m. Escenarios:** Le genera al usuario un listado con los modelos para que tras dar clic sobre cada uno de ellos indique los escenarios habilitados el formulario que ejecuta esta tarea es FInfEscenarios que además presenta una opción de filtro para tal tarea y un botón que permite agregar mas escenarios mediante el formulario FDatosSimulación, el cual lista todas las variables del modelo y debe permitir asignarle valores a las que el usuario desee para generar un nuevo escenario.

- n. Conclusiones:** Permite conocer el listado de conclusiones registradas en la herramienta por cada uno de los usuarios, esto se da en el formulario: FInfConclusiones, el cual ofrece algunas opciones de filtrado como son Modelo, Escenario, Usuario, Palabra Clave y rango de fechas, además si el usuario esta identificado puede ingresar las que considere.
  
- o. Análisis de Escenarios:** Permite seleccionar para un rango de fechas todos los resultados guardados de una variable y con ello poder apreciar los diferentes resultados de la misma para diferentes escenarios y simulaciones, esto se da en el formulario: FInfAnálisisEscenarios, las graficas que construye muestra el detalle del escenario que se esta mostrando, el usuario que simulo y la fecha.
  
- p. Informe de Trayectorias:** Permite observar las variables que conforman cada una de las trayectorias (Utilidad creada para habilitar en una trayectoria varias variables y así facilitar la simulación), esta función fue desarrollada en el formulario FInfComportamientos, presenta opciones de filtro para poder ubicar por ejemplo todas las trayectorias definidas con x variable o listar las trayectorias a partir de una palabra clave.

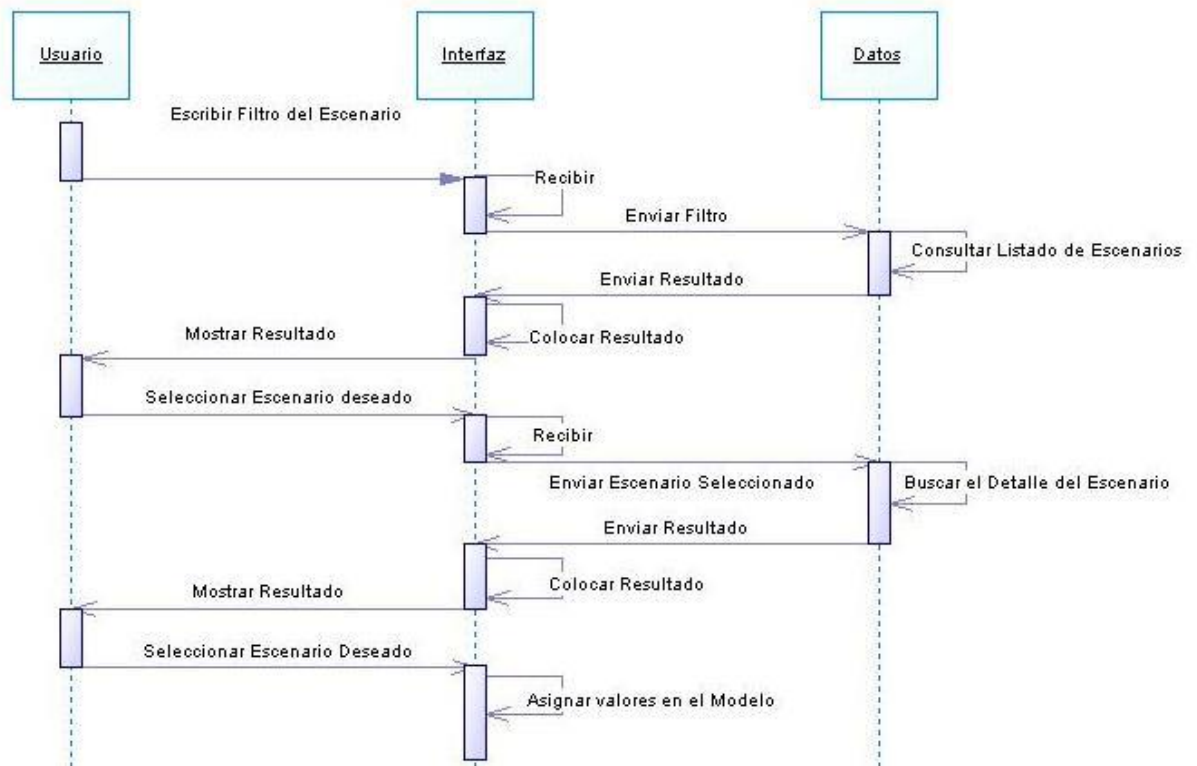
En el Anexo F se detallan los procedimientos o subprogramas desarrollados en cada uno de los formularios y la función que cumple cada uno de ellos según el diagrama de actividades presentado en la Figura 31, y a continuación se detallan cada una de estas opciones presentando el diagrama de Actividades para Asignación y Generación de un Escenario, y la selección de trayectorias por considerarlas las mas representativas para el software.

#### 4.3.6.1. Asignación de un Escenario

Para poder seleccionar el escenario y por facilidad en la navegabilidad, el usuario debe dar clic sobre la opción abrir escenario, con ello la interfaz genera el listado de escenarios de la base de datos, para que el usuario observe el detalle, si es el escenario deseado por el

usuario este puede asignarlos al modelo con lo cual se asigna al modelo. En caso de que el usuario este registrado y su perfil correspondan con un experto o administrador, se habilita el botón para agregar uno nuevo, el cual se presenta en el siguiente numeral. Ver Figura 32.

Figura 32. Diagrama de Secuencia Asignar un Escenario



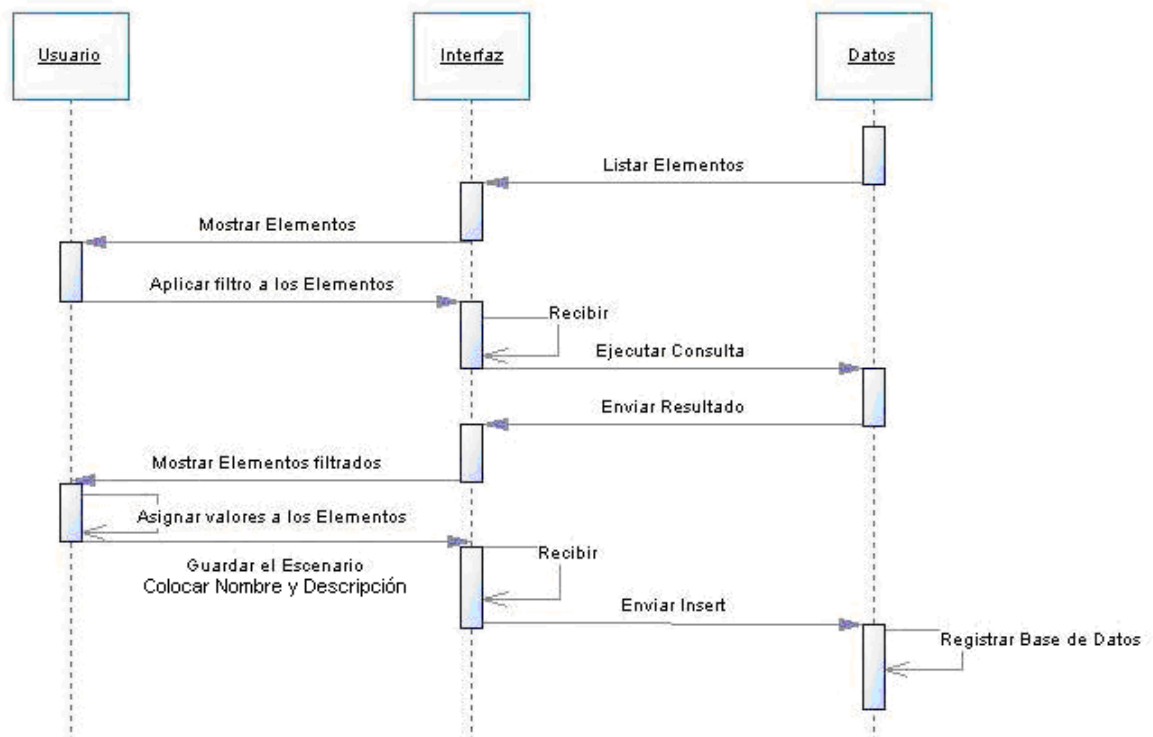
Fuente: Autor

#### 4.3.6.2. Generación de un Escenario

Permite agregar valores a las variables que cada administrador considere necesario para la generación de un nuevo escenario. En la figura 26 se presenta el diagrama de secuencia que describe la situación. Cada vez que el usuario lo desee debe ingresar al informe de escenarios y en caso de estar registrado como Aprendiz o Administrador, puede hacerlo dando clic sobre el botón *Generar Escenario*, esto permite:

- La herramienta genera el listado de los posibles elementos para el Modelo que este habilitado para que...
- El usuario ingrese la cantidad que desee para cada uno de las variables,
- En caso de deseirlo y si el modelo tiene gran complejidad debe digitar parte del nombre de la variable.
- Con los cambios puede guardar el escenario, si el software detecta que hay más de un valor modificado, le pide al usuario ingresar el nombre y una descripción.

Figura 33. Diagrama de secuencia Generar Escenario



Fuente: Autor

#### 4.3.6.3. Administración de Modelos

Permite la administración modelos, ofrece dos alternativas:

- a. Inclusión de nuevos modelos que se deseen usar con la herramienta, debe contener una caja de texto para ingresar el nombre y un área de texto para la descripción, el identificador del modelo se genera de manera consecutiva. El botón Aceptar registra la nueva variable. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.
- b. Edición: Permite corregir cualquier datos que estén mal, en ese caso la herramienta debe generar el listado de modelos existentes y a partir de la selección del usuario cargar los datos que correspondan en la caja y área de Texto. El botón Aceptar actualiza cualquier cambio que se haya registrado. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.

#### 4.3.6.4. Administración Variables

Permite administrar las variables del modelo que el administrador y el experto considere que se deben habilitar, ofrece dos alternativas:

- a. Inclusión de nuevas variables, para ello la debe generar el listado de modelos, de tipos de variable (Demográfico, Biofísico, Productivo o Financiero), de elementos (Flujo, Nivel, parámetro, Auxiliar), Unidades (Todas las listas proceden de archivos maestros de la base de datos) para que el usuario seleccione el indicado y varias cajas de texto que permitan ingresar el nombre de la variable en el modelo, en la interfaz, en caso de que sea un parámetro debe haber una caja de texto para incluir el valor del escenario por defecto, el identificador del modelo se genera de manera consecutiva. El botón Aceptar registra la nueva variable. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.
- b. Edición: Permite corregir cualquier datos que estén mal, en ese caso la herramienta debe, a partir de la selección de la variable a Editar, paso que se hace desde el informe de variables y que solo es permitido si esta validado como administrador, cargar los datos que correspondan en la cajas de texto y listas de selección. El botón Aceptar

actualiza cualquier cambio que se haya registrado. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.

#### 4.3.6.5. Administración de Usuarios

Permite administrar los usuarios que tiene acceso como administrador o experto en el software, es una opción permitida solo para Administradores, ofrece dos alternativas:

- a. Inclusión de nuevos usuarios, para ello la debe generar el listado de perfiles y varias cajas de texto que permitan ingresar los datos del usuario, el identificador del usuario se genera de manera consecutiva. El botón Aceptar registra en la base de datos el nuevo usuario. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.
- b. Edición, permite corregir cualquier datos que estén mal, en ese caso la herramienta debe, a partir de la selección del usuario a Editar, cargar los datos que correspondan en la cajas de texto y la lista de selección. El botón Aceptar actualiza cualquier cambio que se haya registrado. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.

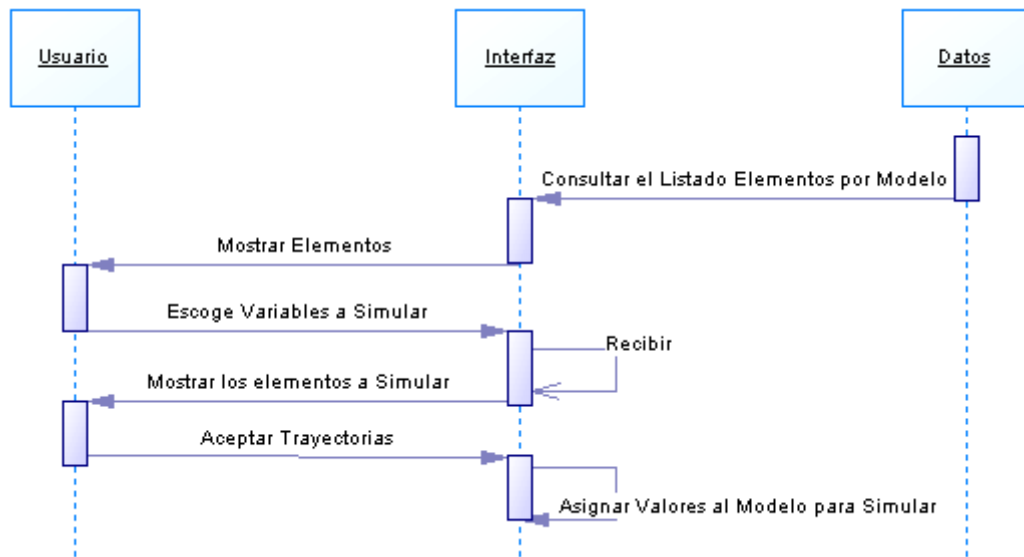
#### 4.3.6.6. Condiciones de Simulación

Permite cambiar las condiciones de simulación como son tiempo de simulación y paso de grabación.

#### 4.3.6.7. Escoger Trayectorias

Permite escoger las variables o trayectorias a las que se les quiere obtener el comportamiento, la herramienta genera el listado de estadas y se las presenta al usuario para que este las seleccione, con esto el ambiente habilita la gráfica y la tabla. Permite opciones de búsqueda por parte del nombre de la variable o trayectoria o por tipo de variable. La figura 29 muestra este proceso.

Figura 34. Diagrama de Secuencia: Escoger Trayectoria



Fuente: Autor

#### 4.3.6.8. Animación

Permite visualizar en un formulario diferente las variable significativas para cada uno de los modelos, inicialmente el software presenta la animación para cuatro modelos base: Bovinos, Cerdos, Cabros y conejos, si el usuario no lo desea no es necesario la asignación de animación, la administración se lleva a cabo por los objetos de los modelos.

#### 4.3.6.9. Análisis de Escenarios

Permite comparar los comportamientos de una variable cualquiera para los escenarios que el usuario desee a partir de la selección de un rango de fechas que indicaran cada una de las simulaciones realizadas para esa variable y por cuales usuarios. El ambiente debe guardar, desde la ventana de simulaciones, los resultados para que después sean generados en este listado e ilustrados en el ambiente.

#### 4.3.6.10. Informe de Trayectorias

Permite observar las variables agrupadas como trayectorias, el programa debe listar todas las trayectorias en un tabla y cuando el usuario de clic sobre alguna despliega el detalle en

la parte inferior, permite como opciones de filtrado el nombre de las variables, el modelo o parte del nombre de la trayectoria.

#### 4.3.6.11. Informe de Conclusiones

El software debe permitir consultar bajo ciertos criterios las conclusiones reportadas por los usuarios y mostrarlos en una tabla, estos criterios son el modelo (por ende debe generar el listado de modelos), el escenario que corresponda con el modelo seleccionado (Debe generar el listado de escenarios a partir del modelo seleccionado), el usuario (Debe generar el listado de usuarios) y una palabra clave que tenga que ver con la observación.

#### 4.3.6.12. Informe de Escenarios

El software debe permitir consultar bajo ciertos criterios las conclusiones reportadas por los usuarios y mostrarlos en una tabla, estos criterios son el modelo (por ende debe generar el listado de modelos), el escenario que corresponda con el modelo seleccionado (Debe generar el listado de escenarios a partir del modelo seleccionado), el usuario (Debe generar el listado de usuarios) y una palabra clave que tenga que ver con la observación.

#### 4.3.6.13. Informe de Modelos

El software debe permitir consultar bajo ciertos criterios las conclusiones reportadas por los usuarios y mostrarlos en una tabla, estos criterios son el modelo (por ende debe generar el listado de modelos), el escenario que corresponda con el modelo seleccionado (Debe generar el listado de escenarios a partir del modelo seleccionado), el usuario (Debe generar el listado de usuarios) y una palabra clave que tenga que ver con la observación.

#### 4.3.6.14. Administración de Criterios de Decisión

El software debe permitir la inclusión de valores a variables sobre los cuales la persona que esta operando el modelo pueda tomar alguna decisión como por ejemplo pausar la simulación cuando se presente un valor.

#### 4.3.6.15. Ventanas

El software debe permitir organizar las ventanas de simulación habilitadas por el usuario de manera que pueda fácilmente comparar los resultados de la ventana activa con los que haya realizado en otras del experimento.

#### 4.3.6.16. Ayuda

El software debe permitir acceder fácilmente a las inquietudes que se presenten en cualquiera de las opciones realizadas, esto se logra desarrollando un documento HTML que permite el acceso a cada una de las secciones según la opción señalada mediante vínculos.

#### 4.3.6.17. Estándar de Programación

Los estándares de programación son resumidos a continuación:

- ✚ Hará uso de la letra MSSanSerif, tamaño 10, color negro
- ✚ Ningún formulario puede medir mas de 800 por 600 píxeles
- ✚ Las variables deben tener como mínimo las tres primeras letras de las palabras que componen la función que cumple
- ✚ Los objetos de formulario deben tener como mínimo las tres primeras letras de las palabras que componen la función que cumple y se les debe anteponer la inicial
- ✚ Los nombres de los formularios, unidades se denotan por las palabras que resume el contenido y se les debe anteponer la letra F o U, según corresponda.
- ✚ Los procedimientos y funciones se denotan por las palabras que resumen la función que cumplen

### **4.3.7. Implementación**

La implementación se llevo a cabo en el lenguaje de Programación Delphi 7 y manejador de base de datos Interbase, debido a las posibilidades de integración que se dan entre estos y a la facilidad desarrollada por el grupo SIMON con el aplicativo denominado “Motor de Evolución”, el cual permite llevar gran parte de las funcionalidades de la herramienta al

ambiente de trabajo de Delphi (Lince, et al 2009). Se recomienda la lectura del Anexo C, para conocer con detalle la forma de programación que se llevo a cabo.

#### **4.4. LM de Implantación**

La implantación contó con el apoyo del INSED (Instituto de Educación a Distancia de la UIS) al permitir las pruebas con tres grupos de estudiantes de Agroindustria para el desarrollo de esta actividad, en lo que se presentaron los dos primeros roles, los estudiantes, algunos sin experiencia en estos sistemas observaron la cantidad de variables posibles de simular y con el desarrollo de dos sesiones de clase conocieron los aspectos fundamentales a tener en cuenta, mientras aquellos, la gran mayoría, que ya contaban con experiencias en los sistemas formalizaron lo que la practica les decía, todos construyeron su diagrama de influencias e interactuaron de manera anual con las variables observando las relaciones e influencias entre estas y por ende los resultados teóricos que se presentaban tras sus variaciones, tras este paso se les dio la posibilidad de interactuar con el software logrando establecer un grado de certeza valida para cada uno de los sistemas con respecto a la realidad partiendo claro esta de las restricciones descritas.

Además convenios como computadores para educar (CPE) permiten probar la herramienta y por ende analizar la utilidad de estos productos software para facilitar el desarrollo de competencias laborales para los estudiantes de educación media.

Con el apoyo de Ganaderos del Magdalena medio se alimentaron los diferentes escenarios y se logro estimar para al menos una finca de cada sistema, con diferentes características los resultados de producción que vienen obteniendo realmente y se simularon dos escenarios diferentes para razas, componentes demográficos, tipos de alimentos, valor de mano de obra entre otros, los modelos que se desarrollaron en este trabajo de investigación tienen un propósito educativo, cuando el propósito es investigativo requieren de una validación más acertada en los datos.

Los modelos propuestos son construidos como sistemas para la toma de decisiones, Así como se puede modelar el de ganadería poder formular orientaciones en otros proyecto tanto en modelado como en ambientes software

Los usuarios de esta investigación son los equipos interdisciplinarios que toman decisiones sobre este tipo de sistemas tecnológicos, llamar a expertos y siguiendo estos lineamientos desarrollar el producto software para los usuarios administradores del negocio y paralelamente construir un sistema real y estarlos cruzando permanentemente. Dirigido a Expertos en D. S., Expertos en la agro Industria y a estudiantes.

Este apartado busca aportar lineamientos que permitan responder la pregunta ¿Cómo usar los ambientes en el proceso de aprendizaje de fenómenos?, la respuesta permitirá mostrar como los ambientes de modelado y simulación pueden:

- ✚ Aportar significativamente al apoyo de competencias.
- ✚ Permitir aprender al rededor de sistemas productivos agroindustriales.
- ✚ Generar experiencias y conocer las consecuencias en gran parte de las conclusiones y por ende,
- ✚ Adquirir dominio sobre sistemas productivos agroindustriales.

Para dar respuesta a esta pregunta se proponen los siguientes principios, los cuales deben ser cumplidos en la implantación y surgen de la experiencia del grupo SIMON:

1. El ambiente de software debe facilitar la interacción del usuario con el modelo presentando las variables con un nombre de mayor comprensión, filtrando el listado de las mismas por categorías, brindando ayudas visuales sobre el modelo, permitiendo evidenciar apreciaciones, entre otras.
2. Los perfiles de los usuarios de estos modelos pueden ser:

- ✚ Aprendiz: Usuario en búsqueda de aprendizaje, que según el diccionario de la Real Academia de la Lengua, aprender es “adquirir el conocimiento de algo por medio del estudio o de la experiencia”, la herramienta permite virtualmente interactuar al usuario con el fenómeno, observar, analizar y comprender las variables significativas con sus interacciones.
  - ✚ Tutor: Es quien facilita la explicación del fenómeno para transmitir sus conocimientos
  - ✚ Experto: Interesado en experimentar a través del modelo de tal manera que pueda analizar los resultados con la variación de los posibles parámetros y con ello mejorar la administración sobre el sistema productivo en estudio
3. Los modelos pueden cumplir cualquiera de las siguientes funciones:
- ✚ Permitir el aprendizaje tomado el verbo aprender como la definición que propone el diccionario de la Real Academia Española: aprender es “adquirir el conocimiento de algo por medio del estudio o de la experiencia”, ya que permite la interacción de los usuarios con situaciones que se pueden presentar en los fenómenos que los modelos simulan.
  - ✚ Facilitar la explicación del experto para que transmita sus conocimientos.
  - ✚ Facilitar la intervención o experimentación de tal manera que pueda analizar los resultados con la variación de los posibles parámetros y con ello mejorar la administración.

Además, deben ser distinguidos dos momentos que se dan con los sistemas de producción agroindustrial:

- ✚ La gestión del sistema productivo, actuar con razón y no por una orientación simplemente técnica, diferenciar la vivencia de la experiencia, por lo cual se requiere que las personas aprendan a operar con el sistema, con fundamento en el conocimiento, aplicando tecnologías.

- ✚ La operación del negocio, hacerlo sostenible y generar condiciones para poder interactuar en el mercado, son menos controlables por el agente decisor. Como aprender a tomar decisiones sobre sistemas con una mayor grado de incertidumbre

Los modelos se deben presentar dejando claro el concepto de cobertura y complejidad creciente y tener siempre presente la audiencia a la que esta dirigido, este documento presenta los lineamientos para dos auditorios: Expertos en el sector Agroindustrial (por ello se presentan modelos con alta complejidad), Personas que requieren capacitación para la toma de Decisiones (Se proponen ejemplos para personas con poco conocimientos en el sector agroindustrial por ello los modelos son sencillos)

### ✚ **Expertos en el sector Agroindustrial**

Contando con la experiencia del grupo de investigación en la implantación de algunas herramientas como SIPROB 1.0 (Gómez, 2002), SIPROB 2.0 (Ruiz, 2008), y con la implantación de este proyecto, la cual se llevo a cabo con INSED con la colaboración del profesor Carlos Aníbal Vásquez. Esta contó con la participación de tres grupos de estudiantes de Agroindustria, en la cual se hicieron presentes los dos primeros roles: Aprendizaje y Capacitación, de aquí se concluyó que la mejor forma en la que deben trabajar los aprendices, tengan o no experiencia, es:

1. Realizar con contextualización de tal manera que les permita observar cuales y cuantas son las variables que conforma el modelo con su respectiva descripción
2. A continuación se debe permitir conocer gran parte de las relaciones entre los aspectos fundamentales.
3. Llevar a cabo una sesión que le permita construir un diagrama de influencias e interactuar con las variables observando las relaciones e influencias entre estas y poder suponer resultados que se presentaban tras sus variaciones, este punto puede tomar varias sesiones.

4. Presentar una introducción sobre la forma en que se construyó el modelo, la Dinámica de Sistemas, como metodología de la Teoría general de Sistemas en donde quede claro el concepto de cobertura y complejidad creciente y la limitante que se da en el modelado para tener todos los elementos presentes en la realidad, aquí se deben mencionar algunas de las restricciones del modelo.
5. Tras este paso se les dio la posibilidad de interactuar con el software logrando establecer un grado de certeza para los conocimientos adquiridos sobre los sistemas con respecto a la realidad y a los resultados que ellos habían simulado, partiendo, por supuesto, de las restricciones descritas.

En esta breve descripción permite vislumbrar las actividades que debe realizar el tutor, pues debe conocer con detalle el modelo con algunos de sus comportamientos para poder dirigir todas las sesiones.

En el caso del experimentador, la herramienta debe permitirle crear fácilmente escenarios para analizar sus comportamientos y tras este análisis reportar las conclusiones de tal manera que pueda consultarlas en futuros experimentos y por ende tener mayor criterios al momento de establecerlas, generando un ciclo de realimentación y por ende de aprendizaje.

Una propiedad emergente en la actividad de implantación descrita, es que permitió mejorar el diseño de la herramienta que este documento describe. Un resumen de lo que se ha descrito es presentado en la figura 69.

### **Personas que buscan capacitación en la toma de Decisiones**

Los modelos pueden ser enfocados como elementos de apoyo en la capacitación para la toma de decisiones, a continuación se citan cuatro modelos enfocados hacia el sector de estudio cuya descripción es resultado de tres experiencias de capacitación que se llevaron a

cabo en el instituto de educación a distancia INSED y en un taller en el séptimo encuentro de Dinámica de Sistemas.

Las propuestas buscan la capacitación sobre estos fenómenos y se darán instrucciones para su realización, además, para la búsqueda de competencias en la toma de decisiones se propone formular preguntas e ir mostrando el modelo poco a poco hasta alcanzar los objetivos propuestos, y formular inquietudes que estos modelos permitirán resolver o cuestionar el desarrollo de experiencias para verificarlas, dejando claro que:

- ✚ El conocimiento sobre el sistema es necesario ya que siempre se operara en un ambiente de incertidumbre
- ✚ En el caso de la comercialización se esta operando con las decisiones de otros
- ✚ La experimentación responderá la inquietud de que si el conocimiento sobre el mercado y la comercialización aportará significativamente sobre el mismo y si es posible desarrollar cierta intuición
- ✚ Los modelos mentales cambian al vivir experiencias de Simulación.

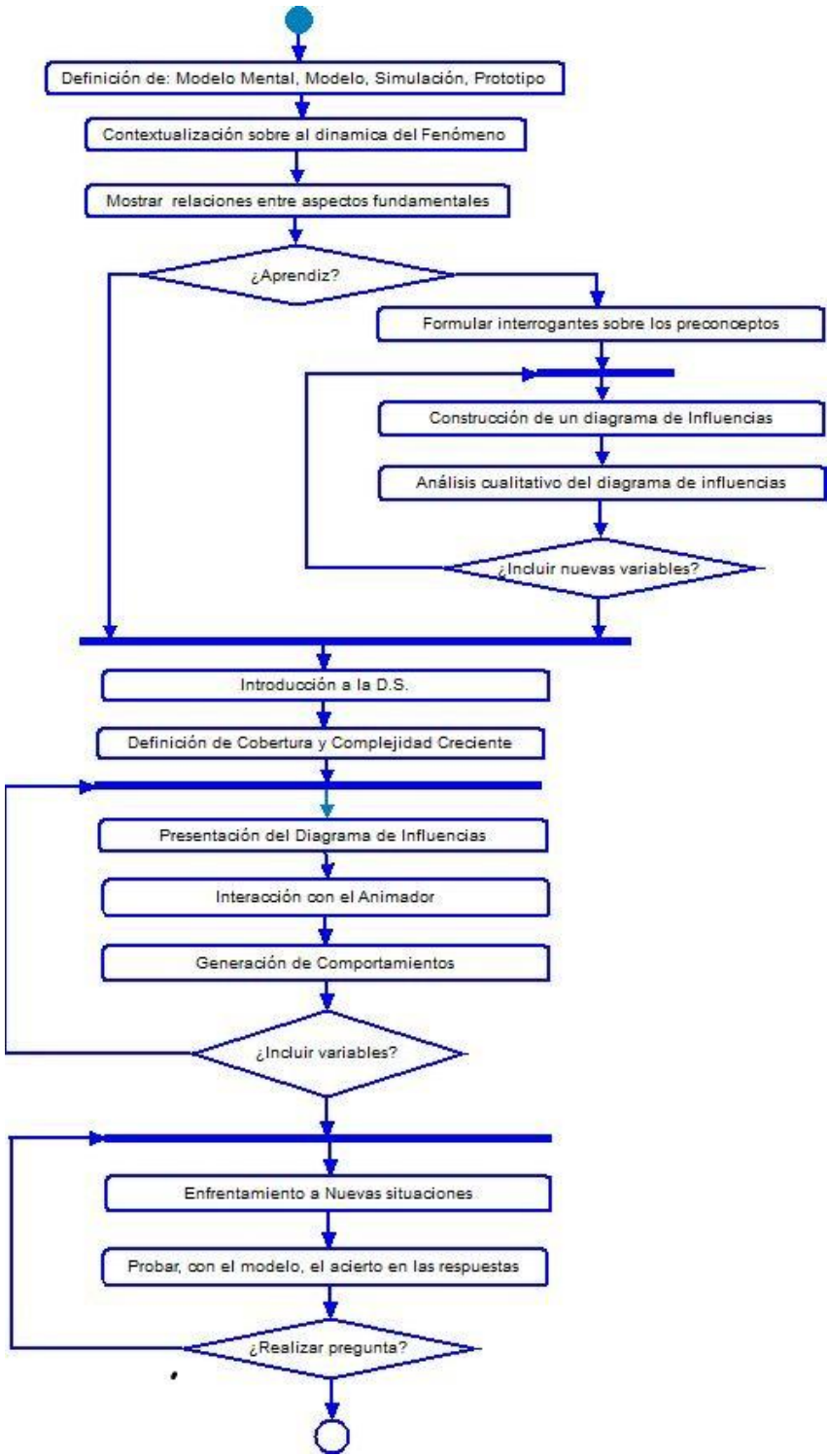
En la figura 69 se ofrece un diagrama que resume la metodología propuesta, la cual parte de la definición de los términos Modelo Mental, Modelo, Simulación, Prototipo, después se da la contextualización para un fenómeno particular y después se citan las relaciones fundamentales que permitan explicarlos, Entender el sistema productivo,. En caso de que el usuario sea un aprendiz se formulan interrogantes para que sea explícitos los preconceptos sobre el sistema productivo y vayan construyendo el el diagrama de influencias v tras tomar las ideas e ir representando los elementos fundamentales, tendiendo a construir un análisis cualitativo del diagrama de influencias. Después de ello y para cualquier usuario se da una Introducción a la D.S., explicando el concepto de Cobertura y complejidad creciente.

Después se puede pasar al Animador representado el diagrama de influencias y los comportamientos deseados, planteando inquietudes sobre variables pendientes, con las

consideraciones hechas se puede presentar el siguiente animador, planteando inquietudes sobre el cómo cambiaría el comportamiento.

Tras repetir estas etapas las veces que quien dirige la presentación considere, se deben enfrentarlos a situaciones en donde deben tomar decisiones y valorar inmediatamente si lo hicieron bien o mal tras las simulaciones para mostrar como el aprendizaje con el modelo, de tal manera que sean evidentes los aciertos o fallos y con ello el aprendizaje,.

Figura 35 Resumen de la metodología



Fuente: Autor

Para mostrar que si hubo competencias, se proponen frases tale como “Imaginemos esta situación”, “¿En qué momento usted vendería?” La respuesta o el uso del modelo, Se debe medir si le dio importancia al modelo, y porque lo usó, medir si aprendió o no aprendió por lo acertada de la respuesta.

Los modelos con los cuales fue probada la metodología propuesta son presentados en el Anexo D.

## 5. CONCLUSIONES

- a. Este proyecto sostiene que es preferible construir una explicación científica a partir de una experiencia, sabiendo que el solo experimentar no permite saber que se aprendió, por ello es necesaria la investigación teórica y la capacidad de plantear con una herramienta el planteamiento observado, en este caso la dinámica de Sistemas, con la presencia de esos tres factores es posible construir conocimiento, esta trabajo es un ejemplo de esta postura.
- b. El análisis del estado del arte y los contactos realizados en los eventos en que se participo con esta investigación mostró que el país requiere sistemas soportados en conocimiento para orientarlos con fundamento y no poniendo en riesgo grandes capitales, este trabajo permitirá generar modelos para competir con proyectos altamente calificados, además cualquier institución puede aportar al sistema en su cobertura y complejidad y con ello mejorar tales modelos.
- c. Con respecto a la pregunta ¿Qué ventajas y limitaciones tiene el desarrollo de modelos agroindustriales con Dinámica de Sistemas?, se puede expresar que se observa una explicación orientada más hacia comparara fenómenos que hacia comparar la estructura por lo tanto encuentra la similitud entre los fenómenos y no en la estructura y la D. S. es fenomenológica porque puede hablar del fenómeno a partir de un modelo y que esta trabajo brinda la oportunidad de desarrollar en menor tiempo los modelos para obtener mayor certeza en la toma de decisiones.
- d. La decisión sobre la forma de afrontar el desarrollo del modelo debe estar enfocada en el propósito que persigue y en el aspecto que se debe contemplar dada la cantidad de lineamientos apreciados, por ello es necesario tener presente la tabla 4.

- e. La caracterización llevada a cabo en el Anexo B facilita la respuesta a la pregunta ¿Es posible facilitar el desarrollo de modelos Agroindustriales a través de estructuras genéricas? ya que en cada uno de los modelos se aprecian similitudes con los otros.
- f. Este trabajo muestra que existen instrumentos al alcance de los profesionales del medio, que aumentan las posibilidades para aportar en el desarrollo de sistemas especializados en la educación, asesoría y toma de decisiones. Sistemas que por sus costos generalmente no son de fácil acceso a los usuarios a nivel nacional.
- g. Los sistemas de producción abordados en esta propuesta se pueden caracterizar en los aspectos ya mencionados, pero cada uno de esos aspectos es solo el principio pues el nivel de detalle o de especialización al que se puede llegar con cada uno de ellos tiene un campo para muchas horas de investigación y desarrollo.
- h. Los modelos desarrollados con Dinámica de Sistemas se pueden expresar como laboratorios que permiten la identificación, captura y transferencia de conocimiento de una persona a otra, el desarrollo de un ambiente software fácil de usar permite que expertos en el fenómeno y no expertos en el manejo de modelos desarrollados con Dinámica de sistemas aprendan basado en la práctica, con el análisis de las ideas plasmadas en los lenguajes de la dinámica de sistemas el usuario genera nuevos instrumentos de dinámica de sistema sobre el tema, instrumentos como la dirección de empresas para mejorar su entendimiento del comportamiento de su sistema. En síntesis plantea que el aprendizaje de estos laboratorios son mecanismos eficaces para crear y transmitir el conocimiento.
- i. Los retardos son una fuente crítica de la dinámica en casi todos los sistemas, se presentan cuando existen elementos en el sistema que almacenan temporalmente el material que fluye por el mismo, en el caso de los sistemas productivos se puede modelar de las dos maneras existentes: -1- Como una tasa de salida con respecto a lo que hay en el nivel, -2- Como un flujo de salida que sólo depende de los flujos pasados.

Cada uno ofrece sus beneficios y dificultades, el primero ofrece el flujo de material para representar producciones que no tienen ciclos de producción definidos, por ejemplo donde permanentemente se presentan partos, ventas por cambios de grupos etarios y el segundo es el caso contrario. Además el segundo tiene un problema para representar controlar las muertes o salidas inesperadas de material como los descartes y por eso se debe recurrir a tenerlas en cuenta a la llegada o salida del grupo etario o recurrir a formular complejas como la expresada en el numeral de Variables Biofísicas y/o Productivas en el Capítulo 4.

- j. La descripción dada en el numeral LM para el *Modelado de los SIPADIPO* permite responder la pregunta ¿Cómo asumir desde la dinámica de Sistemas el modelado de procesos productivos agroindustriales?, como aporte a los modelos hallados en el estado del arte se da la importancia en modelar las acciones de Compras (y nacimiento en el caso de terneros), Ventas, Descartes y Muertes para las cuales se proponen cuatro aspectos fundamentales tales como Comportamiento Demográfico por Niveles temporales, Salidas alrededor del tiempo promedio, Simulación del proceso como una banda de Producción, Simulación demográfica por Retardos.
- k. Los modelos desarrollados con Dinámica de Sistemas se pueden expresar como laboratorios que permiten la identificación, captura y transferencia de conocimiento de una persona a otra, el desarrollo de un ambiente software fácil de usar permite que expertos en el fenómeno y no expertos en el manejo de modelos desarrollados con Dinámica de sistemas aprendan basado en la práctica.

## 6. RECOMENDACIONES

Es imposible que el modelo contemple todas las variables de la realidad y por lo mismo es imposible que este proyecto o los modelos desarrollados lo hagan, además las variables a contemplar en el modelado de un fenómeno o sistema depende del propósito para el cual será desarrollado.

En base a esto existen una serie de recomendaciones sobre aspecto que no fueron consideradas en este proyecto pero que hacen parte de los fenómenos estudiados y a continuación se citan:

1. Mejorar la herramienta de modelado en aspectos tales como la representación del proceso a través de una banda transportadora, manejo del valor inicial, análisis de resultados para diferentes escalas graficas.
2. La complejidad es grande y por ende se hace presente una dificultad en unificar los propósitos, por ello se debe generar un sistema de información que determine cuál es la mejor opción propuesta y el porqué de este.
3. Con respecto a la herramienta software, el próximo prototipo debería tener las siguientes opciones:
  - a. Permitir decimales en el paso de grabación
  - b. Ingresar variables en lote
  - c. Colocar Nombres y Unidades a los Ejes
  - d. Permitir la representación de dos graficas con diferentes rangos de valores en una misma.
  - e. Crear escenarios para probar sin necesidad de guardarlos.
  - f. Poder Editar (ya sea por agregarle variables o por cambiar los valores asignados) o eliminar los valores asignados a un escenario
  - g. Agregar opción editar o eliminar conclusiones
  - h. Que tenga un vinculo para que abrir Evolución en caso de que el usuario sea un experto.

4. Manejo de las razas

Durante la simulación de los modelos solo esta presente en su componente demográfico una raza, pero si fuese necesario dividir su población se recomienda elaborar el modelo con vectores, una posición por raza, o consideran los valores de producción como auxiliares (promedios) establecidos a partir de los parámetros. En caso de que no se deba fraccionar se pueden establecer escenarios para cada raza.

5. De contemplarse la carne en canal se deben tener en cuenta aspectos tales como:

- a. Desechos, como Sangre (de uso de laboratorio).
- b. Estiércol (de aplicación en agricultura, directamente o a través de la lombricultura).
- c. Vísceras: Las verdes (estómago e Intestinos) se usan para la alimentación de animales y las rojas se comercializan para el consumo humano. El cerebro para la elaboración de vasodilatadores.
- d. Cuero: gamuza, plantilla, confecciones.
- e. Pelo: En combinación con la lana de oveja se obtiene Bremer, utilizado para tejidos y Fieltro para sombreros.

6. Modelar el sistema de producción de Cuyes, Camuros, Búfalos, Llamas, Gallinas, Pollos. Los camélidos tales como Guanacos, vicuñas, Llamas y Alpacas las cuales comparten comportamientos similares.

7. Modelar los Sistema de Ganadería Bovina Intensiva

Surgió en algunas de las presentaciones del proyecto, sin embargo este ya viene siendo desarrollado por estudiantes del grupo SIMON, en un modelo conocido al interior del grupo como SIPROBI (Simulación de los Sistemas de producción bovino intensivo) y contempla aspectos tales como:

- a. Disminución en el número de machos necesario ya que con el eyaculado de un solo macho se pueden inseminar de 10 a 20 hembras en forma segura.
- b. Mejora genética acelerada: La posibilidad de inseminar a varias hembras y evaluar las características de reproductor.
- c. Ahorro significativo de tiempo: Se puede inseminar un elevado de hembras sin esperar el celo ni la monta. El estudio microscópico y microscópico del semen permiten controlar el estado de los machos. La inseminación artificial reduce las posibilidades de contagio como pasteurelosis, sífilis, etc.
- d. Generar modelos en donde se evidencie mayor independencia de las influencias estacionales:
- e. La asociación latino americana de Producción Animal (ALPA<sup>14</sup>), sugiere considerar características que sean de importancia económica, heredables; y medibles en el campo.

---

<sup>14</sup> Asociación Latino americana de Producción Animal. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal Consultada en 2009-03.18 de: <http://www.alpa.org.ve/revista2.htm>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO RODRÍGUEZ, Guillermo Hernán. Producción de Carne Bovina Natural en el Trópico”. Consultado en 2009-06-23, de <http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/Guillermo-Hernan-Acevedo-Rodriguez/Produccion-carne-natural-en-el-tropico.pdf>.

Agrobit, Cunicultura. Argentina, Consultado en 2008-12-10 de. [http://www.agrobit.com/Microemprendimientos/cria\\_animales/cunicultura/MI000002cu.htm](http://www.agrobit.com/Microemprendimientos/cria_animales/cunicultura/MI000002cu.htm).

Agrovisión, PigWin, Consultado en 2009-06-12, de: <http://www.pigwin.com>.

AgroWin. Insoft. Consultado en 2009-01-14 de <http://www.insoftweb.com/>

ALVAREZ CASTAÑO, Yolanda, Universidad de Oviedo. .Revista Asturiana de economía. Consultada en 2010-01-13 de <http://www.revistaasturianadeeconomia.org/edic10.php>. 1997

ANDRADE, Hugo et al. “Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad”. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2001.

ARACIL, Javier. Máquinas, sistemas y modelos: Un ensayo sobre sistémica. Editorial Tecnos. Madrid, 1986. pág. 121-131.

ARIAS, Jairo H; BALCÁZAR, Álvaro y HURTADO, Ricardo. Sistemas de Producción Bovina en Colombia. Coyuntura Agropecuaria, Vol 6, Enero de 1990.

Asociación Latino americana de Producción Animal. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal Consultada en 2009-03.18 de <http://www.alpa.org.ve/revista2.htm>

BERTALANFFY, Ludwing Von. Teoría General de los Sistemas Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Fondo de cultura Económica, México D.F, 1984.

BURATOVICH, Osvaldo; VILLA, Martín. Carne ovina en el Oeste de Chubut: Actualidad y perspectivas. Técnicos EEA INTA Esquel. 2008. Consultado en 2009-01-14 de. <http://www.cuencarural.com/ganaderia/ovinos/carne-ovina-en-el-oeste-de-chubut-actualidad-y-perspectivas/>

CAKRAVASTIA, Andi; DIAWATI, Lucia. Industrial Policy design based on Suply and Demand sides. Case: Indonesia's Manufacture of Prodcuts of Plastic. Laboratory of Industrial System Planning and Optimization. Department of Industrial Engineering. Bandung Institute of Technology – Indonesia. 1998. Consultado en 2009-01-14 de <http://www.systemdynamics.org/conferences/1998/PROCEED/00039.PDF>

CANGIANO, Carlos A; GALLI, Julio R; LACA, Emilio A; DICHIO, Utsumi; LARRIPA, Marcelo; BISIO Sergio Aníbal. Comportamiento Ingestivo De Herbívoros Domésticos Y Heterogeneidad De La Vegetación. Grupo de Investigación Ecología del Pastoreo en Rumiantes. Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), Unidad Integrada Balcarce (INTA-UNMdP), Agronomy and Range Science Department (University of California, Davis). 2002. Consultado en 2009-01-14 de [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/03-comportamiento\\_ingestivo.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/03-comportamiento_ingestivo.htm)

CASTELLARO, Giorgio, KLEE, German; CHAVARRIA, Jorge . UN MODELO DE SIMULACION DE SISTEMAS DE ENGORDA DE BOVINOS A PASTOREO. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agro-Económicas, Casilla 1004. Santiago de Chile. 2006

CHECKLAND, Peter; HOLWELL, S. Action Research: Its Nature and Validity, Systemic And Action Research. Vol 12 No. 1. 1998.

CLOUTIER, L. Martin. A System Dynamics Model of Information Feedback and Activity Coordination in an Agricultural Value Chain. 1998. Consultado en 2009-01-14 de <http://www.systemdynamics.org/conferences/1998/PROCEED/00092.PDF>

CORPOICA, Caracterización de los sistemas de Producción Bovina del Trópico bajo de la micro región norte del magdalena medio, Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana. 2000. Disponible en línea <http://www.corpoica.gov.co>

CORTÉS, H., C. AGUILAR y R. VERA. Sistemas bovinos de doble propósito en el trópico bajo de Colombia. modelo de simulación. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Zootecnia. 2004

DÍAZ, Rocío; SUÁREZ, Luis Fernando; RIVERA, Bernardo; ESTRADA, Rubén Darío. Estrada. SISTEMA CERDOS-PASTOS-LECHE: UN MODELO DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y AMBIENTAL. CORPOICA, Regional 4. CI-La Selva, AA 100, Rionegro, CORPOICA-CRECED Altiplano Norte de Antioquia. Santa Rosa de Osos, Universidad de Caldas, Departamento de Sistemas de Producción. Manizales, CIAT-CONDESAN. AA6713, Cali, Colombia, 2007. Consultado en 2009-01-14 de <http://www.condesan.org/publicacion/bgris/colombia/colombia5.html>

Enciclopedia de la Agricultura y ganadería (Porcina) Editorial Océano Centrum.

ESPINAL, Carlos Federico; MARTÍNEZ COVALEDA, Héctor; AMÉZQUITA, Jorge Enrique. La cadena ovinos y caprinos en Colombia; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Observatorio Agro-cadenas Colombia; 2006

ESPINAL G, Carlos Federico; MARTÍNEZ COVALEDA, Héctor J; ACEVEDO GAITÁN, Ximena. UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA-

1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Bogotá, Marzo de 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, <http://www.fao.org/DOCREP/V5290S/v5290s24.htm>.

GARCÍA, Beatriz; VILARIÑO, Darnes. FIGUEROA, Vilda y PILOTO, J L. Modelo matemático de optimización para granjas integrales de agricultura sostenible. Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal No.1 Punta Brava y Facultad de Matemática y Computación. Universidad de la Habana, La Habana, Cuba, 2001.

GARCÍA, Conrado. How to Leverage the Systemic Leverage Analysis to Improve Learning Laboratories SDSG, L.L.C. (d.b.a. The Strategic Decision Simulation Group). Madrid. 2002. Consultado en 2009-01-14 de [www.instituteforstrategicclarity.org/Publications/cgmqbc.pdf](http://www.instituteforstrategicclarity.org/Publications/cgmqbc.pdf)

GÓMEZ, Urbano. BARRAGÁN, Omar. ANDRADE, Hugo. GARCÍA, Carlos. Modelo de Simulación de sistemas de producción de ganadería bovina para la investigación integral, UIS, 2002.

GONZALEZ BUITRAGO, Carlos Alberto, LIZARAZO HERRERA, Omaira Cecilia; Propuesta de un modelo de simulación de la dinámica del comportamiento epidemiológico de la fiebre aftosa para la generación de estrategias de prevención y control, bajo un enfoque sistémico; Universidad Industrial de Santander; 1999.

Grupo SIMON de modelos y simulación de la Universidad Industrial de Santander. Consultado en 2010-01-14 de <http://simon.uis.edu.co/index.html>.

GUTIÉRREZ, R.; FERRÁN, A.M.; PECHIN, G.H. Herramienta para la Formulación de Raciones para Cerdos por Mínimo Costo. Ciencia Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de la Pampa. Argentina, 2002

HART, R.; LARCOMBE, M.; SHERLOCK, R.; SMITH, L. Optimization techniques for a computer simulation of a pastoral dairy farm. Comput. Electron. Agric. 19(2):129-153. 1998.

HERNÁNDEZ SAN PIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Cuarta Edición; Mc Graw Hill; 2007.

HOLMANN, F.; BLAKE, R.; HAHN, M.; BARKER, R.; MILLIGAN, R.; OLTENACU, R.; STANTON, T. Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds in Venezuela. J. Dairy Sci. 73:2190-2205. 1990.

HOLMANN, F.; BLAKE, R.; MILLIGAN, R.; BARKER, R.; OLTENACU, P.; HAHN, M. Economic returns from United States artificial insemination sires Holstein herds in Colombia, Mexico, and Venezuela. J. Dairy Sci. 73: 2179-2189. 1990.

HONG-BIN, Wang. An application of System Dynamics approach to the development goals y policies of the Animal Husbandry. System Dynamics Review. 1991.

HONGGANG SAEED, Xu. Infrastructure Planning In A Dualist Agricultural Economy: A Search For A Policy Framework. Disponible en <http://www.systemdynamics.org/conferences/1998/PROCEED/00040.PDF>

Infotambo. Sistema para manejo de ganado vacuno lechero - Manejo reproductivo y control lechero de hatos o tambos lecheros Consultado en 2008-12-14, de: <http://www.infotambo.com.ar/>

LASCANO, C. E. Y HOLMANN, F. Conceptos y Metodologías de Investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito, CIAT: Centro Internacional de Agricultura, Tropical, Consorcio Tropicelche, Noviembre de 1997.

LEAL NIETO, Alexandre de C., LEGEY, Luiz F. A System Dynamics Model for the Environmental Management of the Sepetiba Bay Watershed. Springer Science. Business Media. Inc. 2006. Brazil.

Lince, Emiliano. Andrade Sosa, Hugo Hernando, Gómez Prada, Urbano Eliecer. Framework para el desarrollo de ambientes software de aprendizaje y toma de decisiones con modelos en dinámica de sistemas. XIII Congreso Internacional de Informática en la Educación. Consultado en 2010/02/09 de [http://www.informaticahabana.com/files/relatoria/PM%20Martes10\\_XIII-Congreso-Educacion.pdf](http://www.informaticahabana.com/files/relatoria/PM%20Martes10_XIII-Congreso-Educacion.pdf)

MALDONADO VARGAS, P.1,2 - ALTAMIRANO, H. H.3,4 - BOGADO, E. F.3,4 - CRUDELI, G. A.1. Evaluación económica de modelos de producción de carne bovina y bubalina. Universidad nacional del nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000.

MÁRQUEZ, Angé; PAREDES, Luis. El uso del Ecoanálisis-DP en un sistema de producción intensivo de leche en la zona de Humocaró el Tocuyo, estado Lara. Zootecnia Tropical. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, XII Congreso de Producción e Industria Animal 2004.

MÉNDEZ ACOSTA, Carlos Manuel. M.B.A. Universidad Católica Argentina. ALONSO MAGDALENO, Isabel, DYNAMIC OF INFORMATION IN THE MEAT SUPPLY CHAIN: THE ARGENTINEAN CASE. Universidad de Oviedo. 2002. Disponible en <http://www.systemdynamics.org/conferences/2002/papers/Mendez1.pdf>

PRODUCCIÓN ANIMAL. Modelo para carne y leche. Consultada en 2009-05-12 de:  
<http://prodanimal.freeservers.com/indexsoft.html>

PIATINI, Mario; CALVO-MANZANO, José; Análisis y diseño de aplicaciones informáticas de gestión una perspectiva de ingeniería del software, Ra-Ma, 2007

PRESSMAN, Roger. Ingeniería del software, un enfoque práctico. 5ª edición. McGraw Hill. ISBN: 84-481-3214-9. Madrid, 2002.

PROGRAMA INFOTAMBO. Sistema para manejo de ganado vacuno lechero - Manejo reproductivo y control lechero de hatos o tambos lecheros Consultado en 2008-12-14, de:  
<http://www.infotambo.com.ar/>

RICHARDSON, J.W; NIXON, C.J. Description of FLIPSIM V: A General Firm Model Policy Simulation Model. Texas A&M University, Department of Agricultural Economics, Agricultural and Food Policy Center. Bulletin B1528.

Road Maps, Una Guía para aprender Dinámica de Sistemas; Instituto Tecnológico de Massachussets, 1996

RUIZ GARCÍA, Fanny Yadira. SILVA OLIVARE, Rubiela. Herramienta software para el aprendizaje del manejo de un sistema de producción de ganadería bovina mediante simulación con dinámica de sistemas y un enfoque sistémico. SIPROB 2.0. UIS. 2008.

RUMBAUGH, James. El lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia. Addison Wesley. Madrid 1999.

SAGARNAGA, Myriam, Otros. GRANJAS PORCINAS REPRESENTATIVAS EN MÉXICO PANORAMA ECONÓMICO 1995-2004. Reporte de Investigación AFPC 99-16

AFPC Research Report 99-16. Department of Agricultural Economics. Texas Agricultural Experiment Station. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University. 1999.

SCHROOTEN, C.; VAN ARENDONK, J. Stochastic simulation of dairy cattle breeding schemes: genetic evaluation of nucleus size and type. J. Anim. Breed. Genet. 109:1-15. 1992.

Software EVOLUCIÓN para el modelamiento y simulación en dinámica de sistemas. Grupo SIMON de investigaciones en modelos y simulación de la Universidad Industrial de Santander. – UIS – Bucaramanga.  
<http://simon.uis.edu.co/WebSIMON/software/indsf.htm>.

STERMAN, John D., (2000); Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World, Irwin McGraw-Hill.

TAKAHASHI, Richardo. CALDEIRA, Claudia P. PERES, Pedro. A linear dynamic system approach for cattle herd optimal shaping. Department of Electrical Engineering, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil. University of Campinas, Campinas, SP, Brazil. 1997.

Taurusweb. Descripción del Software. Consultado en 2008-09-12, de:  
<http://www.tauruswebs.com/>

URDANETA, F.; CASANOVA, A. Alternativas de producción en sistemas de ganadería lechera de doble propósito (vaca-maute). II. Maximización de la ganancia operativa. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 12:539-549. 1995. Disponible en  
[http://www.revfacagronluz.org.ve/v12\\_4/v124z090.html](http://www.revfacagronluz.org.ve/v12_4/v124z090.html)

USATI. Descripción de Software Ganadero, Consultado EN 2009.06-12 de:  
<http://www.softwareganadero.com/>

VELASCO, J.; ORDÓÑEZ, J.; BUSTILLOS, L. Sensibilidad económica de un sistema de doble propósito zuliano debido a la variación en el desempeño reproductivo del rebaño. Rev. Científ. FCV-LUZ. X(1):30-36. 2000. [http://avpa.ula.ve/congresos/cd\\_xi\\_congreso/pdf/jorgeordonez.PDF](http://avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/jorgeordonez.PDF).

WOOD, D. BALL, A., GILPIN B., W. et al. System Dynamic Modelling Of Microbes: Simulating Farm Management Options .Institute of Environmental Science and Research Ltd (ESR), P O Box 29-181, Christchurch 8540. New Zealand, 2007

YÁÑEZ, Luis; ARANGUREN-MÉNDEZ, José ; VILLASMIL-ONTIVEROS, Yenen ; ROJAS, Nidia ; CHIRINOS, Zuleima ; ORDÓÑEZ, Jorge. Modelo bioeconomico de simulación para orientar la definición del objetivo de selección en el sistema doble propósito. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 2006.

ZARTHA, Jhon Wilder; VÉLEZ, Gloria Liliana; HERRERA, Juan Felipe. Diseño de un modelo para la evaluación del comportamiento del consumo de carne bovina usando dinámica de sistemas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Antioquia. Vol 5. No. 2. Agosto 2007

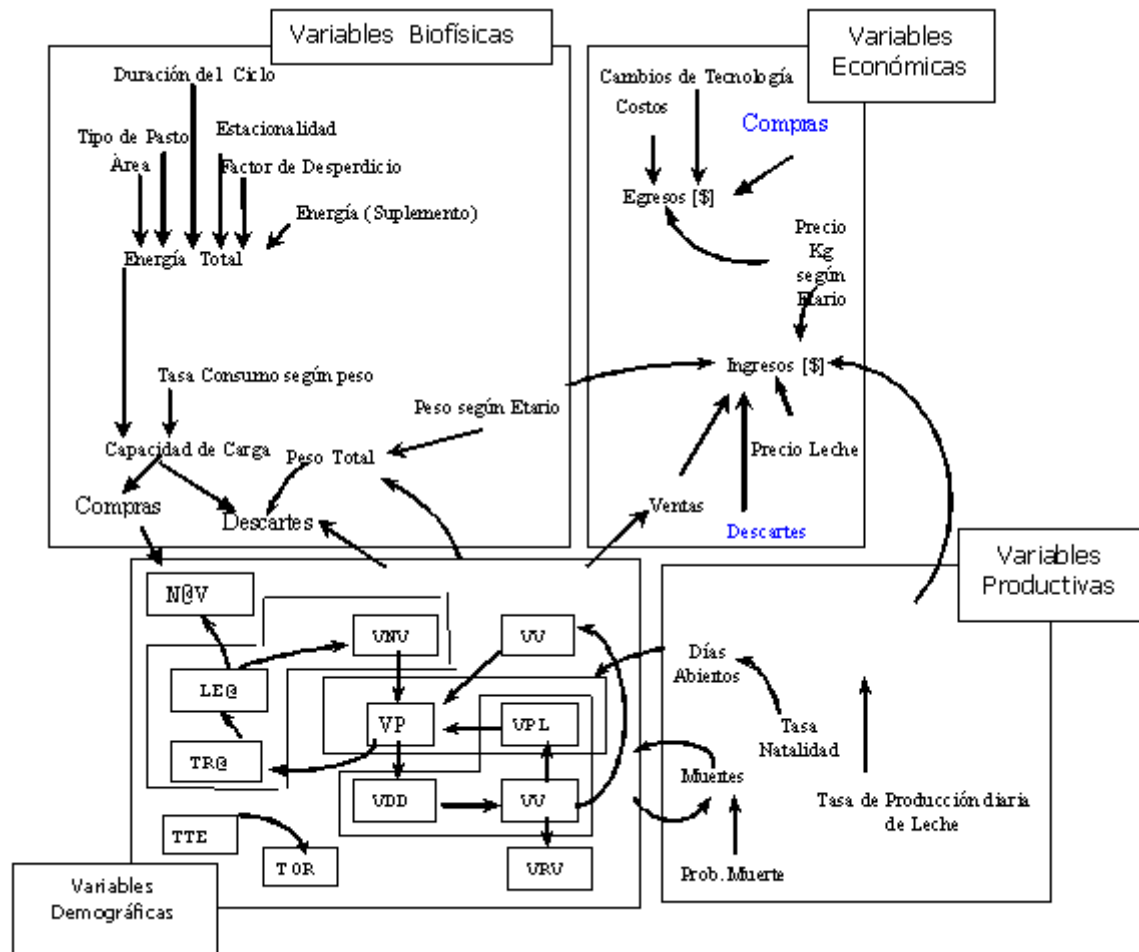
## **ANEXO A - DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

### **1. Sistemas de producción Bovina**

Una descripción general de los Sistemas de producción bovina es presentada SIPROB 1.0 desde la perspectiva de la Dinámica de Sistemas (Gómez, 2002), es decir, haciendo uso de los cinco lenguajes, un resumen de ello expresaría que estos se componen por variables demográficas, productivas, biofísicas y socioeconómicas.

Con relación a variables demográficas, esta compuesto por Terneros, Levantes y Vacas -en todas sus etapas: Vacías, Preñadas, Lactantes-, Toros, Toretos y Novillos. En estos elementos están presentes factores determinantes de la producción como son la Tasa de Natalidad y la Probabilidad de Muerte, Tasas de producción de leche cuando aplica, las variables naturales o biofísicas son: Área, Tipo de Pastos, Estacionalidad (Clima de la región: Invierno, verano), suministro de adicionales alimenticios, capacidad animales que la finca puede mantener de carga, entre otros, y las variables socioeconómicas, las cuales determinan los ingresos y egresos del empresario, tales como impuestos, gastos de personal, de implantación de nuevas tecnologías, servicios públicos y las actividades comerciales de los sistemas contemplados como son la venta y compra de animales y la venta de leche, entre otros, las cuales permiten establecer la relación costo / beneficio del sistema productivo. La figura 30 presenta el diagrama de influencias simplificado presentado en el Modelo de Simulación de Sistemas de Producción de Ganadería Bovina para la investigación integral (SIPROB 1.0) en donde cada elemento se encuentra ubicado según su caracterización.

**Figura 36 Sistemas de producción bovina.**



Fuente: Gómez, Barragán, Andrade, Garcia, 2002

## 2. Sistemas de producción Porcina

Los sistemas de producción Porcina se componen por variables demográficas, productivas, biofísicas y socioeconómicas, con relación a variables demográficas se tienen Lechones lactantes - Cerdos en levante - Cerdos de engorde - Hembras de reemplazo - En gestación – En lactancia, Nodrizas. En variables productivas aparece la Tasa de Natalidad y la probabilidad de Muerte, Tasas de producción de Carne, en cuanto a variables naturales o biofísicas el Área, Tipo de Alimento, Temperatura, entre otras y las variables

socioeconómicas, las cuales determinan los ingresos y egresos del empresario, tales como impuestos, gastos de personal, gastos de implantación de nuevas tecnologías, servicios públicos y las actividades comerciales de los sistemas contemplados como son la venta y compra de animales y la venta de leche, entre otros, las cuales permiten establecer la relación costo / beneficio del sistema productivo.

La actividad porcina es una de las actividades más antiguas de la producción animal, la cual se ha sostenido hasta nuestros días constituyéndose en la principal fuente de proteína de origen animal en el mundo, con producción de carnes y un alto consumo per cápita. En Colombia durante los últimos años, ha tenido un incremento significativo en el desarrollo económico, debido a su rentabilidad, promoviendo así una nueva opción de consumo.

El proceso productivo presenta tres caracterizaciones:

- a. Granja de cría: Su finalidad es producir lechones para la venta, desde su nacimiento hasta lograr un peso de 22 – 25 kilos, aproximadamente. Maneja reproductores, hembras de reemplazo, hembras en gestación, hembras en lactancia, lechones lactantes, hembras vacías, lechones en precebo y hembras de descarte.
- b. Granja de ceba. Maneja lechones machos y hembras para su engorde y posterior sacrificio. Compra lechones con un peso de 22 – 25 kilos y los engorda hasta los 95 – 105 kilos. Se hace en dos etapas: Levante: De los 22 – 25 kilos hasta los 50 – 60 kilos. Ceba: De los 50 – 60 kilos hasta los 95 – 105 kilos (sacrificio). En esta etapa no se producen residuos como placentas, fetos, momificaciones, etc. Tampoco se usa gran cantidad de medicamentos, puesto que las vacunaciones y tratamientos se dan en la etapa de cría.
- c. Granja de Ciclo completo. Se realizan las dos actividades anteriormente descritas (Cría y Ceba).

Si se cría al cerdo sin ningún control, el consumo de su carne puede ser fuente de enfermedades parasitarias para el consumidor. Por ello, se debe enfatizar la importancia de contar con un buen sistema de manejo a nivel de criadero familiar. La cría puede iniciarse con una pequeña piara compuesta de dos a cinco vientres y un macho.

### 2.1. Calidad nutritiva de la carne

La carne de cerdo es rica en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales, y también posee un mayor contenido de grasas que otros animales.

### 2.2. Características productivas

Las características productivas pueden variar según el tipo de animal y raza que se utilice, así como de las condiciones medio ambientales de la localidad. Ver tabla 3.

**Tabla 5 Características productivas Cerdos**

Fertilidad:	75%
Crías por parto:	10,5 lechones.
Número de partos por año:	1,5
Período de gestación:	3 meses, 3 semanas y 3 días.
Duración del ciclo estral:	21 días.
Peso promedio al nacimiento:	1,10/1,30 kg <sup>15</sup>
Peso al destete (60 días):	15 kg <sup>16</sup> .
Peso promedio final (6 meses):	50 kg.
Peso del macho al empadre:	110/120 kg.
Peso de la hembra al empadre:	90/110 kg de peso y 8 meses de edad

<sup>15</sup> En el caso de explotaciones comerciales con razas puras se puede doblar este peso en el mismo período, A mayor número de lechones nacidos, menor es el promedio de peso del lechón al nacimiento.

<sup>16</sup> En el caso de explotaciones comerciales con razas puras se puede doblar este peso en el mismo período.

### 2.2.1. Fisiología reproductiva

La marrana alcanza la pubertad entre los cinco y los ocho meses de edad. El ciclo astral dura 21 días y el celo 72 horas. El nuevo celo se presenta a los siete días después del destete. El verraco empieza su vida sexual a los 15 meses de edad y puede servir a 15 hembras. Para el uso más eficiente de un verraco se pueden organizar grupos de cuatro o cinco familias.

Generalmente el útero se regenera entre los 14 y los 21 días después del parto, pero la presencia de nuevos celos se ve bloqueada por la lactación. El ciclo reproductivo de la cerda termina con la lactación. Durante esta fase se produce el único alimento disponible para la cría: la leche. Una vez finalizada la lactación, o sea el destete, el celo se presenta a los siete días y se inicia un nuevo ciclo reproductivo.

### 2.2.2. Requerimiento de corrales

Para la cría de cerdos en confinamiento, es necesaria la construcción de corrales con materiales sólidos y fuertes. Información sobre la construcción de corrales figura en la cartilla tecnológica 15, construcción de corrales para cerdos.

### 2.2.3. Alimentación

Una buena dieta debe incluir componentes nutritivos esenciales como agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas. Según la clase de animal, las necesidades diarias de agua son aproximadamente las siguientes:

**Tabla 6 Consumo de Agua Cerdos**

<b>Clase de animal</b>	<b>Consumo diario de agua</b>
Verraco	10-15 litros
Marrana en gestación	10-17 litros
Marrana en lactancia	20-30 litros
Lechones destetados	2-4 litros

La falta de alimentos energéticos disminuye la conversión alimentaría y retarda el crecimiento. En cambio, un exceso produce demasiada grasa, que puede provocar infertilidad temporal. En cuanto a las proteínas es necesario considerar no solo la cantidad sino la calidad. Una deficiencia de proteínas en cantidad o calidad causa problemas de apetito y anomalías en el pelo y la piel, particularmente en los animales jóvenes. Los minerales que se requieren en la alimentación de los cerdos son principalmente calcio, fósforo, cloro y sodio. Los demás minerales se encuentran en los alimentos. Los cerdos generalmente son sensibles a la deficiencia de casi todas las vitaminas.

### 2.3. Salud e higiene

Para evitar en lo posible el brote de enfermedades infecciosas se debe seguir un riguroso régimen de higiene y sanidad de los animales, que incluye lo siguiente:

- ✚ Los corrales deben estar siempre limpios y, en lo posible, secos.
- ✚ El piso de los corrales de parto debe cubrirse con paja y ésta debe removerse cada semana.
- ✚ El estiércol recolectado se lleva al compost.
- ✚ Si algún animal se enferma, se lo debe aislar del resto y el corral donde permaneció debe ser desinfectado.
- ✚ No se debe introducir animales extraños al criadero sin antes revisarlos.
- ✚ Se debe construir una fosa en la puerta de ingreso de cada corral y llenarla de cal para desinfectar los zapatos antes de ingresar al corral.

Los problemas que comúnmente se presentan son:

**Parasitismo interno:** Causa enflaquecimiento y debilitamiento de adultos y crías (lechones). Los animales flacos tienen el pelo torcido, duro y erecto. En el momento del sacrificio se observan gusanos y huevecillos en el intestino. Para prevenir y eliminar su presencia se usan antiparasitarios cada cuatro meses.

**Parasitismo externo:** El animal se muestra molesto por la presencia de sarna, piojos, pulgas y otros parásitos. No come, enflaquece y es susceptible a otras enfermedades. Para la curación se puede utilizar un antiparásito específico.

**Cisticercosis:** Es un parásito que se presenta en forma de granitos blancos en la lengua, los cachetes y la carne. La enfermedad puede ser transmitida al hombre al consumir carne contaminada. La forma más eficaz de prevenirla es evitando que los cerdos coman excrementos humanos y animales; para ello, es recomendable mantener los cerdos en los corrales.

Enfermedades como la fiebre aftosa, el cólera porcino, el carbunco hemático, la erisipela y rabia porcina se previenen vacunando de acuerdo al calendario de vacunación de la zona.

### **3. Sistemas de producción Caprino y Ovino**

Los sistemas de producción Caprino y Ovino están compuestos por variables demográficas, productivas, biofísicas y socioeconómicas. Las variables demográficas o componentes etarios se pueden clasificar en lactantes, infantes, adultos y hembras, ya sean nuevo vientre, preñadas, en días de Descanso, vacías lactantes, preñadas lactantes y vacías. Como variables productivas aparece la tasa de Natalidad y mortalidad y tasas de producción de carne, en cuanto a variables naturales o biofísicas el área, tipo de alimento, temperatura, entre otras y las variables socioeconómicas, las cuales determinan los ingresos y egresos del empresario, tales como impuestos, gastos de personal, gastos de implantación de nuevas tecnologías, servicios públicos y las actividades comerciales de los sistemas contemplados como son la venta y compra de animales y la venta de leche, entre otros, las cuales permiten establecer la relación costo / beneficio del sistema productivo.

Las cabras y ovinos son rumiantes menores con capacidad de transformar forrajes de diferentes tipos, aún los de mala calidad como, por ejemplo, paja de cereales, residuos y

subproductos de la huerta que, de otro modo, serían desperdiciados. Las cabras, además, consumen muchos alimentos que las ovejas y vacunos desdeñan; sin embargo, sus requerimientos para la lactancia son mayores para sostener los altos niveles de producción de leche. Por su gran adaptación, los ovinos pueden ser criados en todos los climas, aunque para ello será necesario elegir la raza o tipo de animal más adecuado para una región dada.

La cría de ovinos proporciona múltiples productos a la familia:

- Carne que contiene proteínas de alta calidad y que puede cubrir los requerimientos proteicos y de hierro en los niños
- Leche para la elaboración de queso
- Lana
- Estiércol.

Las cabras lecheras producen más leche que las cabras normales. Su leche es una fuente excelente de proteína animal que puede ser consumida por los niños y la familia en forma de leche fresca o transformada en queso. Las cabras lecheras también pueden contribuir a los ingresos de la familia a través de la venta de leche o excedencias de quesos, estiércol, carne y cueros. Criando una especie de menor tamaño como la cabra, una familia puede acceder a una producción lechera artesanal con mayor libertad de espacio que con una vaca.

Una familia puede criar un rebaño ovino pequeño consistente en un macho y 45 hembras con potencial de producir al menos tres crías en dos años. Si la preferencia es por la cría de cabras, un hato familiar puede consistir en dos o tres hembras en condiciones de producir al menos tres ó más crías en dos años. La elección de la raza dependerá del clima y de las condiciones de cría.

### **3.1. Calidad nutritiva de los productos de ovinos y caprinos**

La carne de ovinos y caprinos criollos, y de pastoreo extensivo, es magra. No obstante que su contenido en colesterol es tan alto como el de la carne de vaca, su consumo continuado no representa una amenaza para la salud de personas adultas.

La leche caprina no es diferente de la de otras especies en lo que a calidad de proteínas se refiere. Los contenidos grasos, sin embargo, son un tanto mayores que los de una vaca Holstein, lo cual permite mayor rendimiento en queso.

La carne y la leche de ovinos y caprinos son sanas. Sin embargo, si la cría no es controlada (como ocurre con otros animales), la carne puede contener parásitos transmisibles al hombre que comprometen su salud.

### 3.2. Características productivas

Las características Productivas Ovinos y Caprinos son presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Características Productivas Ovinos y Caprinos**

Épocas de reproducción	Ovinos criollos y de pelo, casi en cualquier período del año
	Razas ovinas mejoradas de lana, mayor fertilidad marzo y mayo
	Cabras, casi en cualquier período del año
Duración del ciclo estral	Ovejas 15-18 días
	Cabras 15-23 días
Período de gestación:	Ovejas y cabras, aproximadamente 150 días
Número de crías por parto	Ovinos criollos 1
	Ovinos de pelo 1-2
	Cabras 1-3
Edad al destete	Ovinos 90-120 días
	Cabras 50-60 días
Pesos animales adultos	Ovino Criollo altiplano 20-25 kg
	Ovino Criollo valles 35 kg
	Razas ovinas mejoradas de lana 35-40 kg
	Cabra Saanen 45-55 kg
	Cabra Anglo nubian 35-45 kg
Rendimiento en leche	Cabras 1-3 litros de leche/día

Rendimiento en lana	Ovino Criollo 0,7-1,5 kg
	Razas ovinas mejoradas de lana 3-4 kg
Época de esquila	Septiembre a noviembre

### 3.2.1. Cría

Los animales pueden pastorear amarrados a una estaca en áreas con pasturas o bien ser mantenidos permanentemente en establos y alimentados con forraje cortado a mano. Pero es indispensable un corral de pernocte o de permanencia.

Para las cabras lecheras se recomienda la semiestabulación o estabulación completa para permitir un manejo riguroso y una menor presión sobre el uso de la tierra. Las cabras tienen la reputación de ser causantes del deterioro del medio ambiente. Tal concepto no es necesariamente correcto, por cuanto es el mal manejo de una cabra, y no la cabra misma, que conduce al sobrepastoreo y al deterioro señalado.

### 3.2.2. Reproducción y recomendaciones

Las ovejas alcanzan la pubertad al lograr 60-80% del peso adulto. En general las ovejas pueden ser cubiertas al año de vida. Las cabras alcanzan la edad reproductiva al año y medio, además, no deben ser cruzadas antes de tener un peso equivalente a 35 kg. de peso. Se recomienda el empadre de hembras primerizas en buenas condiciones corporales para evitar que se afecte la capacidad productiva futura de la oveja o de la cabra.

Los corderos y los chivitos son precoces y podrán cubrir a las hembras desde los seis, siete meses de edad. Consecuentemente, los corderos y chivitos destetados deberán mantenerse separados de las hembras o castrarse si serán destinados a la venta.

Un carnero puede cubrir hasta 50 hembras, mientras que un chivo hasta 20. Por lo tanto, un rebaño o ható pequeño requiere solamente un macho, sano y bien conformado, el cual debería ser utilizado por no más de tres años consecutivos. Se recomienda rotar machos

entre rebaños/hatos de productores vecinos para evitar la consanguinidad (cruzamientos entre hijos y madres o entre hermanos) que incrementa los riesgos de producir hijos con defectos. Hay que asegurarse de que el macho esté exento de defectos, enfermedades y afecciones reproductivas.

Tanto en ovejas como en cabras, el desarrollo del feto es mayor durante los últimos 50 días de la gestación. En este período la cabra o la oveja debe recibir alimentación especial para lograr crías sanas y vigorosas, y producir leche abundante durante la lactancia. Con cabras que producen más de una cría por parto esta medida debe ser cuidadosamente cumplida.

Particularmente en el caso de ovinos existen dos sistemas de reproducción:

- a. **Sistema no estacional (producción acelerada de corderos).** En los ovinos criollos y de pelo las hembras se cruzan en cualquier época del año. Las ovejas paridas podrán cruzarse entre los 45 y los 80 días después del parto.
- b. **Sistema estacional.** Común en razas mejoradas europeas con reproducción estacional. Las hembras sólo se cruzan en una estación definida cada año.

El máximo número de lactancias por año se logra en cabras lecheras si la reproducción ocurre en cualquier época del año. La monta puede producirse entre los 50 y los 60 días después del parto. Si la cabra queda preñada el día 60 después del parto, deberá secarse al iniciar el último tercio de la gestación (en el día 160) y parir el día 210. En consecuencia, la producción de leche puede ser obtenida del día 60 al 160, es decir por un período de 100 días.

Recomendaciones más específicas se encuentran en la cartilla tecnológica 26, manejo de ovinos y caprinos.

### **3.2.3. Alimentación**

Los ovinos y caprinos utilizan los forrajes de una manera más eficiente que otros animales. Su alimentación debe alcanzar un buen balance de proteínas y de energía para permitir un

nivel deseable de producción. Este balance se obtiene de las praderas de pastoreo, en el caso de que éstas no sean sobre-pastoreadas. En el caso de cabras con altos requerimientos durante la lactancia, éstos pueden ser cubiertos con un suplemento de forraje fresco de alta calidad.

En regiones con épocas críticas del año para producir forraje fresco (debido a heladas y sequía), será necesario prever esa deficiencia con forraje conservado. Las estrategias de alimentación deben utilizar todo lo que pueda ser consumido por los ovinos, como residuos de cosechas de cereales (pajas de arroz, trigo y cebada) y también de hortalizas.

Un ovino o caprino adulto requiere un monto de forraje fresco (en verde) igual a 15% de su peso vivo. Por ejemplo, un animal de 35 kg requerirá 5,25 kg de forraje fresco por día. Si los animales se crían en establos se debe incluir una cantidad adicional (por ejemplo 1,5 kg adicional) para compensar la porción de forraje que el animal rechazará.

En el caso de cabras lecheras, la lactancia requiere una cuidadosa alimentación para permitir niveles de producción adecuados y evitar que la cabra sufra de malnutrición. En este caso es necesario aumentar la cantidad de proteínas usando bloques de urea, sales minerales y vitaminas para que el animal pueda utilizar eficientemente el heno y los desechos de cosecha.

Suministrando un nivel de energía deseable (por ejemplo, con melaza de caña de azúcar o plátanos) el alimento obtenido en el pastoreo será más eficientemente utilizado.

Los animales deben contar con libre acceso al agua. La fuente de agua deber ser corriente para evitar riesgos de infestaciones de parásitos. En animales criados en corral, el suministro de agua en un bebedero permitirá menor contaminación. Se calcula un volumen de 3 a 8 litros de agua por animal por día.

Los minerales son importantes. La sal, preferiblemente yodada, debe suministrarse en bloques colocados en el corral para su libre consumo.

#### **4. Sistemas de producción de Conejos**

Los sistemas de producción Cunícolas están compuestos por variables demográficas, productivas, biofísicas y socioeconómicas. En cuanto a las variables demográficas se consideran, según sus características como Gazapos y Adultos, como variables productivas aparece la tasa de Natalidad y mortalidad y tasas de producción de carne, en cuanto a variables naturales o biofísicas el área, tipo de alimento, temperatura, entre otras. Las variables socioeconómicas, las cuales determinan los ingresos y egresos del empresario, tales como gastos de personal, alimentación, servicios públicos y las actividades comerciales de los sistemas contemplados como son la venta y compra de animales y la venta de cueros, las cuales permiten establecer la relación Costo / Beneficio del sistema productivo.

El conejo es un mamífero roedor que en libertad se alimenta exclusivamente de hierbas y granos. Como otros animales herbívoros tiene la facultad de utilizar las fibras vegetales y residuos de cosecha y de la cocina, transformándolos en productos valiosos como la carne.

El cuerpo del conejo está cubierto por un pelo espeso y suave. Existen diferentes razas que pueden producir carne, piel o pelo.

La producción de conejos contemplada en este trabajo corresponde a un nivel de explotación familiar, en donde es posible criar conejos para producir carne y aprovechar, en forma secundaria, la piel. A continuación se dan algunas generalidades.

##### **4.1. Beneficios de la cría de conejos**

1. Su manejo es fácil.
2. Tienen una reproducción muy rápida.
3. La carne es muy nutritiva para la familia.
4. Sus pieles y cueros pueden ser vendidos.
5. Su alimentación es sencilla pastos y residuos de cosecha y de cocina.

6. La calidad de su estiércol, como abono para el suelo, es buena.

#### **4.2.Ciclo sexual y reproducción**

La edad más adecuada para iniciar la reproducción varía en los conejos según la raza, el sexo, la estación y las características individuales. La gestación de la hembra dura aproximadamente 31 días y la lactancia 56 días, totalizando 87 días. Por lo tanto cada hembra está teóricamente en condiciones de parir y criar cuatro camadas ( $87 \times 4 = 348$ ) en 365 días, con un período de descanso de 17 días.

En el conejo son frecuentes las camadas de 10 a 12 gazapos los cuales, a la semana de haber nacido, habrán duplicado su peso sin más alimentación que la leche de la madre. A las ocho semanas de nacidos, el peso de los gazapos habrá aumentado 28 veces.

Es recomendable utilizar al macho como reproductor por primera vez habiendo cumplido los ocho meses de edad; al principio una vez por semana, y luego hasta dos veces a la semana.

Para el cruzamiento siempre se debe llevar la hembra a la jaula del macho. Si la hembra está en condiciones de cruzar y el macho es activo, el apareamiento se realiza casi inmediatamente. Es mejor retornar la hembra a su jaula inmediatamente. Veinticinco días después de haber cruzado, debe proporcionarse a la hembra paja, lanas o pedazos de trapos limpios para que prepare su nido.

Seis o siete semanas después del nacimiento hay que separar las crías de la madre. A los 45 días se deben separar los machos de las hembras y colocarlos en jaulas individuales. Las hembras, dependiendo de su tamaño y vigor, pueden ser cruzadas por el macho a los cinco o seis meses de edad.

Normalmente las conejas pueden tener crías durante tres años. Sólo se requiere un macho por cada 10 hembras, aunque es aconsejable contar con otro macho de reserva. La primera monta de un macho requiere una hembra experimentada que ya tuvo crías; mientras que

una hembra que se cruza por primera vez, necesita un macho que se haya cruzado algunas veces.

#### **4.2.1. Jaulas**

Es conveniente que los conejos se críen en jaulas individuales por las siguientes razones:

- ✚ Mayor control de su reproducción.
- ✚ Mejor control sanitario (limpieza, desinfección y menores riesgos de contagios).
- ✚ Cuidado de la vegetación en los huertos familiares (los conejos libres podrían comer y destruir cualquier clase de plantas en los huertos y jardines, incluso las plantas destinadas al consumo humano).
- ✚ Evitar que otros animales los maltraten, lo cual ocurre frecuentemente con los perros u otros animales domésticos o silvestres.

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- ✚ Facilitar la limpieza y manipulación.
- ✚ Brindar protección completa contra la lluvia.
- ✚ Eliminar la humedad.
- ✚ Evitar corrientes de aire, sobre todo frías y húmedas.
- ✚ Permitir la libre circulación de luz y aire.

La jaula de la hembra se puede construir con residuos de láminas de madera (cajones) de 1 m de largo por 60 cm de ancho y 50 cm de alto. Dentro de la jaula se debe construir un nido de 30 cm de ancho x 60 cm de largo y 50 cm de alto. Además, el nido debe tener una puerta aparte. El macho requiere una jaula de 80 cm de largo x 60 cm de ancho y 50 cm de alto. En ambos casos conviene que el piso de la jaula sea de alambre tejido o rejillas para eliminar la humedad.

#### **4.2.2. Manipulación de los conejos**

Nunca se debe levantar a los conejos por las orejas o por las patas. Eso puede causarles daños permanentes. Se pueden agarrar con una mano, tomando un poco de piel de la parte de atrás de las orejas y colocar la otra mano por debajo de la cola como si se lo fuera a sentar sobre la palma de la mano con el objeto de sostener el peso del animal.

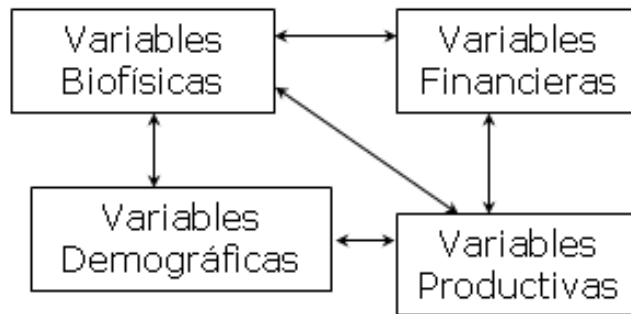
#### **4.2.3. Explotación de carne de conejo**

El conejo es una especie que presenta grandes ventajas frente a otras, es ágil tiene una rápida reproducción, adaptabilidad al medio, rápida obtención de carne y piel, necesidad de poco espacio y mano de obra reducida. Estas características son las que están siendo aprovechadas por el proyecto de cunicultura de la Universidad de Pamplona en la Granja Experimental Villa Marina que abre las puertas a la comunidad pamplonesa para la obtención de carne en canal de dicho animal.

## ANEXO B - MODELOS POBLACIONALES CON D. S.

Los Modelos con Dinámica de Sistemas para Dinámicas Poblacionales pueden ser caracterizados en cuatro componentes: Demográficos, Biofísicos, Productivos y Financieros interactuando entre si como se representa en la figura 1, entre más tecnificado este el sector más entrelazados están los sectores, para una mayor comprensión, observe la Figura 31.

Figura 37 Componentes de la dinámica poblacional Agroindustrial



Fuente: Autor

Los modelos con DS deben ser afrontados bajo el concepto de cobertura y complejidad creciente, por ende, deben ser presentados por prototipos, dado que en las dinámicas poblacionales se dan cuatro sectores, se propone que el segundo prototipo debe contener el primero, el tercero al segundo y así sucesivamente, sin embargo, otra posibilidad es la de desarrollar prototipos que ilustren solo cada uno de los componente y al final integrarlos de tal manera que se pueda apreciar cada uno como un sistema cerrado, pero surge el inconveniente de las relaciones presentes entre ellos, por ejemplo:

- ✚ La parte Económica se calcula a partir de la biofísica, Productiva y Demográfica
- ✚ La parte Productiva a partir de la demográfica y biofísica

- ✚ La biofísica a partir de la demográfica (y si se consideran limitantes de Dinero de la económica)
- ✚ En la demográfica, si se consideran limitantes de Dinero, este influye en la compra de animales.

En base a esto, se propone iniciar la representación de los fenómenos por el componente demográfico, el cual se desarrollara en este documento específicamente para cada sistema productivo.

El modelado de los componentes biofísico, productivo y financiero se hace mas sencillo pues las similitudes son mas notorias, por ello se presenta, en la figura 32, el resumen de tales variables como son la capacidad de carga, la energía calculada a partir del alimento (en los cerdos por ejemplo todo se calculo a partir del suplemento, por lo tanto no se debe tener en cuenta las variables resaltadas con rojo sobre la figura), las Razas, las tasas de producción, los precios de compra y venta de cada componente demográfico y del suplemento, mano de obra, sanidad, mantenimiento, entre otros. Se toma como modelo inicial el sistema de producción porcina, por ser el sistema mas tecnificado, y por ende el que tiene menos variables al azar, de tal manera que a partir de este se puedan explicar los otros.

Existen ciertos parámetros exógenos que son considerados en los modelos como parámetros cuando en realidad son variables exógenas, como por ejemplo el precio de venta de los peces. Estos parámetros permiten:

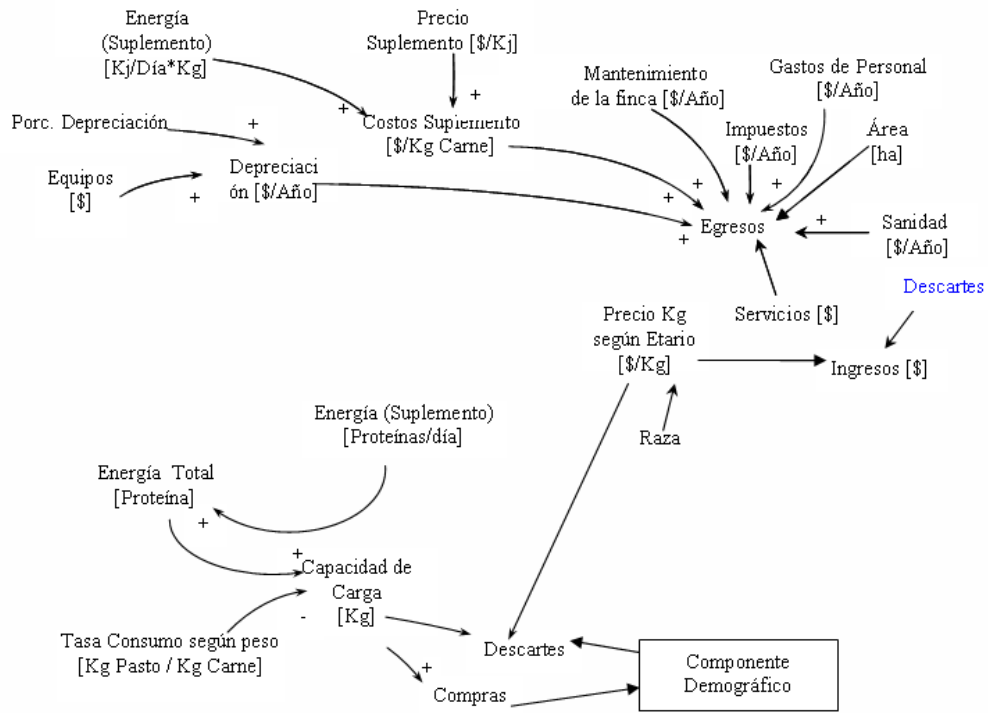
- ✚ Plantear diferentes escenarios...
- ✚ Guardar para cada escenario el tiempo de simulación que desea el usuario.
- ✚ Mostrar el comportamiento de varias variables para varios escenarios al tiempo, con el fin de facilitar el aprendizaje
- ✚ Colocar un máximo y un mínimo en sus valores y que se tengan en cuenta al definir escenarios.

En el diagrama de la figura 32 se contempla el aspecto Biofísico, productivo y financiero que puede ser separada individualmente y requiere de ciertos ajustes según sea el sistema productivo ya que en algunos se deben detallar ciertos aspectos, como por ejemplo en todos excepto el porcino, la parte biofísica depende de la producción de materia orgánica en la finca, mientras que en la porcicola todo el alimento es comprado.

En resumen los modelos desarrollados presentan las siguientes características:

- ✚ Bovino [Semanas]
- ✚ Caprino [Días]
- ✚ Porcino [Días] [Control de Crecimiento individual]
- ✚ Cunícola [Días]

**Figura 38 Leng. Influencias general para los sistemas de producción de Ganadería**



Fuente: Autor

## **1. MODELO CON D.S. PARA LA GANADERÍA PORCINA**





En el Anexo A se describen los cuatros sistemas productivos enfocados con esta investigación, por ello el numeral dedicado a la ganadería porcina puede ser asumido como el lenguaje en prosa de la situación a modelar.

En resumen, se desarrollaron en evolución dos prototipos que muestran el proceso de producción porcina afrontándolo en términos de manejar la permanencia en cada grupo etario a partir de un parámetro representado como una tasa de salida con respecto a lo que hay en el nivel o como un flujo de salida. En general los modelos presentan la relación de los sectores en una dinámica poblacional con variables demográficas, productivas (Natalidad, de Muerte, producción de leche), Biofísicas (Área, Alimento) y socioeconómicas.

En los cerdos se hace una parte del modelo para el control de crecimiento en los animales, considerado como aspecto biofísico, en la figura 39 se observa tal lineamiento. Además, teniendo en cuenta la introducción de este anexo serán documentados los prototipos que se presentan a continuación.

### **1.1. Sector Demográfico, Porcinos**

La Figura 33 ilustra los grupos etarios presentes en el sistema de producción porcina a continuación un breve resumen que lo explica:

-  Lechones [LEC]
-  Lactantes [LAC]
-  Cerdos en levante [LEV]
-  Cerdas Paridoras [PAR]

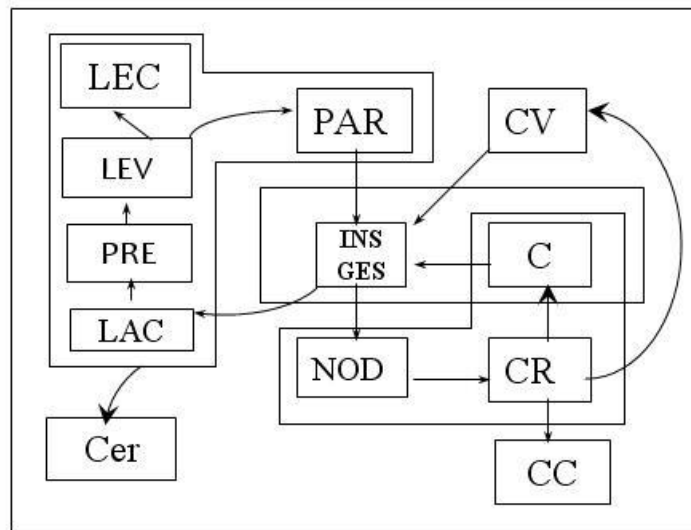
- ✚ Cerdos de engorde [C]
- ✚ Hembras de reemplazo [CR]
- ✚ Hembras en gestación [GES]
- ✚ Hembras en lactancia
- ✚ Nodrizas [NOD]
- ✚ Cerdas Vacías [CV]
- ✚ Cerdos [Cer]

A excepción del genero (Hembra o Macho) cada uno de los grupos etarios cumple una etapa o ciclo, y su paso a cada una de estas etapas se ve limitado por un periodo de tiempo, por ejemplo, los lactantes después de 21 días se transforman en Precebos, estos después de 42 días se transforman en Levantes, y así sucesivamente.

En la figura 33 solo se indican los niveles en los que se clasificaron los grupos etarios y las relaciones que se dan entre ellos, que en este caso corresponde a los flujos, pero se deben considerar los tiempos de retraso que se dan entre estos, como por ejemplo, el periodo de gestación, de lactancia, de levante, etc., los cuales si se hacen presentes en el diagrama de Flujo – Nivel.

Partiendo de los lineamientos de modelado descritos en el numeral 4.1, para el modelo de cerdos se tendrá un retraso de materia prima discreto y se ignoraran las muertes, los descartes (que es cerdos solo se da en caso de la ausencia de dinero para la compra de alimento), el modelo en lenguaje Flujo Nivel puede ser visto en la Figura 4 desde este punto de vista. Se han ignorado en el diagrama variables correspondientes a los machos por no tener una estructura tan compleja y extensa como la de las hembras, además los niveles LAC, PRE, LEV combinan los dos géneros pues para este trabajo se tiene la restricción de que comparten características similares y que después de la etapa de levante son comercializados.

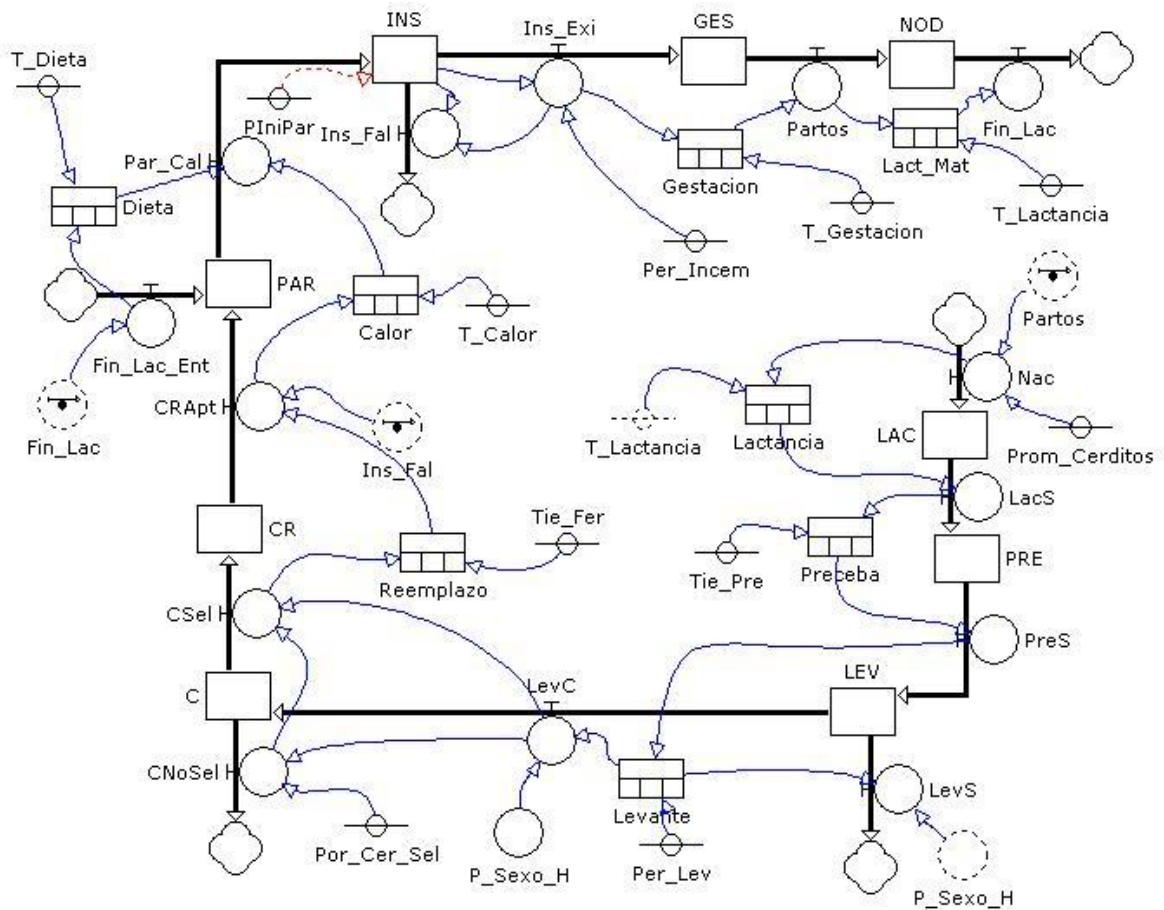
**Figura 39 Lenguaje de Influencias, Sector Demográfico, Porcinos**



Fuente: Autor

El primer comportamiento a ilustrar será el de un escenario que solo tiene en su población Hembras para inseminación, lo cual facilita el análisis de los resultados. La experiencia indica que los comportamientos del componente demográfico debe ser presentado por escenarios específicos que permiten conocer el comportamiento que va teniendo cada una de las variables, es decir, asumiendo que solo existen cantidades del sistema demográfico en una variable, por ejemplo, en estado de Gestación, de tal manera que un periodo después surjan crías y un cambio de estado a días de descanso, un periodo de tiempo después, vacías lactantes y las crías cambien de estado y así sucesivamente como se muestra en el anexo para cada uno de los modelos descritos, y observar un comportamiento periódico, esto se puede observar en la Figura 35, la cual indica el comportamiento que arroja este modelo, después de ello se puede simular la realidad y contar con componente en cada una de las variables, en donde es imposible observar la periodicidad de cada una de las etapas por la presencia de todos los componentes etarios.

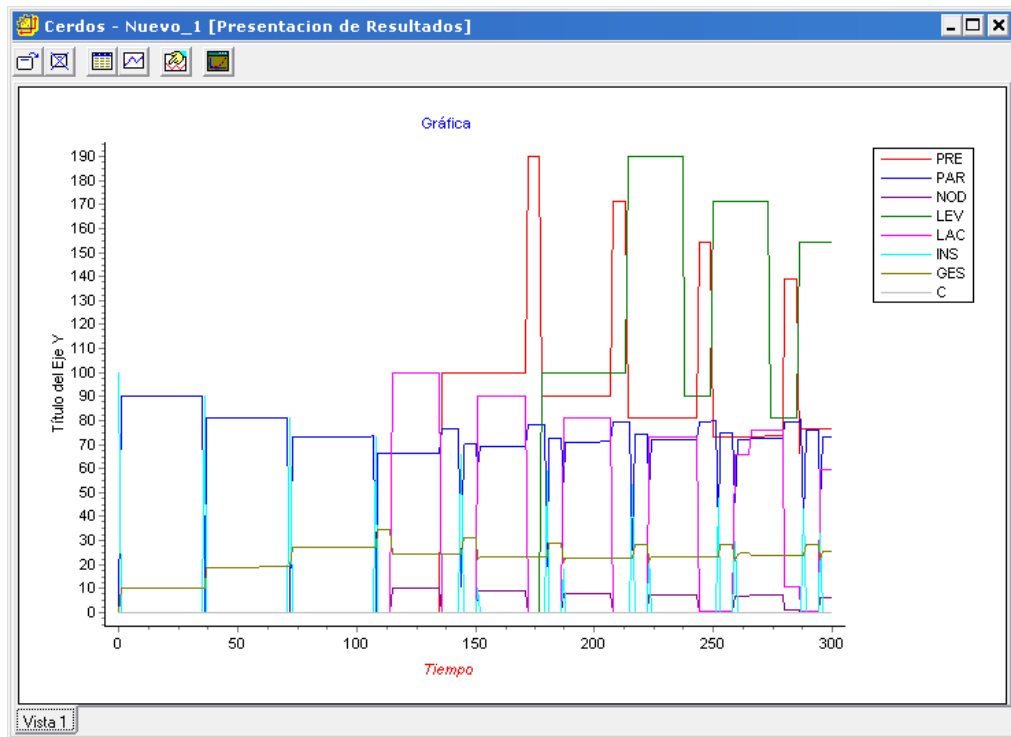
**Figura 40 Lenguaje Flujo - Nivel, Sector Demográfico, Porcinos**



Fuente: Autor

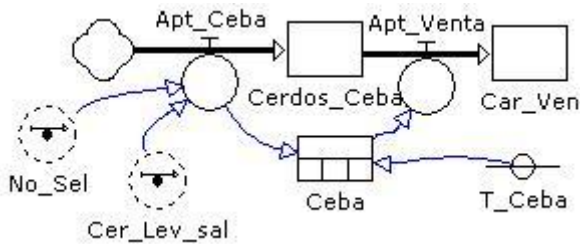
Para complementar el prototipo uno se agrego los animales en ceba, los cuales corresponde a las cerdas no seleccionadas y a los machos que cumplieron su etapa, cuando estos animales cumplen su tiempo de permanencia en este nivel, en ceba, se consideran como animales vendidos. Ver Figura 36.

**Figura 41. Comportamiento, Componente demográfico, Porcinos**



Fuente: Autor

**Figura 42 Lenguaje Flujo – Nivel, Ceba, Porcinos**



Fuente: Autor

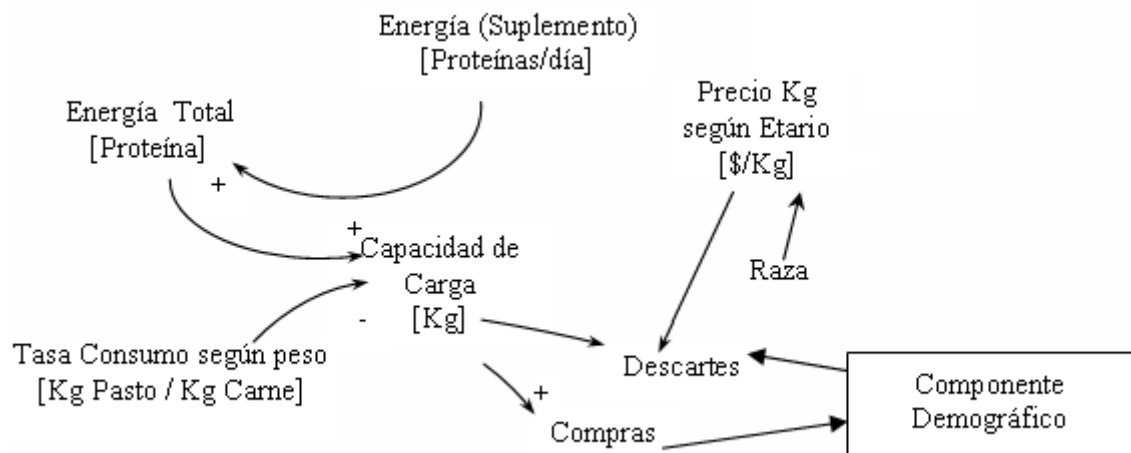
### 1.2. Sector Biofísico y Productivo, Porcinos

El segundo prototipo según el orden mencionado, corresponde con el componente biofísico, en el cual se debe tener presente otra característica : la producción de cerdos, la cual se

lleva a cabo, hoy en día, de manera intensiva, por ende el alimento es comprado y no producido por la misma finca (al menos para este proyecto, pues hay granjas porcícolas que producen su propio concentrado) por ello se tuvo en cuenta el peso de los animales para poder estimar la cantidad de alimento a comprar, esto se puede apreciar en los sectores : Control Peso Lactancia, Control Peso Pre-cebo, Control Peso Levante, Control Peso Ceba. A partir de estos niveles se establece la cantidad de alimento necesaria para alimentar cada uno de los animales (Como restricción se tiene, que se va a considerar un peso promedio), como ya fue expresado, este segundo prototipo se agrego al primero.

En el caso de los cerdos, es implícita la combinación que se da entre el componente biofísico (cantidad de alimento) con el productivo, transformación que se da a peso por el consumo de alimento, por ello el segundo prototipo cubre los dos sectores. Ver Figura 37.

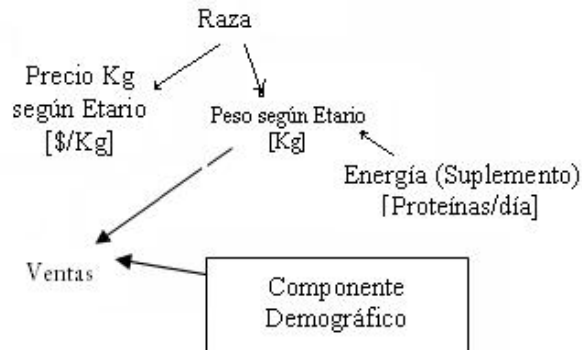
**Figura 43 Lenguaje de Influencias, Sector Biofísico, Porcinos**



Fuente: Autor

El sector productivo tiene relación con la conversión del alimento a peso y las ventas que se hagan de los animales, por otra parte la raza es un factor que indica el precio de venta y afecta la variación el peso a partir del alimento, se consideran condiciones ambientales ideales. Ver figura 38.

**Figura 44 Lenguaje Influencias, Sector productivo, Porcinos**



Fuente: Autor

En el modelo de flujos y niveles de ganadería porcina se deben integrar ya que la parte biofísica que en estos modelos se contempla, tiene relación con las variables ambientales y de alimento, en estos sistemas es controlada, por ende la producción de carne de un cerdo depende del alimento y las condiciones ambientales suministradas, un ejemplo de ello se ilustra en la figura 39.

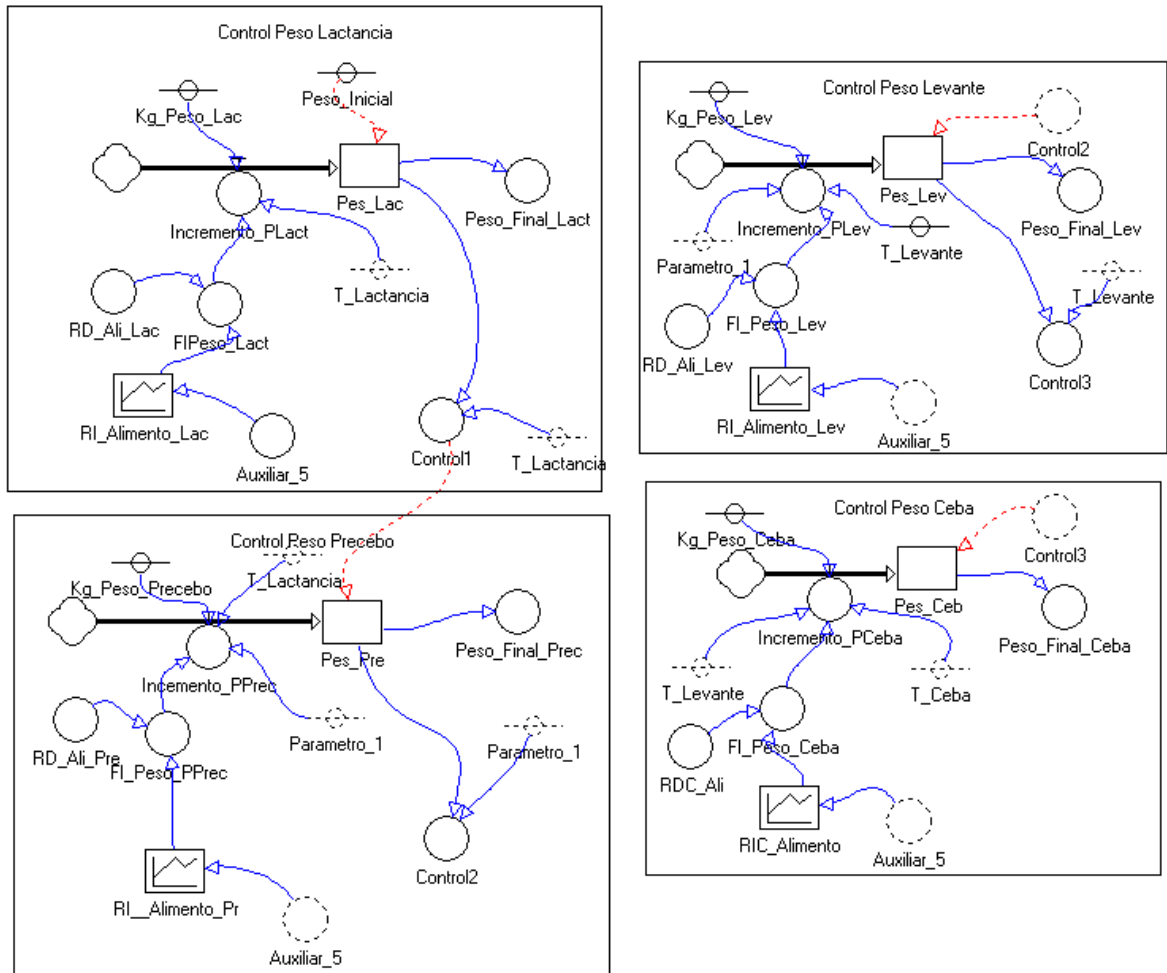
### **1.1. Sector Financiero - Porcinos**

El sector financiero comprende todas las variables que se relacionan con dinero, allí deben estar presentes los ingresos y egresos, los primeros se originan por la venta de carne que se analizaron en el segundo prototipo (por ello lo difícil de separarlos) y en el segundo aquellas que tienen que ver con el manejo de personal, insumos e infraestructura, en la se observa las variables que están en mención. Ver figura 40.

El modelo de flujo - nivel de la situación descrita es presentada en la figura 41, allí se puede observar por ejemplo que la cantidad de alimento requerida depende de la cantidad de animales que hay en el sistema, y que este gasto se calcula a diario a partir de la ración

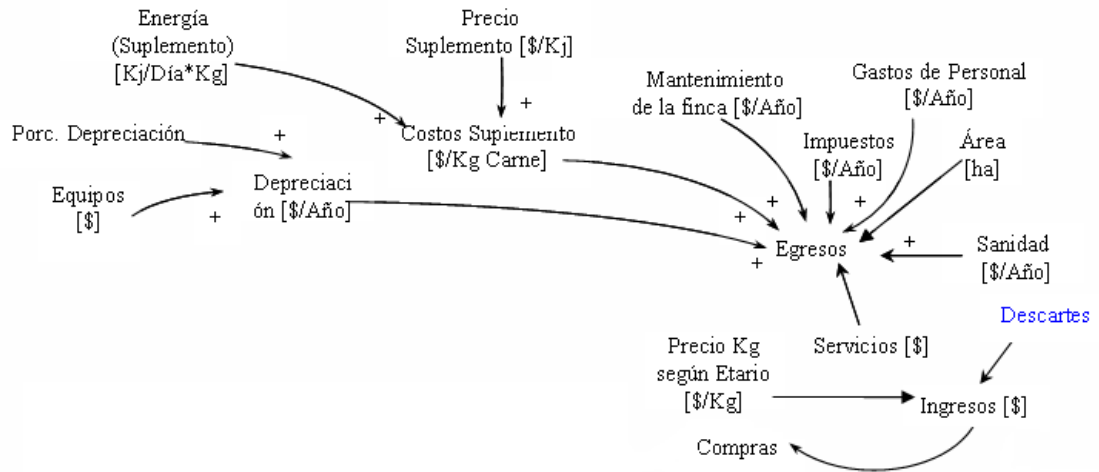
de alimento que los animales debe consumir, además los ingresos son calculados a partir de los animales aptos para la venta que también pertenece al demográfico.

**Figura 45 Lenguaje Flujo - Nivel, Sector Biofísico y Productivo - Porcinos**



Fuente: Autor

**Figura 46 Lenguaje de Influencias, Sector financiero, Porcinos**

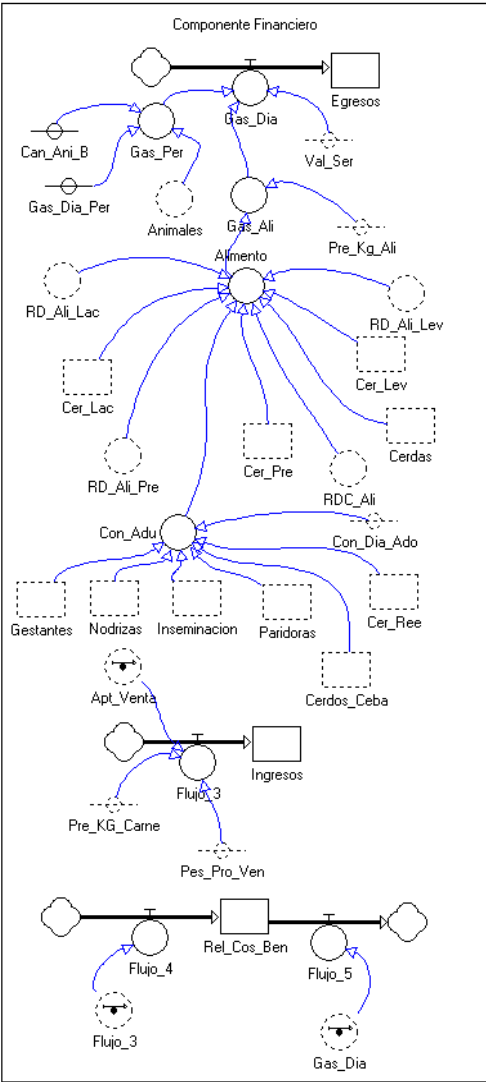


Fuente: Autor

## 1.2. Prototipo Final - Porcinos

El modelo final consolidado de esta abstracción se puede observar en la figura 42. La relación Costo-Beneficio surge a partir de la diferencia entre ingresos y egresos como se observa en la figura el escenario creado por defecto arroja pérdida durante los primeros 300 días debido a que se parte de inseminación, por lo tanto se requieren 114 días de gestación, 21 de lactancia, 42 de precebo, 30 de levante y 56 de ceba para empezar a generar recursos, como se indica en la Figura 49 Comportamiento, Relación Costo – Beneficio. Algunos de los comportamientos generados a partir de este modelo se ilustran en las siguientes figuras:

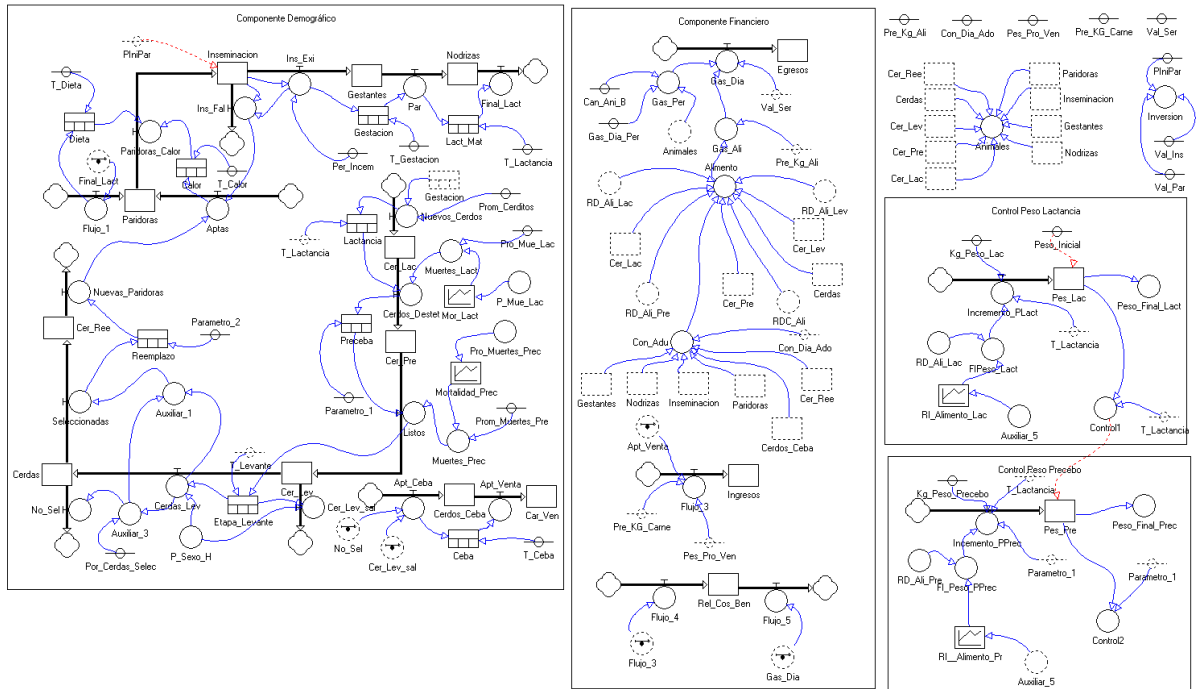
**Figura 47. Lenguaje Flujo – Nivel, Componente Financiero, Porcinos**



Fuente: Autor

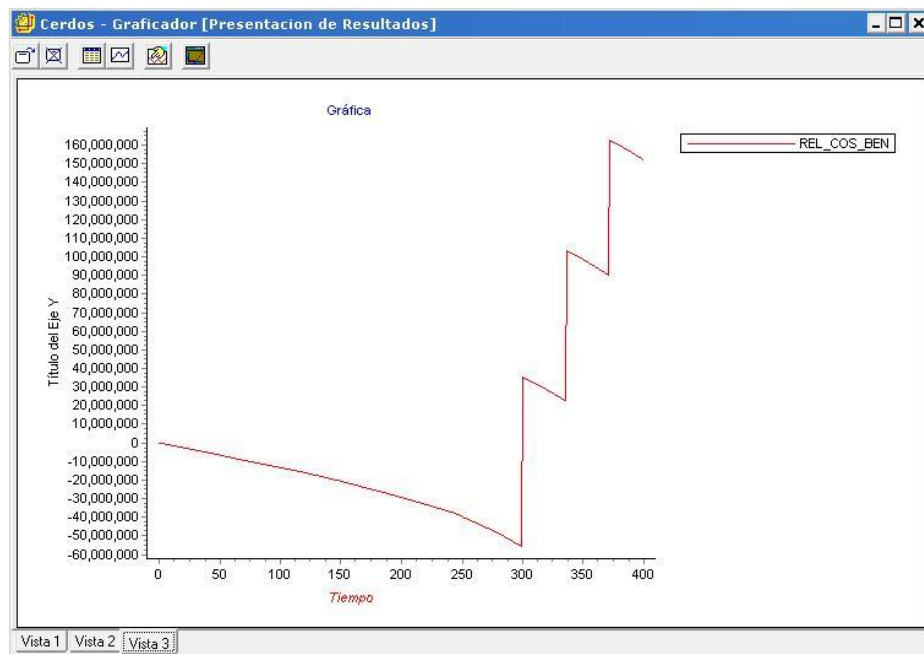
El comportamiento de los partos, de la figura, indica que los primeros se dan a los 114 días y después ocurren cada 57 por los periodos establecidos en el escenario creado.

**Figura 48 Lenguaje Flujo – Nivel, Consolidado, Porcinos**



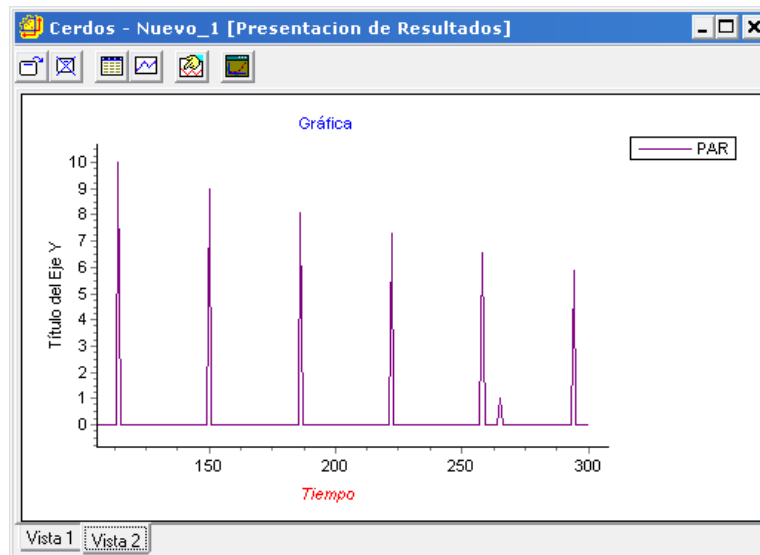
Fuente: Autor

**Figura 49 Comportamiento, Relación Costo – Beneficio, Porcinos**



Fuente: Autor

**Figura 50 Comportamiento, Variable Partos, Porcinos**



Fuente: Autor

## **2. MODELO CON DS PARA LA GANADERÍA CAPRINA**

En el Anexo A se describen los cuatros sistemas productivos enfocados con este trabajo, por ello el numeral dedicado a la ganadería Caprina, puede ser asumido como el lenguaje en prosa de la situación a modelar, además, teniendo en cuenta la introducción de este anexo serán documentados los prototipos que se presentan a continuación.

### **2.1. Sector Demográfico - Caprinos**

Como resumen del componente demográfico de los sistemas de producción caprina se pueda citar la presencia de animales agrupados según sus características en los siguientes grupos etarios:

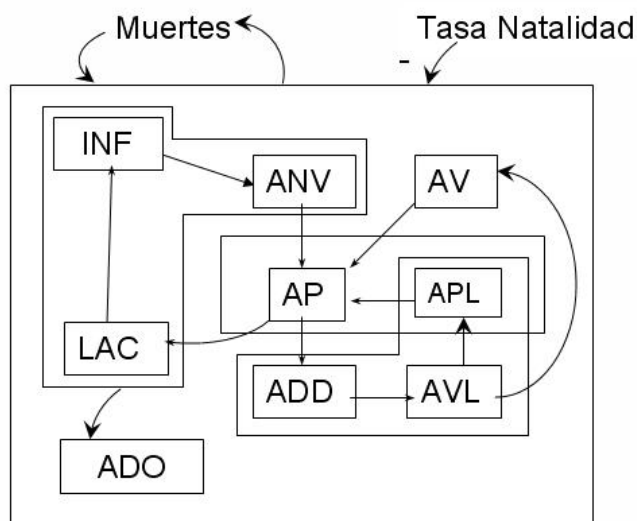
- ✓ Lactantes [LAC]
- ✓ Infantes [INF]

- ✓ Adultas (Hembras nuevo vientre [ANV], preñadas [AP], en días de Descanso [ADD], vacías lactantes [AVL], preñadas lactantes [APL] y vacías [AV])
- ✓ Adultos [ADO]

A excepción del genero (Hembra o Macho) cada uno de los grupos etarios cumple un ciclo, y su paso a cada una de estas etapas se ve limitado por un periodo de tiempo, así pues los lactantes después de 100 días se transforman en levantes, estos se transforman en Hembras nuevo vientre para el caso de la hembras y en adultos para el caso de los machos, y así sucesivamente como se presenta en la Figura 45.

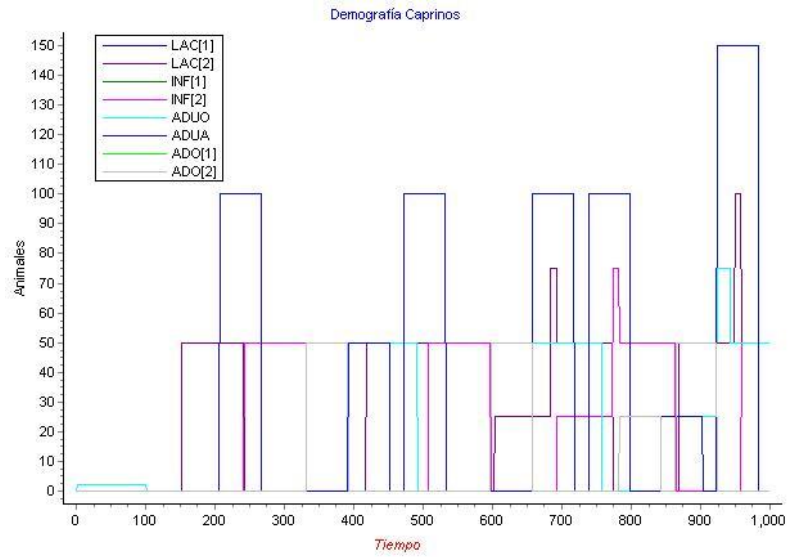
Los comportamientos de este sector serán presentados según el lineamiento para presentar tales abstracciones, el primero con presencia de un solo grupo etario para ver la periodicidad (observe como por ejemplo en el grupo de ADUA(Adultas) se ve a periodicidad en los días necesarios para la preñez y recuperación ) y después con elementos en todos los grupos para ver la dinámica del ciclo de vida.

**Figura 51 Lenguaje de Influencias, sector Demográfico, Caprinos**



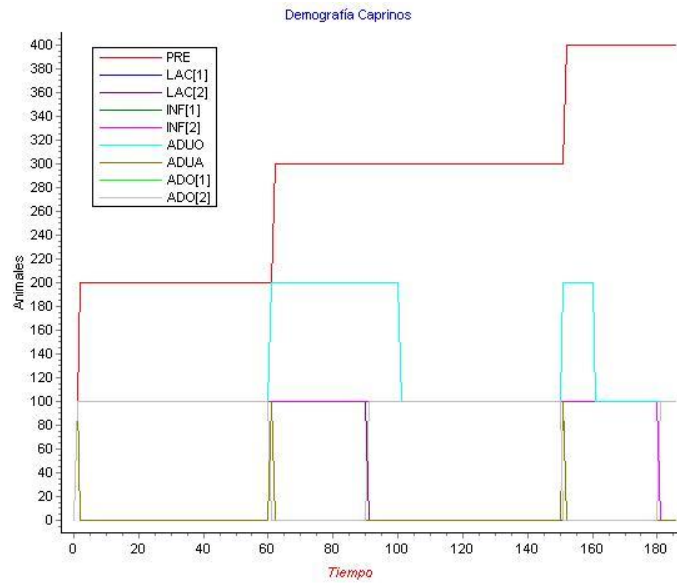
Fuente: Autor

**Figura 52 Comportamiento, Componente demográfico, Caprinos**



Fuente: Autor

**Figura 53 Comportamiento, Sector demográfico, Caprinos, Todos los grupos**



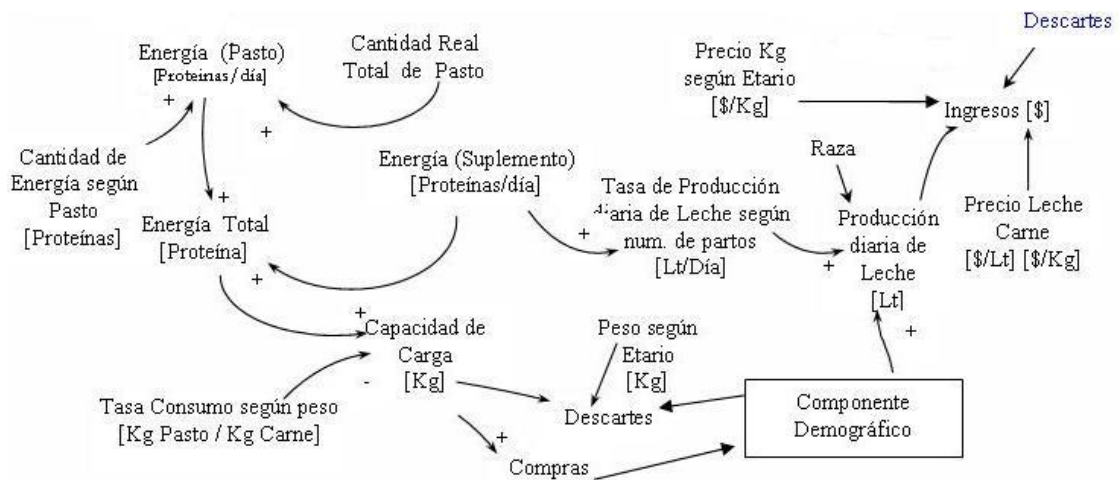
Fuente: Autor

## 2.2. Sector Biofísico y Productivo, Caprinos

El sistema de producción caprina puede afrontarse como intensivo o extensivo, siendo este último el más popular, ya que en este, el alimento puede ser adquirido en sistemas productivos agroindustriales como por ejemplo de los desechos de plantas productoras o comercializadoras de alimentos, por compra directa de concentrados o por que se produzca en la finca. Por otra parte el clima también afecta la situación por la falta de control que se da a los animales y a la producción del alimento.

El sector productivo obedece a la transformación que se da a carne, leche o lana (en los ovinos) por el consumo de alimento, por ello debe agregarse estas variables productivas al fenómeno. El diagrama de influencias que resume la situación es expresada en la figura 48.

**Figura 54 Lenguaje de Influencias, Sector Biofísico y Productivo, Caprinos**



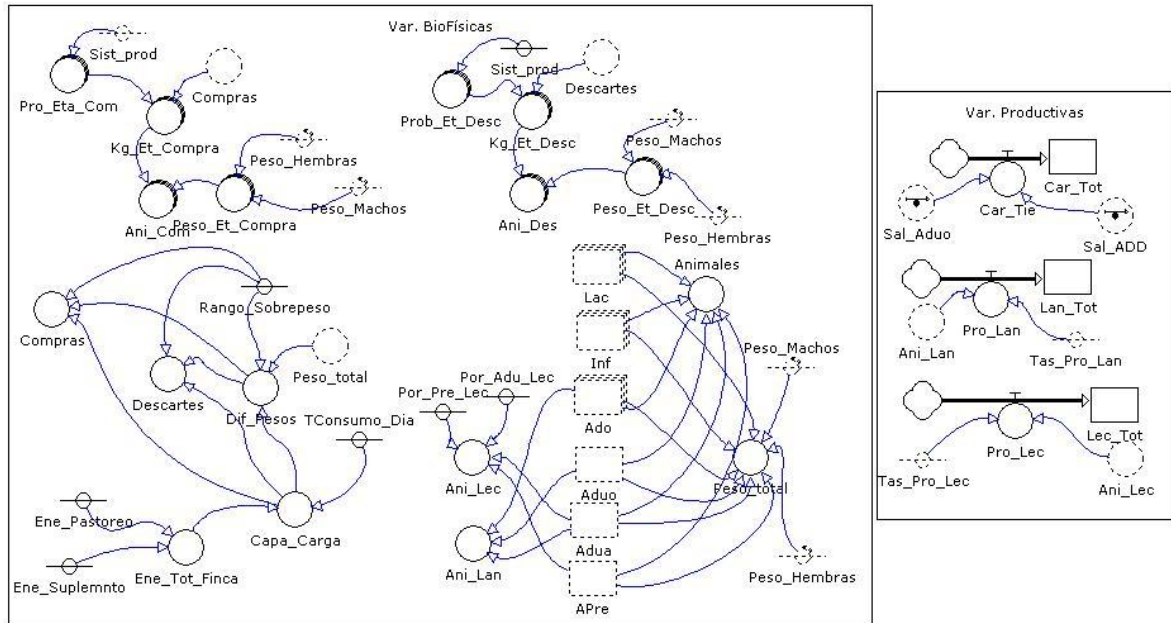
Fuente: Autor

### 2.3. Sector Financiero - Caprinos

El sector financiero comprende todas las variables que se relacionan con dinero, allí deben estar presentes los ingresos y egresos, los primeros se originan por las ventas de carne, leche o lana (en los ovinos) y en el segundo aquellas que tienen que ver con el manejo de

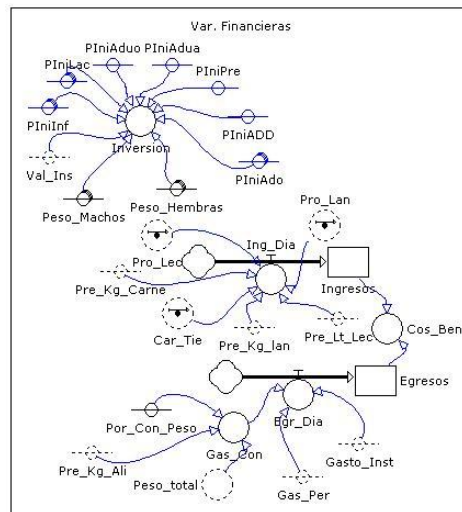
personal, insumos e infraestructura, en las figuras 49 y 50 se observan las variables que están en mención.

**Figura 55 Lenguaje Flujo - Nivel, Sector Biofísico y Productivo, Caprinos**



Fuente: Autor

**Figura 56 Lenguaje Flujo - Nivel - Sector Financiero - Caprinos**

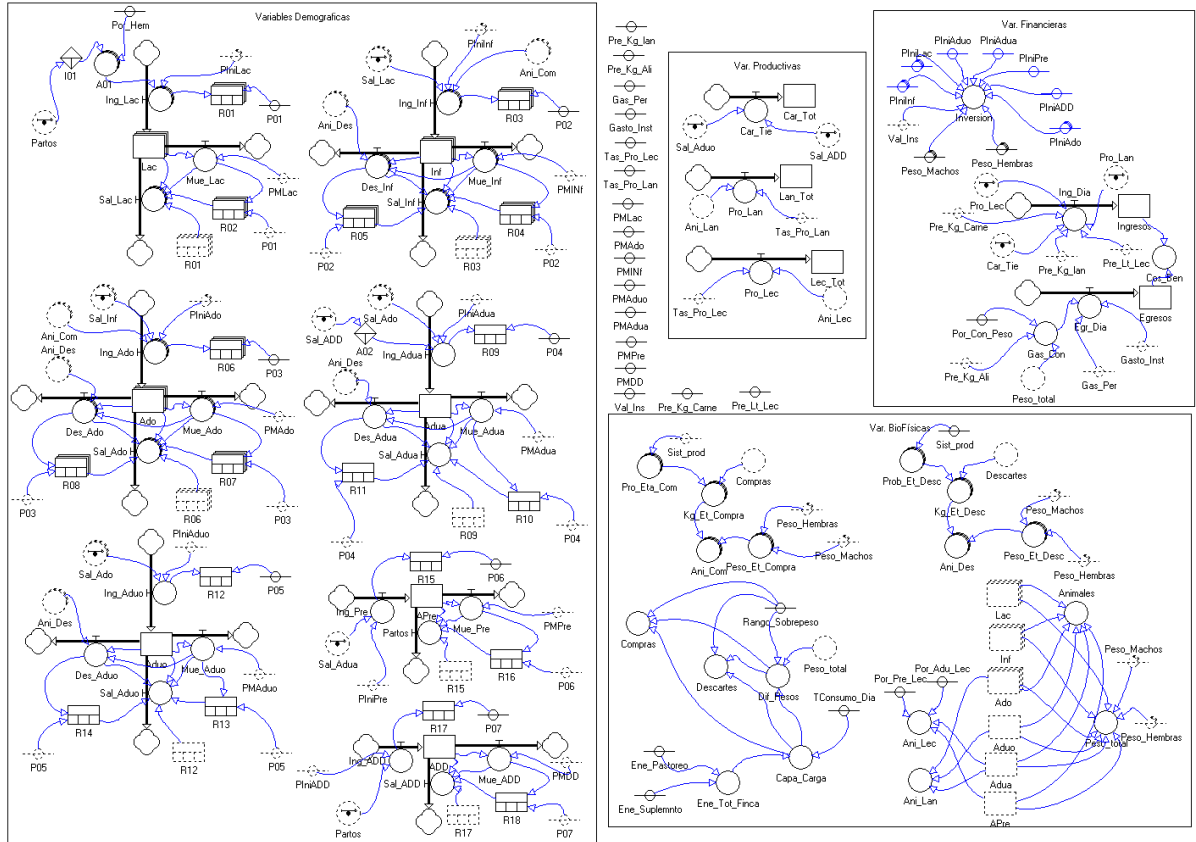


Fuente: Autor

## 2.4. Prototipo Final - Caprinos

El modelo final consolidado se puede observar en la Figura 51.

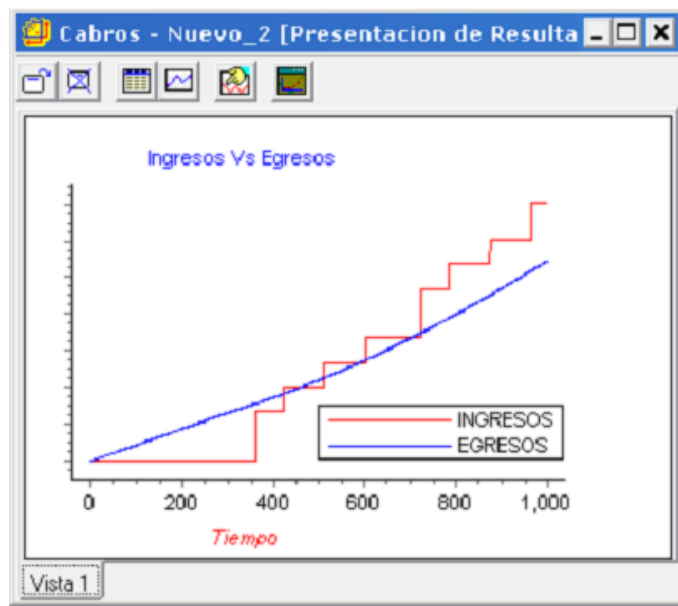
**Figura 57 Lenguaje Flujo – Nivel, Consolidado, Caprinos**



Fuente: Autor

Algunos de los comportamientos generados a partir de este modelo se ilustran a continuación- La Figura 53 presenta un analisis de los ingresos y egresos del sistema productivo.

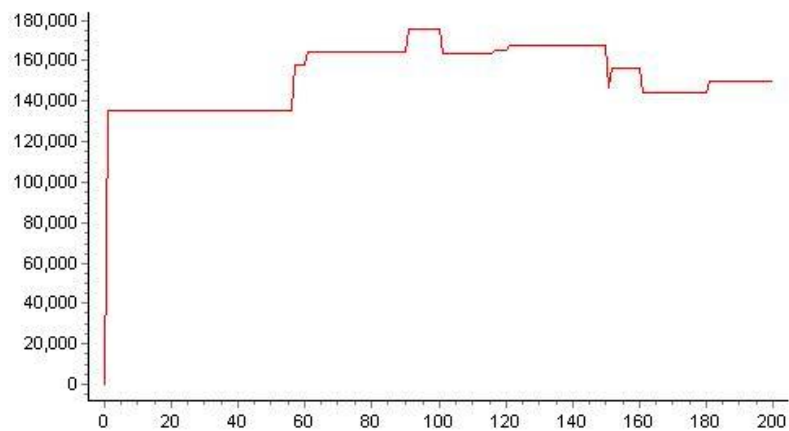
**Figura 58 Comportamiento de la relación Costo – Beneficio, Caprinos**



Fuente: Autor

En la Figura 53 se indican el comportamiento del peso total de los animales que pertenecen en el sistema productivo, los cambios que se dan de manera escalonada se debe a que el peso se esta manejado de manera discreta según la edad y por ende se hacen presentes debido a los cambios de edades.

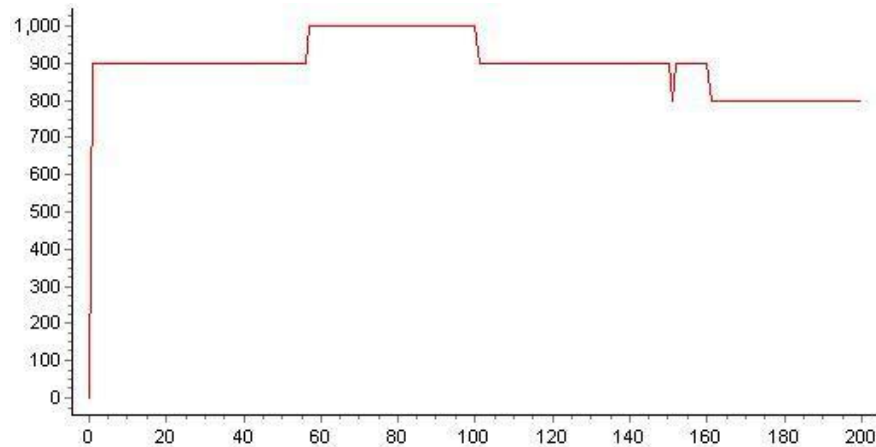
**Figura 59 Comportamiento de la variable Peso - Caprinos**



Fuente: Autor

En la Figura 54 se observa el comportamiento de la variable cantidad de animales, los escalones en la grafica se deben a los nacimientos o las ventas que se dan.

**Figura 60 Comportamiento de la variable Animales - Caprinos**



Fuente: Autor

### **3. MODELO CON DS PARA LA GANADERÍA CUNICOLA**

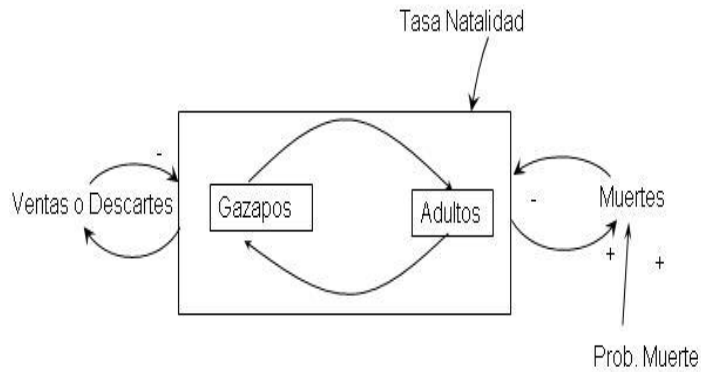
En el Anexo A se describen los cuatros sistemas productivos enfocados con este trabajo, por ello el numeral dedicado a la ganadería Caprina, puede ser asumido como el lenguaje en prosa de la situación a modelar para este caso, además, teniendo en cuenta la introducción de este anexo serán documentados los prototipos que se presentan a continuación.

El sistema de producción Cunicola presenta la relación de los sectores en una dinámica poblacional con variables demográficas: gazapos y adultos, Productivas: Natalidad, de Muerte, producción de leche, Biofísicas como Área, Alimento y Variables socioeconómicas. El modelo es el que presenta la menor cantidad de variables.

### 3.1. Sector Demográfico - Cunicolas

La Figura 61 ilustra los grupos etarios presentes en el sistema de producción caprina, los gazapos, animales en crecimiento y los adultos, animales destinados para la producción de carne, cuero y para la reproducción.

Figura 61 Lenguaje de Influencias, Cunicolas



Fuente: Autor

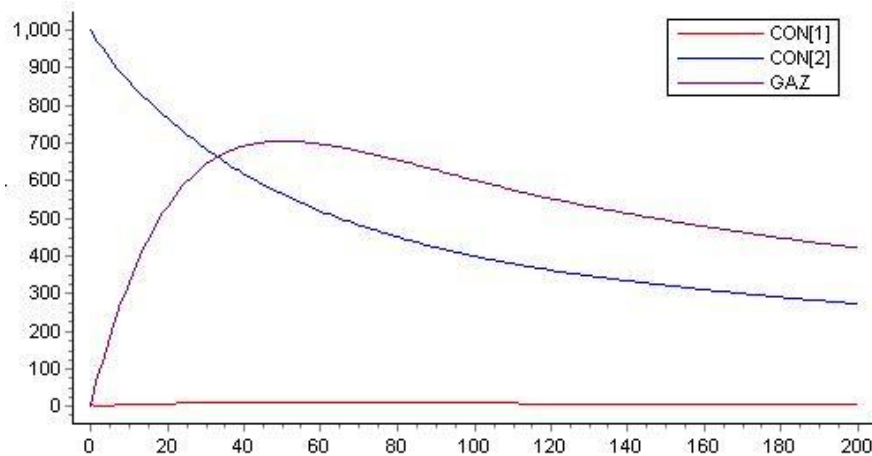
Los comportamientos de este sector serán presentados a partir del lineamiento demográfico: el primero con presencia de animales en solo un grupo etario para ver la periodicidad en el crecimiento y el segundo con elementos en todos los grupos.

### 3.2. Sector Biofísico - Cunicolas

En el sistema de producción caprina puede afrontarse como intensivo o extensivo, siendo este último el más popular, en el segundo el alimento en el sector caprina puede ser adquirido en sistemas productivos agroindustriales como por ejemplo de los desechos de plantas productoras o comercializadoras de alimentos, por compra directa de concentrados o por que se produzca en la finca, por ello debe considerarse además de las expresadas en

las del sector porcino. Por otra parte el clima también afecta la situación por la falta de control que se da a los animales y a la producción del alimento.

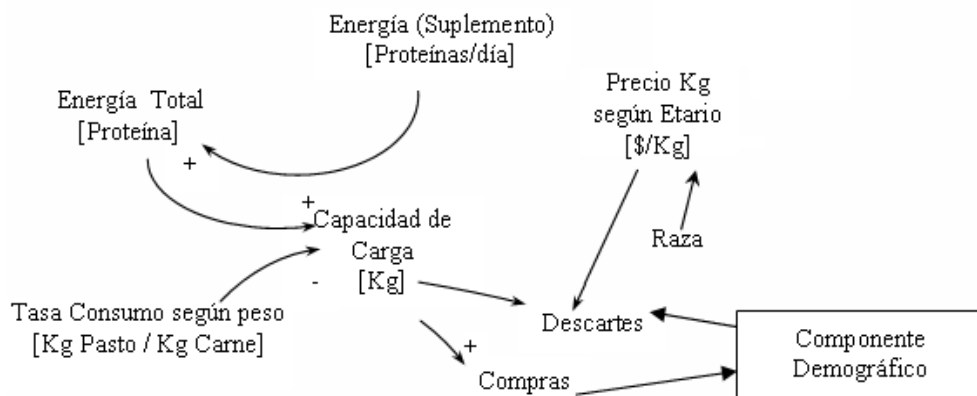
**Figura 62 Comportamiento, Componente demográfico, Cunicolas**



Fuente: Autor

La figura 56 indica las poblaciones de Conejos adultos: Hembras y Machos, y los Gazapos, las disminución se da debido a las ventas de animales y la tasa de mortalidad alta que se esta simulando.

**Figura 63 Lenguaje de Influencias, Sector Biofisico, Cunicolas**

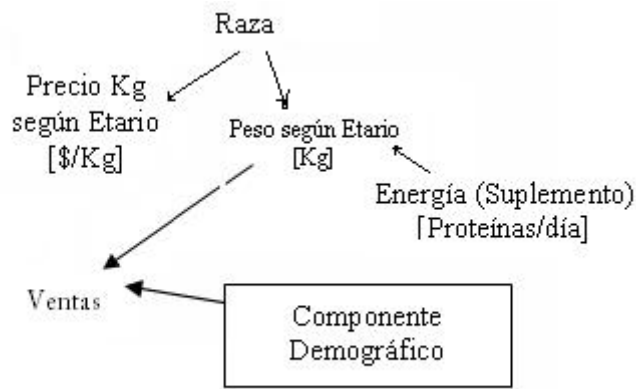


Fuente: Autor

### 3.3. Sector Productivo, Cunicolas

El sector productivo obedece a la transformación que se da a carne o lana (en los ovinos) por el consumo de alimento, por ello debe agregarse estas variables productivas al fenómeno, tiene relación con la conversión del alimento a peso y las ventas que se hagan de él, por otra parte la raza es un factor que indica el precio de venta y afecta la variación el peso a partir del alimento, se consideran condiciones ambientales ideales. Ver figura 58.

**Figura 64 Lenguaje de Influencias, Sector productivo, Cunicolas**

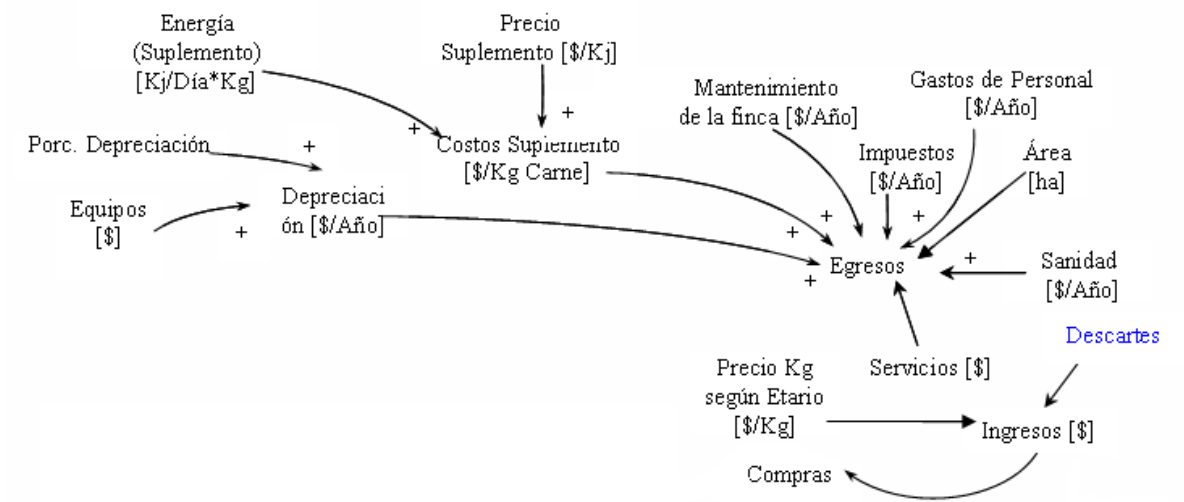


Fuente: Autor

### 3.4. Sector Financiero, Cunicolas

El sector financiero comprende todas las variables que se relacionan con dinero, allí deben estar presentes los ingresos y egresos, los primeros se originan por las ventas de carne, leche o lana (en los ovinos) que se analizaron en el segundo prototipo (por ello lo difícil de separarlos) y en el segundo aquellas que tienen que ver con el manejo de personal, insumos e infraestructura, en la se observa las variables que están en mención, por ello pueden considerarse las mismas variables pero con los valores que correspondan al sistema en mención.

**Figura 65 Lenguaje de Influencias, Sector financiero, Cunícolas**



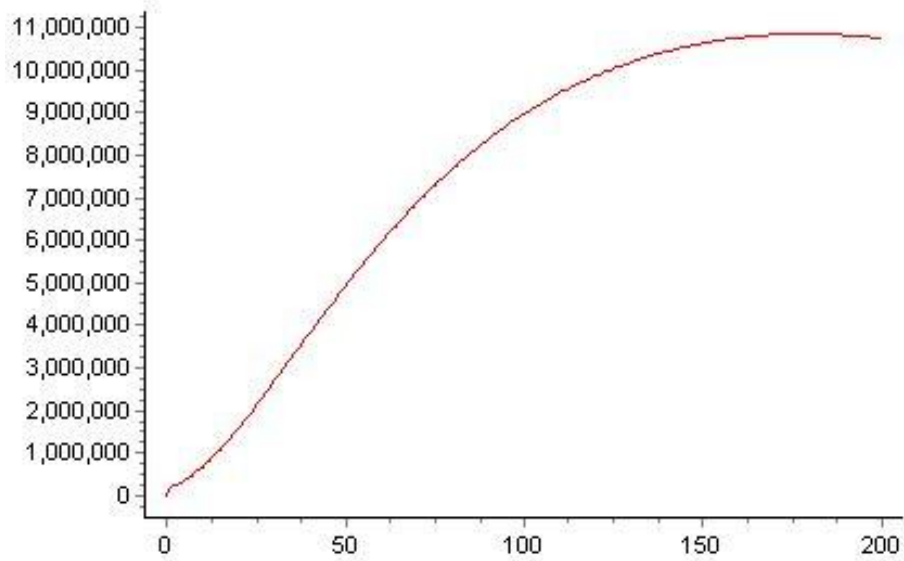
Fuente: Autor

### 3.5. Prototipo Final, Cunícolas

El modelo final consolidado de esta abstracción se puede observa en la Figura 60.

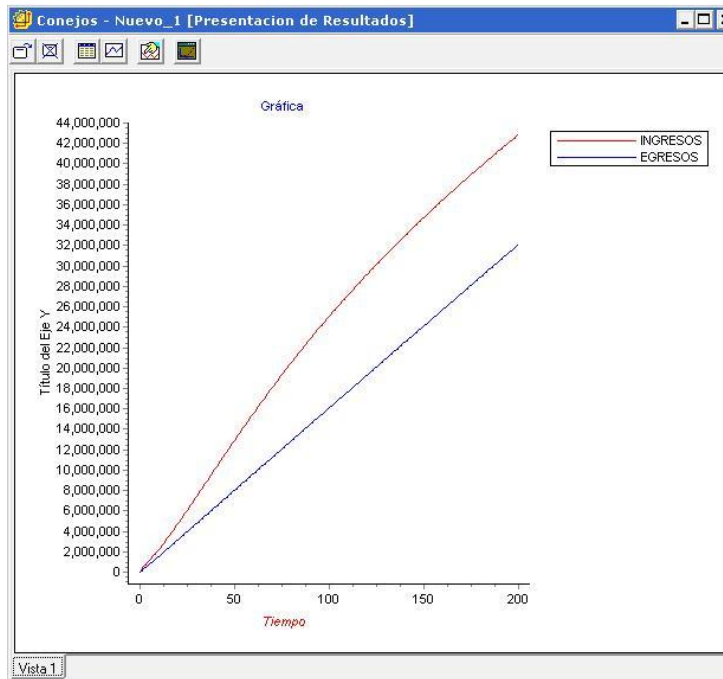


**Figura 67 Comportamiento, Relación Costo – Beneficio, Cunicolas**



Fuente: Autor

**Figura 68 Comportamiento, Variables Ingresos y Egresos, Caprinos**



Fuente: Autor

## **4. MODELO CON DS PARA LA GANADERÍA BOVINA**

En el Anexo A se describen los cuatros sistemas productivos enfocados con este trabajo, por ello el numeral dedicado a la ganadería Caprina, puede ser asumido como el lenguaje en prosa de la situación a modelar para este caso, además, teniendo en cuenta la introducción de este anexo serán documentados los prototipos que se presentan a continuación.

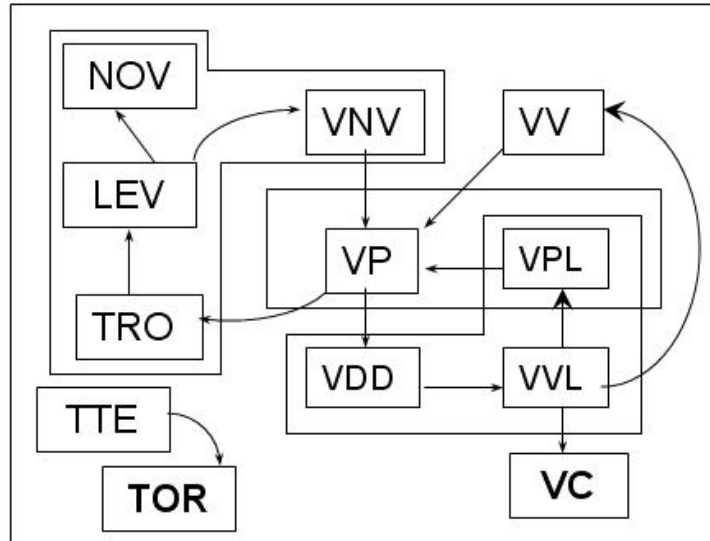
### **4.1. Sector Demográfico, Bovinos**

Como resumen del componente demográfico se los sistemas de producción bovina se pueda citar la presencia de animales agrupados según sus características en los siguientes grupos etarios:

- ✓ Terneros [TRO]
- ✓ Levantes [LEV]
- ✓ Vacas Nuevo Vientre [VNV]
- ✓ Vacas preñadas [VP]
- ✓ Vacas en Días de Descanso [VDD]
- ✓ Vacas vacías [VV]
- ✓ Vacas en Ceba [VP]
- ✓ Toretes [TTE]
- ✓ Toros [TOR]

A excepción del genero (Hembra o Macho) cada uno de los grupos etarios cumple un ciclo, y su paso a cada una de estas etapas se ve limitado por un periodo de tiempo, así pues los terneros después de 240 días se transforman en levantes, estos después se transforman en Hembras nuevo vientre para el caso de la hembras o novillas dependiendo del sistema productivo o en adultos para el caso de los machos, y así sucesivamente como se presenta en la Figura 63

**Figura 69 Lenguaje de Influencias, Sector Demográfico, Bovinos**



Fuente: Autor

Los comportamientos de este sector serán presentados según el lineamiento para presentar tales abstracciones, el primero con presencia de animales en un solo grupo etario para ver la periodicidad y después con elementos en todos los grupos.

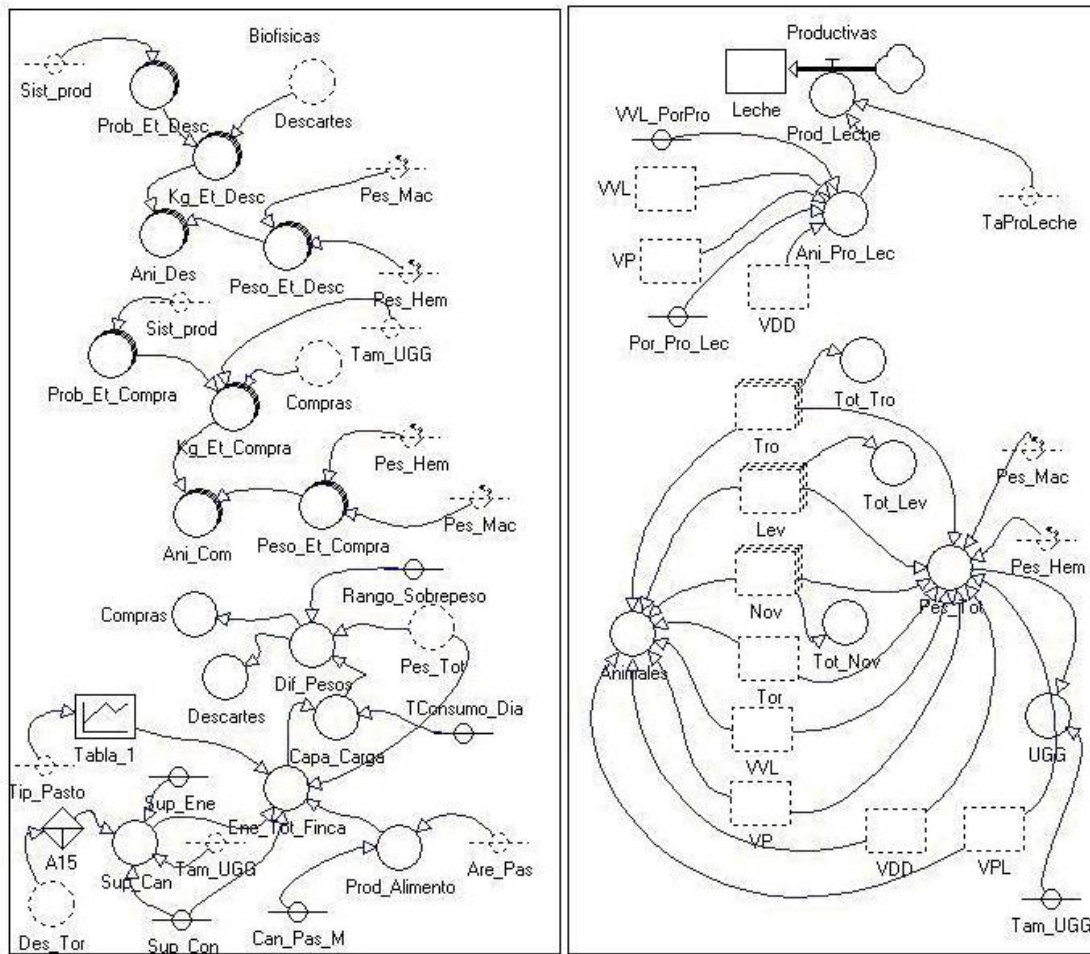
#### **4.2. Sector Biofísico - Bovinos**

En el sistema de producción caprino puede afrontarse como intensivo o extensivo, siendo este ultimo el mas popular, en el segundo el alimento en el sector caprino puede ser adquirido en sistemas productivos agroindustriales como por ejemplo de los desechos de plantas productoras o comercializadoras de alimentos, por compra directa de concentrados o por que se produzca en la finca, por ello debe considerarse además de las expresadas en las del sector porcino. Por otra parte el clima también afecta la situación por la falta de control que se de a los animales y a la producción del alimento.

### 4.3. Sector Productivo - Bovinos

El sector productivo obedece a la transformación que se da a carne, leche o lana (en los ovinos) por el consumo de alimento, por ello debe agregarse estas variables productivas al fenómeno. Un resumen de las variables presente es ilustrado en la figura 64.

**Figura 70 Lenguaje de Influencias, Biofísico y productivo, Bovinos**

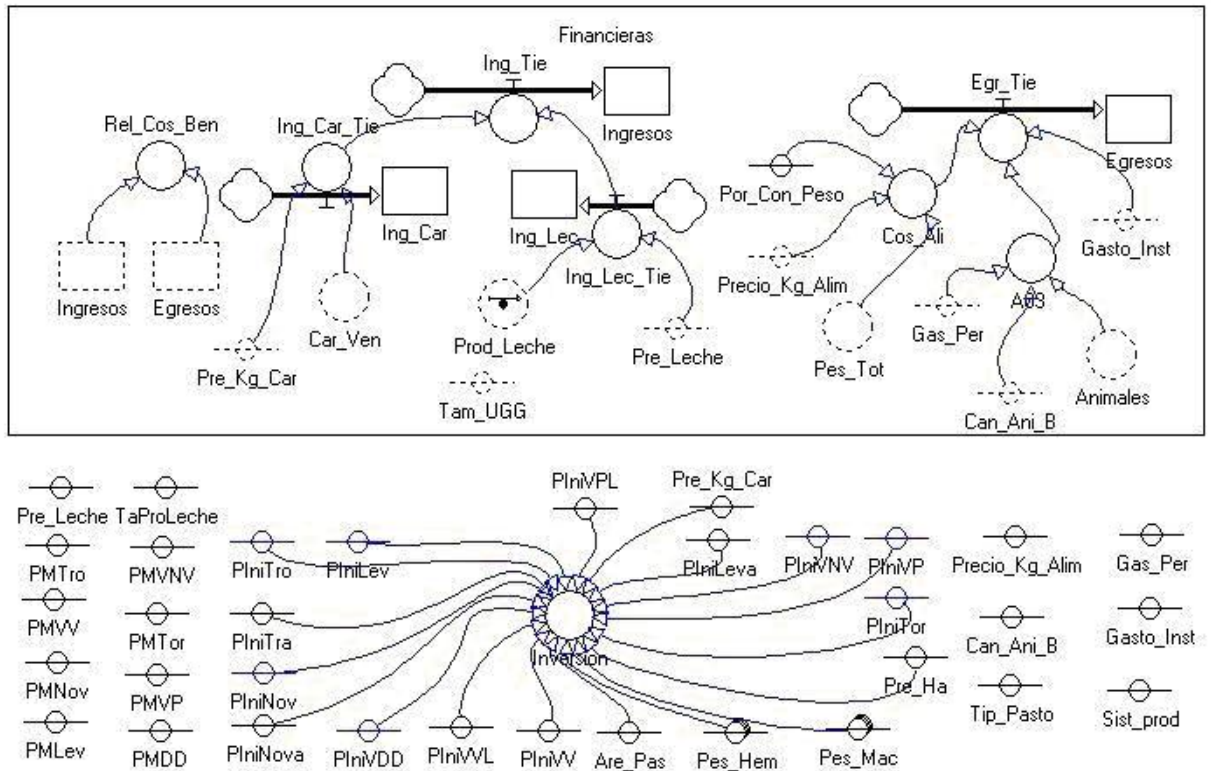


Fuente: Autor

#### 4.4. Sector Financiero - Bovinos

El sector financiero comprende todas las variables que se relacionan con dinero, allí deben estar presentes los ingresos y egresos, los primeros se originan por la ventanas de carne, leche o lana (en los ovinos) que se analizaron en el segundo prototipo (por ello lo difícil de separarlos) y en el segundo aquellas que tienen que ver con el manejo de personal, insumos e infraestructura, en la figura 65 es presentado el lenguaje de flujo – Nivel de la situación expresada..

**Figura 71 Lenguaje Flujo – Nivel, Sector Biofísico y Productivo, Bovinos**

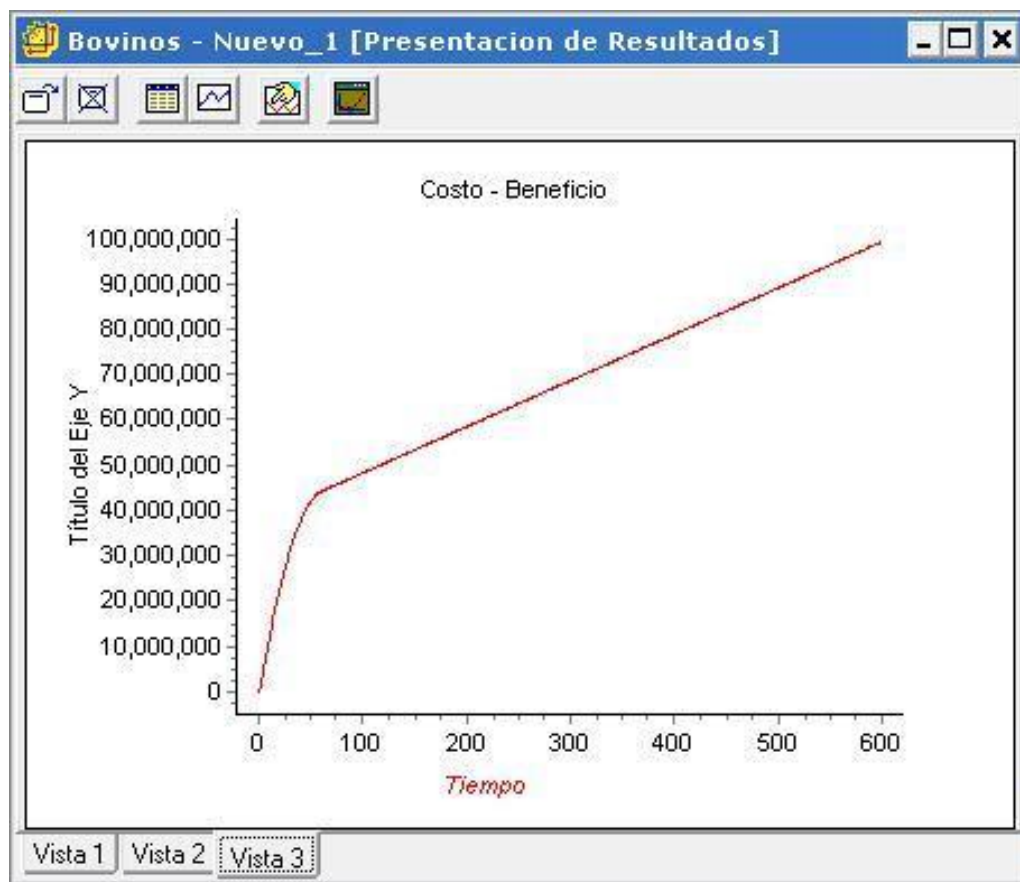


Fuente: Autor

#### 4.5. Prototipo Final - Bovinos

El modelo final consolidado de esta abstracción se puede observa en la Figura 66

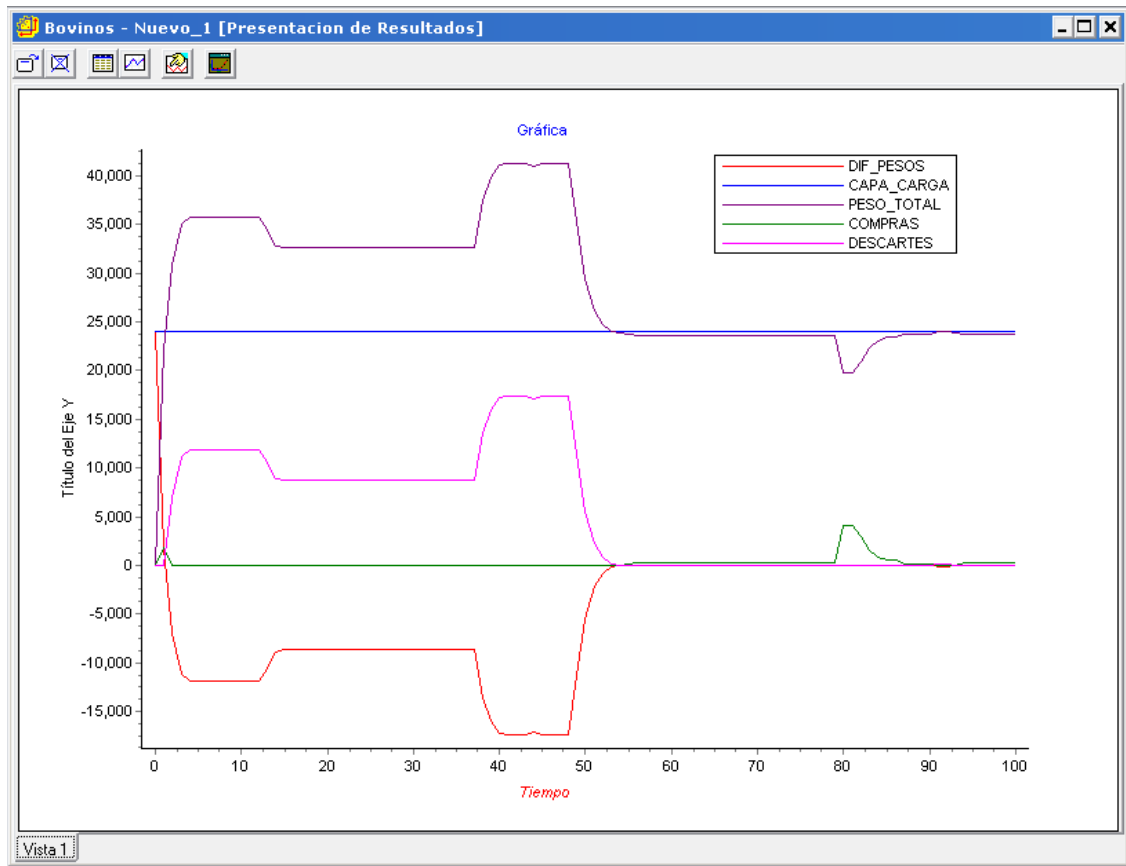




Fuente: Autor

La figura indica un incremento en la relación costo beneficio de manera lineal, evidente en el escenario que se esta simulando ya que las variables de gastos son fijas y el aumento en las ventas es constantes debido a las tasas de natalidad constantes que se están manejando.

**Figura 74 Comportamiento, Variables Biofísicas, Bovinos**



Fuente: Autor

La grafica muestra las similitudes entre las graficas de Descartes y Peso Total ya que el modelo este preparado para descartar el exceso de peso en carne viva que haya presente en la finca, por ello la diferencia de Pesos es opuesto a las dos anteriores.

## ANEXO C -DETALLES DE LA IMPLEMENTACIÓN

La información de este anexo complementa el numeral 4.2.6 de Diseño, según el diagrama general de actividades fueron desarrollados formularios que permitieran cumplir con algunas actividades, en ocasiones una actividad la resuelven varios formularios o un formulario resuelve varias actividades, para comprender esto la siguiente tabla resume esta situación en ella se estipula en la primer columna la actividad del diagrama y en la otra el formulario que la ejecuta.

**Tabla 8-Listado de Formularios del Software**

<b>Actividad</b>	<b>Formulario</b>
	FAgroDiSi
Agregar Modelo	FAdmModelos
Objetos *	FAdmObjetos
Usuarios	FAdmUsuario
Administración de Variables	FAdmVariables
Generar Ventana	FCompor
Guardar Comportamientos	
Condiciones	FCondIniciales
Escenarios *	FDatosSimulacion
Generar Escenario	
Reiniciar	FREiniciar
Análisis Escenarios	FInfAnalisisEscenarios
Inf. Trayectorias	InfComportamientos
Conclusiones	FInfConclusiones
Reportar Conclusiones	
Escenarios *	FInfEscenarios
Objetos *	FInfPolíticas
Variables *	FInfVarModelos
Seleccionar Escenario	
Objetos *	FPolíticas
Trayectorias	FTrayectorias
Seleccionar Trayectorias	
Seleccionar Variables	
Guardar Trayectorias	
Validar Sesión	FValidarSesion
Ayuda	

A continuación el detalle de los subprogramas de cada uno de los formularios empleados, en donde se detalla la función que cumple algunos de ellos:

- AgroDsiSi - Generar Características:

Generar las características que se deben evidencia en la barra de estado de la herramienta, como el Modelo y el escenario seleccionado para la simulación, en la herramienta tiene por nombre: `GenerarCarac(Mode,Esce:integer)`

- FAdmObjetos y FDatosSim - Buscar Varibale:

Función que entrega como resultado si existe o no una variable que se deba asignar a un escenario o al modificar el valor durante una simulación debido a las políticas, por ello se usa en dos formularios. La función recibe dos parámetros el nombre (Producto) para establecer si ya esta en la tabla inferior y la cantidad para saber, en caso de que ya existe el producto, si se debe cambiar el valor. En la herramienta tiene por nombre: `ExisteVariable(Producto:String; Cantidad:String)`

- FInfAnaEsc - Construir los comportamiento almacenados

Permite dibujar sobre el TChart los resultados guardados en la base de datos. En la herramienta tiene por nombre: `Pintar(Elemento:integer)`

Debido a la cantidad de información en varias partes del software la información se da a manera de titulo - detalle, como por ejemplo:

- a. Listar en el titulo los datos principales de los modelos y en el detalle las variables que lo componen
- b. Listar en el titulo los datos principales de los modelos y en el detalle los objetos que se han agregado para cada uno de ellos

- c. Listar en el titulo las características principales de los escenarios y en el detalle las variables que lo componen

Por ello existen en la herramienta los métodos que tiene en el nombre la palabra “titulo” y la palabra “Detalle”.

Gran parte de los formularios diseñados tienen la posibilidad de reiniciar sus valores, como por ejemplo limpiar las cajas de texto, las tablas, estos formularios tienen por nombre Limpiar.

No se describen todos los métodos pues el estándar usado permite en el nombre saber la actividad que ejerce.

**Tabla 9 Listado de Subprogramas por Formulario**

Formulario	Tipo	Subprograma
Principal	Private	CreateMDIChild(const Name: string)
	Public	buscarresultado(consultasql:string);
		AgregarSeries
		Ejecutar_insert(SQL:string)
		GenerarCarac(Mode,Esce:integer)
		Llenarcombo(tabla,campo,orden:string;combo:TCombobox)
		BuscarUsuario(usuBuscar:string);
FAdmModelos	Public	LimpiarFormulario
	Published	BBAgregarVarClick
	Published	CBModeloChange
FAdmObjetos	Public	BuscarProductos(Nombre:String;PorGrupo:Boolean);
		CalculaObjetos(tipObj:integer)
		EliminarVariablePolíticas
		ExisteVariable(Producto:String; Cantidad:String)
		GuardarDatosPolitica(ModSelPol:integer);
		LimpiarLisVar
		LlenarPolíticas
		TituloObjetos(tipObj:integer)
	Published	BBAgrImágenesClick
		BBAgrPolíticasClick
		BBEscogerModeloClick
		BG Agr AnimacionesClick
		CBGrupoPoliticaChange
		CBNomModPolChange
RGObjetosClick		
FAdmUsuario	Public	Limpiarformulario
		ListarLogin
	Published	BBAgregarClick
		CBLoginChange
		RGopcionClick
FAdmVariables	Public	LimpiarFadmVariables
	Published	BBAgregarVarClick
		BBeditarClick(
		CBTipoElementoChange
		FormShow

<b>Formulario</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subprograma</b>
FCompor	Published	AgregarSeries
		FormCreate
		TBConclusionesClick
		TBGuardarResultadosClick
		TBImprimirClick
		TBIniciarClick
		TBPasoPasoClick
		TBPausarClick
		TBPausarClick
		TBPolíticasClick
TBTrayectoriasClick		
FCondIniciales	Published	BBAceptarClick
		BBCancelarClick
FDatosSim	Public	BuscarProductos(Nombre:String;PorGrupo:Boolean)
		ConsultaBuscarVariables(Nombre:String;Grupo:String;PorGrupo:Boolean)
		EliminarVariableEscenario
	Function	DatosIncompletos: Boolean
		ExisteVariable(Producto:String; Cantidad:String):Integer
		GuardarDatosEscenario
		LimpiarLisVar
		LimpiarSGEscenario
		LlenarEscenario
	Published	BBAsignarPolíticasClick
		BBConsultarClick
		BBAsignarPolíticasClick
		BBDefinirEscenarioClick
		BBEscogerModeloClick
		CBGrupoEscenarioChange
		CBGrupoEscenarioChange
		CBNomModeloChange
		FENombrePChange
		FormCreate
FormShow		
ReiniciarIClick		
FReiniciar	Public	BBAceptarEspClick

<b>Formulario</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subprograma</b>
FInfAnaEsc	Public	BuscarVariables
		LimpiarInfAnalisis
		LimpiarInfAnalisisTodo
		Pintar(elemento:integer)
	Published	CBModelosChange
		CBUsuariosChange
		DTFecFinalChange
		ENomVariableInfEscChange
		FormCreate - FromShow
		SGResInfAnaEscSelectCell
		SGResInfDetAnaEscSelectCell
		TBAnalisisEscenariosClick
		InfComport
LimpiarEncComportamientos		
Published	CalculaTituloComportamientos	
	CalDetalleComportamiento(idcompor:integer)	
	FEBuscarCompomChange(Sender: TObject)	
	FormCreate	
	FormShow	
	Salir1Click	
	SGEncabezadoComSelectCell	
	TBExcelValMedClick	
TBReiniciarClick		
FInfConclus	Public	LimpiarInfConclusiones
	Published	BBGuaConClick
		CalculaTituloInfConclusiones(Modelo,Palabra,Usuario,FecIni,FecFin:string);
FInfConclus	Published	DTPFecFinChange
		DTPFecIniChange
		EModeloChange
		EPalabraChange
		EUsuarioChange
		FormCreate - FormShow
		Salir1Click
		TBExcelValMedClick
		TBInfConReiniciarClick

<b>Formulario</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subprograma</b>
FInfEscenarios	Public	LimpiarTablaEscenarios
	Published	BBAbrirEscenarioClick
		BBGenerarEscenarioClick
		CalculaTituloEscenario(idescx:integer;nomescx:string)
		CalDetalleEscenario
		(idescenariox,idtipovarevl,idtipovarmodelo:integer;txtnom:string)
		FEBuscarIdRChange
		FormCreate
		MNomEscChange
		SGEncInfEscSelectCell
		TBExcelValMedClick
TBReiniciarClick		
FInfPolíticas	Public	GenerarPolíticas
	Published	LimpiarInfPolíticas
		CBNomModeloChange
		FormCreate
		FormShow
FInfVarModelos	Public	EsconderFiguras
	Published	LimpiarTablaVariables
		BBAgregarModelosClick
		BBAgregarVariablesClick
		CalculaTituloVarModelos(CarModelo:String)
		CalDetalleVarModelos
		(IdModelox,idtipovarevl,idtipovarmodelo:integer;txtnom:string)
		EBusModelosChange
		EFiltrarInfEleChange
		FormCreate
		FormShow
		GenerarInfluencias(idmodx:integer)
		LBPrefijosClick(
		PageControlIChange
		SGDetInfVarModSelectCell
		SGEncModelosSelectCell
		SGImágenesSelectCell
		TBExcelValMedClick
		TBInfluenciasChange

<b>Formulario</b>	<b>Tipo</b>	<b>Subprograma</b>
FPolíticas	Published	BBAceptarClick
		BBAceptarDetencionClick
		FormCreate
		SGPolíticasSelectCell
FTrayectorias	Private	CalculaTituloComportamientos(nomcompory:string)
		CalDetalleComportamiento(idcompory:integer)
FTrayectorias	Public	CalcularLosElementos
		LimpiarDetComportamientos
		LimpiarEncComportamientos
		ListarElementosFiltro
FTrayectorias	Published	BBAceptarClick
		BBajarClick
		BBajarTodoClick
		BBajTrayClick
		BBCancelarClick
		BBGuardarClick
		BSubirClick
		BSubirTodoClick
		BSubTrayClick
		CBTPrefClick
		CBTPrefClick
		CBTTipoClick
		Consultar
		ETNombreChange
		FormCreate - FormShow
		Guardar1Click
		LBPrefijosClick
		LBTiposClick
		Guardar1Click
		LBPrefijosClick
		LBTiposClick
SGEncabezadoComSelectCell		
Trayectorias1Click		
Variables1Click		
FValidarSesion	Public	VerificarLogin

## ANEXO D –MODELOS PARA IMPLANTAR EN LA EDUCACIÓN BASICA

En los lineamientos de implantación se hizo mención a propósitos académicos, este trabajo está vinculado al convenio de Computadores para educar del ministerios de educación nacional, el cual busca llevar el uso de las tecnologías de la educación a todas las escuelas del país, por ello se han propuesto algunos modelos para que sean implementados con este convenio, a continuación la descripción de cada uno de ellos.

### Objetivos

**General:** La experiencia que se presenta tiene por objetivo general:

Determinar de qué manera el operar con ambientes interactivos con D.S. permite cambiar los modelos mentales si se asume que representan la realidad, observando la proporción en que se modifican al hacer uso de los simuladores, gracias a la facilidad de realizar una experiencia directa

**Específicos:** La práctica descrita permite el desarrollo de los siguientes objetivos específicos:

- ✚ Formar los aprendices para la toma de Decisiones en ambientes laborales y competencias laborales del sector agroindustrial
- ✚ Leer y Analizar los comportamientos gráficos y relacionarlos para la toma de Decisiones.
- ✚ Revisar si la experiencia modifica los modelos mentales y la construcción de un modelo Mental.
- ✚ Observar la modificación que se da en los modelos mentales al agregar la explicación formal del funcionamiento del modelo que representa un sistema.

## Agenda

En resumen la experiencia sugerida para los aprendices puede ser resumida en las siguientes actividades, tomando cada una alrededor de 15 minutos; la cantidad de actividades desarrolladas depende de la cantidad de tiempo disponible.

1. Conceptualización
  - Modelo Mentales
  - Simulación
  - Prototipos
  - Cobertura y Complejidad Creciente
2. Sistemas Agroindustriales (Peces)
3. Experimentación
  - Incremento en el Peso del Pez
  - Peso del Pez
  - Costos, Ingresos y Utilidades
  - Administración
4. Conceptualización
  - Dinámica de Sistemas DS y sus enfoques
  - Introducción al Modelado con DS
  - Animadores
  - Escenarios
  - Aprendizaje
5. Ambiente Software

Tras una breve presentación sobre las definiciones de Modelo, Modelo Mental, Simulación, Prototipo, Agroindustria y el sistema que representa el modelo, es decir los puntos 1 y 2 de la agenda, se da paso a la experimentación la cuál es diferente según los modelos descritos, para esta síntesis se desarrollaron modelos sobre (El listado de variables y los parámetros que conforman cada una de los escenarios, son descritos al finalizar el anexo, además recuerde que la unidad de tiempo es semanas):

1. Crecimiento de un Pez (Primer Prototipo) y de una población de los mismos
2. Demografía de los Cerdos
3. Sistema de Producción Bovino
4. Sistema de Producción Avícola

El modelo que se describe con mayor detalle es el de peces pues se ha trabajado al interior del grupo y se realizaron dos experiencias en el encuentro Latinoamericano de Dinámica de Sistemas realizado en octubre de 2009 en la ciudad de Santa Marta Colombia y estuvo dirigido a participantes interesados en el sector agroindustrial, en los cuales se logro que las personas pensarán en el proceso industrial o de producción y experimentaran con ellos de tal manera que pudieran adquirir argumentos de decisión.

En caso de agregar la explicación formal del modelo se debe tener en cuenta que esta es general y la experiencia es individual, por lo tanto es posible medir como se puede mostrar la influencia de la explicación en esa transformación.

Tras cubrir el tema 4 en la agenda correspondiente a Dinámica de Sistemas DS y sus enfoques, “Introducción al Modelado con DS, Animadores”, se presenta el modelo en el diagrama de Flujo – Nivel.

Para los escenarios se propone a los estudiantes pensar sobre que pasa si el precio cambia, cuanto se gasta en transporte, variación de la oferta y demanda entre otras que hayan salido durante la explicación del modelo.

El tema de aprendizaje permite identificar como cambian los modelos mentales al vivir experiencias de Simulación, este tema se puede explicar con apreciaciones como:

- ✚ Al poder apreciar la dinámica se pueden tomar mejores decisiones
- ✚ Vivir una situación que debe contemplar la dinámica

En cuanto al ambiente software se debe hacer uso así:

- ✚ Indicando los aspectos relevantes del mismo que faciliten el aprendizaje
- ✚ Haciendo uso de modelos de gran complejidad, al mostrar la dinámica de las situaciones modeladas.

## **Conclusión**

La práctica usada para redactar este documento (y que debe ser similar en las futuras experiencias) permitió mostrar que gran parte de los asistentes no piensan dinámicamente ya que se está pensando a partir de lo que se tiene dejando de considerar aspectos que hasta ese momento son desconocidos, por ello se propone recurrir, por ejemplo, a la siguiente expresión: “Usted, para hacer un modelo, debe apreciar lo siguiente: Estructura general que se aprecia, Decisiones fundamentales, Tipos de usuarios a los que va dirigido, Requerimientos generales”

El paso que sigue es especializarlo, es decir, ampliar la cobertura y la complejidad. Según la complejidad del fenómeno y el propósito que se haya trazado, alcanzara un sistema para la gestión y el apoyo en la toma de decisiones.

A continuación se da una breve descripción de los modelos desarrollados para esta experiencia:

### **1. Crecimiento de un Pez (Peces)**

Mostrar el comportamiento del crecimiento en un pez y la relación Costos Beneficio en caso de realizarse la comercialización, con ello es posible observar que en la experiencia del aprendizaje, la explicación para poder actuar en la realidad de tal manera que ante un cambio en alguna situación se pueda actuar con mayor criterio.

**Descripción:** El modelo consta de dos prototipos, y es presentado mediante la realización de preguntas que el aprendiz va contestando y se van dando comportamientos que le permitan establecer lo acertado de cada una de las respuestas, por ello este primer modelo

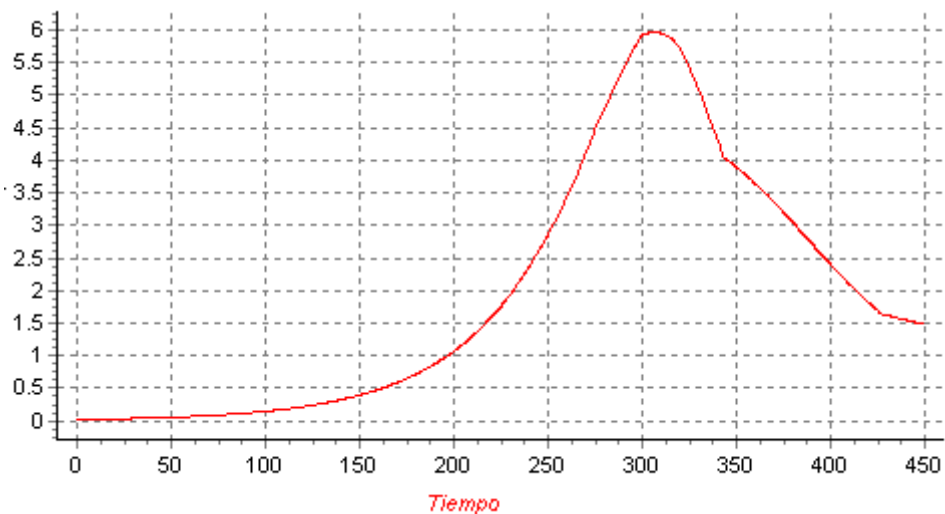
será presentado de esa manera. Para la realización del taller se deben decidir las variables a las que tiene acceso de tal manera que pueda medir cuando vender.

### 1.1. Primer Prototipo

Tras una breve presentación sobre Modelo, Modelo Mental, Simulación, Prototipo, Agroindustria y Piscicultura, es decir los puntos 1 y 2 de la agenda se da paso a la experimentación, la cual será realizada teniendo como eje la siguiente pregunta: ¿Por que no es común encontrar una mojarra de mas de 1000 g cuando se solicita en el menú de un restaurante?, y se dan a conocer algunos aspectos vagamente conocidos por ellos, como por ejemplo: la necesidad de alimentar los peces en estanque, cambio de peso, suponer un precio de venta fijo, buscando con ello captar el interés del grupo, tras esto, se hace la pregunta, ¿Cuándo vender? y ¿Por que?

Después de obtener respuesta, para la cual aún no importa su certeza, se da a conocer el comportamiento de la Figura 75 y se repite la pregunta, cuya respuesta debe estar, según la figura cercana a la cresta.

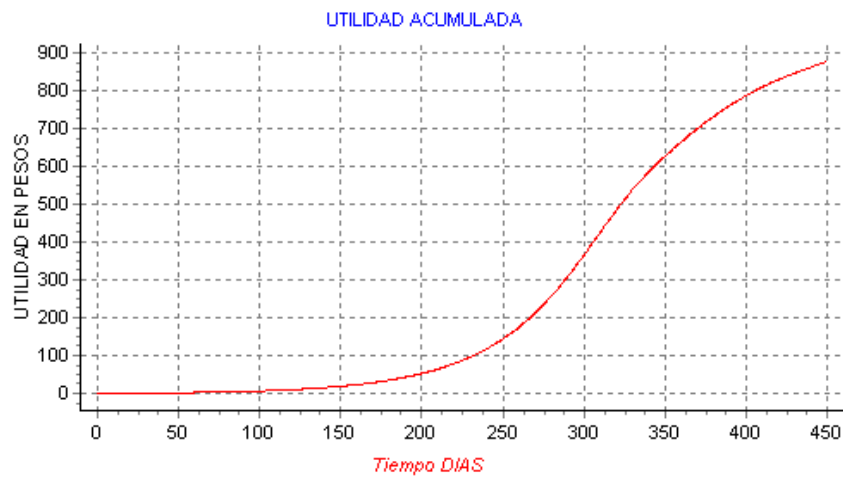
**Figura 75 Peces, Comportamiento, Incremento en el Peso de un Pez**



Fuente: Autor

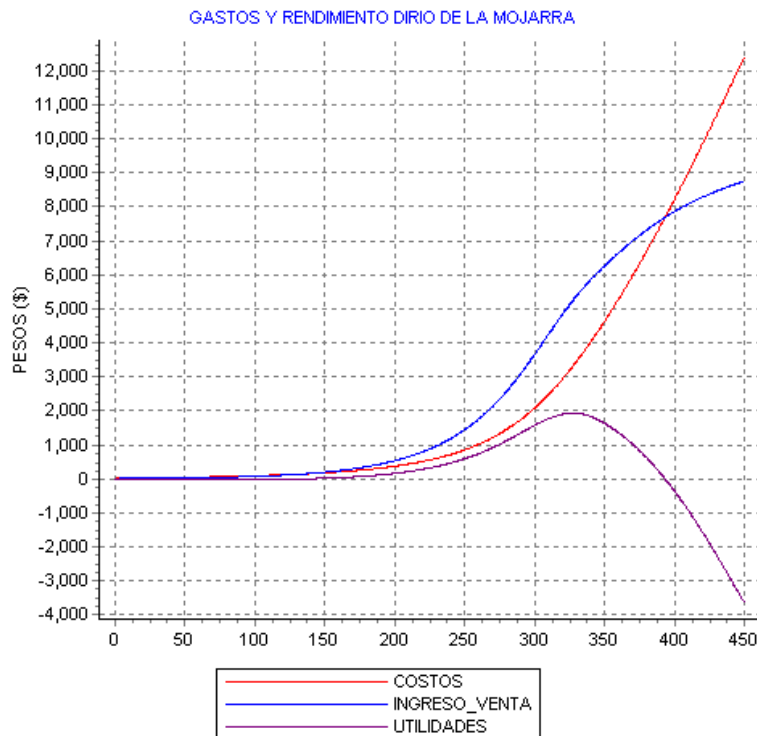
Después de obtener respuesta se da a conocer el comportamiento de la Figura 71 y se repite la pregunta, se da un espacio para la discusión del por que y a continuación se da a conocer la Figura 72 en donde hay mayor claridad en que la respuesta acertada esta cercana a los 330 días. Es claro que la respuesta se considera correcta pues es el punto en donde la venta diaria da como resultado las mayores utilidades.

**Figura 76 Peces, Comportamiento, Peso del Pez**



Fuente: Autor

**Figura 77 Peces, Comportamiento, Costos, Ingresos y Utilidades**



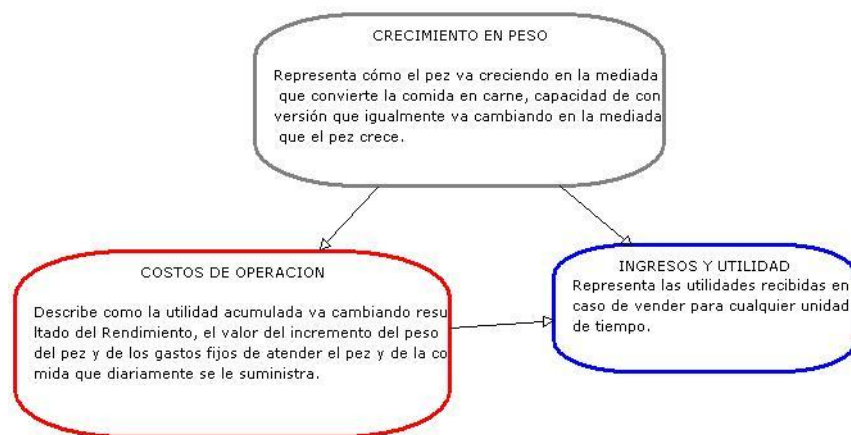
Fuente: Autor

Gracias a esta forma de presentación los participantes ejercieron el rol del productor y se cuestionaron en aspectos tales como la rentabilidad del proceso de producción y en las repercusiones de pasar, por ejemplo de 500 a 700 gr, en el producto final.

Tras la discusión, a la que probablemente haya sido necesario por inquietudes de los miembros de la clase se procede concluir que los modelos permitir obtener criterios para la toma de decisiones, además es necesario explicar el modelo y poder tratar los temas Administración y Escenarios. Para la situación descrita se da un modelo que representa tres procesos básicos indicados en la Figura 78, estos son:

- a. Crecimiento
- b. Costos de Operación
- c. Ingresos y Utilidad.

**Figura 78 Peces, Comportamiento, Procesos**

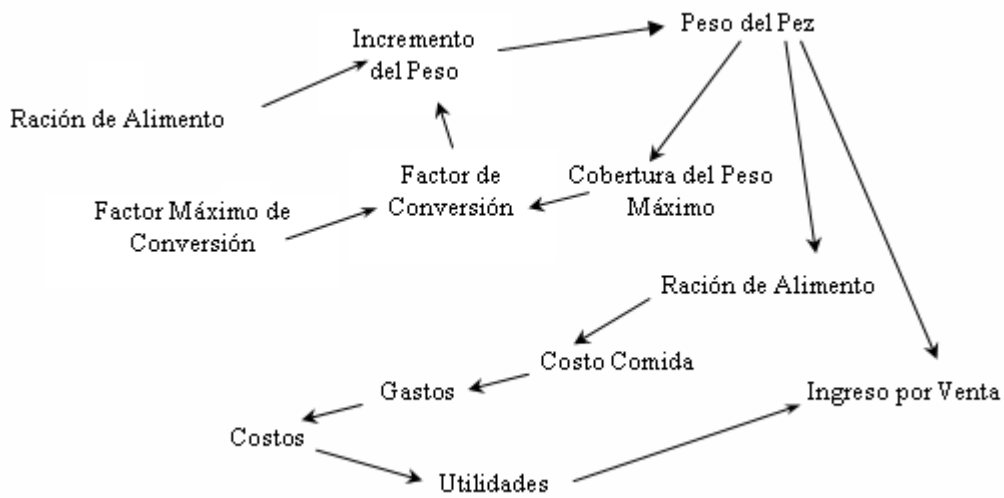


Fuente: Autor

Cada uno de los sectores involucra variables, registradas en la Figura 74, las cuales se llevan al modelo de flujo – nivel presentado en la Figura 75. Se recomienda presentar el diagrama de influencias describiendo cada una a manera de modelo en prosa especificando que es una propuesta de modelo y que pueden surgir diferentes apreciaciones pero debido a límites de tiempo este será considerado como válido.

Para presentar el diagrama de flujo – nivel se debe mencionar que requiere de práctica y estudio para adquirir la habilidad de convertir las variables representadas en el diagrama de influencias en cualquiera de los elementos de la dinámica de Sistemas y que no siempre la relación en la conversión se da uno a uno, además se puede mencionar la presencia de las ecuaciones diferenciales con la presencia del elemento flujo conectado a un nivel.

**Figura 79 Peces, Influencias, Prototipo 1.**



Fuente: Autor

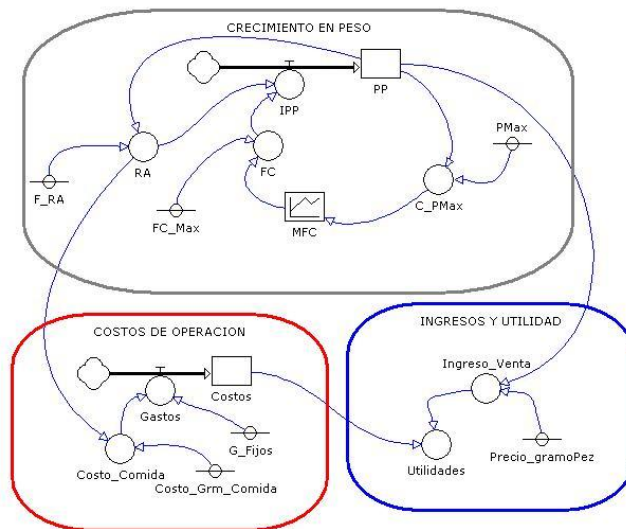
## 1.2. Segundo Prototipo

En base a la cobertura y complejidad creciente, integra dos sectores al primer prototipo:

### a. El sector demográfico

Permite simular el comportamiento de la población, la cual presenta tres actividades: La siembra de Peces, la cual es llevada a cabo en el primer paso de Simulación, la muertes las cuales son tenidas en cuenta de acuerdo a una tasa de natalidad y las ventas, las cuales son llevadas a cabo según un parámetro que puede ser seleccionado por el usuario en la construcción de escenarios.

**Figura 80 Peces, Flujo – Nivel, Prototipo 1.**



Fuente: Autor

b. El sector financiero

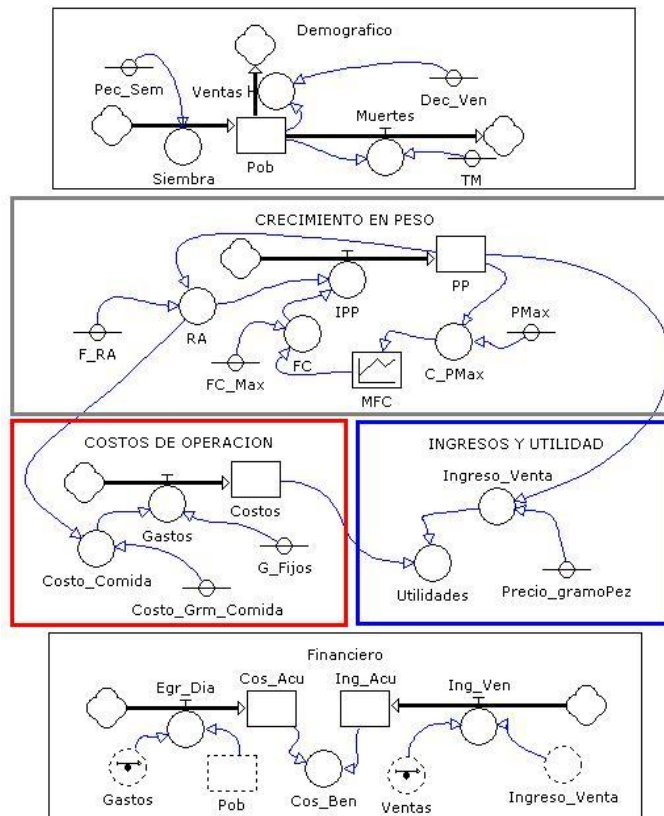
Lleva control de los costos acumulados según los gastos diarios y de los ingresos que se dan debido a las ventas, para establecer la relación costos – Beneficio.

La figura 76 ilustra las variaciones del modelo en el tercer lenguaje de la dinámica de Sistemas. El modelo permite analizar las consecuencias económicas originadas a partir de los días de producción en los cuales se tome la decisión de vender, la

Figura 82 permite concluir que el mejor momento de vender es a los 330 días. Además de la generación de prototipos se pueden generar diferentes escenarios y se propone construir diferentes propuestas que involucren la variación en los valores de las tasas o parámetros tales como:

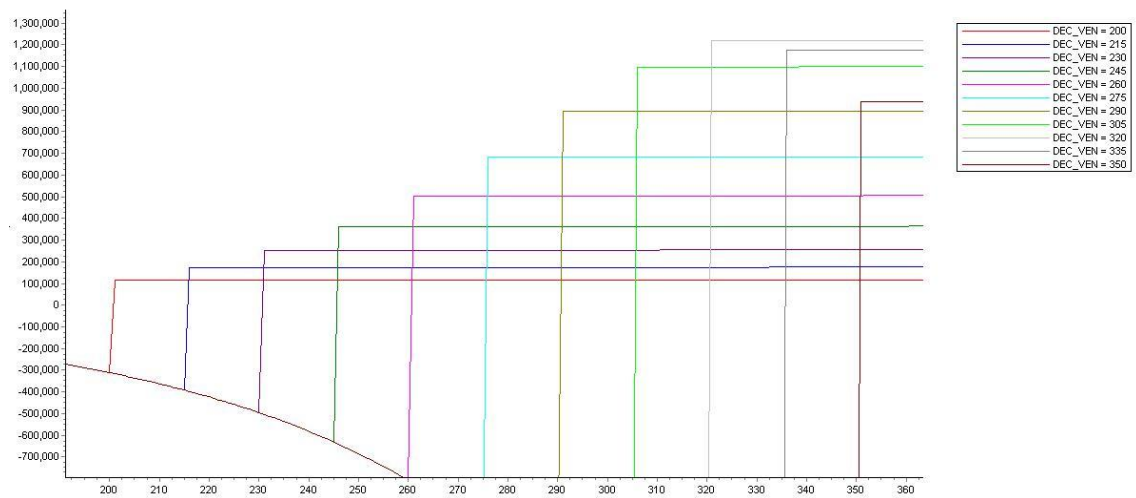
1. Días de producción para tomar la decisión de vender (Dec\_Ven)
2. Peso máximo del Pez (PMax)
3. Factor de Conversión máximo (FC\_Max)
4. Precio del gramo del pez (Preciogramo\_Pez)
5. Gastos Fijos (G\_Fijos)
6. Costo del gramo de comida (Costo\_Grm\_Comida)

**Figura 81 Peces, Flujo - Nivel, Prototipo 2.**



Fuente: Autor

**Figura 82 Peces, Comp. Relación Costo Beneficio, Prototipo 2**



Fuente: Autor

## 2. Demografía de los Cerdos

Mostrar el componente demográfico de la producción porcina permitiendo establecer plazo prudente para la comercialización el abastecimiento de personal y medicamentos.

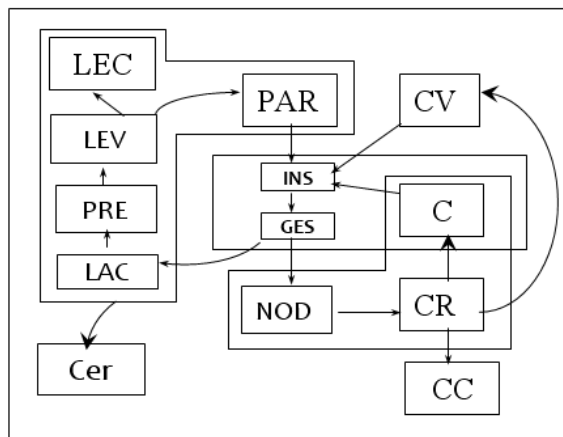
**Descripción:** El modelo propuesto contempla los siguientes componentes etarios o demográficos en que se puede dividir este sistema productivo y permitirá ver con detalle las variaciones en peso y cuidado que se debe tener en cuenta para ellos, estos son (Para la descripción a cada uno, puede revisar el Anexo A):

- ✚ Lechones [LEC]
- ✚ Lactantes [LAC]
- ✚ Cerdos en levante [LEV]
- ✚ Cerdas Paridoras [PAR]
- ✚ Cerdos de engorde [C]
- ✚ Hembras de reemplazo [CR]
- ✚ Hembras en gestación [GES]
- ✚ Hembras en lactancia

- ✚ Nodrizas [NOD]
- ✚ Cerdas Vacías [CV]
- ✚ Cerdos [Cer]

La Figura 83 ilustra el diagrama de influencias en el cuál la secuencia que se da con ellos y el ciclo de realimentación. El modelo que agrega un nivel para cada uno de los grupos etarios y en algunos se dan salidas por tasas y en otros por retardos.

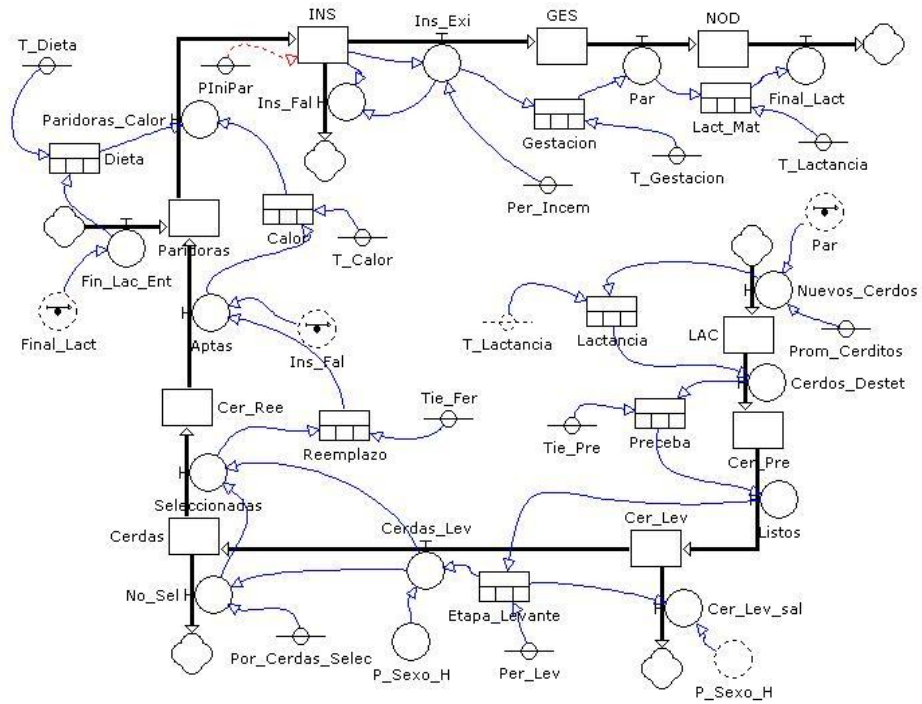
**Figura 83 Cerdos, Diagrama de Influencias**



Fuente: Autor

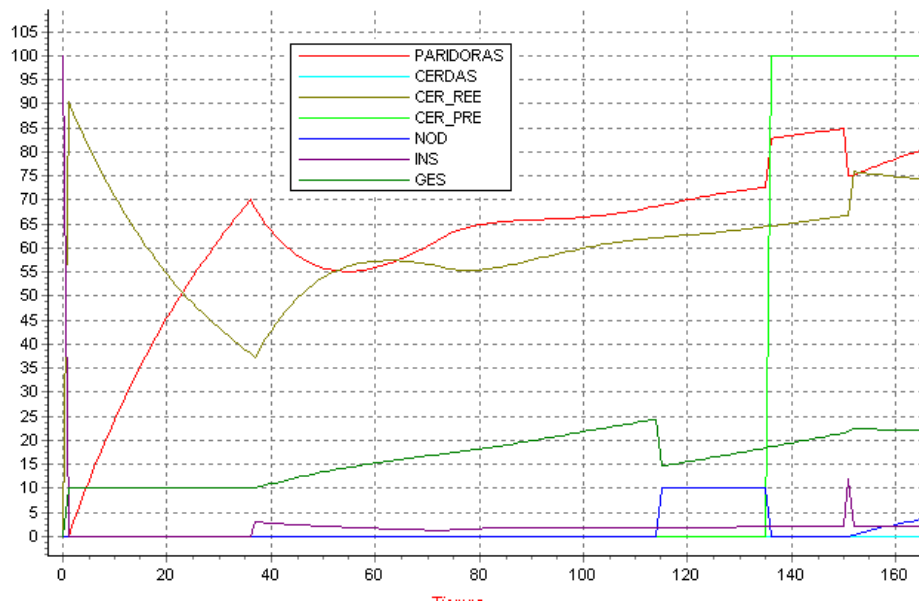
Las periodicidades que se dan debido a la secuencia de los grupos etarios son indicados en la figura 79. En la figura 80 se observan los periodos que se dan en los componentes.

**Figura 84 Cerdos, Diagrama de Flujo – Nivel**



Fuente: Autor

**Figura 85 Cerdos, Comportamiento de los Grupos etarios**



Fuente: Autor

### 3. Sistema de Producción Bovino

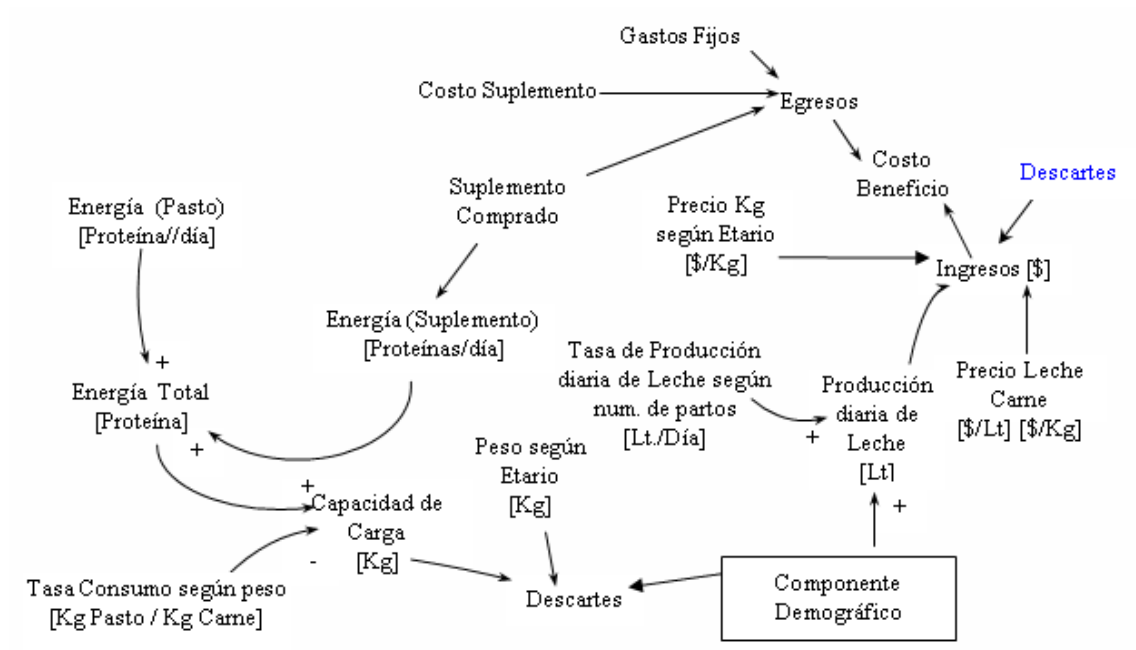
El modelo busca ilustrar los aspectos fundamentales de los sistemas de producción agroindustrial representables en Dinámicas poblacionales

**Descripción:** El modelo que se presentara es un primer prototipo que muestra los sectores a tener en cuenta en el sistema de producción bovino:

- a. Demográfico: Simula el comportamiento de los grupos etarios, para facilidad en el modelo se contemplan solo dos: Animales en crecimiento y animales adultos, diferenciando el genero por una tasa, es decir un porcentaje de los animales en crecimiento es vendido al cumplir su periodo de crecimiento y el resto se convierten en adultos y con una tasa de reproducción se manifiesta el proceso de gestación y partos.
- b. Biofísico: Contempla solamente la producción de energía que se da en la finca por la producción de alimento y la compra de suplemento para posteriormente determinar la capacidad de carga en la finca.
- c. Productivo: Modela el peso que se da en los animales para las dos etapas contempladas y la producción de leche proporcional a la vacas que se están son lactantes.
- d. Financiero: Muestra las variables económicas propias de la actividad de comercialización de leche y carne originando con ello la relación costo – Beneficio.

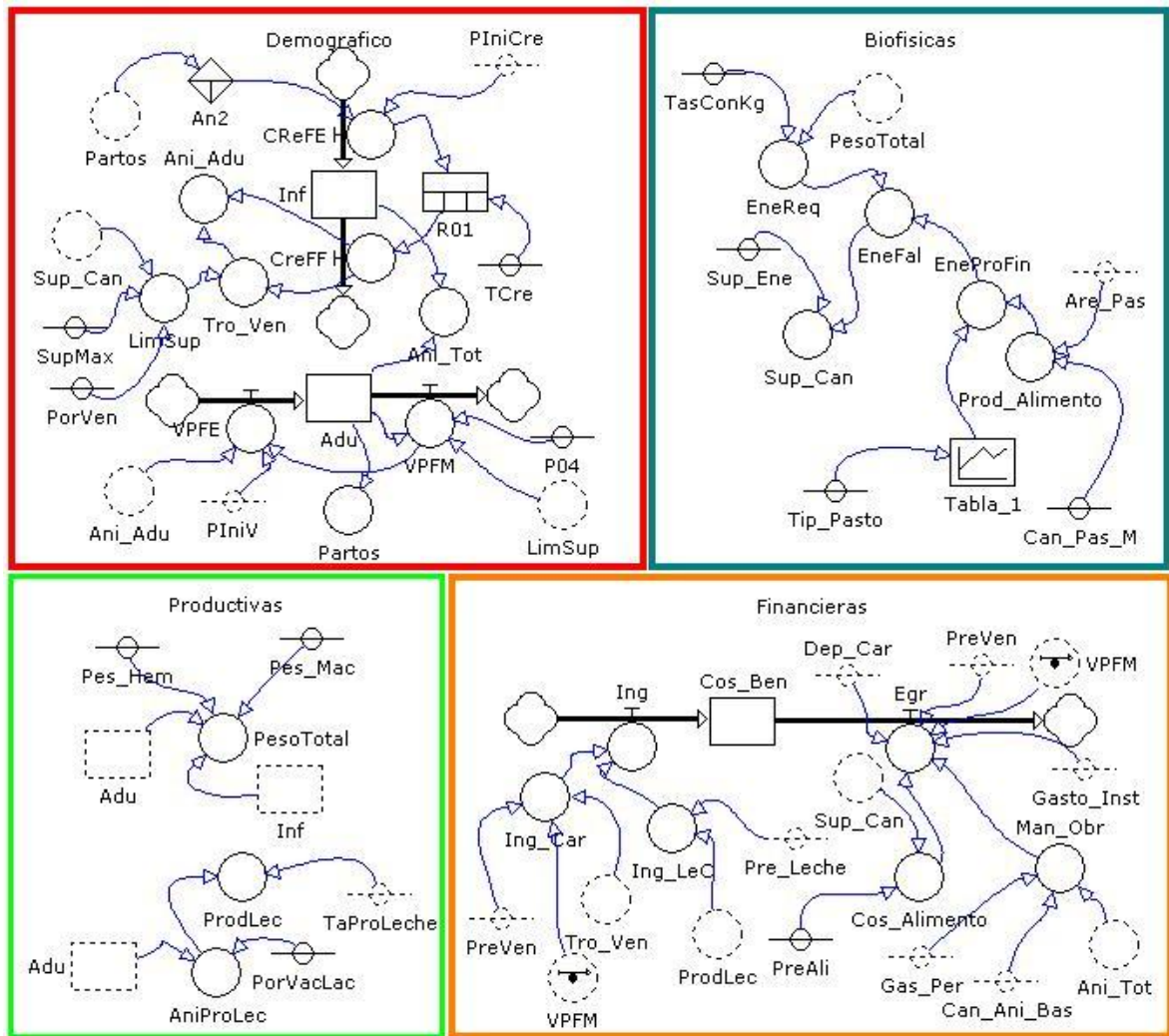
La figura 81 presenta el modelo en el diagrama de influencias y la figura 82 lo presenta en el diagrama de flujo- nivel.

**Figura 86 Bovinos, Diagrama de Influencias**



Fuente: Autor

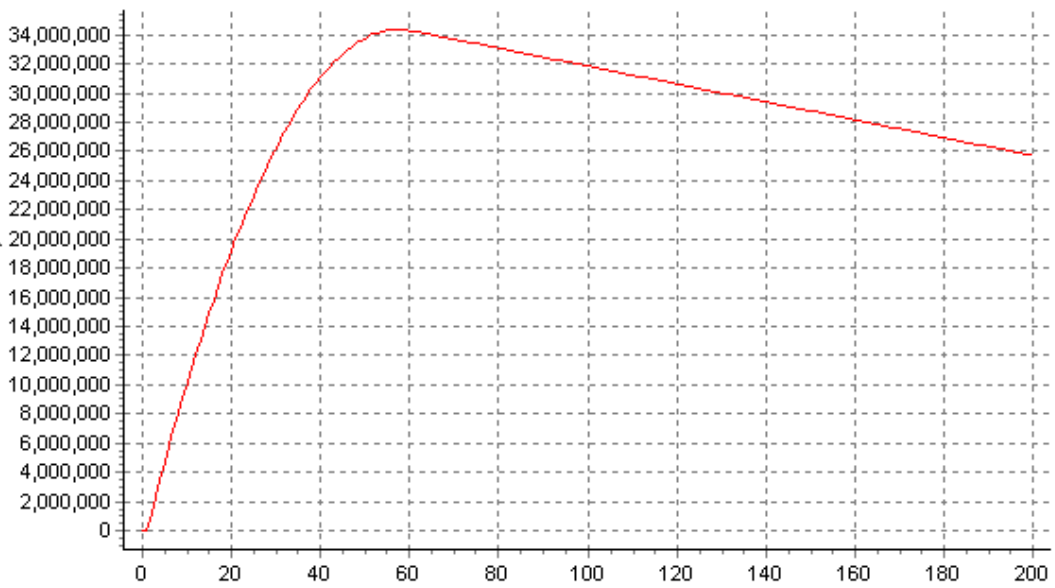
**Figura 87 Bovinos, Diagrama de Flujo – Nivel**



Fuente: Autor

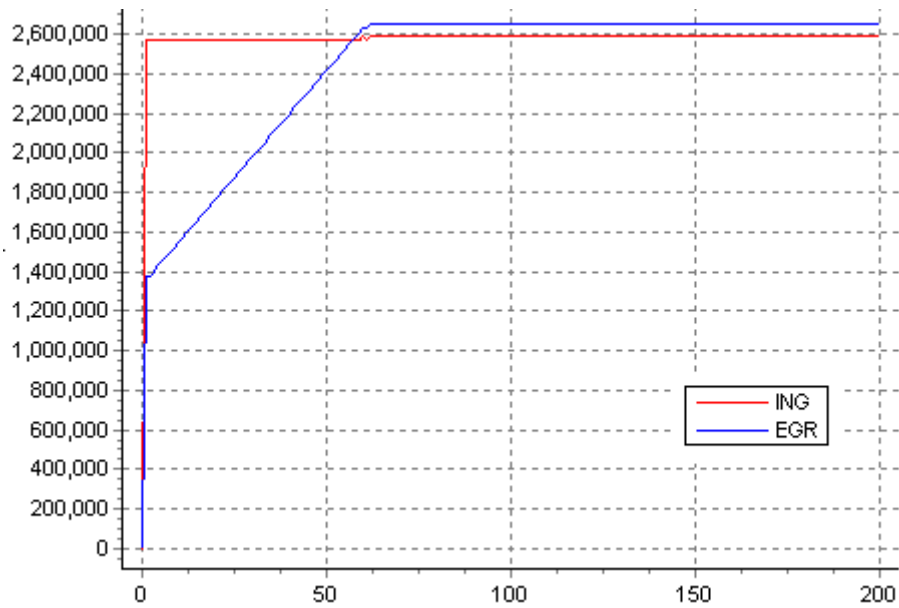
Algunos de los comportamientos de este modelo son presentados a continuación: La figura 83 contempla los resultados para el escenario propuesto, debido a que no se da reposición en los animales la relación disminuye a partir de la semana 60. La Figura 89 desagrega la relación costo-beneficio y muestra las variables involucradas en detalle, en este caso la finca simulada se encuentra cerca al punto de equilibrio, es decir los ingresos cercanos a los egresos.

**Figura 88 Bovinos, Comportamiento de la relación Costo – Beneficio**



Fuente: Autor

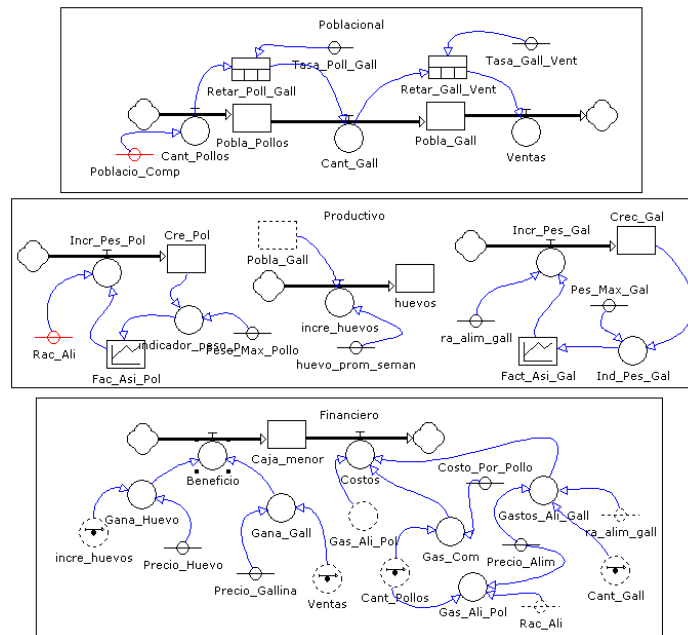
**Figura 89 Bovinos, Comportamiento de los Ingresos y Egresos**



Fuente: Autor

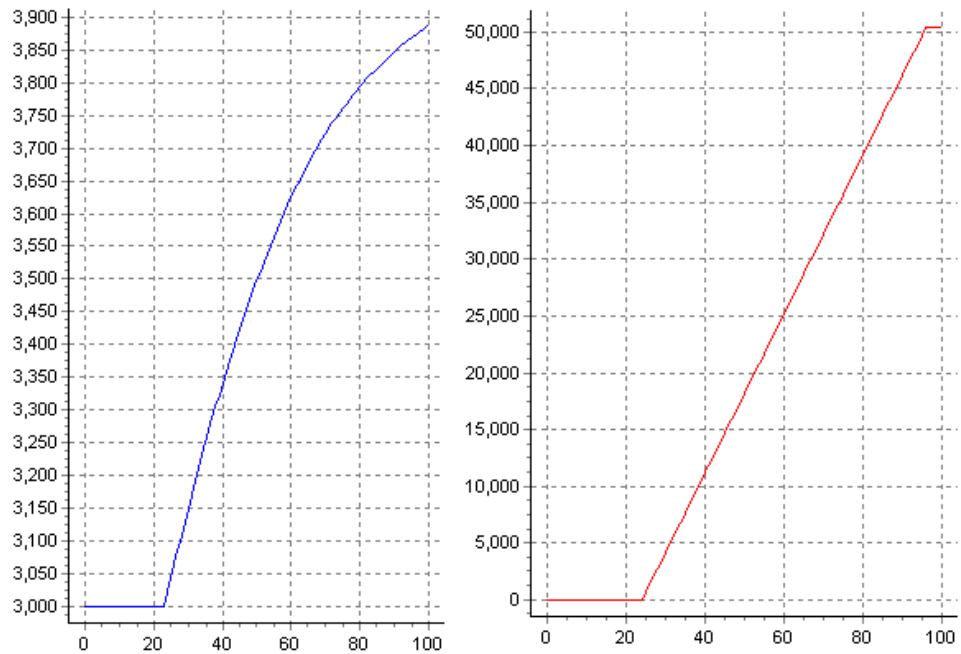
#### 4. Sistema de Producción Avícola





Fuente: Autor

**Figura 92 Avícola, Comportamiento del crecimiento y producción de Huevos**



Fuente: Autor

## ANEXO E - FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE AGRODISI

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE AGRODISI</b>	
<b>Identificación de Mejoras por Exploración</b>	
<b>Institución:</b>	
<b>Ciudad:</b>	
<b>Nombre:</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Problema de Computación</b>	<b>Propuesta de Solución</b>

**Problema de Computación:** Puede ser una inconsistencia, un fallo, o un resultado errado ante una acción solicitada por el usuario

**Propuesta de Solución:** Lo que el usuario espera ante una solicitud que le hizo al software, si es posible, puede escribirse una alternativa de solución ante una inconsistencia.

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE AGRODISI</b>						
<b>Comprensión y Operación del Software(Nº2)</b>						
<b>Institución:</b>						
<b>Ciudad:</b>						
<b>Nombre:</b>						
<b>Fecha:</b>						
<b>Marque con una X Si o No y la proporción de la afirmación o negación anteriormente escogida. Si no sabe responder o no entiende la pregunta, no conteste.</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Bajo</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Excelente</b>
			0% 30 %	31 %6 0%	61 %8 0%	81% 100 %
¿Permite la modificación e inclusión de los contenidos en la base de datos?						
¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?						
¿La información que se presenta es apropiada para los usuarios a la cual está dirigido el software?						
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?						
¿La información que maneja el software es significativa para el usuario y está relacionada con problemas de su interés?						
¿La separación de las variables por tipos: Grupos Etéreos, variables Biofísicas y variables Socioeconómicas facilita el ingreso de los datos requeridos por la aplicación?						
¿Los reportes generados por la aplicación son suficientes para reflejar el comportamiento del sistema productivo luego de una simulación?						
¿La terminología usada es clara y está acorde con la empleada en el medio ganadero?						
¿La aplicación en general aporta al aprendizaje de los procesos ganaderos y es útil para la toma de decisiones?						
¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?						
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?						

¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?					
¿El software permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?					
¿El software permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?					
¿El software puede ser utilizado varias veces sin salirse, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable si no se ingresa de nuevo al sistema?					
¿El acceso al sistema aplica correctamente las condiciones de seguridad para cada usuario, utiliza contraseñas o password?					
¿El menú principal permite que el usuario se haga una idea global de todos los módulos que tiene el software?					
¿Los nombres de los menús y submenús son los adecuados según su funcionalidad?					
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?					
¿El software guía al usuario en el proceso de simulación?					
¿Los íconos empleados ilustran de forma clara su funcionalidad en el software?					
¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?					
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?					
¿El módulo de Ayuda permite al usuario solucionar por si mismo las dudas que tenga referentes al manejo y funcionamiento del software?					
¿El buscador de términos del módulo de Ayuda, facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?					
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?					
¿Se pueden ejecutar las simulaciones bajo diferentes condiciones, variando parámetros como: finca, tipo de sistema de producción, tiempo de simulación, etc.?					
¿Los resultados obtenidos luego de la simulación permiten sacar conclusiones para la situación planteada?					

Teniendo en cuenta que el software puesto a consideración tiene fines académicos y educativos, es importante conocer sus bondades o deficiencias en el aporte al proceso de aprendizaje.
<b>En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:</b>
Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, construir conceptos, seguir instrucciones, construir secuencias de aprendizaje propias, hacer preguntas, construir respuestas originales, relacionar lo aprendido con otros conocimientos, colaborar con compañeros.
Permite el trabajo: individual, cooperativo
El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
Quien ejerce el control de la secuencia de aprendizaje es: el computador o el estudiante
Posee discriminaciones de: sexo, clase social, raza, religión, creencias, ninguna.
Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista: Moral, ético, Social, Ambiental, Cultural, Ninguno, Otros: _____ _____

**Observaciones:**

---



---



---



---



---



---

**ANEXO F - MANUAL DE USUARIO- MODISOFT**

MODISOSFT es el nombre genérico que se da a una herramienta que permite interactuar con modelos con gran numero de variables desarrollados con dinámica de Sistemas y que requieren de una base de datos para facilitar el conocimiento de las variables, la selección para obtener sus comportamientos, la generación y análisis de escenarios, y el reporte de conclusiones por expertos independientes o pertenecientes a una comunidad de aprendizaje, a continuación se detallan los aspectos mencionados.

## 1. Requerimientos

- + Crear la carpeta C:\AgroDiSi
- + Instalar Interbase 6.0
- + Ingresar a Interbase a crear la base de datos por defecto BDAgroDis.gdb en c:\AgroDiSi\Bd
- + Salir de interbase
- + Borrar la base de datos
- + Copiar todos los archivo en C:\AgroDiSi

### 1.1. Manejador de Base de Datos

Interbase 6.0 es el manejador de base de datos, para su instalación es necesario habilitar el archivo setup.exe y proseguir dando clic sobre los aceptar que solicita.

El manejador fue desarrollado para Windows XP y en caso de que sea instalado en Windows Vista, se deben seguir los siguientes pasos para habilitarlo previa instalación del mismo:

1. De clic en Inicio / Panel de Control
2. Busque y de Clic en la Opción Interbase Manager con lo cual encontrará una ventana como la que se indica en la parte inferior
3. De Clic en el Botón Stop (El cual se encuentra en la imagen con el mensaje Start)
4. Deshabilite la opción “Run the Interbase Server as a service on Windows NT”
5. De Clic en el Botón Start.

### Figura 93 Habilitar el Manejador de la base de datos



Fuente: Autor

## 2. Presentación Inicial

La herramienta parte con:

- a. Cuatro modelos (Bovinos, Porcinos, Caprino, Cunícola), cada uno con un escenario por defecto
- b. Las respectivas variables que los describen en la base de datos
- c. Con el modelo de bovinos seleccionado en un escenario defecto.

En la figura 89a se observa la ventana principal de la herramienta:

- a. Opciones del Menú
- b. Barra de Iconos
- c. Panel de trabajo
- d. Barra de Estado

El orden de cómo aparecen los iconos (El cual es presentado en la figura 89b) es:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| a. Abrir Escenario (Nuevo Escenario) | f. Establecer Criterios de Decisión      |
| b. Registro                          | g. Ordenar ventanas abiertas por cascada |
| c. Nueva Ventana de Simulación       | h. Ordenar horizontalmente               |
| d. Eliminar Ventana                  | i. Ordenar verticalmente                 |
| e. Condiciones Iniciales             | j. Animación                             |

- k. Informe de Trayectorias
- l. Informe de Conclusiones
- m. Informe de Modelos
- n. Informe de Escenarios
- o. Informe de Análisis de Escenarios
- p. Ayuda
- q. Salir
- v. Guardar Resultados
- w. Iniciar
- x. Pausar
- y. Detener
- z. Paso
- aa. Salir

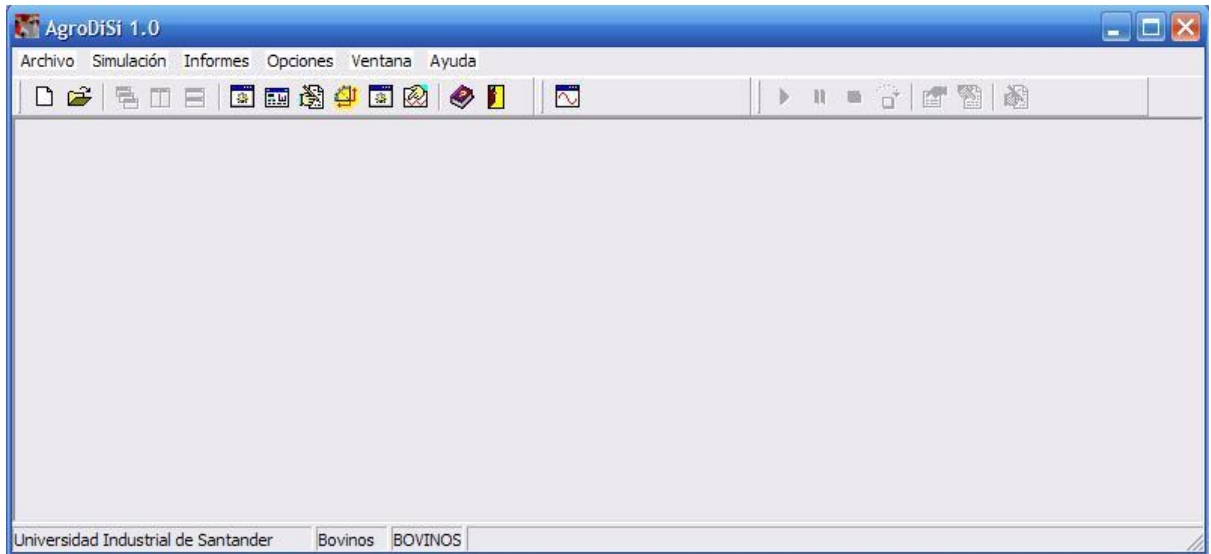
Y en la Ventana de Comportamiento

- r. Trayectorias
- s. Imprimir
- t. Conclusiones
- u. Establecer Decisión

### **3. Registro**

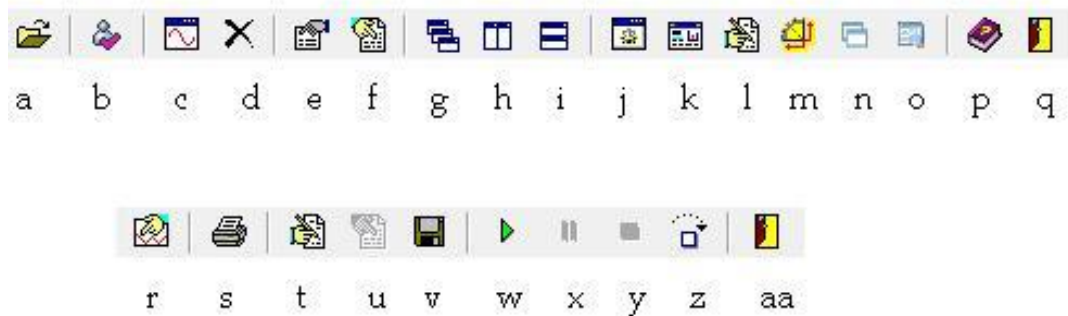
El software permite el manejo de las opciones de consulta a la herramienta para todos los usuarios pero el manejo de algunas está restringido solo para Administradores o Expertos por ello es necesario registrarse. Cuando el usuario tiene acceso con estos perfiles y desee acceso a estas opciones debe ingresar su login y contraseña en las cajas de texto que se indican en la Figura 90.

**Figura 94a Presentación Inicial**



Fuente: Autor

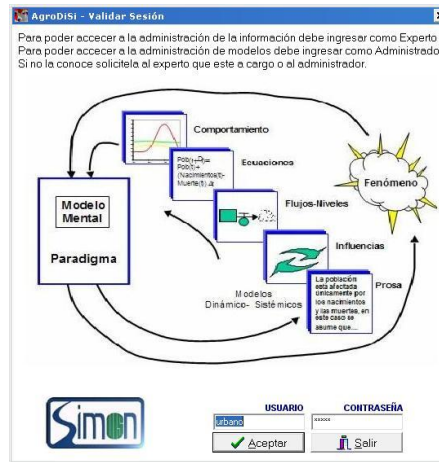
**Figura 95b Icono de la Herramienta**



Fuente: Autor

La barra de estado esta dividida en cuatro celdas: La primera indica el nombre de la universidad de donde proviene el proyecto, la segunda el nombre del modelo habilitado, la tercera el nombre del escenario seleccionado y la cuarta en caso de simulación muestra las iteraciones realizadas.

**Figura 96 Registro**



Fuente: Autor

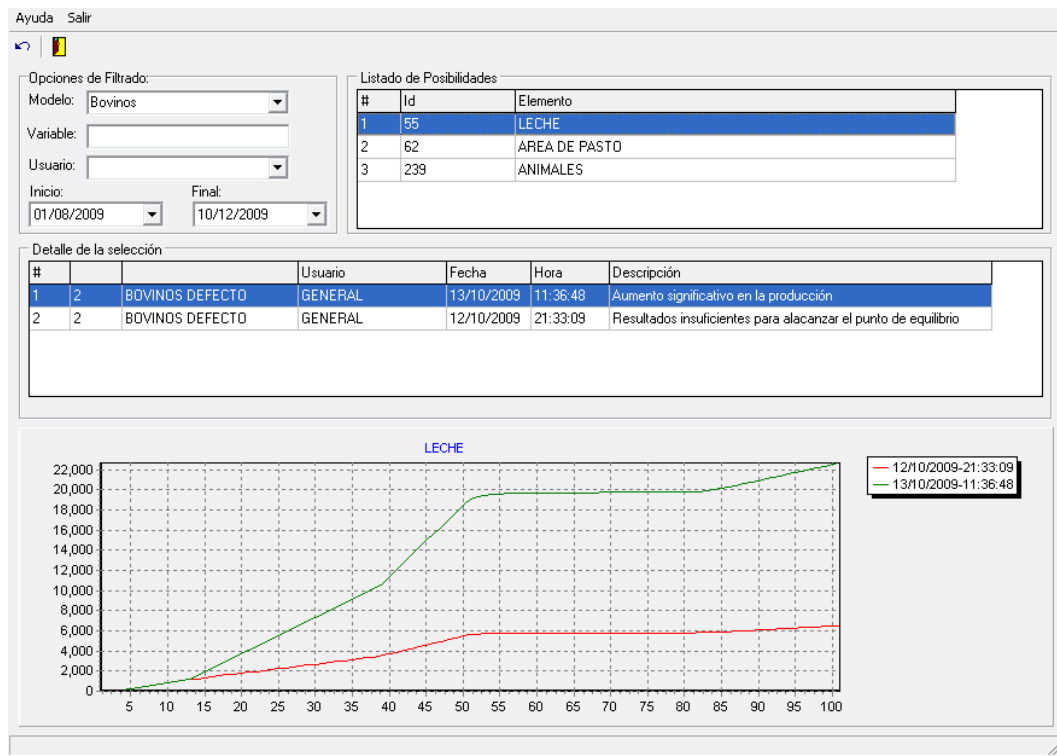
## 4. Informes

Los informes que genera la herramienta son presentados a continuación:

### 4.1. Análisis de Escenarios

El informe de análisis de Escenarios permite la observación de una determinada variable para los diferentes resultados que se hayan guardado con algunos criterios de filtro, tales como el Modelo, el usuario que registro los resultados, un rango de fechas y/o parte de la palabra que comprenda la variable. Esto ilustrara en una tabla las posibilidades y cuando el usuario de clic sobre alguna en la parte inferior se ilustrara los resultados para que establezca sus propios resultados.

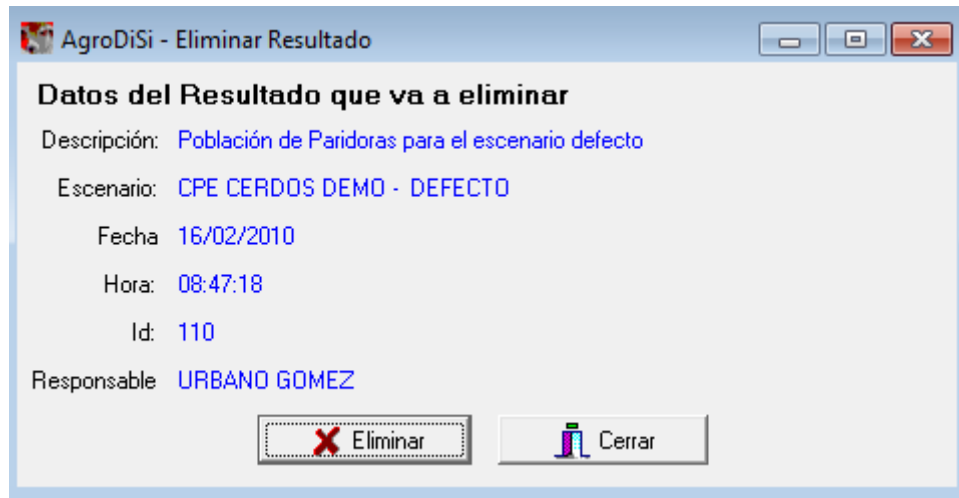
**Figura 97 Análisis de Escenarios**



Fuente: Autor

En caso de que un resultado deba ser borrado, se debe señalar la opción en el informe de análisis de escenarios, cuando la grafica sea construida se puede seleccionar sobre los datos de la misma (de la misma manera como obtiene el detalle del escenario, la cual se inactiva mientras este opción este seleccionada), con ello obtiene un formulario con la información del resultado que desea borrar, tal y como se indica en la figura. Esa opción está disponible solamente para el Administrador de la herramienta.

**Figura 91a Análisis de Escenarios**



Fuente: Autor

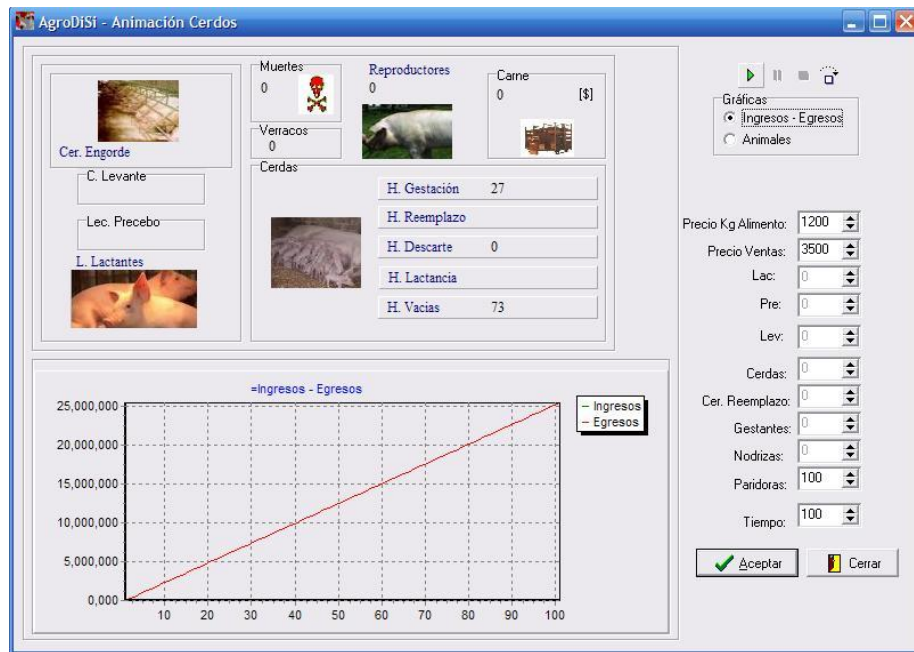
## 4.2. Animación

Son ventanas desarrolladas con el fin de mostrar de una manera diferente los resultados de tal manera que permitan acercar al estudiante a la realidad, presentando básicamente tres componentes:

1. Administración de parámetros
2. Resultados gráficos
3. Resultados por variable visual (Se puede colocar una imagen alusiva a la variable y colocar a su lado el valor que va tomando durante la simulación.

En caso de que a la interfaz se le vayan agregando otros modelos se pueden colocar en su base de datos, las aplicaciones de este tipo que puede llamar el modelo. Para consultar información al respecto diríjase al numeral 5.4.3.

### Figura 98 Animación para el modelo de Cerdos

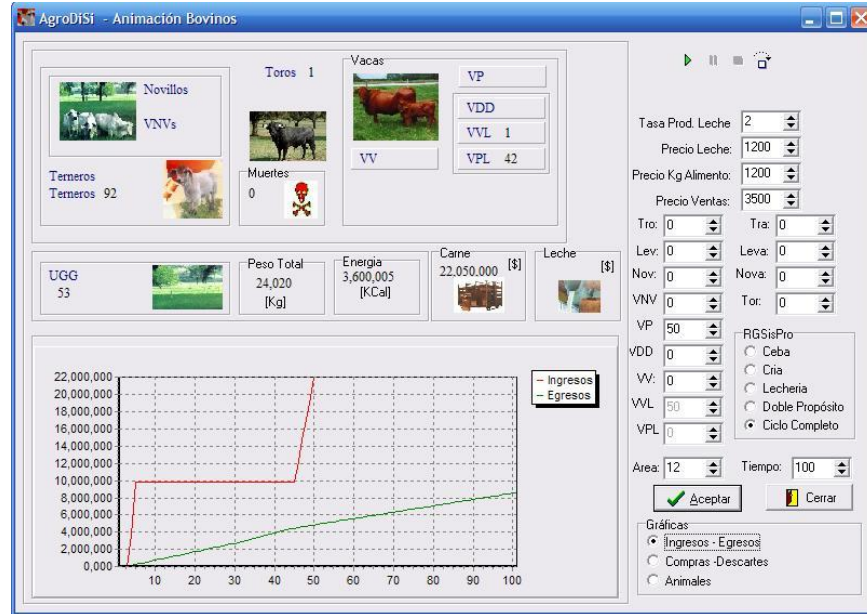


Fuente: Autor

### 4.3. Trayectorias

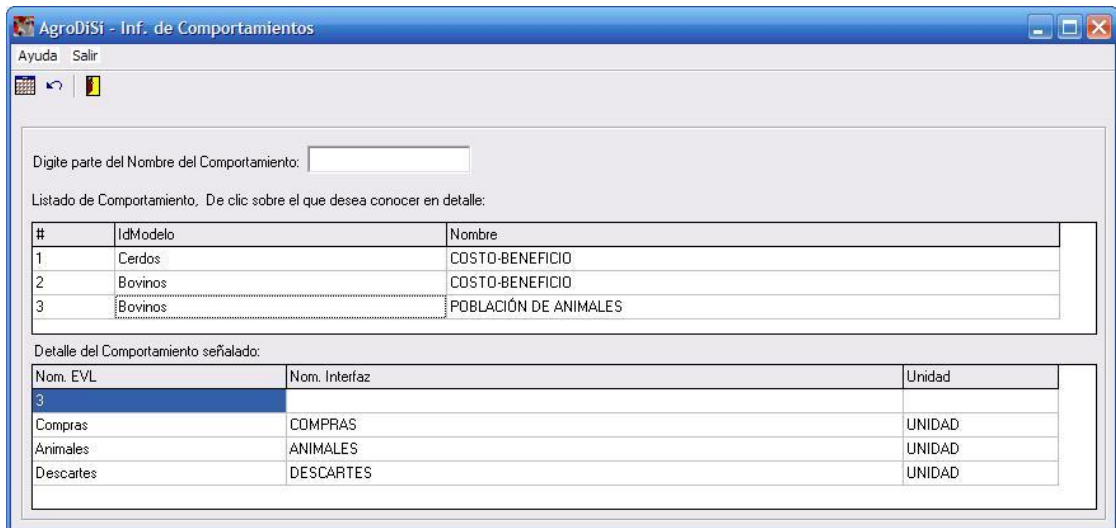
Permite consultar las variables que componen cada una de las variables que componen las trayectorias creadas para cada uno de los modelos, a manera de Encabezado-Detalle, para ello el usuario debe dar clic sobre el listado que indica en la tabla superior con lo cual se ilustra en la tabla inferior el listado de las variables que lo componen. Tal y como se muestra en la Figura 94. El listado de las variables se puede filtrar digitando parte del nombre de la trayectoria en la caja de texto asignada para ello.

**Figura 99 Animación para el modelo de Bovinos**



Fuente: Autor

**Figura 100 Informe de trayectorias**



Fuente: Autor

#### 4.4. Conclusiones

Permite consultar el listado de conclusiones reportadas por los expertos o administradores tras los análisis realizados por el estudiante con ello, se pueden observar las conclusiones se dan criterios de filtro como son el Modelo, una palabra de la conclusión, el usuario que la reporto y/o un rango de fechas.

**Figura 101 Informe de Conclusiones**

#	Modelo	USUARIO	FECHA	ESTADO	DESCRIPCION
1	Cerdos	URBANO	08/08/2008	Activo	EL MODELO ESTA BIEN
2	Cabros	URBANO	08/08/2008	Activo	BIEN
3	Bovinos	HUGO	09/08/2008	Activo	REVISAR LOS DATOS DE PROT

Fuente: Autor

#### 4.5. Escenarios

El informe de Escenarios permite conocer las variables asignadas a cada uno de los escenarios con sus respectivos valores (diferentes a los del Escenario por defecto, el cual se indica en el listado de variables), para ello el usuario debe:

- ✓ Dar clic al escenario deseado del listado generado en la tabla superior
- ✓ Con ello se lista en la tabla inferior el listado de parámetro modificados con su respectivo valor

La herramienta ofrece como opciones de filtrado, digitar parte del nombre del escenario.

#### 4.6. Variables

Permite consultar el listado de variables que conforman los modelos de la herramienta, para ello el usuario debe ingresar por Informes / Modelos o por Administración / Variables (en caso de ser Administrador), con ello obtiene el formulario que se indica en la Figura 96 y dar clic en la tabla de la derecha (listado de modelos) y con ello se carga en la tabla de la izquierda el listado de variables con sus respectivo valor inicial (siempre y cuando el administrador) haya incorporando las variables de la manera adecuada.

**Figura 102 Informe de Escenarios**

#	Usuario	Descripción	
2	4	BOVINOS PRUEBA	Escenario de Prueba para el encuentro
3	4	BOVINOS SOLO LACTANTES	Probando el modelo en cuanto a producción de leche
4	1	CERDOS	Cerdos sin revisar gastos de personal
6	4	PRUEBA VIDEO	ESCENARIO DE PRUEBA

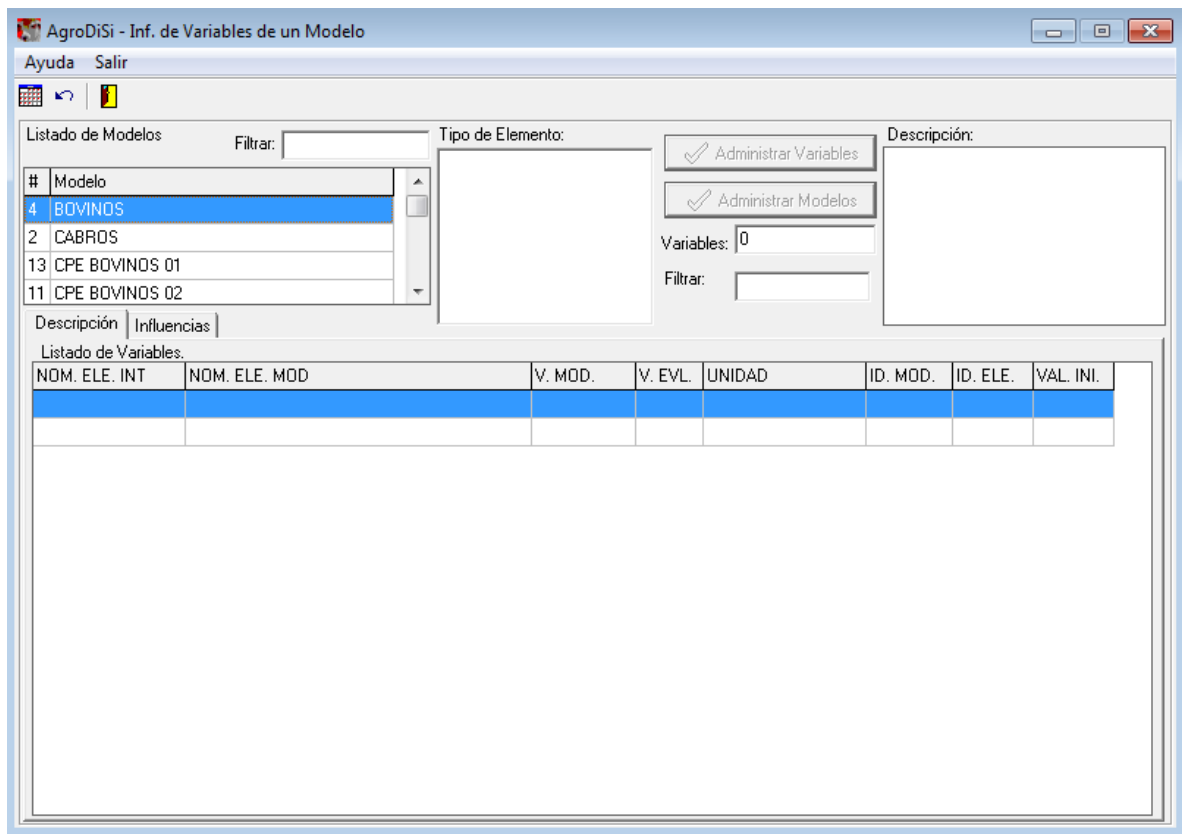
  

Id	Nombre EVL	Nombre	Unidad	Valor
6				
60	TConsumo_dia	TASA CONUSMO DIA	ADIMENSIONAL	12
145	Tas_Pro_Lec	TASA PRODUCCION DE LECHE	ADIMENSIONAL	3

Fuente: Autor

Además se ofrece la posibilidad de conocer el diagrama de influencias dando clic en la pestaña con el mismo nombre, para ello debe dar clic sobre la imagen que desea. (En esta ventana, en caso de que el usuario sea el administrador, puede cargar nuevas imágenes o nuevas animaciones para futuros modelos).

**Figura 103 Informe de las variables por modelo**



Fuente: Autor

## 5. Administración

En este apartado el usuario encontrara las opciones de parametrización de la herramienta, a ellas solo tiene acceso el administrador, por facilidad el usuario ingresa a los informes respectivos de cada opción de administración y en caso de estar habilitado le permite el acceso.

### 5.1. Definir Escenario

Gracias a las variables registradas en la base de datos *AGRODISI* permite la modificación de los valores de los parámetros de los modelos mediante la creación de escenarios, para

ello el usuario debe ingresar a la opción *Archivo / Definir Escenario*, con lo cual obtiene el formulario de la Figura 98, en caso que el usuario este validado se habilita la opción *Generar un nuevo Escenario*, al dar clic sobre ella se genera el formulario indicado.

El usuario debe seleccionar el modelo sobre el cual desea trabajar y con ello se habilitan dos tablas, la primera con el listado de todas las variables del modelo y la segunda con las variables que ha modificado para el escenario. En la primera tabla el usuario debe registrar valores y cada vez que lo desea dar clic en el botón *Asignar* o si se equivoca seleccionar en la tabla inferior la fila errónea y dar clic sobre el botón *Quitar*.

Para guardar el nuevo escenario el usuario debe ingresar un nombre, una descripción y dar clic sobre el botón *Definir Escenario*. No se puede crear escenario sin filas en la tabla inferior.

Como opciones adicionales se tienen:

- a. El nombre del modelo seleccionado
- b. El usuario puede filtra el listado por parte del nombre del elemento o por tipo de variable.
- c. El botón *consultar* habilita el informe de escenarios.
- d. El botón *Reiniciar* permite iniciar el formulario
- e. El botón *Salir* cierra el formulario
- f. El botón *Limpiar* que reinicia las cajas de texto asignadas para el nombre y la descripción.

**Figura 104 Generar Escenario**

Datos del Escenario  
Escoja el Modelo:

**BOVINOS 02**

Nombre del Escenario:  Descripción:

Asignar valores a las Variables

Nombre de la Variable:

Tipo de Variable:

Listado de Variables:

Id	Nombre EVL	Nombre	Unidad	V. Ini.	Valor

Listado de Variables asignadas al escenario a Guardar:

Id	Nombre EVL	Nombre	Unidad	Valor

Fuente: Autor

## 5.2. Unidades y Tipos de Variable

Debido a que la herramienta es funcional para modelos de diferentes áreas es necesario permitir la asignación a cada una de las variables de cualquier unidad y de asignarla a cualquier sector o tipo, por ello se ha generado la opción para la administración de estas.

Para ello el Administrador (opción exclusiva de ese perfil) debe ingresar por el menú principal en la opción Administración / Unidades y Tipos de Variable para obtener un formulario como el que se ilustra en la figura 99.

**Figura 105 Administración de Unidades y Tipos de Variable**

#	Nombre	Sigla
2	BIOFISICA	BIO
1	DEMOGRAFICA	DEM
3	ECONOMICA	ECO
4	PRODUCTIVA	PRO

Fuente: Autor

### 5.3. Abrir Escenario

Para facilitar el manejo de los fenómenos que maneja la herramienta solo puede interactuar con un escenario a la a vez, esta opción permite la selección del escenario y por ende el modelo con el cual se desea interactuar, para ello el usuario debe dar clic sobre la opción abrir escenario, con lo cual obtiene el formulario de la figura 100, con los criterios de búsqueda que se dan, buscar el escenario deseado y dar clic sobre la opción *Asignar Valores para la Simulación*.




## 5.4. Modelos

Por la facilidad de navegación que otorga el software, cuando se da clic sobre la opción agregar variables, la herramienta muestra el listado de variables existentes y en caso de que este validada su sesión como administrador habilita el botón *Agregar Modelos*.

Permite la administración modelos, ofrece dos alternativas:

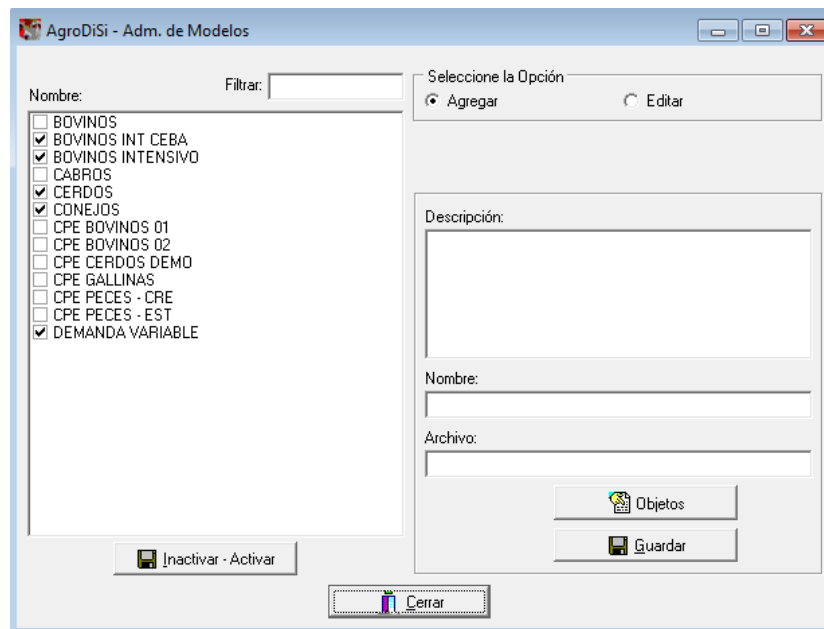
- c. Inclusión de nuevos modelos que se deseen usar con la herramienta, debe contener una caja de texto para ingresar el nombre y un área de texto para la descripción, el identificador del modelo se genera de manera consecutiva.
- d. Edición: Permite corregir cualquier datos que este mal, en ese caso la herramienta debe generar el listado de modelos existentes y a partir de la selección del usuario cargar los datos que correspondan en la caja y área de Texto.

El Administrador puede inactivar modelos, en caso de que desea dar acceso a los usuarios a algún o algunos de los modelos, para ello debe, en la lista de modelos que se ilustra en la figura, chequear los modelos que desea desactivar, y dar clic sobre el botón "Inactivar - Activar", con ello inactivará automáticamente todas las opciones que se pueden desarrollar en un modelo tales como:

-  El listado de variables en el informe de modelos
-  La generación de Escenarios
-  Los escenarios que estaban asignados a ese modelo (En asignar escenario y en Análisis de Escenarios)

La opción de Administrar modelos permite inactivar modelos y con ello controlar que el usuario solo interactúe con aquellos que se encuentran activos.

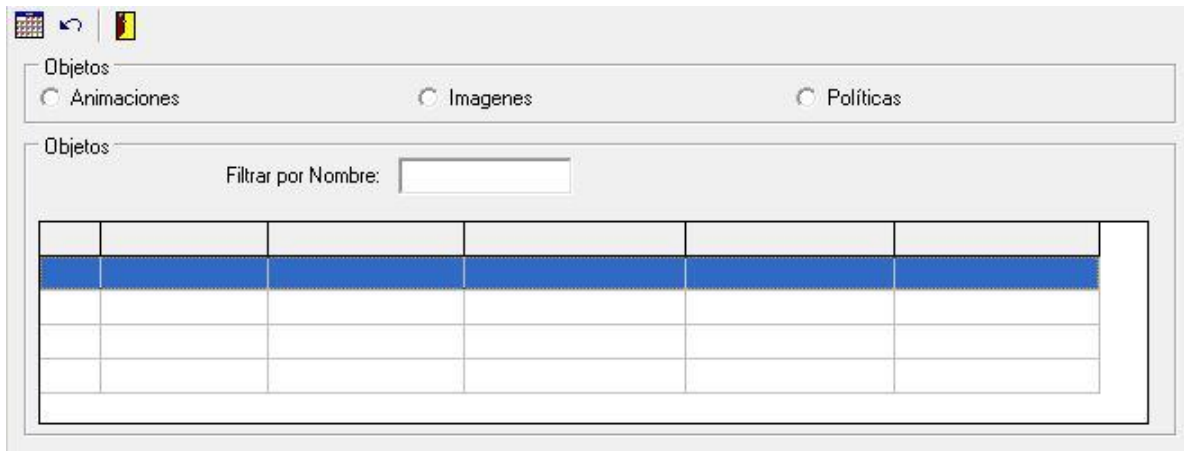
**Figura 106 Administración de Modelos**



Fuente: Autor

La administración de modelos permite asignar a un modelo: Criterios de Decisión (Denominados inicialmente políticas dado a la opciones de administración que tendría el usuario sobre el modelo), Animaciones o Imágenes, para ello se debe dar clic sobre la opción deseada, tras esto la herramienta habilitara un formulario como el que se indica en la figura 101 para que el usuario seleccione la opción deseada, este formulario indicara el listado de objetos seleccionados junto con el formulario para el ingreso respectivo como se ilustrará en las figuras posteriores.

**Figura 107 Administración de Objetos**



Fuente: Autor

#### **5.4.1. Criterios de Decisión**

Para facilitar el uso de los modelos, ya sean representaciones de los sistemas de producción u otros fenómenos a modelar con Dinámica de Sistemas, la herramienta brinda la posibilidad de adjuntar criterios para la toma de decisiones (importante en tiempo de ejecución, ya que durante la simulación en caso de que la opción que aquí se describe lo establezca el usuario podrá tomar decisiones sobre el modelo). Para que lo anterior se de, el administrador de la herramienta debe ingresarlas, desde la opción modelos, las variables indicadoras de tal situación el valor máximo y mínimo y una descripción que saldrá para informar la presencia de la situación, tal y como se indica en la figura 102.

#### **5.4.2. Imágenes**

Permite adicionar nuevas imágenes para dar a conocer los modelos en los diagramas de influencias, en ella el administrador debe ingresar la dirección física de donde se encuentra el archivo (la cual debe coincidir con la carpeta donde esta instalada la herramienta

(C:\AgroDisi), la descripción de dicha imagen y el orden en que se le debe habilitar al usuario.

**Figura 108 Administración de Criterios de Decisión**

Objetos

Animaciones  Imágenes  Políticas

Objetos

Filtrar por Nombre:

Id	Elemento	Modelo	Maximo	Minimo	Descripción
2	EGRESOS	Bovinos	6	0	asdsad
1	ANIMALES	Bovinos	5000	0	EL SISTEMA PRODUCTIVO NO PUEDE TENER CERO ANIMALES
3	ADD	Cabros	56	0	dsadsd

Políticas

Modelo: **Bovinos**

Nombre de la Variable:  Tipo de Variable:

Descripción:

Listado de Elementos:

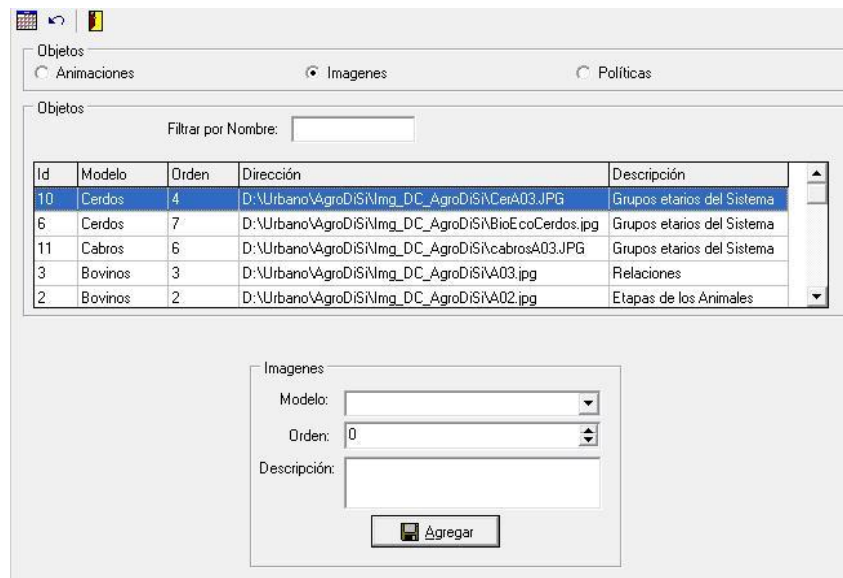
Id	Nombre	Maximo	Minimo
144	INGRESOS CARNE		
55	LECHE	2000	0
14	LEVANTES		
15	NOVILLOS		

Listado de Elementos asignados a la política:

Id	Nombre	Maximo	Minimo
55	LECHE	2000	0

Fuente: Autor

**Figura 109 Asignar Imágenes a un Modelo**



Fuente: Autor

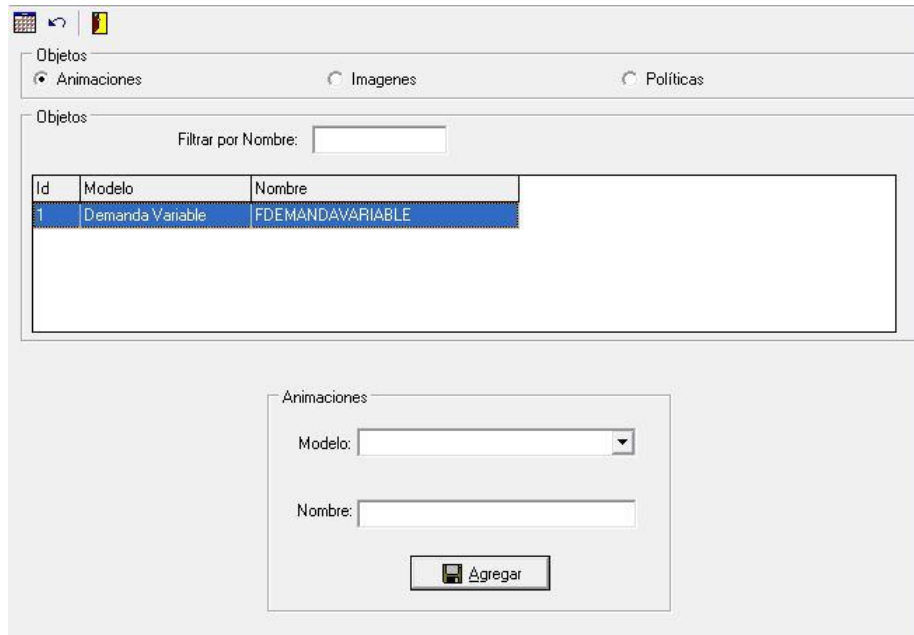
### 5.4.3. Animaciones

Permitir registrar la dirección física de donde se encuentra el ejecutable que se puede cargar desde el software correspondiente a la animación (la cual debe coincidir con la carpeta donde esta instalada la herramienta, es decir: C:\AgroDisi), la descripción de dicha Animación y los datos básicos del autor. Un modelo solo puede tener una animación.

### 5.5. Variables

Por la facilidad de navegación que otorga el software, cuando se da clic sobre la opción agregar variables, la herramienta muestra el listado de variables existentes y en caso de que este validada su sesión, como Administrador, habilita el botón *Agregar Variables*.

**Figura 110 Asignar Animaciones a un Modelo**



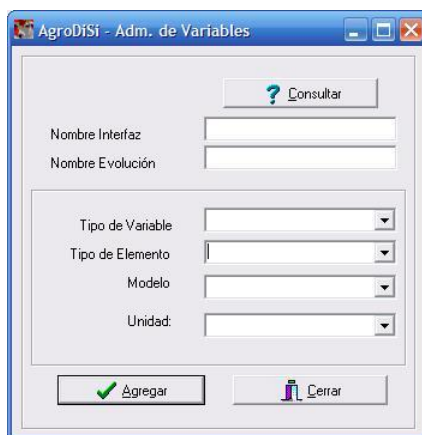
Fuente: Autor

Permite administrar las variables del modelo que el administrador y el experto considere que se deben habilitar, ofrece dos alternativas:

- ✚ Inclusión de nuevas variables, para ello la debe generar el listado de modelos, de tipos de variable (Demográfico, Biofísico, Productivo o Financiero), de elementos (Flujo, Nivel, parámetro, Auxiliar), Unidades (Todas las listas proceden de archivos maestros de la base de datos) para que el usuario seleccione el indicado y varias cajas de texto que permitan ingresar el nombre de la variable en el modelo, en la interfaz, en caso de que sea un parámetro debe haber una caja de texto para incluir el valor del escenario por defecto, el identificador del modelo se genera de manera consecutiva. El botón Aceptar registra la nueva variable. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.
- ✚ Edición, opción que permite corregir cualquier dato que este mal, en ese caso la herramienta debe, a partir de la selección de la variable a Editar, paso que se hace desde

el informe de variables y que solo es permitido si esta validado como administrador, cargar los datos que correspondan en la cajas de texto y listas de selección. El botón Aceptar actualiza cualquier cambio que se haya registrado. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.

**Figura 111 Administración de Variables**



Fuente: Autor

## 5.6. Trayectorias

En la opción de simulación, al seleccionar las variables a simular se puede definir trayectorias que se agregan bajo un nombre. En caso de equivocarse en alguno de ellos debe ingresar por el informe de trayectorias y dar clic en la primera casilla de la tabla para editar las variables asignadas como se muestra en la figura Administración de Trayectorias.

## 5.7. Usuarios

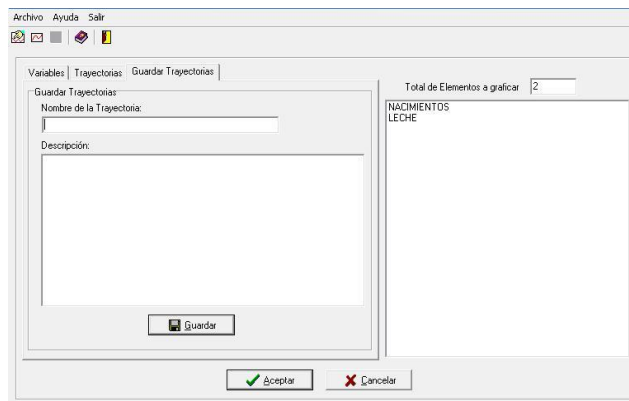
Permite al administrador agregar o Editar usuarios a la herramienta, así:

- a. Para Agregar debe dar clic sobre la opción Administración / Usuarios e ingresar el nombre de usuario, Contraseña, El perfil, Nombres, Apellidos, Identificación y Estado,

después de ello debe dar clic en Aceptar. El identificador del usuario se genera de manera consecutiva. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.

- b. Edición: Permite corregir cualquier dato, en ese caso la herramienta genera el listado de usuarios existentes y a partir de la selección que haga el administrador, cargar los datos que correspondan en la caja y área de Texto, para que el usuario modifique los que corresponda, después de ello debe dar clic en Aceptar. Edición, permite corregir cualquier datos que esté mal, en ese caso la herramienta debe, a partir de la selección del usuario a Editar, carga los datos que correspondan en la cajas de texto y la lista de selección. El botón Aceptar actualiza cualquier cambio que se haya registrado. La herramienta valida la correspondencia con las condiciones de cada campo.

**Figura 112 Administración de Trayectorias**



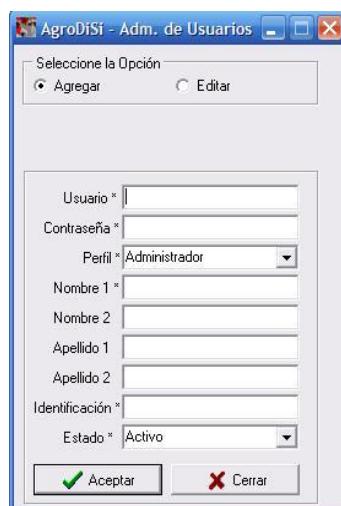
Fuente: Autor

## 6. Simulación

Corresponde a la opción que brinda la herramienta de obtener el comportamiento de las variables que forman la estructura del modelo desarrollado como representación del sistema, para ello el usuario debe dar clic sobre el icono de igual nombre o dar clic sobre la opción Simulación / Nueva Ventana, con ello se despliega un formulario como el que se

indica en la Figura 114 Ventana de Simulación, como puede esta ventana ofrece las posibilidades de forma tabulada o de forma grafica y además presenta en la parte superior iconos que corresponden a:

**Figura 113 Administración de Usuarios**



Fuente: Autor

- ✚ El primer icono permite Escoger las variables a simular, el cual se presenta en el numeral 6.2., para ello debe dar clic sobre este.
- ✚ El segundo icono permite imprimir el comportamiento obtenido, para ello debe dar clic en él.
- ✚ El tercero permite obtener el informe de conclusiones, en caso de que sea un administrador le permite registrar conclusiones como se experto en el numeral 4.4. para ello debe dar clic en él.
- ✚ El cuarto permite asignar valores a las variables criticas que se hayan definido tras la detención automática que se describe al final del documento en Políticas o Criterios para toma de Decisiones
- ✚ El quinto permite guardar el comportamiento como se expreso en el numeral 4.1 de Análisis de Escenarios, para ello debe dar clic sobre este, con lo cual obtiene la ventana que tiene por leyenda “Debe ingresar una observación”, con ello se guarda en la base de

datos cada uno de los resultados, la fecha de registro, el usuario que lo llevo a cabo, el modelo, la observación y el escenario al que corresponden.

- ✚ Los demás corresponden con Iniciar, Pausar, Detener, Paso son las opciones de simulación, junto con las condiciones de simulación y las opciones de ordenar ventanas solo se habilitan si hay al menos una ventana de simulación habilitada.

### **6.1. Condiciones de Simulación**

Permite variar el tiempo de simulación.

### **6.2. Escoger Variables a Simular**

Esta ventana se genera cuando el usuario agregar una ventana de simulación y debe agregar variables para las cuales desea obtener el comportamiento, permite al usuario las siguientes posibilidades:

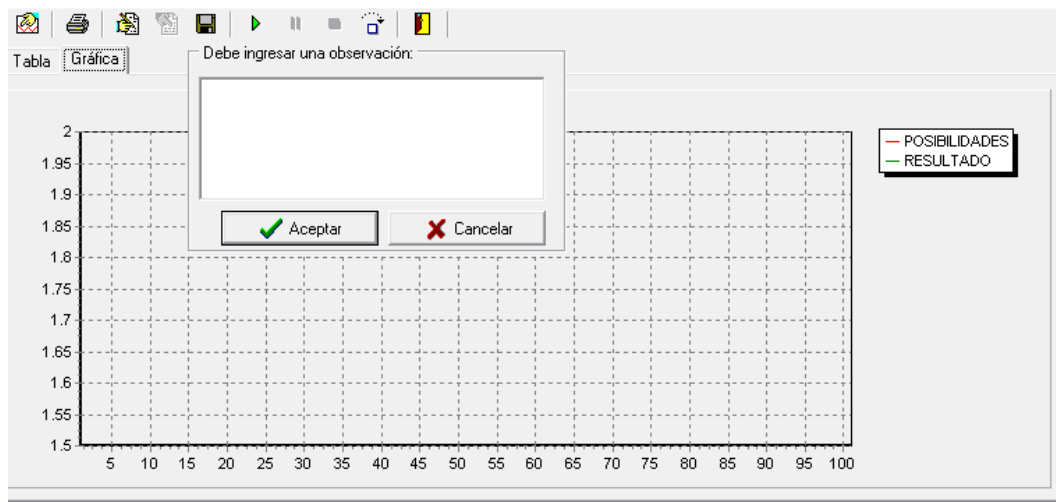
- ✚ Seleccionar las variables que desea simular (Ver Figura 108)
- ✚ En ella el usuario debe seleccionar con el Mouse las variables deseadas de la lista que se ofrece a la derecha e ir ubicándolas en la lista de la izquierda con los botones de la derecha.  
Estos tienen por leyenda >>, >, <<, <, y corresponde respectivamente con Pasar todas, pasar solo la señalada, quitar todas, Quitar solo la señalada.  
Como opciones adicionales se da la posibilidad de filtrar el primer listado por parte del nombre de las variables o por el tipo de función que cumple en el modelo o por el tipo de variable en el modelo de influencias.
- ✚ Seleccionar una trayectoria, la cual consiste en un conjunto de variables tal y como se expreso en el numeral 5.6. (Ver Figura 116 Selección de Trayectorias) en la cual se expresa la opción adicional de guardar un conjunto de variables como una nueva trayectoria.  
El usuario debe señalar en el listado de la trayectoria señalada (Tabla superior) la que corresponda con el comportamiento deseado y con los botones de la derecha,

pasar las variables que la componen a la lista de la derecha. Estos botones tienen por leyenda  $>$ ,  $<$  y corresponden respectivamente con pasar trayectoria y quitar trayectoria.

Cada vez que el usuario da clic sobre el listado de trayectorias (Tabla Superior) en la tabla Detalle de la trayectoria se indican todas las variables que corresponden con la trayectoria señalada.

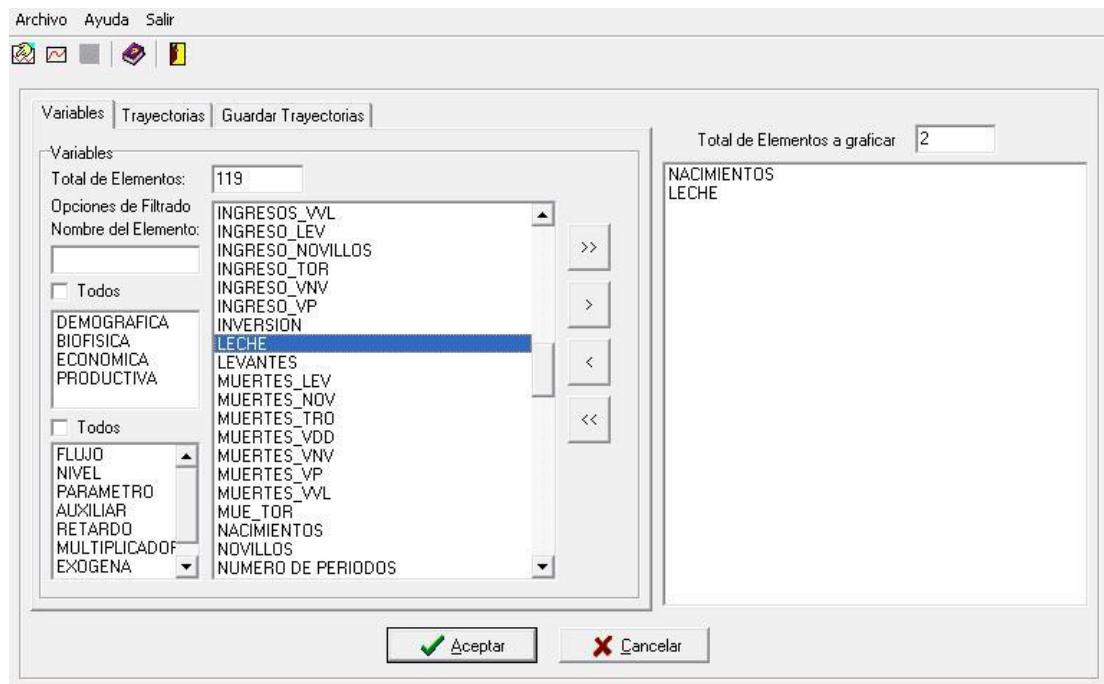
Además se da la posibilidad de filtrar tal listado por parte del nombre de la trayectoria.

**Figura 114 Ventana de Simulación**



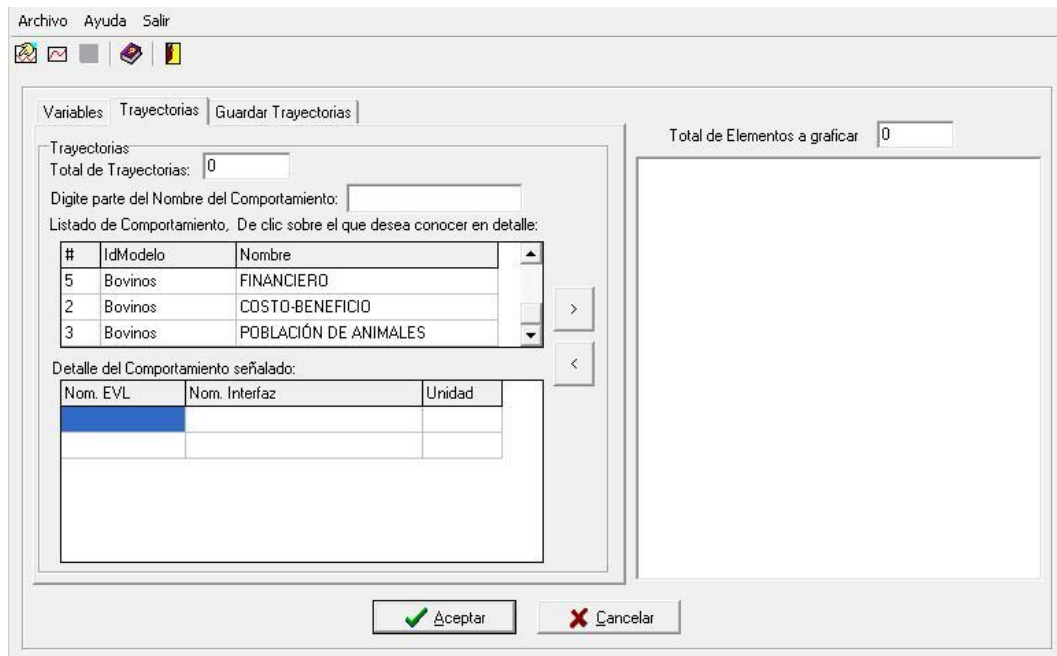
Fuente: Autor

**Figura 115 Selección de Variables**



Fuente: Autor

**Figura 116 Selección de Trayectorias**



Fuente: Autor

Tanto variables como trayectorias se pueden simular al tiempo, si alguna trayectoria contiene variables que coinciden con las variables seleccionadas solo mostrara resultado sin repetir variable.

## **7. Políticas o Criterios para toma de Decisiones**

La administración de los sistemas de producción y muchos de los fenómenos a modelar con Dinámica de Sistemas y que podrían ser usado con esta herramienta requieren tomar decisiones importante en tiempo de ejecución, por ello se da la posibilidad de simular tal situación. Tras el ingreso de las variables indicadoras de tal situación (Ver numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) en la cual se agrego para cada una de ella el valor máximo y mínimo y una descripción, la interfaz pregunta al usuario del modelo la decisión que desea tomar, en la en caso de que este activado el manejo de políticas, mediante un formulario similar al que se indica en la figura 23, se expresa similar pues la presentada en la figura corresponde con el sistema de producción y un valor fuera de rango para la variable animales en el tiempo de Simulación

## **8. Ventana**

La opción ventana corresponde a la forma como se pueden organizar los comportamientos agregados por el usuario, en la manera similar como lo hace los ambientes de trabajo bajo Windows, Horizontal, Vertical y Cascada.

## **9. Ayuda**

Corresponde a las opciones de consulta que se le dan al usuario en cuanto a la forma de operar con la herramienta la cual corresponde con el acceso que se da a este manual desde el ambiente que aquí se describe.

**Figura 117 Decisión según las Variable**

Ayuda Salir

Detener Políticas

Desea habilitar el manejo de políticas

Si  No

✓ Aceptar

Listados de las variables que motivaron la detención de la Simulación

Id	Variable	Máximo	Minimo	Descripción
1	ANIMALES	4000000	0	MAYOR CANTIDAD PERMITIDA DE

Simulación detenida debido a: **EGRESOS**

Encontrado: **4,369,600.00** Máximo: **4,000,000.00** Mínimo: **0.00**

Descripción de la Variable Seleccionada:

✓ Asignar

Fuente: Autor

## ANEXO G – DICCIONARIO DE DATOS

Todas las identificaciones que son primer campo en cada una de las tablas corresponde con la llave de la misma, son enteras y auto incremento.

<b>O_UNIDADES</b>		
Idunidad	Integer	Identificación de la Unidad
Siglaunidad	Varchar(3)	Sigla de la Unidad, por ejemplo Kg
Nomunidad	Varchar(15)	Nombre de la Unidad, por ejemplo Kilogramo

<b>TANIMACIONES</b>		
Idanimacion	Integer	Identificación de la Animación
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde
Nomanipacion	Varchar(40)	Nombre que se da a la animación, corresponde con el ejecutable que se agrega a la carpeta de Animaciones

<b>TCOMPORTAMIENTOS</b>		
Idcomportamiento	Integer	Identificación del Comportamiento
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde
Nomcomportamiento	Varchar(25)	Nombre del conjunto de variables definido como trayectorias
Descripcion	Varchar(250)	Descripción del conjunto de variables definido como trayectoria

<b>TCOMPORTAMIENTOS_DES</b>		
Idcomportamiento	Integer	Identificación del Comportamiento al que corresponde
Idvariable	Integer	Identificación de la variable asignada al comportamiento

<b>TCONCLUSIONES</b>		
Idconclusion	Integer	Identificación de la Conclusión
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde
Idescenario	Integer	Identificación del escenario seleccionado al guardar
Desconclusion	Varchar(300)	Descripción de la conclusión
Idusuario	Integer	Identificación del usuario que guardo
Fechaconclu	Date	Fecha en que se guardo la conclusión
Tiempoconclu	Varchar(8)	Hora, minutos y segundos en que se guardo
Edoconclu	Integer	Estado de la conclusión

<b>TELEMENTOS</b>		
Idelemento	Integer	Identificación del Elemento
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde
Nomeleint	Varchar(100)	Nombre del elemento en la interfaz
Nomelemod	Varchar(255)	Nombre del elemento en el modelo
Idtipovvariable	Integer	Identificación del tipo de variable en el fenómeno
Idtipoelemento	Integer	Identificación del tipo de variable en Evolución
Idunidad	Integer	Identificación de la Unidad
Valorini	Varchar(30)	Valor por defecto en el modelo
Posiciones	Integer	Numero de la posición a la que corresponde, en el caso de que no hayan vectores, se debe asignar la 1

<b>TECENARIOS</b>		
Idescenario	Integer	Identificación del Escenario
Nomescenario	Varchar(100)	Nombre del Escenario
Desescenario	Varchar(255)	Descripción del Escenario
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde

<b>TECENARIOSDES</b>		
Idescenariodes	Integer	Identificación de la descripción
Idescenario	Integer	Identificación del Escenario al que corresponde
Idelemento	Integer	Identificación del Elemento al que corresponde
Valorescenario	raye	Valor que toma la variable en este escenario

<b>TIMAGENES</b>		
Idimagen	Integer	Identificación de la Imagen
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde
Orden	Integer	Número de orden en la que se debe mostrar
Direccion	Varchar(100)	Nombre del archivo, debe estar ubicado en la carpeta imágenes ubicada en la carpeta de la aplicación
Descripcion	Varchar(100)	Descripción de la Imagen

<b>TMODELOS</b>		
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo
Nommodelo	Varchar(100)	Nombre del Modelo
Desmodelo	Varchar(255)	Descripción del modelo
Archivo	Varchar(255)	Nombre del archivo, debe estar ubicado en la carpeta Modelos ubicada en la carpeta de la aplicación

<b>TPOLITICAS</b>		
Idpolitica	Integer	Identificación del Criterio de Descisión
Idvariable	Integer	Identificación de la variable al que corresponde
Idmodelo	Integer	Identificación del Modelo al que corresponde
Valmaxpol	raye	Valor maxima para detener la simulación
Valminpol	raye	Valor minimo para detener la simulación
Despolitica	Varchar(500)	Descripción del Criterio de Decisión

<b>TRESULTADOS</b>		
Idresultado	Integer	Identificación del Resultado
Idcomportamiento	Integer	Identificación de la rayectoria a la que corresponde
Idescenario	Integer	Identificación del Escenario al que corresponde
Idvariable	Integer	Identificación de la Variable al que corresponde
Idusuario	Integer	Identificación del usuario que guardo el resultado
Fechares	Date	Fecha en la que se guardo el resultado
Desresultados	Varchar(300)	Descripción del resultado a guardar
HoraRes	Varchar(7)	Hora en la que se guardo el resultado

<b>TRESULTADOSDES</b>		
Idresultado	Integer	Identificación del resultado al que corresponde
Tiempo	Integer	Tiempo al cual se asignara el valor
Valor	Float	Valor de la variable en el tiempo correspondiente

<b>TTIPOSVAREVL</b>		
Idtipovarevl	Integer	Identificación del tipo de variable en Evolución
Nomtipovarevl	Varchar(50)	Nombre del tipo de variable en Evolución
Siglatipovarevl	Char(3)	Sigla del tipo de variable en Evolución

<b>TTIPOSVARMOD</b>		
Idtipovarmod	Integer	Identificación del tipo de variable en el Modelo
Nomtipovarmod	Varchar(50)	Nombre del tipo de variable en el Modelo
Siglatipovarmod	Char(3)	Sigla del tipo de variable en el Modelo

<b>TUSUARIOS</b>		
Idusuario	Integer	Identificación del Usuario
Login	Varchar(15)	Login del usuario
Password	Varchar(15)	Clave del usuario
Perfil	Integer	Perfil asignado
Identificacion	Varchar(15)	Numero del documento de identidad

Nombreusuario1	Varchar(15)	Primer Nombre del Usuario
Nombreusuario2	Varchar(15)	Segundo Nombre del Usuario
Apellidousuario1	Varchar(15)	Primer Apellido del Usuario
Apellidousuario2	Varchar(15)	Segundo Apellido del Usuario
Activo	Varchar(1)	Estado del usuaio (1 Activo, 2 Inactivo)

## ANEXO H COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS

Características Generales		Bovino	Porcino	Caprino	Ovino	Cunícola
Componente Demográfico	TR@	Reproductores	Rep	Lactantes	Lactantes	Gazapos
	LE@	Hembras de reemplazo	Hre	Infantes	Infantes	Conejos
	N@V	Hembras en gestación	Hge	Adultos	Adultos	
	VNV	Hembras Nodrizas	Hla			
	VP	Hembras vacías Paridoras	HV	Preñadas	Preñadas	
	VPL	Hembras de descarte	HD	Días Descanso	Días Descanso	
	VDD	Lechones lactantes	Llac	Vacías Lactantes	Vacías Lactantes	
	VV	Lechones en precebo	Lpre	Preñadas lactantes	Preñadas lactantes	
	VRV	Cerdos en levante	CLEv	Vacías	Vacías	
	TTE	Cerdos de engorde	Ceng			
	TOR	Verracos	Ver			
Gestación (Incubación) [días]		270	114	150	150	31
Animales promedio por parto		1	10	2	2	8
Lactancia [días]		270	28	100	100	28
Recuperación de la hembra [días]		90	14	50 a 60	50 a 60	0 a 23
# Ideal de Partos por año		1	2.5	1.7	1.7	7
Producción	Carne	X	X	X	X	X
	Leche	X		X		
	Huevos					
	Cuero	X		X	X	X
	Lana				X	
Formas de manejo	Artisanal	X	X	X	X	
	Intensivo	X	X	X	X	X
Sistemas de Producción		Completo	Ciclo completo	Ciclo completo	Ciclo completo	Completo
		Ceba, Cría, Leche				
		Doble propósito				
Consumo promedio de alimento		10% del peso	2 a 3 Kg Diarios	15% del peso	15% del peso	8%