



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Área de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales No Renovables

Carrera de Ingeniería en Sistemas

“SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA FORMULACIÓN DE RACIONES ALIMENTICIAS DE ANIMALES DE GRANJA PARA LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DEL ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES”.

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN SISTEMAS

Autora

Andrea del Carmen Escudero Abad

Directora

Ing. Daysi Mireya Enreyes Pinzón

LOJA – ECUADOR

2010

Loja, 15 de abril del 2010

Ing. Daysi Mireya Erreyes Pinzón

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

C E R T I F I C A:

Que el Proyecto titulado: “SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA FORMULACIÓN DE RACIONES ALIMENTICIAS DE ANIMALES DE GRANJA PARA LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DEL ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES”, fue realizado bajo mi dirección, por la señorita egresada Andrea del Carmen Escudero Abad; el mismo que cumple con los reglamentos establecidos por la Universidad Nacional de Loja para la concesión de grados y títulos, por lo cual autorizo su presentación para los trámites pertinentes.

Ing. Daysi Mireya Erreyes Pinzón
DIRECTORA DE TESIS

AUTORÍA

Las ideas, conceptos y opiniones vertidas en el presente trabajo de investigación, son de responsabilidad absoluta de la autora.

Andrea del Carmen Escudero Abad

CESIÓN DE DERECHOS

Andrea del Carmen Escudero Abad, con cédula de identidad N°: 1104091101, creadora intelectual del Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja, autorizo el uso única y exclusivamente a la Universidad Nacional de Loja, únicos propietarios del mismo.

Andrea del Carmen Escudero Abad

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto de tesis a Dios por ser mi fortaleza en los momentos difíciles, a mis padres y hermanos que con su apoyo, amor y paciencia me ayudaron en mi superación personal y en mi etapa universitaria para llegar a culminar mi carrera.

A mis amigas más cercanas por su apoyo incondicional y oportunos consejos de superación.

Andrea

AGRADECIMIENTO

Al culminar el presente trabajo, quiero extender mi agradecimiento primeramente a las autoridades y personal docente de la Carrera de Ingeniería en Sistemas, del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, por los conocimientos académicos proporcionados en el transcurso de mi etapa universitaria.

A la Sra. Ing. Mireya Erreyes, Directora de Tesis, por su asesoramiento y guía en el desarrollo del proyecto.

A la Mgs. Dra. Martha Reyes Coronel, Docente de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme proporcionado el conocimiento necesario sobre la formulación de raciones alimenticias.

ÍNDICE GENERAL

Certificación	I
Autoría	II
Cesión de derechos	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice general	VI
Índice de cuadros	VII
Índice de figuras	VIII

	Pág.
1. Resumen	1
2. Summary	2
3. Introducción	3
4. Metodología	5
4.1 Métodos de Investigación	5
4.2 Técnicas	5
4.3 Metodología para el Desarrollo del Sistema	6
4.3.1 Análisis	6
4.3.2 Diseño	6
4.3.3 Construcción	7
4.3.4 Pruebas	7
4.3.5 Implantación	7
5. Fundamentación Teórica	8
5.1 Fundamentos del Sistema	8
5.1.1 Programación Lineal	8
5.1.1.1 Aplicaciones	8
5.1.2 Formulación de Raciones por Programación Lineal	9
5.1.2.1 Modelo Matemático	9
5.1.3 Resolución de Modelos Matemáticos por el Método Simplex	11
5.1.3.1 Método Simplex de Dos Fases	11
5.1.4 Análisis de Sensibilidad	12
5.2 Herramientas de Desarrollo	14
5.2.1 Microsoft Visual Studio 2005	14
5.2.2 Lenguaje de Programación C#	15
5.2.3 Base de Datos MySQL	16
5.2.4 Microsoft HTML Help Workshop	18
5.2.4.1 Componentes	18
5.2.5 HTML Kit 292	19
5.2.5.1 Características	20
5.2.6 Herramienta CASE: StarUML	21
5.2.6.1 Características	21

5.2.6.2	Historia	23
5.2.6.3	Licencia	24
5.2.7	Cifrado de datos con AES (Advanced Encryption Standard)	24
5.2.7.1	Cifrado simétrico	24
5.2.7.2	Cifrado asimétrico	24
5.2.7.3	AES (Advanced Encryption Standard)	25
5.2.7.4	Historia	25
5.2.7.5	Descripción	26
5.2.7.6	Implementación	27
6.	Evaluación del Objeto de Investigación	28
7.	Desarrollo de la Propuesta Alternativa	30
7.1	Determinación de Requerimientos	30
7.1.1	Recolección de Requerimientos	30
7.1.2	Análisis de Requerimientos	32
7.2	Requerimientos del Sistema	33
7.2.1	Requerimientos Funcionales	33
7.2.2	Requerimientos No Funcionales	36
7.3	Glosario de términos	36
7.4	Modelo del Dominio	38
7.4.1	Inspección de los Conceptos	38
7.4.2	Representación de los Conceptos	39
7.5	Definición de Casos de Uso Esenciales	40
7.6	Casos de Uso Expandidos	41
7.6.1	Caso de Uso: Iniciar Sesión	41
7.6.1.1	Diagrama de Robustez	46
7.6.1.2	Diagrama de Secuencia	48
7.6.2	Caso de Uso: Administrar Usuarios	50
7.6.2.1	Diagrama de Robustez	58
7.6.2.2	Diagrama de Secuencia	61
7.6.3	Caso de Uso: Administrar Nutrientes	65
7.6.3.1	Diagrama de Robustez	70
7.6.3.2	Diagrama de Secuencia	74
7.6.4	Caso de Uso: Administrar Ingredientes	76
7.6.4.1	Diagrama de Robustez	89
7.6.4.2	Diagrama de Secuencia	97
7.6.5	Caso de Uso: Administrar Requerimientos Nutricionales	102
7.6.5.1	Diagrama de Robustez	117
7.6.5.2	Diagrama de Secuencia	123
7.6.6	Caso de Uso: Gestionar Raciones Alimenticias	128
7.6.6.1	Diagrama de Robustez	143
7.6.6.2	Diagrama de Secuencia	150
7.6.7	Caso de Uso: Realizar Análisis de Sensibilidad	156
7.6.7.1	Diagrama de Robustez	162
7.6.7.2	Diagrama de Secuencia	165
7.6.8	Caso de Uso: Realizar Consultas	167
7.6.8.1	Diagrama de Robustez	178
7.6.8.2	Diagrama de Secuencia	182
7.7	Diagrama de Paquetes General	185
7.8	Diagrama por Paquetes	186
7.9	Diagrama de la Arquitectura del Sistema	187

7.10 Diagrama de Clases	189
7.11 Modelo Relacional	190
7.12 Implementación	191
7.13 Pruebas del Sistema	193
7.13.1 Plan de Pruebas	193
7.13.2 Fase de Ejecución de Pruebas	194
7.13.2.1 Funcionalidad	195
7.13.2.2 Aceptación y Usabilidad	224
7.13.3 Resumen Final de la Fase de Pruebas	226
8. Valoración Técnico Económica Ambiental	227
9. Conclusiones	229
10. Recomendaciones	231
11. Bibliografía	232
12. Anexos	235

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	CUADRO	Pág.
1	Modelo Matemático para el SysFAG	11
2	Historia de StarUML	23
3	Esquema de cifrado simétrico	25
4	Matriz Estado y Matriz Clave	26
5	Requerimientos Funcionales	33
6	Requerimientos No Funcionales	36
7	Glosario de Términos	36
8	Formato para Pruebas del Sistema	194
9	Costos de fabricación	227

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	FIGURA	Pág.
1	Modelo del dominio	39
2	Casos de uso esenciales del sistema	40
3	Diagrama de Paquetes General	185
4	Diagrama por Paquetes	186
5	Diagrama de Arquitectura del SysFAG	188
6	Diagrama de Clases	189
7	Modelo Relacional	190

1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre el desarrollo de un sistema computacional para la formulación de raciones alimenticias de animales de granja, denominado SysFAG, construido en base a los requerimientos de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y cuya implementación será de gran utilidad para los docentes y estudiantes, puesto que, este sistema constituye una herramienta que les permitirá elaborar una ración de costo mínimo en el menor tiempo posible, realizar su correspondiente análisis de sensibilidad, así como, mantener un archivo histórico por cada ración formulada. Además, se podrá ingresar y actualizar la información referente a ingredientes, nutrientes y requerimientos nutricionales de los animales y generar los respectivos reportes.

La formulación de raciones alimenticias está basada en un modelo matemático de programación lineal, con el cual se obtienen raciones a mínimo costo, y cuya resolución se realizará a través del Método Simplex de Dos Fases.

En este documento se detallan los resultados obtenidos durante el proceso para desarrollar sistemas siguiendo la metodología ICONIX; los requerimientos del sistema en la Fase de Análisis, la diagramación de los casos de uso en la Fase de Diseño, las características de las herramientas empleadas durante la Fase de Construcción y los resultados obtenidos en la Fase de Pruebas aplicadas al sistema.

Finalmente se presentan las conclusiones a las que se ha llegado una vez cumplido todo el proceso de desarrollo del sistema, así como las respectivas recomendaciones.

2. SUMMARY

The present research work is talking about the development of a computational system for feed formulation for farm animals, called SysFAG. It is based on the requirements of the School of Veterinary Medicine, and its implementation will be very useful for teachers and students. This system constitutes a tool that will allow them to elaborate a ration of minimum cost in the shortest time possible, to make a corresponding analysis of sensitivity, as well as, to maintain a historical file for each ration formulated. In addition, the system allows to enter and update information on ingredients, nutrients and nutritional requirements of animals and to generate the respective reports.

Feed formulation is based on a mathematical model of linear programming. Rations are obtained at minimum cost, and solving will be made through the Two-Phases Simplex Method.

This document details the results obtained during the process of developing systems following the methodology ICONIX; the system requirements in the Analysis Phase, the modelling of the use cases in the Design Phase; the characteristics of the tools used during the Construction Phase; and, the results obtained in the Tests Phase applied to the system.

Finally, we present the conclusions that had been reached after completing the whole process of system development, as well as the related recommendations.

3. INTRODUCCIÓN

La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia es una Unidad Académica que tiene como finalidad preservar la salud animal, además de fomentar la producción, industrialización y comercialización pecuaria, conservando el equilibrio ecológico, comprometiéndose de esta manera con el cambio socioeconómico del país; así como también, generan y adoptan tecnologías acordes a la realidad en la perspectiva de lograr una efectiva vinculación con todos los sectores sociales e incidir en el desarrollo sostenido y sustentable de la producción agropecuaria.

En los sistemas de producción, la formulación de raciones alimenticias es de vital importancia, ya que, un buen desempeño productivo en los animales se logra, esencialmente, a través de la calidad de alimento que se les brinde.

Por este motivo, se ha creado el sistema SysFAG para la Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja, el cual es de gran importancia, puesto que, al ser un software construido en base a las necesidades informáticas de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, los usuarios que utilicen esta herramienta se verán favorecidos con su aplicación, mejorando su forma de trabajo y desarrollando sus actividades diarias con más facilidad y confiabilidad, al momento de calcular las raciones alimenticias, ya que el programa permitirá optimizar este proceso obteniendo una ración a mínimo costo, a través de la resolución de un modelo matemático construido para este fin.

De igual forma, se podrá realizar el análisis de sensibilidad respectivo, cuyos resultados servirán de apoyo a la toma de decisiones de los usuarios, ya que será posible determinar la sensibilidad de una ración cuando se varíen los porcentajes de los diferentes ingredientes que componen la misma.

Las raciones alimenticias creadas serán almacenadas en un archivo histórico, en el cual constarán las modificaciones realizadas en cada una de ellas; asimismo, el archivo histórico es posible exportarlo a plantillas de Excel permitiendo al usuario realizar los estudios estadísticos que requiera.

Por otra parte, se podrá realizar el registro y actualización de materia prima, nutrientes, requerimientos nutricionales de varias especies animales, a través de módulos destinados para cada una de las opciones mencionadas, los mismos que estarán restringidos según el nivel de usuario que acceda al sistema, permitiendo llevar un control, orden y seguridad en la información.

4. METODOLOGÍA

4.1 Métodos de Investigación

Para el desarrollo de la aplicación SysFAG se tomó en consideración diversos métodos, tanto científicos como de software. Entre los métodos científicos se pueden destacar:

- a. El método deductivo, que sigue un proceso sintético - analítico, es decir, se examinó casos particulares relacionados con las actividades, inconvenientes, causas y posibles alternativas de solución respecto del proceso que se realiza actualmente para formular raciones alimenticias.
- b. Para obtener la información de la institución se utilizó el método inductivo, que es un proceso analítico – sintético, mediante el cual se pudo determinar todos los requerimientos que sirvieron para el desarrollo del sistema.

4.2 Técnicas

Una vez definidos los métodos a seguir para el desarrollo del proyecto, se seleccionaron las técnicas que permitieron construir instrumentos para extraer los datos de la realidad de forma adecuada; una de estas técnicas es la Observación Científica, con la que se pudo obtener información referente a la forma en que realizan el cálculo de raciones alimenticias, el manejo de los datos, los recursos con los que cuenta la institución, entre otros.

La información obtenida a través de esta técnica es registrada de forma no estructurada, en cuadernos de notas, pues resulta muy flexible en cuanto a la adaptación frente a sucesos inesperados y de no pasar por alto ningún aspecto importante que pueda producirse.

Otra técnica empleada para recolectar datos más específicos es la Entrevista Guiada, la misma que se elaboró en base a preguntas relacionadas con las actividades, datos, proceso, control y volumen de la información que manejan para llevar a cabo el proceso de formulación de raciones alimenticias dentro de la carrera; dicho instrumento permitió identificar los inconvenientes que se les presentan actualmente, así como definir los requerimientos, tanto de seguridad, procesamiento, almacenamiento y presentación de los datos, para construir el sistema.

4.3 Metodología para el Desarrollo del Sistema

Desde el punto de vista del software, la metodología aplicada es la ICONIX que maneja tanto los modelos estáticos (modelo del dominio, diagrama de clases) como los modelos dinámicos (casos de uso, secuencia, robustez); algunas características de esta metodología son: reiterativa e incremental, lo que permite lograr un alto nivel de refinamiento; alto grado de seguimiento, al consultar repetidamente los requerimientos, este proceso no permite desviarse de las necesidades de los usuarios. Además se utilizó la Programación Lineal y el Método Simplex como base para la resolución del modelo matemático planteado.

4.3.1 Análisis

El aspecto fundamental de esta fase es examinar la situación actual del proceso para formular raciones alimenticias dentro de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, con el propósito de mejorarlo con métodos y procedimientos más adecuados.

Para llevar a cabo el análisis fue necesario aplicar las técnicas de investigación, la entrevista guiada y observación científica, las cuales hicieron posible recolectar, clasificar e interpretar la información, diagnosticar los problemas existentes, así como determinar los requerimientos que definieron las características para el sistema SysFAG, incluyendo la información que debe producir junto con características operacionales tales como controles de procesamiento, tiempos de respuesta y métodos de entrada y salida de datos.

4.3.2 Diseño

En esta etapa se producen los detalles que establecen la forma en que el sistema SysFAG debe cumplir con los requerimientos identificados durante la fase de análisis.

Se inició identificando los objetos que intervienen en el sistema y todas las relaciones entre ellos, con el fin de construir un diagrama de alto nivel denominado *modelo del dominio*. A continuación, se establecieron los casos de uso del sistema en base a los requerimientos funcionales determinados en la etapa de análisis. Los casos de uso describen, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema, incluyendo los flujos alternos y de excepción.

La representación de los casos de uso se la realizó en los siguientes tipos de diagramas:

Diagrama de Robustez: este diagrama permitió analizar el texto narrativo de cada caso de uso e identificar un conjunto inicial de objetos (interfaz, control, entidad) para cada uno de ellos. Además el análisis de robustez provee de una gran ayuda para saber si las especificaciones del sistema son razonables.

Diagrama de Secuencia: muestra el comportamiento del sistema, de forma dinámica, a través de las interacciones entre los distintos objetos que lo componen; es en este punto, en el que se empieza a definir con claridad los métodos que integran las clases del sistema.

4.3.3 Construcción

La codificación de los distintos módulos que componen el sistema para la formulación de raciones alimenticias se realizó mediante el lenguaje de programación C#; para ello fue necesario emplear varias herramientas de desarrollo, cuyas funcionalidades y características, permitieron construir un software que satisface los requerimientos definidos por los usuarios y sin incurrir en elevados gastos económicos.

4.3.4 Pruebas

El sistema para formulación de raciones alimenticias se empleó de manera experimental para identificar posibles fallos de implementación o de calidad y determinar si los resultados obtenidos son los esperados por los usuarios.

Varios tipos de pruebas fueron aplicadas al sistema, entre ellas se encuentran: de funcionalidad, usabilidad y de aceptación. Estas pruebas permitieron medir el grado de cumplimiento respecto de las especificaciones iniciales del sistema.

4.3.5 Implantación

El proceso de implantación del sistema comprende: instalar la aplicación en diferentes computadoras, construir todos los archivos de datos necesarios para utilizarlo y la capacitación de los usuarios para el uso adecuado del sistema.

La implantación del sistema para formulación de raciones alimenticias SysFAG se realizará en el centro de cómputo de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

5.1 FUNDAMENTOS DEL SISTEMA

5.1.1 Programación Lineal

La Programación Lineal es una técnica matemática que se utiliza para la solución de diferentes tipos de problemas, tanto teóricos como prácticos, en diversas áreas del conocimiento¹.

La programación lineal consiste básicamente en la construcción, solución y análisis del modelo lineal de un problema dado. Entendiéndose por modelo lineal aquel que está integrado única y exclusivamente por funciones lineales.

5.1.1.1 Aplicaciones

La programación lineal constituye un importante campo de la optimización por varias razones, muchos problemas prácticos de la investigación de operaciones pueden plantearse como problemas de programación lineal. Algunos casos especiales de programación lineal, tales como los problemas de flujo de redes y problemas de flujo de mercancías se consideraron en el desarrollo de las matemáticas lo suficientemente importantes como para generar por si mismos mucha investigación sobre algoritmos especializados en su solución. Una serie de algoritmos diseñados para resolver otros tipos de problemas de optimización constituyen casos particulares de la más amplia técnica de la programación lineal. Históricamente, las ideas de programación lineal han inspirado muchos de los conceptos centrales de la teoría de optimización tales como la dualidad, la descomposición y la importancia de la convexidad y sus generalizaciones. Del mismo modo, la programación lineal es muy usada en la microeconomía y la administración de empresas, ya sea para aumentar al máximo los ingresos o reducir al mínimo los costos de un sistema de producción. Algunos ejemplos son la mezcla de alimentos, la gestión de inventarios, la cartera y la gestión de las finanzas, la asignación de recursos humanos y recursos de máquinas, la planificación de campañas de publicidad, etc.

¹ Programación Lineal; [en línea]; [http://es.wikipedia.org/wiki/Programacion_lineal]

Otros son:

- Optimización de la combinación de diámetros comerciales en una red ramificada de distribución de agua.
- Aprovechamiento óptimo de los recursos de una cuenca hidrográfica, para un año con afluencias caracterizadas por corresponder a una determinada frecuencia.
- Soporte para toma de decisión en tiempo real, para operación de un sistema de obras hidráulicas;
- Solución de problemas de transporte.

5.1.2 Formulación de Raciones por Programación Lineal

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

Por lo tanto, un modelo de programación lineal proporciona un método eficiente para determinar una decisión óptima, (o una estrategia óptima o un plan óptimo) escogida de un gran número de decisiones posibles.

5.1.2.1 Modelo Matemático

Un modelo es una representación matemática simplificada de una realidad compleja.

Los **Modelos Matemáticos** se dividen básicamente en **Modelos Deterministas (MD)** o **Modelos Estocásticos (ME)**. En el primer caso (MD) se considera que los parámetros asociados al modelo son conocidos con certeza absoluta, a diferencia de los Modelos Estocásticos, donde la totalidad o un subconjunto de los parámetros tienen una distribución de probabilidad asociada.

Construcción de los Modelos de Programación Lineal

De forma obligatoria se deben cumplir los siguientes requerimientos para construir un modelo de Programación Lineal.

Requerimiento 1. Función objetivo. (F.O): debe haber un objetivo (o meta o blanco) que la optimización desea alcanzar.

Requerimiento 2. Restricciones y decisiones: debe haber cursos o alternativas de acción o decisiones, uno de los cuáles permite alcanzar el objetivo.

Requerimiento 3. La F.O y las restricciones son lineales: deben utilizarse solamente ecuaciones lineales o desigualdades lineales.

Modelo Estándar de Programación Lineal

Optimizar

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_n X_n. \quad \text{Función objetivo.}$$

Sujeta a:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

Restricciones:

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

Condición de no negatividad: $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$

Donde :

X_j : variables de decisión, $j = 1, 2, \dots, n$.

n : número de variables.

m : número de restricciones.

a_{ij}, b_i, c_j constantes, $i = 1, 2, \dots, m$.

Pasos para la construcción del modelo

1. Definir las variables de decisión.
2. Definir el objetivo o meta en términos de las variables de decisión.
3. Definir las restricciones.
4. Restringir todas las variables para que sean no negativa

Es necesario indicar, que luego de haber realizado múltiples pruebas, el modelo matemático empleado en la formulación de raciones es el siguiente:

Función Objetivo:	Minimizar $C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 \dots + C_nX_n$	
Restricciones:	$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n = 1$ (+ A)	(condición de balance de materia)
	$B_{1,1}X_1 + B_{1,2}X_2 + B_{1,3}X_3 + \dots + B_{1,n}X_n \leq D_1$	(+ H)
	$B_{2,1}X_1 + B_{2,2}X_2 + B_{2,3}X_3 + \dots + B_{2,n}X_n \geq D_2$	(- E + A)
	$B_{3,1}X_1 + B_{3,2}X_2 + B_{3,3}X_3 + \dots + B_{3,n}X_n = D_3$	(+ A)
	:	
	$B_{i,1}X_1 + B_{i,2}X_2 + B_{i,3}X_3 + \dots + B_{i,n}X_n \leq D_n$	(+ H)
		$X_n \geq D_n$ (- E + A)
	$X_n \geq 0; n = 1, 2, 3, 4, \dots$	(condición de no negatividad)
Donde:		
C _n → costos de los ingredientes		
X _n → variables de decisión (ingredientes)		
D _n → límites de inclusión (ingredientes, nutrientes)		
B _{i,n} → valor del nutriente i en la composición del ingrediente n		
E → excedentes		
A → variable artificial		
H → holguras		

Cuadro 1. Modelo matemático para el SysFAG

5.1.3 Resolución de Modelos Matemáticos por el Método Simplex

Resolver un modelo consiste en encontrar el valor que deben tomar las variables para hacer óptima la función objetivo satisfaciendo el conjunto de restricciones.

5.1.3.1 Método Simplex de Dos Fases

Esta estrategia se utiliza cuando no es inmediata una solución básica factible inicial en las variables originales del modelo. La primera fase consiste en encontrar una solución básica factible inicial SBF y la segunda fase en obtener la solución óptima del modelo matemático planteado.

Fase 1: Se considera un problema auxiliar que resulta de agregar tantas variables auxiliares a las restricciones del problema, de modo de obtener una solución básica

factible. Se resuelve por el método Simplex un problema que considera como función objetivo la suma de las variables auxiliares. Si el valor óptimo es cero, seguir a la Fase II, en caso contrario, no existe solución factible.

- La contribución de las variables básicas (c_j) es $=0$ en la función objetivo.
- Añadir variables de holgura en las restricciones, con contribución a la función objetivo $=0$
- Añadir variables artificiales pero la contribución a la función objetivo $=1$

Se minimiza la función objetivo anterior. Si la función objetivo (z) es 0 entonces se ha llegado a una solución factible del problema inicial.

- SBF Inicial hallada. Las variables artificiales se pueden eliminar de la tabla y proceder con la fase 2ª. Ahora ya partimos de una SBF.
- Solución infactible del problema original. Si al final de la 1ª fase hay alguna variable artificial en la base.

Fase 2: Resolver por el método Simplex el problema original a partir de la solución básica factible inicial hallada en la Fase I.

- Se eliminan de la tabla las variables artificiales.
- Se sustituyen los c_j (contribuciones a la función objetivo) por las del problema original.
- Se recalculan z_j y $c_j - z_j$

Se comprueba si la solución es óptima analizando el valor de los costes reducidos.

- Si es óptima hemos terminado.
- Si no lo es, se sigue iterando hasta alcanzar el óptimo.

5.1.4 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una de las partes más importantes en la programación lineal, sobretodo para la toma de decisiones; pues permite determinar cuando una solución sigue siendo óptima, dados algunos cambios ya sea en el entorno del problema, en la empresa o en los datos del problema mismo².

² Análisis de Sensibilidad; [en línea]; [<http://www.elprisma.com/apuntes/matematicas/analisisdesensibilidad>]

Este análisis consiste en determinar que tan sensible es la respuesta óptima del Método Simplex, al cambio de algunos datos como los costos unitarios o la disponibilidad de los recursos.

La variación en estos datos del problema se analizará individualmente, es decir, se analiza la sensibilidad de la solución debido a la modificación de un dato a la vez, asumiendo que todos los demás permanecen sin alteración alguna. Esto es importante porque estamos hablando de que la sensibilidad es estática y no dinámica, pues solo contempla el cambio de un dato a la vez y no el de varios.

Por lo tanto, el objetivo fundamental del análisis de sensibilidad es identificar los **parámetros sensibles**, (por ejemplo, los parámetros cuyos valores no pueden cambiar sin que cambie la solución óptima). Para ciertos parámetros que no están clasificados como sensibles, también puede resultar de gran utilidad determinar el **intervalo de valores** del parámetro para el que la solución óptima no cambia. (Este intervalo de valores se conoce como intervalo permisible para permanecer óptimo). En algunos casos, cambiar el valor de un parámetro puede afectar la **factibilidad** de la solución BF óptima. Para tales parámetros, es útil determinar el intervalo de valores para el que la solución BF óptima (con los valores ajustados de las variables básicas) seguirá siendo factible. (Este intervalo recibe el nombre de intervalo permisible para permanecer factible).

La información de este tipo es invaluable en dos sentidos. Primero, identifica los parámetros más importantes, con lo que se puede poner un cuidado especial al hacer sus estimaciones y al seleccionar una solución que tenga un buen desempeño para la mayoría de los valores posibles. Segundo, identifica los parámetros que será necesario controlar de cerca cuando el estudio se lleve a la práctica. Si se descubre que el valor real de un parámetro se encuentra fuera de su intervalo de valores permisibles, ésta es una señal de que es necesario cambiar la solución.

5.2 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

5.2.1 Microsoft Visual Studio 2005

Microsoft Visual Studio es un entorno integrado de desarrollo IDE para sistemas Windows. Soporta varios lenguajes de programación (oficialmente Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET), aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros³.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones Web, así como servicios Web en cualquier entorno soportado por la plataforma .NET.

Novedades principales del entorno de desarrollo:

- Soporte para refactorización: Refactorizar es el proceso de modificar el código fuente pero sin modificar su temática. El objetivo es adherirse a prácticas mejores de desarrollo, hacer el código fuente más intangible, menos propenso a errores. El soporte para refactorización de Visual Studio 2005 permite, entre otros, convertir variables públicas a propiedades, promover variables locales a parámetros.
- Herramientas de prueba integradas; Permite realizar pruebas unitarias, pruebas de aplicaciones ASP.NET y pruebas de cobertura.
- Nueva herramienta de control de código fuente. Substituye a la herramienta Microsoft Visual SourceSafe (herramienta para el control de versiones) y proporciona una experiencia más orientada a la colaboración, con herramientas de fusión manual y automático para soportar mejor operaciones de *múltiple check-outs* y *branching*.
- El depurador se puede configurar para que ignore código fuente de terceras partes y depure sólo nuestro código fuente.
- Etiquetas inteligentes: Esto proporciona el acceso a la información y las tareas comunes sin obligarle a que navegara constantemente fuera de su área de trabajo.
- Editar y continuar: Podemos cambiar código mientras estamos depurando (en un punto de interrupción) y en la mayoría de casos, seguir la depuración.
- Soporte para SQL Server 2005: posibilidad de desarrollar componentes para SQL Server 2005, directamente desde Visual Studio 2005, incluyendo el despliegue⁴.

³ Microsoft Visual Studio; [en línea]; [http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio]

⁴ Features of Visual Studio .NET 2005; [en línea]; [<http://www.programmersheaven.com/2/Features-of-Visual-Studio-2005#temp>]

5.2.2 Lenguaje de Programación C#

Visual C# 2005 es un lenguaje de programación moderno e innovador para construir software .NET para Microsoft Windows, la Web y un gran rango de dispositivos. Con una sintaxis que se asemeja a C++, es un entorno de desarrollo flexible (IDE), y con la posibilidad de desarrollar soluciones para una gran gama de plataformas y dispositivos, Visual C# 2005 hace más fácil la programación en .NET⁵.

Características

Sencillez: C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET.

- El código escrito en C# es autocontenido, es decir, no necesita de ficheros adicionales al propio fuente, tales como, ficheros de cabecera o ficheros IDL.
- El tamaño de los tipos de datos básicos es fijo e independiente del compilador, sistema operativo o máquina para quienes se compile, lo que facilita la portabilidad del código.

Orientación a objetos: C# soporta todas las características propias del paradigma orientado a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo. En C# este enfoque orientado a objetos es más puro, ya que no admite ni funciones ni variables globales, sino que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos, lo que reduce problemas por conflictos de nombres y facilita la legibilidad del código.

Seguridad de tipos: C# incluye mecanismos que permiten asegurar que los accesos a tipos de datos siempre se realicen correctamente, lo que permite evitar que se produzcan errores difíciles de detectar por acceso a memoria no perteneciente a ningún objeto.

Instrucciones seguras: en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de las instrucciones de control más comunes.

Eficiente: en C# todo el código incluye numerosas restricciones para asegurar su seguridad y no permite el uso de punteros, sin embargo, es posible saltarse dichas restricciones manipulando objetos a través de punteros. Para ello basta marcar regiones

⁵ C#; [en línea]; [www.lawebdelprogramador.com]

de código como inseguras, lo que puede resultar vital para situaciones donde se necesite una eficiencia y velocidad de procesamiento muy grandes.

Compatible: para facilitar la migración de programadores, C# no sólo mantiene una sintaxis muy similar a C, C++ o Java que permite incluir directamente en código escrito en C# fragmentos de código escrito en estos lenguajes, sino que el CLR también ofrece, a través de los llamados Platform Invocation Services (PInvoke), la posibilidad de acceder a código nativo escrito como funciones sueltas no orientadas a objetos⁶.

5.2.3 Base de Datos MySQL

MySQL es un gestor de base de datos sencillo de usar e increíblemente rápido. También es uno de los motores de base de datos más usados en Internet, la principal razón de esto es que es gratis para aplicaciones no comerciales.

Es un gestor de base de datos. Una base de datos es un conjunto de datos y un gestor de base de datos es una aplicación capaz de manejar este conjunto de datos de manera eficiente y cómoda.

Es una base de datos relacional. Una base de datos relacional es un conjunto de datos que están almacenados en tablas entre las cuales se establecen unas relaciones para manejar los datos de una forma eficiente y segura. Para usar y gestionar una base de datos relacional se usa el lenguaje estándar de programación SQL.

MySQL es software de fuente abierta. Fuente abierta significa que es posible para cualquier persona usarlo y modificarlo. Cualquier persona puede bajar el código fuente de MySQL y usarlo sin pagar. Cualquier interesado puede estudiar el código fuente y ajustarlo a sus necesidades. MySQL usa el GPL (GNU General Public License) para definir que puede hacer y que no puede hacer con el software en diferentes situaciones⁷.

Porqué usar MySQL?

MySQL Database es muy rápido, confiable y fácil de usar. MySQL fue desarrollado inicialmente para manejar grandes bases de datos mucho más rápidamente que las

⁶ El lenguaje de programación C#; González S. José Antonio

⁷ Introducción a MySQL; [en línea]; [<http://www.webestilo.com/mysql/intro.phtml>]

soluciones existentes y ha sido usado exitosamente por muchos años en ambientes de producción de alta demanda. A través de constante desarrollo, MySQL ofrece hoy una rica variedad de funciones. Su conectividad, velocidad y seguridad hacen a MySQL altamente satisfactorio para acceder bases de datos en Internet.

Características

Las principales características se agrupan en los siguientes puntos:

- Adopción del estándar ANSI SQL⁸ en características que no incluía MySQL con anterioridad.
- Adopción del estándar ANSI SQL en características ya existentes en MySQL en versiones anteriores, y,
- Nuevos motores de almacenamiento, herramientas y extensiones.

Entre las nuevas características ANSI SQL de MySQL están:

- Vistas (tanto sólo-lectura como actualizables).
- Procedimientos y funciones almacenadas, utilizando la sintaxis SQL: 2003.
- Triggers (a nivel de registro), y cursores *server-side* (en modo sólo lectura y non-scrolling).

Entre las mejoras en los nuevos motores de almacenamiento, herramientas y extensiones se encuentran:

- Transacciones distribuidas según el protocolo XA⁹.
- Nuevo motor de almacenamiento *ARCHIVE* para grandes cantidades de datos sin índices con un reducido consumo de recursos.
- Nuevo motor de almacenamiento *_FEDERATED_* para acceso a datos en tablas de bases de datos remotas (sólo en versión MAX¹⁰)
- Nuevo Instance Manager para arranque y parada de servidores incluso de manera remota.

⁸ ANSI SQL: es el estándar para los lenguajes de consulta de bases de datos adoptado por el ANSI (American National Standards Institute) en 1986.

⁹ Protocolo XA: es un protocolo estándar para bases de datos que se utiliza en las transacciones distribuidas.

¹⁰ MAX: es un tipo de compilación del servidor en el que los binarios incluyen características adicionales que no han sido lo bastante probadas o que normalmente no son necesarias.

5.2.4 Microsoft HTML Help Workshop¹¹

HTML Help es el nuevo estándar establecido por Microsoft para la creación de archivos de ayuda. A partir de Windows 2000 todos los archivos de ayuda de los productos Microsoft usarán este formato que presenta notables ventajas prácticas con respecto a la creación de los antiguos archivos en RTF.

La principal diferencia con respecto al formato antiguo es que las páginas de ayuda se crearán en hojas HTML comunes y corrientes, tal como cualquier página web y para estos efectos podrá ocuparse cualquiera de los editores HTML bien conocidos como el FrontPage o incluso un editor de texto plano como el Notepad.

Esto simplifica notablemente el proceso de creación de los archivos de ayuda, ya que la edición en HTML es un proceso bien conocido y sencillo.

Una vez que hemos creado las páginas HTML de la ayuda, se usa el programa HTML Workshop que comprime los archivos y los compila en uno solo con extensión **.chm** que es reconocido automáticamente por Windows 98 en adelante y se ejecuta de la misma forma en que los hacen los archivos antiguos de extensión **.hlp**.

Lo nuevo es que Microsoft ha agregado funcionalidad a estos archivos de ayuda para integrarlos a páginas HTML dinámicas, con lo que pueden ser usados también desde Internet. Para ello ha encapsulado las instrucciones en un control llamado **hhctrl.ocx**

También es posible con este mismo control usar estos archivos desde un programa en Visual Basic, en visual C++, Delphi o cualquiera que admita la inserción de este tipo de controles.

5.2.4.1 Componentes

Html Help Workshop contiene los siguientes componentes:

- HTML Help Workshop: una herramienta de autoría de ayuda con una interfaz gráfica fácil de usar para crear proyectos de archivos, archivos de tópicos

¹¹Microsoft HTML Help Workshop; [en línea]; [<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms670169%28VS.85%29.aspx>]

HTML, archivos de contenido, archivos de índice, y todo lo que necesita para armar un sistema de ayuda en línea o sitio Web.

- Control HTML Help ActiveX: un pequeño programa modular, se utiliza para insertar ayuda navegable y funcionalidad de ventana secundaria en un archivo HTML.
- Visor de Ayuda HTML: una funcionalidad completa y personalizable ventana de tres paneles y en la que temas de ayuda en línea pueden aparecer.
- Microsoft HTML Help Image Editor: una herramienta gráfica en línea para la creación de capturas de pantalla, y para la conversión, edición y visualización de archivos de imagen.
- HTML Help Java Applet: un pequeño programa basado en Java que se puede utilizar en lugar de un control ActiveX para insertar ayuda navegable en un archivo HTML.
- Programa ejecutable HTML Help: el programa que muestra y ejecuta la ayuda cuando hace clic en un archivo de ayuda compilada.
- Compilador HTML Help: el programa que recopila los proyectos, contenido, índice, tema, y otros archivos en un archivo de ayuda compilada.
- Manual de HTML Help: una guía en línea diseñada para ayudar a los autores en la utilización de HTML Help para diseñar un sistema de ayuda. La guía también contiene una referencia completa HTML Help para desarrolladores y una etiqueta HTML de referencia para los autores.

5.2.5 HTML Kit 292¹²

HTML-Kit es un editor de código HTML para Microsoft Windows hecho por chami.com. La aplicación es un editor completo de HTML diseñado para editar, formatear, validar, previsualizar y publicar páginas web en lenguajes HTML, XHTML, XML, entre otros.

HTML-Kit es freeware, aunque las características adicionales están disponibles a un costo para los usuarios registrados.

¹² HTML Kit 292; [en línea]; [<http://www.htmlkit.com/features>]

5.2.5.1 Características

- La aplicación muestra el código que se está desarrollando, resaltando la sintaxis del lenguaje, e incorporando una serie amplia de menús para poder introducir de manera automática etiquetas, atributos y otros objetos del lenguaje.
- Existe un asistente que lista las propiedades y atributos válidos para cada elemento del lenguaje que se desee añadir, facilitando la edición en caso de desconocer o no recordar la codificación exacta.
- Desde el programa será posible configurar un servidor destino para descargar las páginas editadas directamente por FTP.
- Adicionalmente, el programa incorpora funciones para ejecutar tareas en modo *batch*, lanzar aplicaciones externas, y otras funciones avanzadas.
- **Editor**
 - Resaltador de sintaxis en tiempo real, con la posibilidad de personalizar los colores y los estilos de fuente para facilitar la lectura del código.
 - Editar múltiples documentos con la capacidad de cambiar fácilmente entre los archivos usando la barra de tareas, o ver varios archivos al mismo tiempo
 - La numeración de líneas y la capacidad para ir rápidamente a los números de línea absolutos y relativos.
 - Guardar en Windows / DOS o UNIX formatos de archivo de texto.
 - Guardar automáticamente los documentos en cada X número de minutos.
 - Corrector ortográfico extensible con múltiples diccionarios. Capaz de poner en relieve los errores de ortografía mientras escribe o comprobar la ortografía cuando requiera.
- **Área de Trabajo**
 - Acceso a archivos locales, unidades de red y servidores FTP con una interfaz personalizable común.
 - Abrir, editar y guardar archivos locales y remotos en línea o sin conexión. Opcionalmente, arrastrar y soltar para subir archivos.
 - Vista previa de imágenes, HTML y otros archivos a través del área de trabajo
 - Insertar imágenes, links y las rutas relativas en el área de trabajo
- **Reutilización de documentos y fragmentos de código**
 - Guardar archivos o bloques de código como plantillas de documentos o fragmentos de código reutilizable.

- Mantener varias carpetas en el área de trabajo local o compartido con las plantillas y los fragmentos.
- **Amplíe HTML-Kit usando su interfaz de Plugins**
 - Amplíe la funcionalidad de HTML-Kit mediante plugins de terceros. JavaScript, XSLT, SMIL, MathML, WML, WMLScript, Perl, PHP y otras especificaciones.
 - Plugins de interfaz con soporte para C / C + +, NET C #, Delphi, hkScript, Java, JavaScript, Perl, PHP, Python, Ruby, VBScript y Visual Basic.
 - Crear plugins con botones, pestañas, menús desplegables e íconos usando el HTML-Kit Plugins Generator. No se requiere experiencia en programación para crear plugins de base.
 - Facilidad para instalar plugins, archivos de ayuda, diccionarios, archivos de sinónimos, plantillas, recortes y otros archivos de uno en uno o en archivos ZIP.

5.2.6 Herramienta CASE: StarUML

StarUML es una herramienta de código abierto para el modelamiento de software basado en los estándares UML (Unified Modeling Language) y MDA (Model Driven Architecture).¹³

5.2.6.1 Características

StarUML es principalmente escrito en el lenguaje de programación Delphi. Sin embargo, StarUML es un proyecto multi-lenguaje, y no está vinculado con ningún lenguaje de programación específico, de modo que cualquier lenguaje de programación puede ser utilizado para desarrollar modelos en StarUML (por ejemplo, C / C + +, Java, Visual Basic, Delphi, JScript, VBScript, C #, VB.NET,...).

- Diagramas UML 2.0
 - Diagrama de casos de uso
 - Diagrama de clases
 - Diagrama de secuencia
 - Diagrama de colaboración
 - Diagrama de estado

¹³ StarUML; [en línea]; [<http://black-byte.com/review/staruml/>]

Diagrama de actividad

Diagrama de componentes

Diagrama de despliegue

Diagrama de composición estructural (UML 2.0)

- Soporte de varios lenguajes de programación.
- La capacidad de generar código a partir de los diagramas y viceversa, actualmente funcionando para los lenguajes c++, c# y java.
- Generación de documentos de Microsoft Office: Generar documentación en formatos Word, Excel y PowerPoint sobre los diagramas.
- Generación de código personalizable
 - Textos planos y la generación de plantillas de código.
 - Archivos de comandos (JScript)
- Soporte de tecnología MDA (perfiles de diagramas UML y personalizables)
 - Soporte de perfil UML definido por el usuario. (XML)
- Diagrama de extensibilidad (definir su propio tipo de diagrama más allá de la UML)
 - Definidos por el usuario Diagrama de apoyo (por ejemplo, ERD, BPMN)
 - LISP estilo NX (notación de Extensión) soporte de idiomas.
- Extensibilidad
 - API abierta (COM Automation)
 - COM basados en arquitectura plug-in.
 - Modelo de plantilla (denominado Approach).
 - Soporte de frameworks (MFC, J2EE)
- Unidades de Control y fragmentos.
- Alta compatibilidad
 - Importación de archivos de Rational Rose.
 - Importación, Exportación XMI 1.1 - UML 1.3
- Edición
 - Comandos cortar - pegar
 - Múltiples deshacer / rehacer
 - Vista general de diagramas
 - Manejo de teclado
- Interfaz de usuario
 - Apariencia VS.NET.
 - Ventanas plegables

➤ Soporte de patrones

Patrones GoF (Gang of Four), EJB (Enterprise JavaBeans)

Patrones definidos por el usuario

5.2.6.2 Historia

La herramienta StarUML fue conocida como "Plastic" o "Agora Plastic".

1996	Nació la primera versión (v0.9) de Plastic Era una herramienta muy sencilla utilizada para elaborar módulos de software y sus dependencias.
1997	Se libera Plastic 1.0. Licencia libre, Gran premio del concurso de software en poder de Hyundai.
1998	Se libera Plastic 1.1 Soporte de diagrama de clase UML
1999	Fundación de Software Plastic, Inc. Se libera Plastic 2.0 Soporte UML , generación de código Java e ingeniería inversa
2001	Se libera Plastic 3.0 Soporte completo para UML 1.3
2003	Se libera Plastic 2003 Completamente rediseñado y reescrito, totalmente compatible con UML 1.4, arquitectura abierta.
2005	Se libera Agora Plastic 2005 Internacionalizados, muchas características son implementadas en una plataforma extensible. Certificado "Good Software" por el Ministerio de Información y Comunicaciones de Corea.
2005	Se libera StarUML 5.0 Convertido en un proyecto de código abierto, compatible con UML 2.0, y la tecnología de extensión de notación se implementó.

Cuadro 2. Historia de StarUML

5.2.6.3 Licencia

StarUML y los módulos básicos se encuentran bajo los términos de la GPL (GNU Public License) con las siguientes dos excepciones.

1. Permitir enlazar varias librerías comerciales específicas y componentes. (Esta decisión es inevitable al iniciar en StarUML como software de código abierto; sin embargo, estas librerías y componentes son relativamente populares y no costosos).
2. Permitir enlazar módulos plug-in reservados. (Esta excepción es para las personas que quieren vender módulos plug-in que se ejecuten en la plataforma StarUML. Esto permitirá la ampliación de desarrolladores y comunidad de usuarios y la producción de tecnologías de mayor valor y productos relacionados con UML y MDA).

5.2.7 Cifrado de datos con AES (Advanced Encryption Standard)

Antes de describir el algoritmo AES es necesario conocer dos técnicas básicas para cifrar información: el cifrado simétrico (también denominado cifrado de clave secreta o privada) y cifrado asimétrico (también denominado cifrado de clave pública).

5.2.7.1 Cifrado simétrico

Cifrado simétrico es la técnica más antigua y mejor conocida. Una clave secreta, que puede ser un número, una palabra o simplemente una cadena de letras, aleatorias, se aplica al texto de un mensaje para cambiar el contenido en un modo determinado. Esto podría ser tan sencillo como desplazando cada letra a un número de posiciones en el alfabeto¹⁴.

5.2.7.2 Cifrado asimétrico

Consiste en un par de claves relacionadas, una clave pública queda disponible libremente para cualquier usuario que desee enviar un mensaje y una segunda clave privada que se mantiene secreta. Cualquier mensaje (texto, archivos binarios o documentos) que están cifrados mediante clave pública sólo puede descifrarse aplicando el mismo algoritmo, pero mediante la clave privada correspondiente. Cualquier mensaje que se cifra mediante la clave privada sólo puede descifrarse mediante la clave pública

¹⁴ Cifrado de Clave Privada; [en línea]; [<http://gaussianos.com/criptografia-cifrado-de-clave-privada/>]

correspondiente. Un problema con el cifrado asimétrico, sin embargo, es que es más lento que el cifrado simétrico. Requiere mucha más capacidad de procesamiento para cifrar y descifrar el contenido del mensaje¹⁵.

5.2.7.3 AES (Advanced Encryption Standard)

El algoritmo AES es un sistema de cifrado simétrico de bloques que puede cifrar (encriptar) y descifrar la información. El cifrado convierte los datos a un formulario ininteligible denominado *texto cifrado*, descifrar el texto cifrado convierte los datos de nuevo en su forma original, denominado *texto en claro*¹⁶.

El esquema básico de los algoritmos de clave simétrica es:

$\text{MENSAJE} + \text{CLAVE} = \text{CÓDIGO} \quad (\text{encriptación})$ $\text{CÓDIGO} + \text{CLAVE} = \text{MENSAJE} \quad (\text{desencriptación})$
--

Cuadro 3. Esquema de cifrado simétrico

El algoritmo AES es capaz de utilizar claves de cifrado de 128, 192, y 256 bits para cifrar y descifrar los datos en bloques de 128 bits.

5.2.7.4 Historia

El cifrador fue desarrollado por dos criptólogos belgas, Joan Daemen y Vincent Rijmen y enviado al proceso de selección AES bajo el nombre "Rijndael" (pronunciado "Rain Doll" en inglés) en 1997.

El AES fue anunciado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) como FIPS PUB 197 de los Estados Unidos (FIPS 197) el 26 de noviembre de 2001 después de un proceso de estandarización que duró 5 años se transformó en un estándar efectivo el 26 de mayo de 2002. Desde 2006, el AES es uno de los algoritmos más populares usados en criptografía simétrica¹⁷.

¹⁵ Descripción del Cifrado simétrico y asimétrico; [en línea]; [<http://support.microsoft.com/kb/246071/es>]

¹⁶ Announcing the ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES); [en línea]; [<http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips197/fips-197.pdf>]

¹⁷ Advanced Encryption Standard; [en línea]; [http://es.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard]

5.2.7.5 Descripción

AES es un cifrado iterado de bloques con un tamaño de bloque fijo de 128 bits y una clave de longitud variable. Las diferentes transformaciones que operan sobre los resultados intermedios, se llaman *estado (state)*. El Estado es una matriz rectangular de bytes con dimensiones de 4 x 4 y un tamaño de bloque de 128 bits (16 bytes). La clave de cifrado es igualmente representada como una matriz rectangular con cuatro filas. El número de columnas de la clave de cifrado, que se denota con N_k , es igual a la longitud de la clave dividido por 32.

A state:			
a0,0	a0,1	a0,2	a0,3
a1,0	a1,1	a1,2	a1,3
a2,0	a2,1	a2,2	a2,3
a3,0	a3,1	a3,2	a3,3
A key:			
k0,0	k0,1	k0,2	k0,3
k1,0	k1,1	k1,2	k1,3
k2,0	k2,1	k2,2	k2,3
k3,0	k3,1	k3,2	k3,3

Cuadro 4. Matriz Estado y Matriz Clave

Es muy importante saber que los bytes de entrada de cifrado se mapean sobre el estado de los bytes en el orden a0,0; a1,0; a2,0; a3,0; a0,1; a1,1; a2,1; a3,1 ... y los bytes de la clave de cifrado se asignan a la matriz en el orden k0,0; k1,0; k2,0; k3,0; k0,1; k1,1; k2,1; k3,1 ... Al final de la operación de cifrado, la salida cifrada se extrae del estado tomando los bytes de estado en el mismo orden. AES utiliza un número variable de rondas (*rounds*) que son fijos: Una clave de tamaño 128, tiene 10 rondas. Una clave de tamaño 192 tiene 12 rondas. Una clave de tamaño 256 tiene 14 rondas. En cada ronda, las siguientes operaciones se aplican en el estado:

1. SubBytes: en este paso se realiza una sustitución no lineal donde cada byte es reemplazado con otro de acuerdo a una tabla de búsqueda.
2. ShiftRow: en este paso se realiza una transposición donde cada fila del «state» es rotada de manera cíclica un número determinado de veces.

3. MixColumn: operación de mezclado que opera en las columnas del «state», combinando los cuatro bytes en cada columna usando una transformación lineal.
4. AddRoundKey: cada byte del «state» es combinado con la clave «round»; cada clave «round» se deriva de la clave de cifrado usando una iteración de la clave.

En la ronda final, la operación MixColumn se omite. El algoritmo tiene el siguiente aspecto (pseudo-C):

```
AES(state, CipherKey)
{
    KeyExpansion(CipherKey, ExpandedKey);
    AddRoundKey(state, ExpandedKey);
    for (i = 1; i < Nr; i++)
    {
        Round(state, ExpandedKey + Nb*i);
    }
    FinalRound(state, ExpandedKey + Nb * Nr);
}
```

Observaciones:

- La clave de cifrado es expandida en una clave más grande, que se utiliza posteriormente para las operaciones actuales.
- El roundKey se añade al estado antes de iniciar el ciclo.
- FinalRound() es lo mismo que Round(), separadamente de la operación MixColumns().
- En cada ronda, otra parte de la ExpandedKey es utilizada para las operaciones.
- El ExpandedKey siempre será derivada de la clave de cifrado y nunca debe ser especificada directamente.

5.2.7.6 Implementación.

El algoritmo AES puede ser implementado en software, firmware, hardware, o cualquier combinación de éstos. La aplicación concreta puede depender de varios factores tales como la aplicación, el medio ambiente, la tecnología utilizada, etc. Requiere de poca memoria.

6. EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

La formulación de raciones alimenticias es un proceso complejo que incide directamente en la salud de los animales y en los productos que de ellos se obtengan, puesto que un animal mal nutrido no tiene el rendimiento productivo esperado ocasionando pérdidas económicas.

En la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia se pone especial énfasis en este proceso por lo que el tiempo invertido para su realización es alto; ya que al elaborar una ración por el Método del Tanteo se efectúan muchos cálculos matemáticos y transformaciones, ya sea, para determinar los requerimientos nutricionales reales del animal como para el mezclado de ingredientes. Así mismo, al utilizar la herramienta Solver de Excel, se registra la información completa (ingredientes, composición nutricional, requerimientos), se evalúa si los resultados son los esperados y finalmente se almacena.

El Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias SysFAG surge de la necesidad de disponer de un software personalizado con el que docentes y estudiantes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia puedan elaborar las raciones a un mínimo costo de manera fácil y eficiente.

Tomando en consideración los distintos requerimientos definidos al inicio de la investigación, se logra desarrollar un software que formula las raciones en base a un modelo de programación lineal cuya resolución implementa el Método Simplex, dicho método al ser un procedimiento iterativo, permite ir mejorando la solución a cada paso, de manera que se obtenga una ración alimenticia a un costo mínimo. Además, en el sistema es posible evaluar si la ración formulada sigue siendo óptima al realizar variaciones en la cantidad de participación de los ingredientes a través del módulo para análisis de sensibilidad.

Es necesario agregar que, algunas funcionalidades existentes en el sistema están restringidas según el nivel de usuario que lo utilice, a fin de resguardar la información existente en la base de datos. Una de las funcionalidades permite al usuario consultar los nutrientes, ingredientes, requerimientos nutricionales y obtener reportes personalizados de los mismos. Así como también consultar el archivo histórico de las

raciones creadas, siendo posible exportar estos datos a plantillas de Excel para realizar estudios estadísticos que el usuario requiera.

De este modo se puede evidenciar que, con las funcionalidades y características que posee el sistema, expuestas anteriormente, se ha logrado cumplir en su totalidad con cada uno de los requerimientos del usuario, así como también, con los objetivos planteados al inicio del proyecto para finalmente considerar una posterior implantación del sistema.

7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA

7.1 Determinación de Requerimientos

7.1.1 Recolección de Requerimientos

Los datos obtenidos mediante la aplicación de las diferentes técnicas de recolección de información, permitieron conocer las actividades que realizan los docentes y estudiantes para formular raciones y evidenciar sus falencias, así como también identificar los diversos requerimientos que servirán de base para la construcción del sistema propuesto.

El proceso actual que se lleva a cabo en la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia para la formulación de raciones se efectúa de dos formas:

- a) Mediante un método manual o tanteo, en el cual se establecen los datos generales o características de la especie animal para la que se destinará la ración; a continuación, se calculan los requerimientos nutricionales reales del animal mediante reglas de tres sucesivas, relacionando las características del animal con los datos de requerimientos preestablecidos (materia seca, proteína, energía, vitaminas, minerales) tomados de las tablas NRC (siglas en inglés: National Research Council) u otros documentos existentes.

Para el balanceo de la ración, se especifica la cantidad (en porcentaje) de cada ingrediente disponible y posteriormente se calcula el aporte nutricional que tendrá cada uno de ellos; para esto, se multiplica la cantidad del nutriente (materia seca, proteína, fibra, etc. tomado de las tablas NRC) que corresponde a un ingrediente por la cantidad de participación que tiene dicho ingrediente en la ración. Este proceso se lo realiza para determinar el aporte de nutrientes de cada uno de los ingredientes en la ración final.

Finalmente se suman todos los valores tanto de nutrientes como de ingredientes, respectivamente, y se verifica que los valores totales cumplan con requerimientos del animal; si dichos valores no son satisfactorios, se procede a especificar nuevas cantidades en los ingredientes y se realizan nuevamente todos los cálculos.

Una vez obtenida la ración final, se pasan todos los datos a plantillas de Excel con el fin de organizar y almacenar la información.

Los inconvenientes que se presentan durante este proceso son: en cuanto a los ingredientes, las fuentes de información son limitadas, no poseen datos actualizados, ni reales; no se puede determinar el costo mínimo; este proceso es largo ya que los cálculos se los realiza manualmente y los resultados obtenidos son imprecisos; el costo de algunos ingredientes es elevado por lo que la ración obtenida también puede ser costosa. Se pueden producir errores durante el ingreso manual de los datos alterando la composición de la ración.

Cabe recalcar que, este proceso se lo realiza con fines didácticos para un mejor entendimiento de los estudiantes; el *tiempo* invertido para su desarrollo es de aproximadamente 2 horas. No se aplica ningún método de control de seguridad.

- b) A través del manejo de la herramienta Solver de Excel, que consiste en ingresar manualmente, en el programa, los ingredientes con su respectiva composición nutricional y costo; luego, con la aplicación de una función de Excel, se calculan los valores finales de nutrientes que constituirán la composición nutricional de la ración; además se fijan los valores máximos y mínimos tanto de nutrientes como de ingredientes (cuando corresponda) en la hoja de formulación.

Posteriormente, se procede a activar la herramienta Solver de Excel, con la cual se calculan las cantidades específicas que tendrá cada ingrediente en la ración, en base al costo mínimo. Adicionalmente se deben ingresar en el Solver, como restricciones, los valores máximos y mínimos de ingredientes y nutrientes fijados. El costo de participación de cada ingrediente se obtiene multiplicando el precio original por la cantidad respectiva del ingrediente que constituye la ración.

Finalmente se calcula el costo de la ración (*costo mínimo*), es decir, el costo de cada Kg. de la ración formada por la mezcla de los ingredientes determinados, mediante la suma de sus costos individuales.

Los inconvenientes detectados en este proceso son: el programa no encuentra solución para las raciones cuando se limitan las cantidades tanto nutrientes como de

ingredientes que componen la ración; además, la lista de ingredientes que disponen actualmente no es muy amplia, no posee datos actualizados y no especifica los ingredientes que son posibles de encontrar en nuestro país.

Es necesario señalar que, para la formulación de raciones actualmente no existen métodos de control de seguridad; además, el *tiempo* empleado para su desarrollo es de aproximadamente 1 hora.

7.1.2 Análisis de Requerimientos

En la actualidad, el proceso manual o tanteo para formular las raciones, implica efectuar cálculos matemáticos para determinar las necesidades nutricionales reales de cada animal, las cantidades de los ingredientes que se mezclarán para formar la ración, así como su aporte nutricional; el problema se evidencia en el momento de realizar los cálculos puesto que se generan resultados imprecisos y no se obtiene un costo mínimo para la ración.

Con el uso de la herramienta Solver, se ingresan los datos de los ingredientes de forma manual, además, se debe verificar que las cantidades proporcionadas por el programa sean las adecuadas; en este caso, el inconveniente se presenta cuando el programa no formula las raciones en base a las restricciones establecidas para los ingredientes (forrajes, granos, frutos, suplementos, etc.) dependiendo de la especie animal a la cual se van a suministrar; además, se producen errores durante el ingreso manual de datos al programa ocasionando que la ración no sea la correcta.

Con el propósito de resolver estas problemáticas y de optimizar el proceso para calcular raciones alimenticias, se ha planteado una solución informática que cubra los requerimientos de los usuarios, tales como:

- Obtener una ración que cumpla los requerimientos del animal y a un mínimo costo.
- En el caso de ingredientes, adicionar datos como: fuente de datos (del análisis bromatológico), código del ingrediente.
- En el caso de los nutrientes, agregar datos como: valores máximos, mínimos y reales.

- La creación de una base de datos para almacenar las distintas especies animales, los requerimientos nutricionales, así como los ingredientes con su respectiva composición nutricional y precios.
- Proporcionar seguridad en el acceso a la información de manera que esta no pueda ser alterada.
- Crear un archivo histórico en el cual también se registre el cambio de ración realizado a una misma especie animal.

7.2 Requerimientos del Sistema

7.2.1 Requerimientos Funcionales

Código	Requerimiento	Categoría
RQF1	El sistema permitirá el ingreso de usuarios mediante una clave de acceso	Evidente
RQF2	El sistema permitirá seleccionar entre opciones para administrar ingredientes, nutrientes, requerimientos nutricionales, usuarios, formular raciones, análisis de sensibilidad y realizar consultas.	Evidente
RQF3	El sistema permitirá ingresar nuevos ingredientes.	Evidente
RQF4	El sistema almacenará los ingredientes que se utilizarán en las raciones.	Oculto
RQF5	El sistema permitirá modificar características de los ingredientes.	Evidente
RQF6	El sistema permitirá eliminar los registros de ingredientes almacenados en la Base de Datos.	Evidente
RQF7	El sistema generará un código para los ingredientes, nutrientes, raciones, requerimientos nutricionales.	Oculto
RQF8	El sistema permitirá ingresar nuevos nutrientes.	Evidente
RQF9	El sistema almacenará los nutrientes que formarán parte de los ingredientes, requerimientos nutricionales y raciones.	Oculto

RQF10	El sistema permitirá modificar datos de los nutrientes.	Evidente
RQF11	El sistema permitirá la eliminación de nutrientes.	Evidente
RQF12	El sistema permitirá ingresar nuevos requerimientos nutricionales de los animales.	Evidente
RQF13	El sistema almacenará los requerimientos nutricionales de las especies animales en la Base de Datos.	Oculto
RQF14	El sistema permitirá modificar datos de los requerimientos nutricionales.	Evidente
RQF15	El sistema permitirá eliminar requerimientos nutricionales almacenados en la Base de Datos.	Evidente
RQF16	El sistema permitirá crear nuevas raciones alimenticias.	Evidente
RQF17	El sistema almacenará los datos de las raciones alimenticias.	Oculto
RQF18	El sistema permitirá eliminar los registros de las raciones alimenticias almacenadas en la Base de Datos.	Evidente
RQF19	El sistema determinará las cantidades de los ingredientes participan en la ración.	Oculto
RQF20	El sistema permitirá realizar un análisis de sensibilidad a las raciones alimenticias.	Evidente
RQF21	El sistema determinará si la ración sigue siendo óptima de acuerdo al cambio realizado en los datos de la ración (cantidad de ingrediente).	Oculto
RQF22	El sistema generará reportes de las raciones alimenticias, ingredientes, nutrientes, requerimientos nutricionales.	Evidente
RQF23	El sistema mantendrá un Archivo Histórico de las raciones.	Oculto
RQF24	El sistema permitirá registrar el cambio de ración para una misma especie animal.	Oculto

RQF25	El sistema guardará la fecha de creación, modificación, eliminación de las raciones.	Oculto
RQF26	El sistema permitirá realizar búsquedas de raciones, requerimientos nutricionales.	Evidente
RQF27	El sistema permitirá ingresar nuevos usuarios del sistema.	Evidente
RQF28	El sistema permitirá modificar los datos de los usuarios registrados.	Evidente
RQF29	El sistema permitirá eliminar los registros de los usuarios del sistema.	Evidente
RQF30	El sistema almacenará los datos de los usuarios que se hayan registrado.	Oculto
RQF31	El sistema poseerá una Base de Datos de requerimientos nutricionales en diferentes fases de crecimiento y etapa productiva.	Oculto
RQF32	El sistema poseerá una Base de Datos de los ingredientes con su composición nutricional de acuerdo a cada presentación.	Oculto
RQF33	El sistema poseerá una Base de Datos de los usuarios del sistema.	Oculto
RQF34	El sistema poseerá una Base de Datos de nutrientes.	Oculto
RQF35	El sistema poseerá una Base de Datos de las raciones alimenticias formuladas.	Oculto
RQF36	El sistema permitirá realizar consultas a los usuarios sobre ingredientes, nutrientes, requerimientos nutricionales y las raciones alimenticias formuladas por un usuario específico.	Evidente

Cuadro 5. Requerimientos Funcionales

7.2.2 Requerimientos No Funcionales

Código	Atributo	Requerimiento
RNF1	Sistema operativo	El sistema funcionará bajo la plataforma Windows.
RNF2	Interfase	El sistema tendrá una interfase gráfica amigable. El sistema emitirá cuadros de texto cuando se produzca un error.
RNF3	Restricción	El sistema se mantendrá funcionando en una computadora destinada a dar servicio al usuario.
RNF4	Control de acceso	El usuario tendrá una clave única que le permitirá ingresar al sistema.
RNF5	Lenguaje de programación	El sistema será desarrollado en C# con la herramienta Visual Studio 2005 bajo la plataforma .NET
RNF6	Paquete de Microsoft Office	El sistema funcionará en conjunto con la aplicación Microsoft Excel 2007 ó 2003.

Cuadro 6. Requerimientos No Funcionales

7.3 Glosario de Términos

Término	Definición
Almacenamiento	Acción de registrar información en la base de datos, en un ordenador u otro dispositivo.
Análisis de Sensibilidad	Permite determinar cuando una ración sigue siendo óptima, dados algunos cambios en las variables.
Archivo Histórico	Medio de almacenamiento de la información que se procesa a diario, en donde los datos se mantendrán fijos e inamovibles.
Base de Datos	Conjunto de registros almacenados en soporte magnético y accesibles por medios informáticos.
Clave de Acceso	Código de signos convenidos para permitir el acceso del sistema, por parte de los usuarios.

Código de ingrediente	Número de identificación asignado a un ingrediente.
Código de nutriente	Número de identificación asignado a un nutriente.
Código de ración	Número de identificación asignado a una ración alimenticia.
Concentrado	Es un alimento rico en proteínas y energía, pueden suplir lo que otros alimentos no brindan.
Especie Animal	Conjunto de animales dotados con idénticos caracteres esenciales.
Formular Raciones	Combinación de varios ingredientes que conformarán la ración en cantidades adecuadas para cumplir con los requerimientos nutricionales del animal por alimentar.
Ingredientes	Cualquier sustancia alimenticia que sirve para proporcionar al animal la materia y energía para mantenerse vivo.
Materia Prima	<i>Ver Ingredientes.</i>
Materia Seca	Parte de un alimento para animales que no es agua.
Nutriente	Elemento constitutivo de las sustancias alimenticias, ya sean de procedencia vegetal o animal, que ayuda a mantener la vida. Puede ser un elemento simple como el hierro o el cobre, o un compuesto químico complicado como el almidón o la proteína.
Peso sobre materia seca	Manera de expresar el nivel de un principio nutritivo contenido en un alimento, sobre la base de que el material no contiene humedad.
Peso Vivo	Peso del animal en pie.
Premezcla	Mezcla uniforme de uno o más micro ingredientes con un vehículo; úsase para introducir micro ingredientes en una mezcla más grande.
Ración Alimenticia	Conjunto de alimentos suministrados a un animal durante un periodo dado, por lo general un día.
Registrar	Acción realizada por el sistema para dejar constancia de la información en la Base de Datos.
Reporte	Información generada de las raciones alimenticias formuladas en un formato establecido.

Requerimientos nutricionales	Cantidad de nutrientes que un animal necesita para optimizar un factor de producción
Sistema	Conjunto de elementos que se interrelacionan entre sí.
Suplemento	Alimento o mezcla de alimentos que se utiliza para mejorar el valor nutritivo de alimentos básicos.
Usuario	Persona(s) que interactúan con el sistema.

Cuadro 7. Glosario de términos

7.4 Modelo del Dominio

La construcción del software para formular raciones alimenticias se realizó aplicando la metodología ICONIX, puesto que, la misma permite adaptar los constantes cambios que se producen en el entorno del sistema, a través de un proceso iterativo e incremental, con lo cual fue posible añadir nuevas funcionalidades al sistema. Para ello se requiere de la construcción de modelos que permitan comprender el sistema en su totalidad, entre los que se destaca el modelo del dominio, el cual, es una representación de los elementos que intervienen en el sistema y sus respectivas relaciones; este modelo se realiza con el fin de obtener una visión global sobre la interacción de todos los elementos que lo conforman.

7.4.1 Inspección de los Conceptos

La aplicación de esta técnica sirve para identificar los conceptos que forman parte del dominio del sistema e implica extraer los sustantivos o frases sustantivas (más representativas) de la documentación disponible, para luego depurar esta lista de términos, eliminando aquellos que sean redundantes o estén fuera del dominio del sistema, y culminar con su representación gráfica.

1.- *Sustantivos o Frases sustantivas.*

- ♦ Ración alimenticia
- ♦ Nutriente
- ♦ Ingrediente
- ♦ Composición nutricional
- ♦ Especie animal

- ♦ Requerimiento nutricional
- ♦ Concentrado
- ♦ Clave de acceso
- ♦ Código de ingrediente
- ♦ Código de ración
- ♦ Reporte
- ♦ Archivo histórico
- ♦ Análisis de sensibilidad
- ♦ Modelo matemático
- ♦ Usuario

2.- Depuración de términos

- ♦ Ingrediente
- ♦ Nutriente
- ♦ Ración Alimenticia
- ♦ Requerimiento nutricional
- ♦ Usuario

7.4.2 Representación de los Conceptos

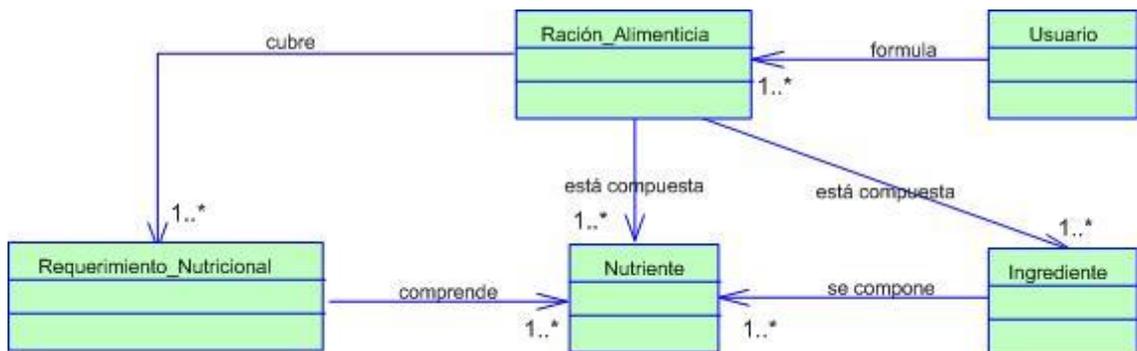


Fig.1 Modelo del dominio

7.5 Definición de Casos de Uso Esenciales

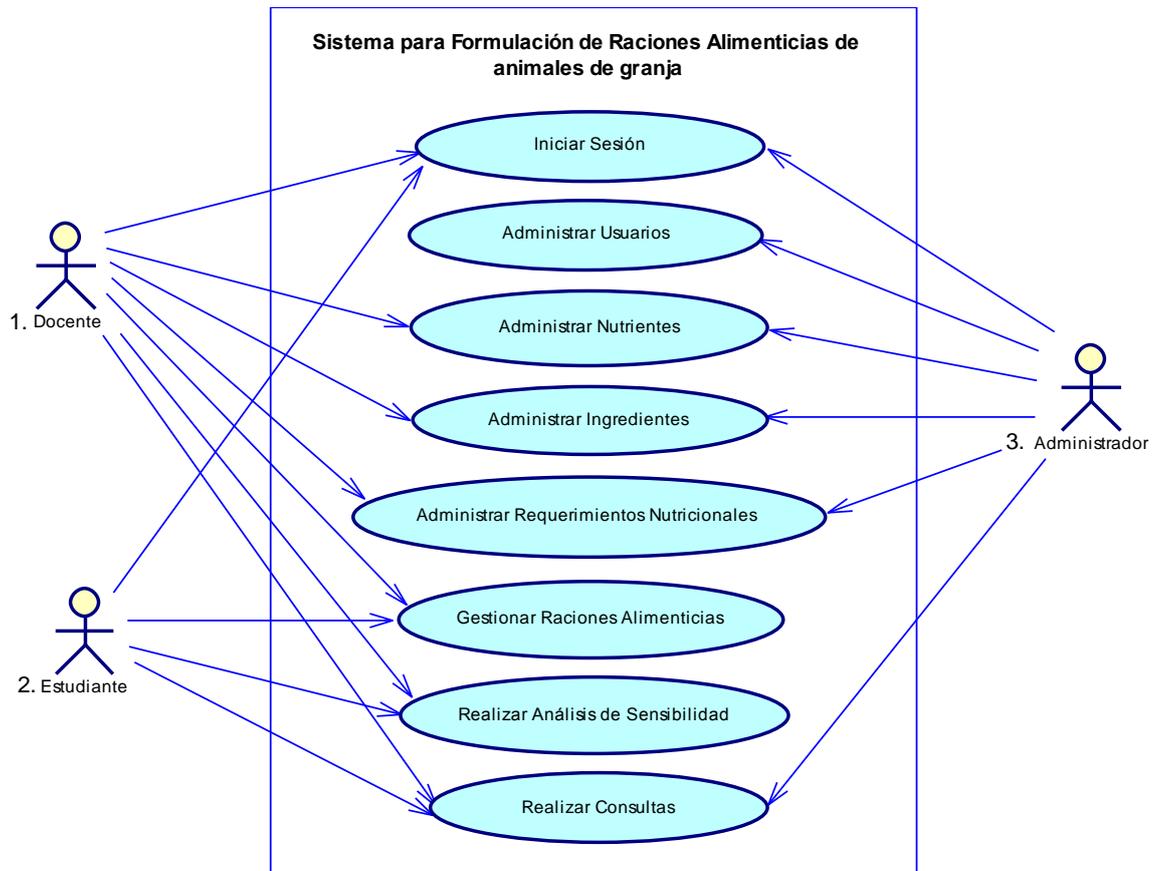


Fig. 2 Casos de uso esenciales del sistema

7.6 Casos de Uso Expandidos

7.6.1 Caso de Uso: Iniciar Sesión

Nombre de la Pantalla:	Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias
Referencia de Requerimientos:	RQF1
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/04/2008

Nombre de la Pantalla:	Ingreso de Clave
Referencia de Requerimientos:	RQF1
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/04/2008

Nombre:	Iniciar Sesión
Actores:	Usuario (administrador, docente, estudiante)
Propósito:	Activar el sistema y restringir su manejo según el nivel de usuario establecido.
Visión General:	El usuario deberá ingresar su nombre de usuario y la clave respectiva para tener acceso al sistema.
Tipo:	Primario, esencial
Referencia:	RQF1, RQF23, RQF26, RQF29
Precondición:	El usuario deberá activar el sistema y estar registrado para poder hacer uso del mismo.
Postcondición:	El sistema activará las opciones para su manipulación, de acuerdo al tipo de usuario.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

Acciones del Actor	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 2. El usuario ingresa los datos: nombre de usuario y la clave de acceso, en los campos de texto correspondientes en la ventana Ingreso de Clave. 3. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Ingreso de Clave. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra la ventana Ingreso de Clave. 4. El sistema verifica que los datos del usuario ingresado existan en la Base de Datos. 5. El sistema verifica si es la primera vez que el usuario ingresa al sistema para que realice el cambio de clave. 6. El sistema restringe las opciones para su manejo según el tipo de usuario 7. El sistema cierra la ventana Ingreso de Clave.

	<p>8. El sistema activa la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>9. El use case finaliza.</p>
--	---

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Nombre de Usuario o Clave de Acceso Incorrecta.

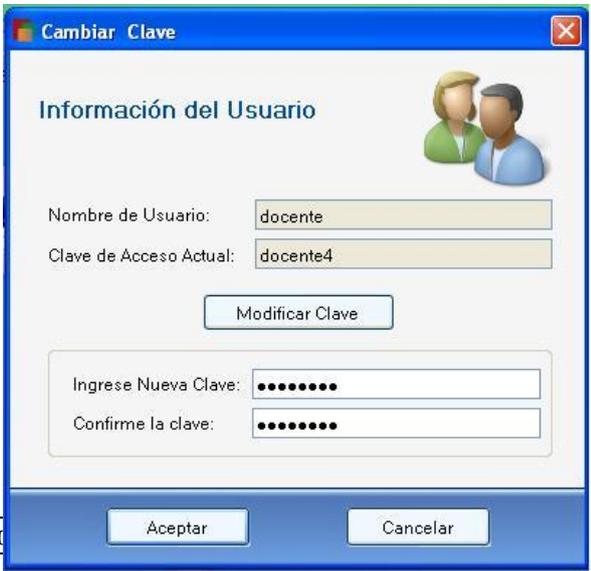
Acciones del Actor	Respuesta del sistema
<p>A6. El use case continúa en el paso 2 del curso normal de eventos.</p>	<p>A4. Aparecerá un mensaje de error "El usuario o contraseña está incorrecto, ingrese nuevamente sus datos".</p> <p>A5. El sistema borra los campos de texto en la ventana Ingreso de Clave.</p>

Curso Alterno B: Selección de la opción Cancelar.

Acciones del Actor	Respuesta del sistema
<p>B3. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Ingreso de Clave.</p> <p>B5. El usuario selecciona la opción No en el mensaje de confirmación.</p> <p>B7. El use case continúa en el paso 2 del curso normal de eventos.</p>	<p>B4. El sistema muestra un mensaje de confirmación "¿Desea salir del sistema?"</p> <p>B6. El sistema borra los campos de texto de la ventana Ingreso de Clave.</p>

Curso Alterno C: Selección de la opción Sí

Acciones del Actor	Respuesta del sistema
C5. El usuario selecciona la opción Sí en el mensaje de confirmación.	C6. El sistema se cierra. C7. El use case finaliza.

Nombre de la Pantalla:	Cambiar Clave
Referencia de Requerimientos:	RQF1
	
Realizado por:	
Fecha:	

Curso Alterno D: El usuario ingresado es nuevo

Acciones del Actor	Respuesta del sistema
D6. El usuario selecciona la opción Aceptar del mensaje de advertencia.	D5. El sistema muestra un mensaje de advertencia “Usted es nuevo usuario del sistema, se recomienda realizar el cambio de clave en este momento” D7. El sistema muestra la ventana Cambiar Clave.

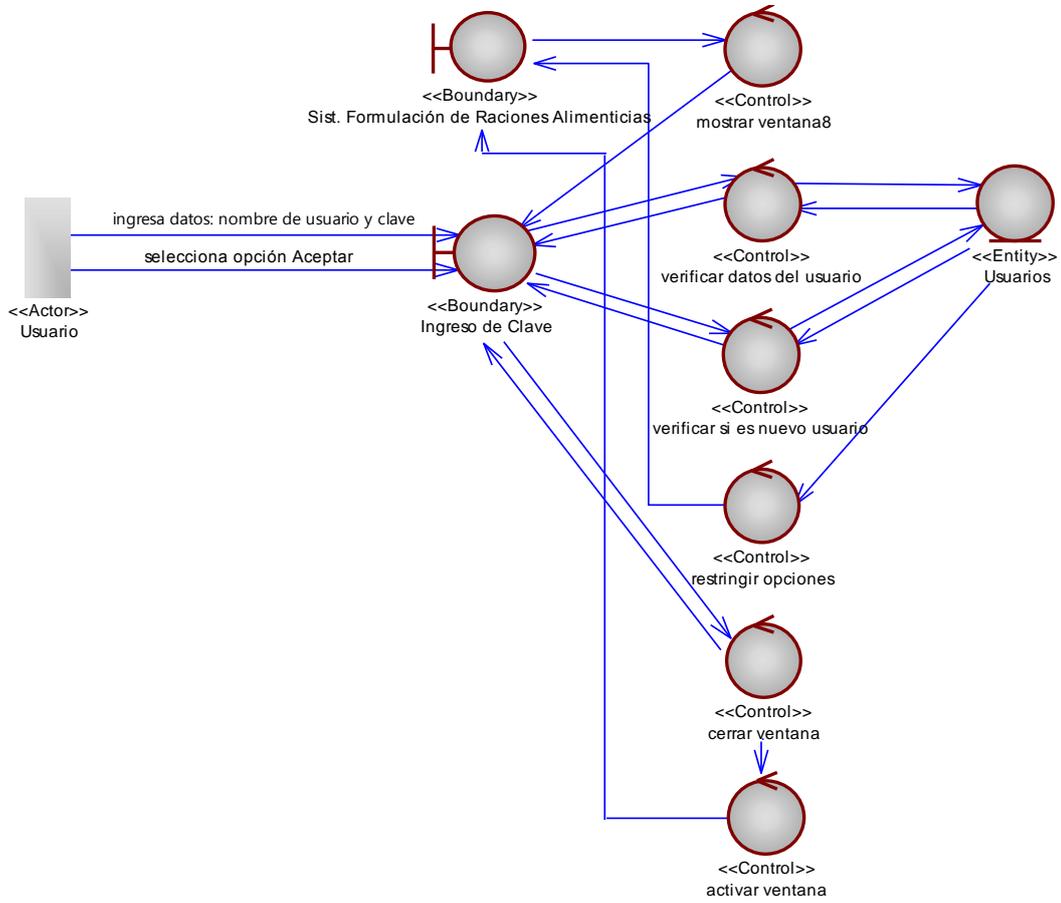
<p>D9. El usuario selecciona la opción Modificar Clave de la ventana Cambiar Clave.</p> <p>D11.El usuario ingresa la nueva clave en los campos de texto de la ventana Cambiar Clave.</p> <p>D12.El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Cambiar Clave.</p>	<p>D8. El sistema carga los datos (nombre de usuario y clave) del usuario actual en la ventana Cambiar Clave.</p> <p>D10.El sistema activa los campos para que el usuario ingrese la nueva clave de acceso.</p> <p>D13.El sistema verifica que las nuevas claves sean iguales.</p> <p>D14.El sistema almacena la nueva clave en la Base de Datos.</p> <p>D15.El sistema muestra un mensaje de confirmación “Los datos han sido modificados exitosamente”.</p> <p>D16.El sistema cierra la ventana Cambiar Clave.</p> <p>D17.El use case continúa en el paso 6 del curso normal de eventos.</p>
---	---

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del sistema
<p>E12.El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Cambiar Clave.</p>	<p>E13. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>E14. El use case finaliza.</p>

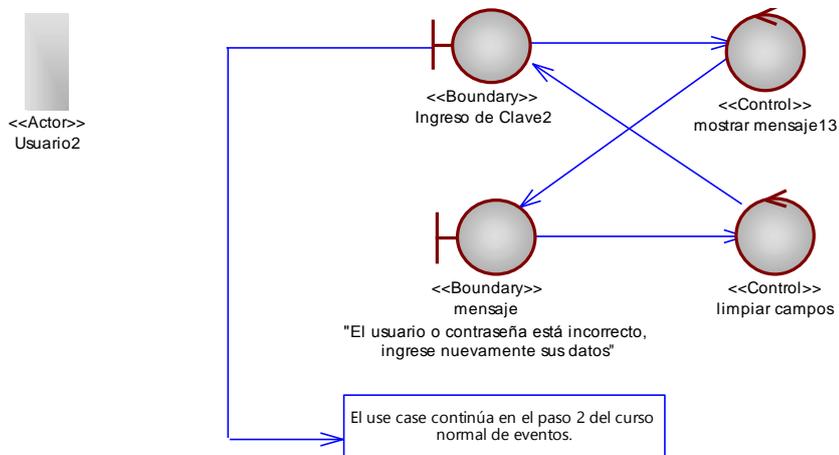
7.6.1.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

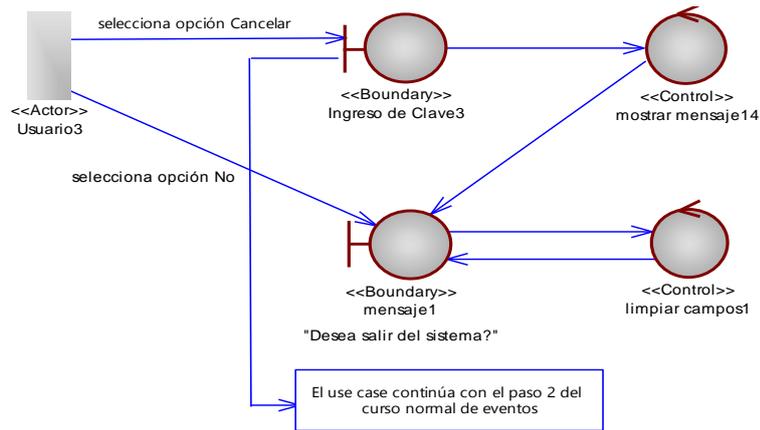


Curso Alternativo de Eventos

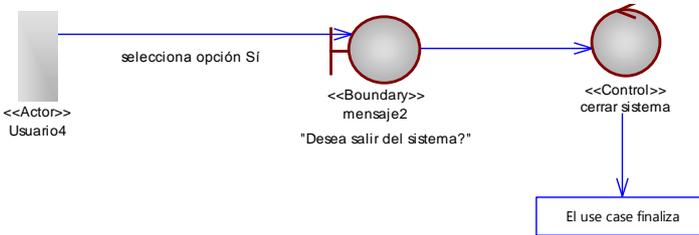
Curso Alternativo A: Nombre de Usuario o Clave de Acceso Incorrecta



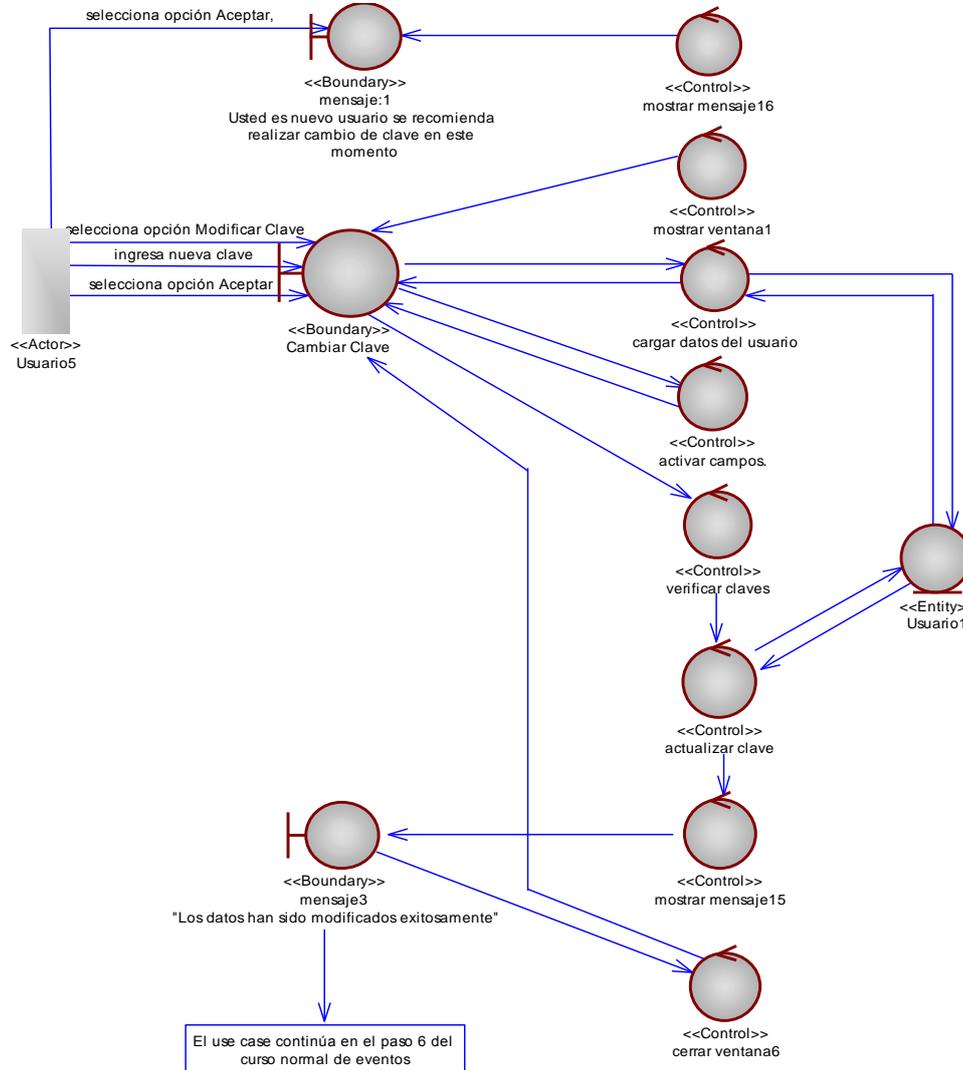
Curso Alternativo B: Selección de la opción Cancelar



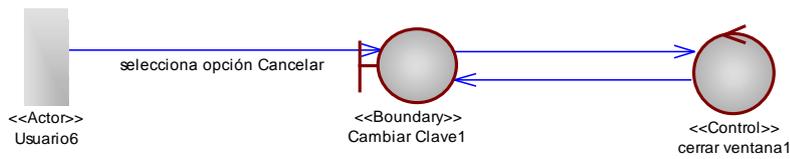
Curso Alternativo C: Selección de la opción SÍ



Curso Alternativo D: El usuario ingresado es nuevo



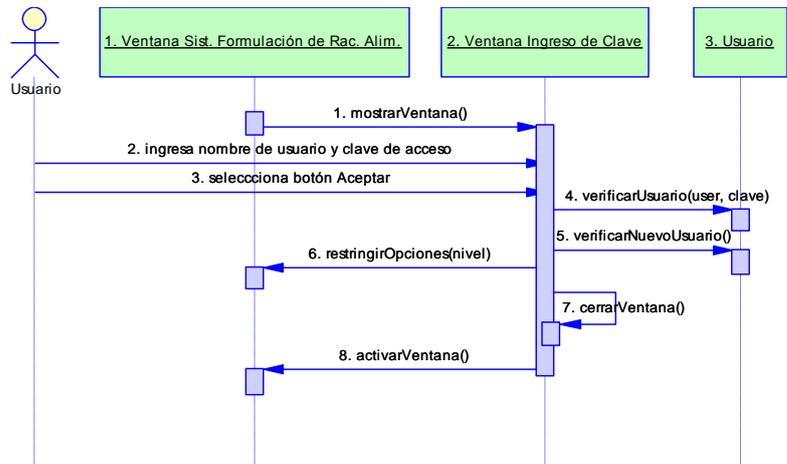
Curso Alterno E: Selección de opción diferente



7.6.1.2 Diagrama de Secuencia

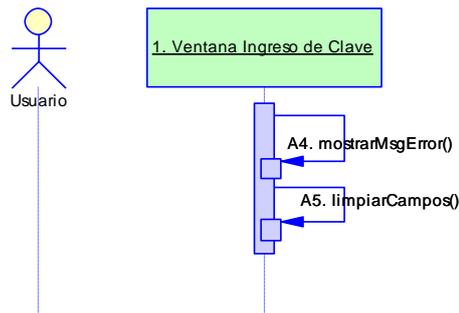
Curso Normal de Eventos

- CURSO NORMAL DE EVENTOS**
1. El sistema muestra la ventana Ingreso de Clave.
 2. El usuario ingresa los datos: nombre de usuario y la clave de acceso, en los campos de texto correspondientes en la ventana Ingreso de Clave.
 3. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Ingreso de Clave.
 4. El sistema verifica que los datos del usuario ingresado existan en la BD.
 5. El sistema verifica si es la primera vez que ingresa al sistema.
 6. El sistema restringe las opciones para su manejo según el tipo de usuario
 7. El sistema cierra la ventana Ingreso de Clave.
 8. El sistema activa la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
 9. El use case finaliza.



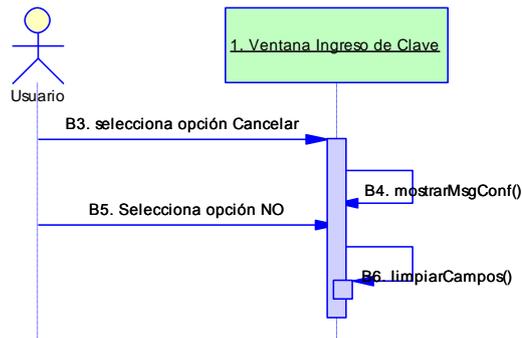
Curso Alterno de Eventos

- Curso Alterno A: Nombre de Usuario o Clave de Acceso Incorrecta.**
- A4. Aparecerá un mensaje de error "El usuario o contraseña está incorrecto, ingrese nuevamente sus datos".
 - A5. El sistema borra los campos de texto en la ventana Ingreso de Clave.
 - A6. El use case continúa en el paso 2 del curso normal de Eventos.



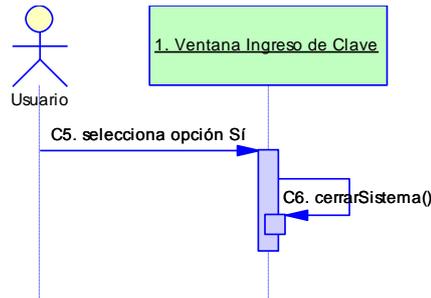
Curso Alterno B: Selección de la opción Cancelar.

B3. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Ingreso de Clave.
 B4. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Desea salir del sistema?"
 B5. El usuario selecciona la opción No en el mensaje de confirmación.
 B6. El sistema borra los campos de texto de la ventana Ingreso de Clave.
 B7. El use case continúa en el paso 2 del curso normal de eventos.



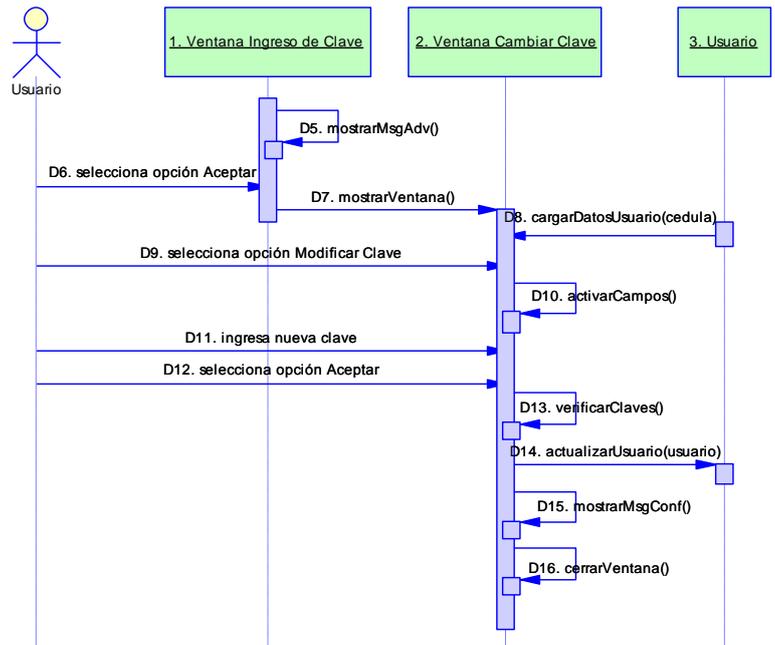
Curso Alterno C: Selección de la opción Si

C5. El usuario selecciona la opción Si en el mensaje de confirmación.
 C6. El sistema se cierra.
 C7. El use case finaliza.



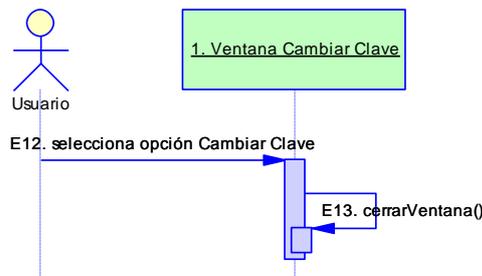
Curso Alterno D: El usuario ingresado es nuevo

D5. El sistema muestra un mensaje de advertencia "Usted es nuevo usuario del sistema, se recomienda realizar el cambio de clave en este momento"
 D6. El usuario selecciona la opción Aceptar del mensaje de advertencia.
 D7. El sistema muestra la ventana Cambiar Clave.
 D8. El sistema carga los datos (nombre de usuario y clave) del usuario actual en la ventana Cambiar Clave.
 D9. El usuario selecciona la opción Modificar Clave de la ventana Cambiar Clave.
 D10. El sistema activa los campos para que el usuario ingrese la nueva clave de acceso.
 D11. El usuario ingresa la nueva clave en los campos de texto de la ventana Cambiar Clave.
 D12. El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Cambiar Clave.
 D13. El sistema verifica que las nuevas claves sean iguales.
 D14. El sistema almacena la nueva clave en la BD.
 D15. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Los datos han sido modificados exitosamente"
 D16. El sistema cierra la ventana Cambiar Clave.
 D17. El use case continúa en el paso 6 del curso normal de eventos.



Curso Alterno E: Selección de opción diferente

E12. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Cambiar Clave.
 E13. El sistema cierra la ventana actual.
 E14. El use case finaliza.



7.6.2 Caso de Uso: Administrar Usuarios

Nombre de la Pantalla:	Registro de Usuarios
Referencia de Requerimientos:	RQF27, RQF30
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	05/09/2008

Nombre:	Administrar Usuarios
Actores:	Usuario (administrador)
Propósito:	Realizar acciones de ingreso, modificación o eliminación sobre los usuarios.
Visión General:	El usuario seleccionará cualquiera de las opciones para administrar los usuarios, una vez registrados los datos, el sistema almacenará la información en la base de datos.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF27, RQF28, RQF29, RQF30, RQF33
Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario selecciona la opción Usuarios de la ventana Sistema para Formulación

	de Raciones Alimenticias.
Postcondición:	Se podrá mantener la base de datos de usuarios actualizada.
CURSO NORMAL DE EVENTOS	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario (administrador) selecciona la opción Nuevo Usuario de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias. 3. El usuario (administrador) ingresa los datos del usuario en los campos de texto de la ventana Registro de Usuarios. 4. El usuario (administrador) selecciona la opción Generar Clave de la ventana Registro de Usuarios. 6. El usuario (administrador) selecciona la opción Aceptar de la ventana Registro de Usuarios. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema muestra la ventana Registro de Usuarios. 5. El sistema genera una clave para el nuevo usuario y la fija en los campos de texto correspondientes. 7. El sistema verifica que todos los campos de texto estén llenos. 8. El sistema almacena los datos del nuevo usuario en la Base de Datos. 9. El sistema muestra un mensaje de confirmación "El usuario ... se ha registrado exitosamente". 10. El use case finaliza.

CURSO ALTERNO DE EVENTOS**Curso Alterno A:** Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
A6. El usuario (administrador) selecciona la opción Cancelar de la ventana Registro de Usuarios.	<p>A7. El sistema limpia los campos de texto de la ventana Registro de Usuarios.</p> <p>A8. El sistema cierra la ventana Registro de Usuarios.</p> <p>A9. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
B6. El usuario (administrador) selecciona la opción Limpiar campos de la ventana Registro de Usuarios.	B7. El sistema limpia los campos de texto de la ventana Registro de Usuarios.
B8. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.	

Curso Alterno C: Datos Incompletos

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
C8. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.	C7. El sistema muestra un mensaje de error “Verifique que todos los campos estén llenos”.

Nombre de la Pantalla:	Actualización de Usuarios
Referencia de Requerimientos:	RQF28, RQF29

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	05/04/2008

Curso Alterno D: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>D1. El usuario (administrador) selecciona la opción Actualización de Usuarios de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p>	<p>D2. El sistema muestra la ventana Actualización de Usuarios.</p> <p>D3. El sistema activa las opciones de búsqueda de los usuarios.</p>
<p>D4. El usuario (administrador) selecciona una opción de búsqueda e ingresa los datos en el campo de texto respectivo.</p>	<p>D5. El sistema filtra los usuarios de acuerdo a la opción de búsqueda seleccionada.</p>
<p>D6. El usuario (administrador) selecciona un usuario de lista en la ventana Actualización de Usuarios.</p>	
<p>D7. El usuario (administrador) selecciona la opción Aceptar de la ventana Actualización de Usuarios.</p>	
	<p>D8. El sistema carga los datos del usuario</p>

<p>D9. El usuario (administrador) modifica los datos necesarios.</p> <p>D10.El usuario (administrador) selecciona la opción Modificar de la ventana Actualización de Usuarios.</p>	<p>seleccionado en los campos de texto Respectivos de la ventana Actualización de Usuarios.</p> <p>D11.El sistema actualiza la Base de Datos con los nuevos datos del usuario.</p> <p>D12.El sistema muestra un mensaje de confirmación “Los datos se han actualizado exitosamente”.</p> <p>D13.El use case finaliza.</p>
--	--

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>E10. El usuario (administrador) selecciona la opción Eliminar de la ventana Actualización de Usuarios.</p> <p>E12. El usuario (administrador) selecciona la opción SÍ del mensaje de advertencia.</p>	<p>E11.El sistema muestra un mensaje de advertencia “El usuario se eliminará permanentemente. ¿Desea continuar?”.</p> <p>E13.El sistema borra el usuario de la Base de Datos.</p> <p>E14.El sistema muestra un mensaje de confirmación “El usuario se ha eliminado exitosamente”.</p> <p>E15.El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Usuarios.</p>

	E16. El use case finaliza.
--	-----------------------------------

Curso Alternativo F: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
F10. El usuario (administrador) selecciona la opción Limpiar Campos de la ventana Actualización de Usuarios.	F11. El sistema borra los campos de texto de la ventana Actualización de Usuarios.
F12. El use case continúa en el paso D4 del curso alternativo de eventos.	

Curso Alternativo G: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
G10. El usuario (administrador) selecciona la opción Cancelar de la ventana Actualización de Usuarios.	G11. El sistema borra los campos de texto de la ventana Actualización de Usuarios. G12. El sistema cierra la ventana actual. G13. El use case finaliza.

Nombre de la Pantalla:	Actualización de Información
Referencia de Requerimientos:	RQF28



The screenshot shows a web application window titled "Actualización de Información". The window contains a form for updating user information. The form includes the following fields and controls:

- Fecha de creación:** 11/08/2008 23:21:39
- Cédula:** (empty text box)
- Nombres:** usuario1
- Apellidos:** usuario1
- Tipo de Usuario:** Docente (dropdown menu)
- Nombre de Usuario:** docente
- Clave de Acceso Actual:** docente4
- Modificar Clave:** (button)
- Ingrese Nueva Clave:** (password field with 6 dots)
- Confirme la clave:** (password field with 6 dots)

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	05/04/2008

Curso Alterno H: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>H1. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Actualizar información de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p>	<p>H2. El sistema muestra la ventana Actualización de Información.</p> <p>H3. El sistema carga los datos del usuario que está haciendo uso del sistema en los campos de texto.</p>
<p>H4. El usuario (docente, estudiante) modifica los datos necesarios en la ventana Actualización de Información.</p>	
<p>H5. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Modificar Clave de la ventana Actualización de Información.</p>	<p>H6. El sistema activa los campos correspondientes para que el usuario ingrese las nuevas claves.</p>
<p>H7. El usuario (docente, estudiante)</p>	

<p>ingresa las nuevas claves en los campos de texto correspondientes de la ventana Actualización de Información.</p> <p>H8. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Aceptar de la ventana Actualización de Información</p>	<p>H9. El sistema verifica que las nuevas claves sean iguales.</p> <p>H10. El sistema actualiza los datos del usuario en la Base de Datos.</p> <p>H11. El sistema muestra un mensaje de confirmación “Los datos han sido modificados exitosamente”.</p> <p>H12. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Información</p> <p>H13. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>H14. El use case finaliza</p>
---	--

Curso Alternativo I: Selección de opción diferente

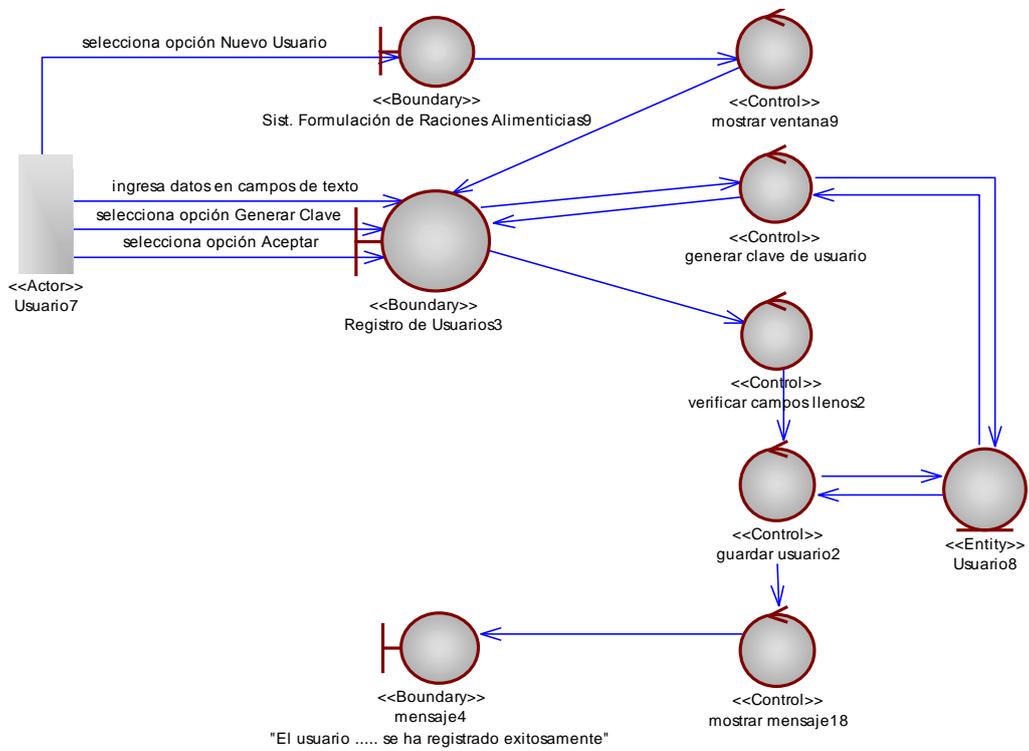
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>I7. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Cancelar de la ventana Actualización de Información.</p>	<p>I8. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Información.</p> <p>I9. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>I10. El use case finaliza.</p>

Curso Alternativo J: Las claves no coinciden

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>J10. El use case continúa en el paso I7 del curso alterno de eventos</p>	<p>J9. El sistema muestra un mensaje de error “Las claves ingresadas deben ser iguales”.</p>

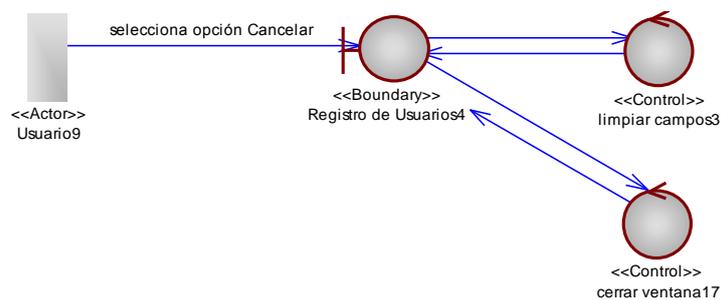
7.6.2.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

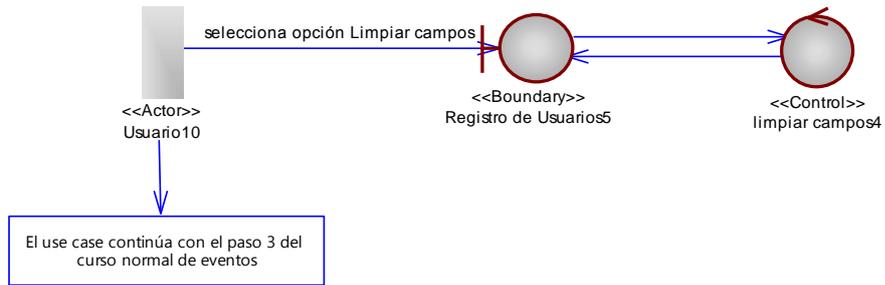


Curso Alterno de Eventos

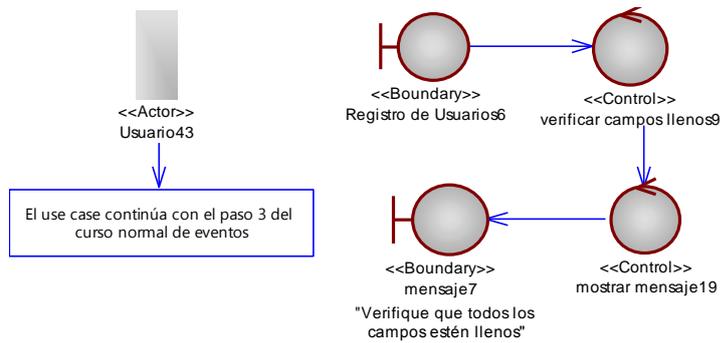
Curso Alterno A: Selección de opción diferente



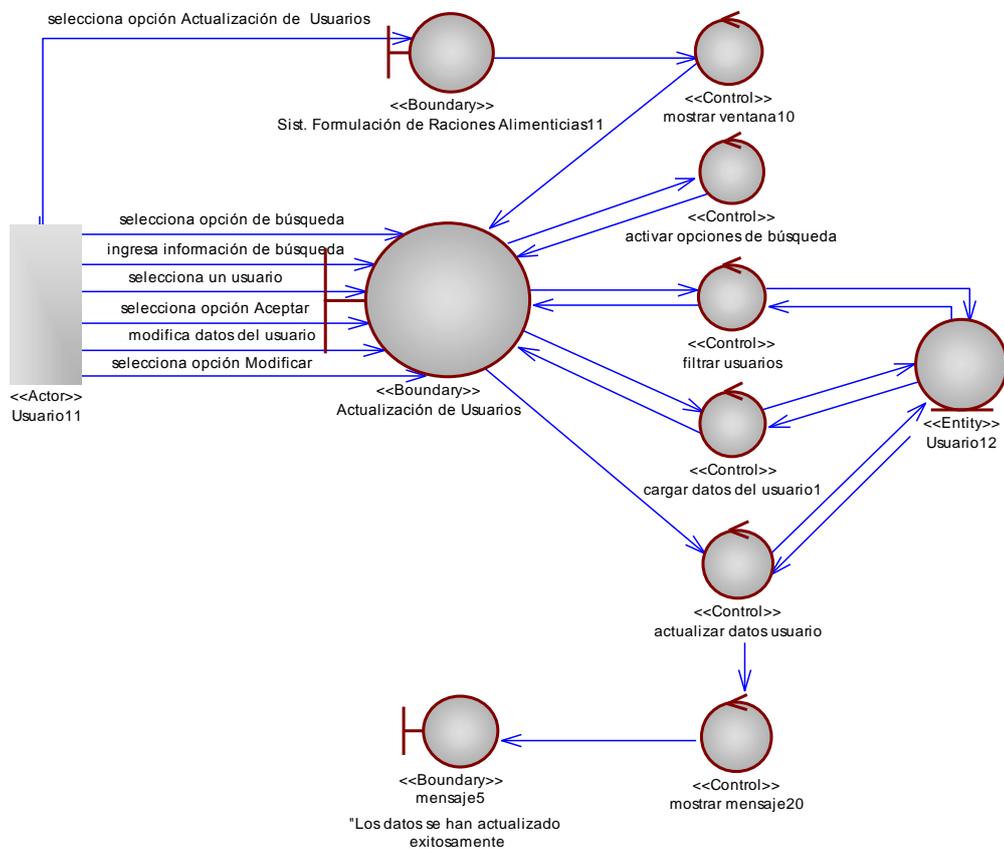
Curso Alternativo B: Selección de opción diferente



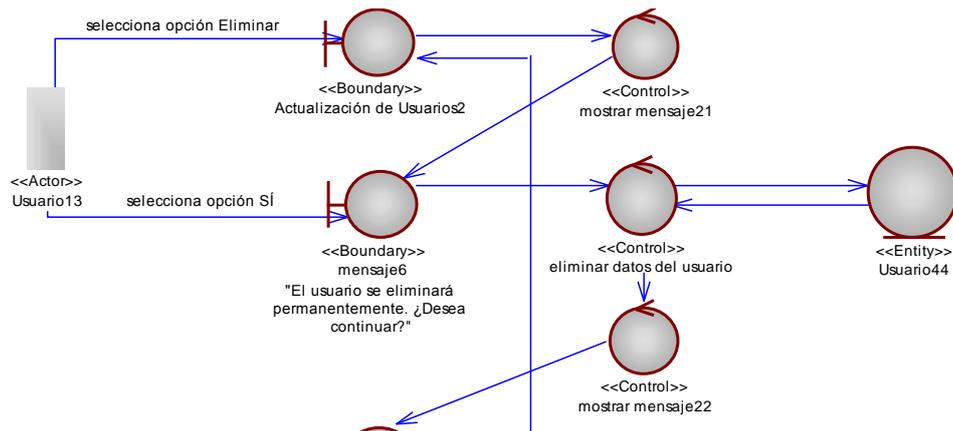
Curso Alternativo C: Datos Incompletos



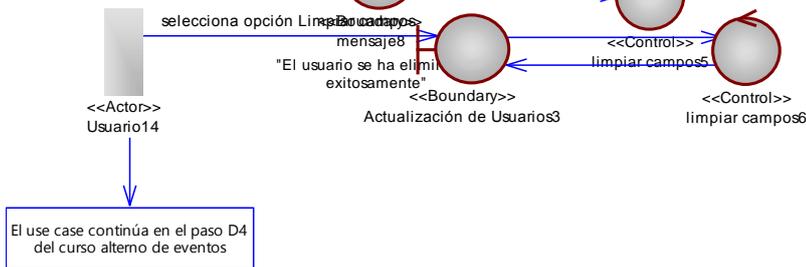
Curso Alternativo D: Selección de opción diferente



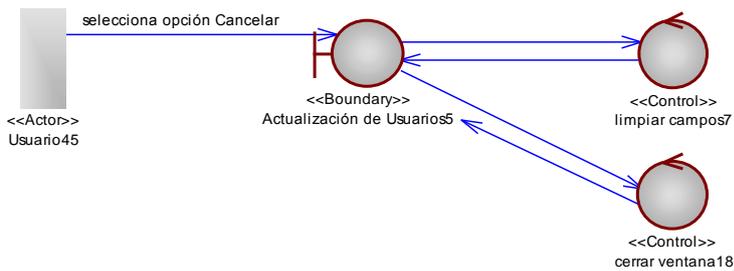
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente



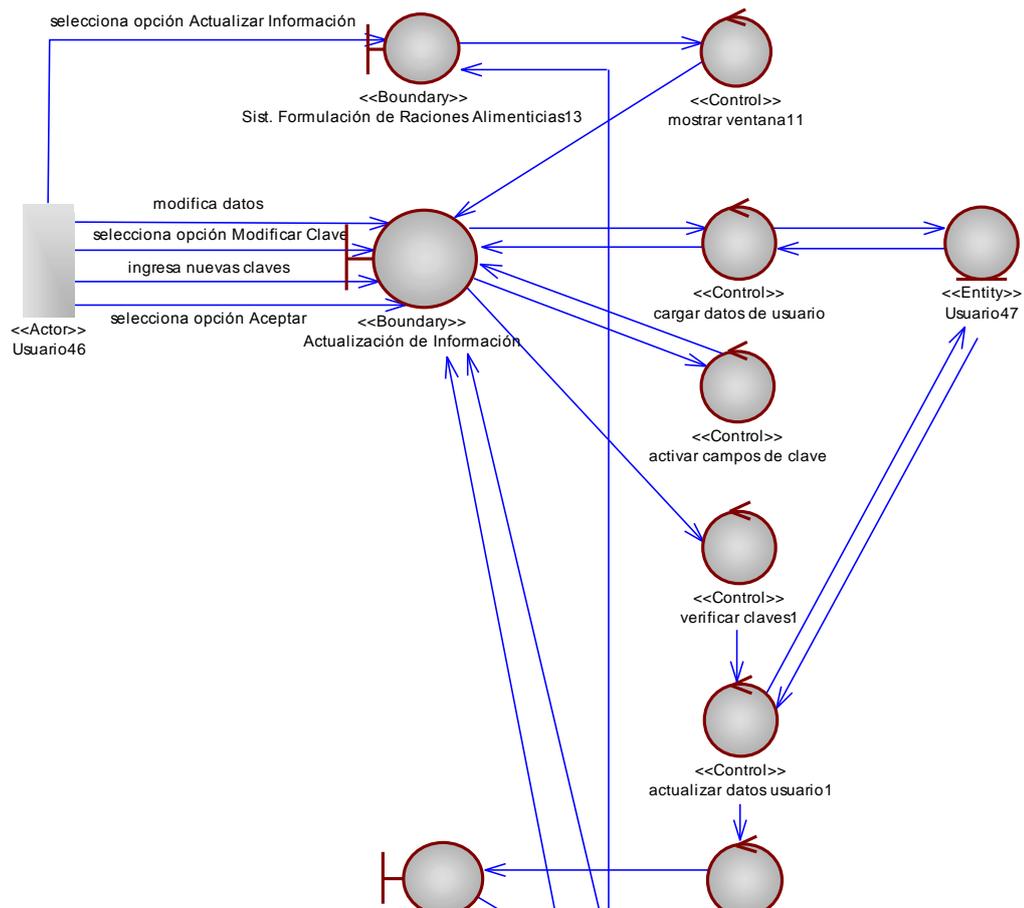
Curso Alternativo F: Selección de opción diferente



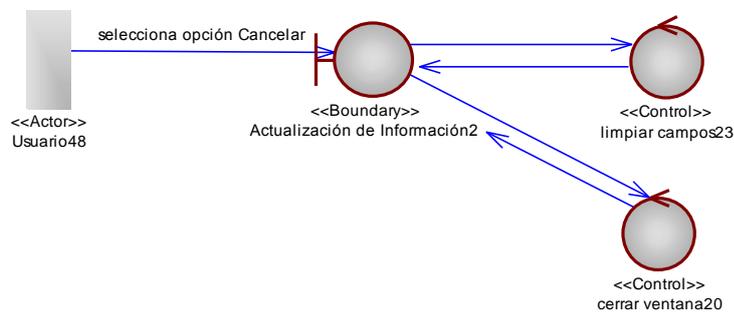
Curso Alternativo G: Selección de opción diferente



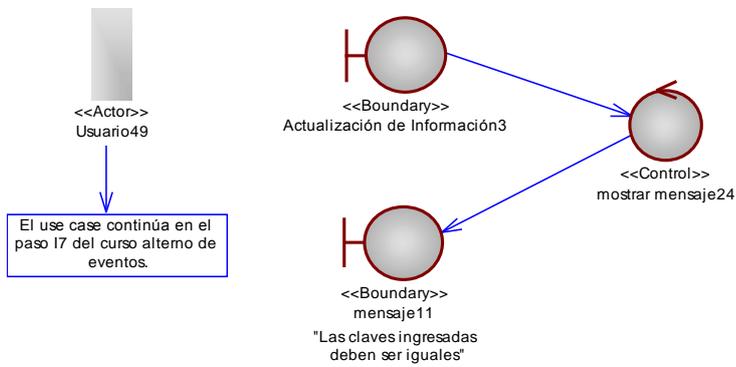
Curso Alternativo H: Selección de opción diferente



Curso Alternativo I: Selección de opción diferente

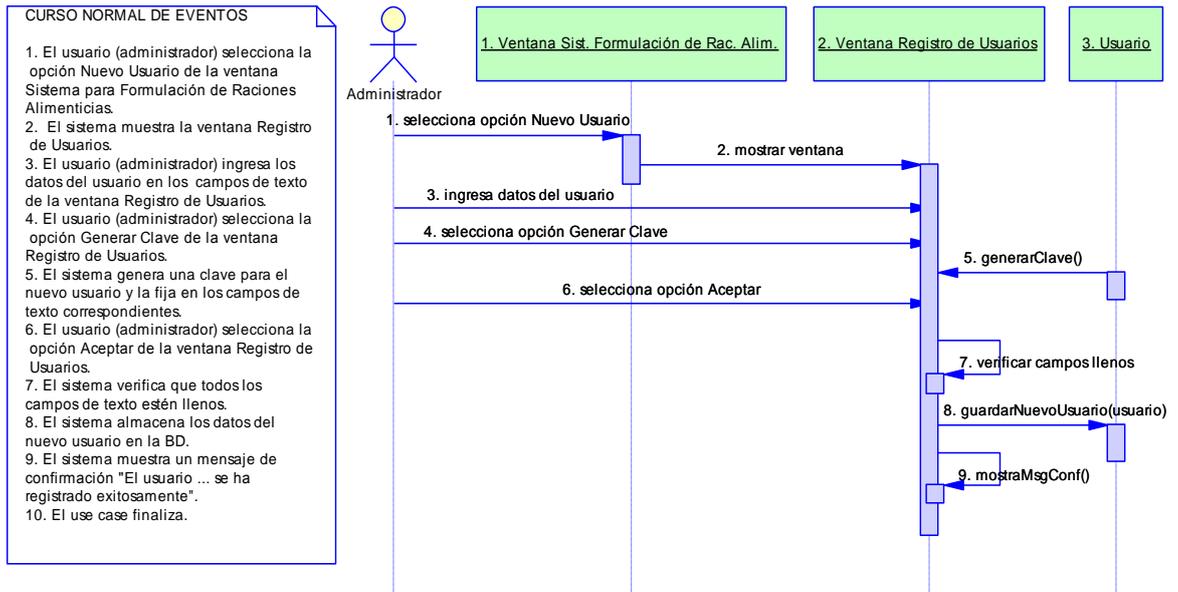


Curso Alternativo J: Las claves no coinciden

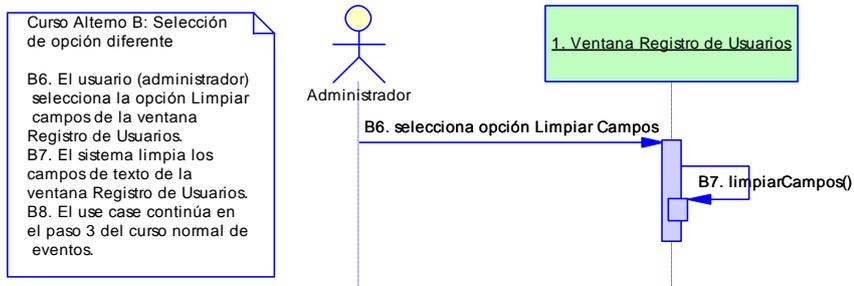
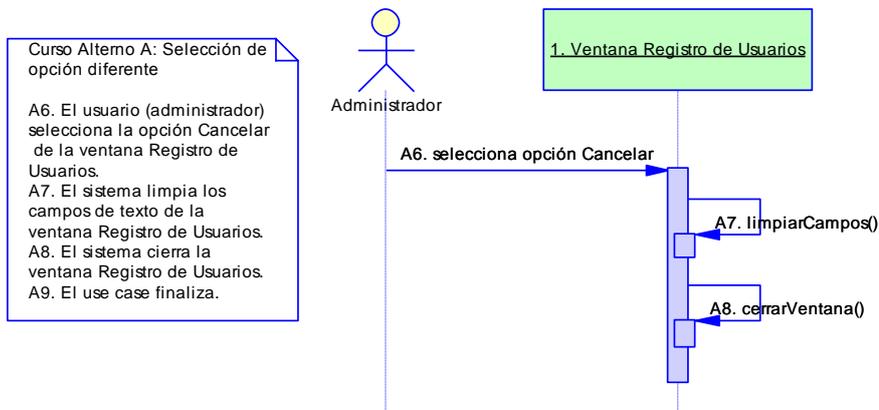


7.6.2.2 Diagrama de Secuencia

Curso Normal de Eventos

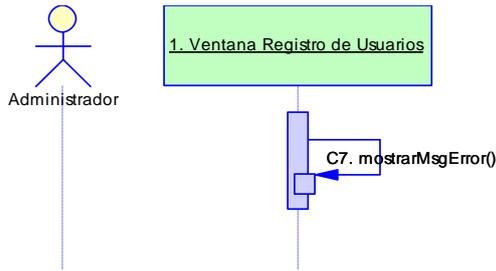


Curso Alterno de Eventos



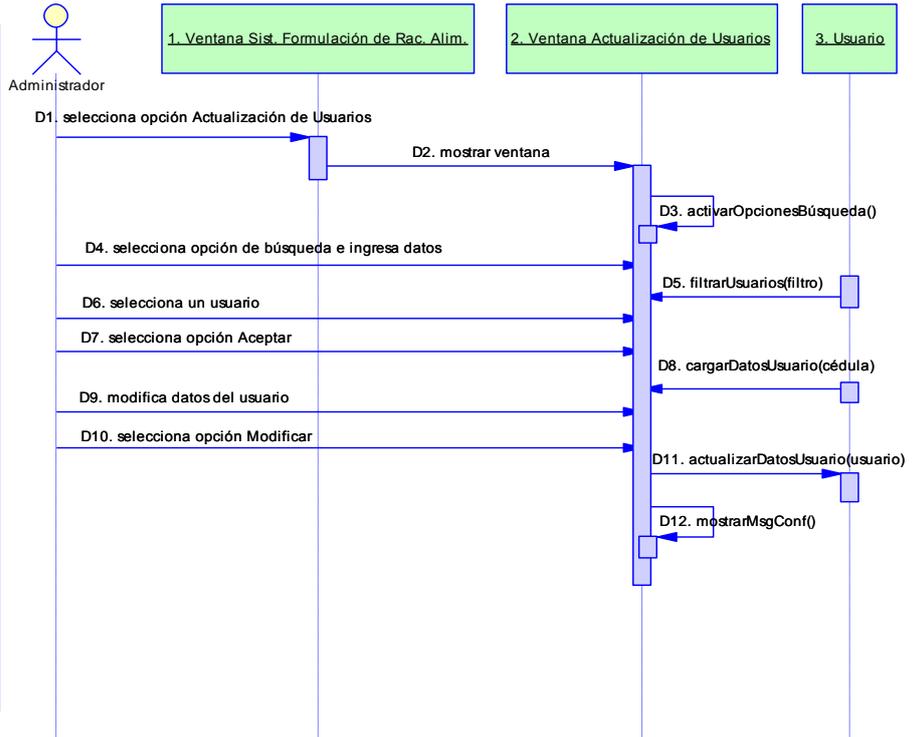
Curso Alterno C: Datos Incompletos

C7. El sistema muestra un mensaje de error "Verifique que todos los campos estén llenos".
 C8. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.



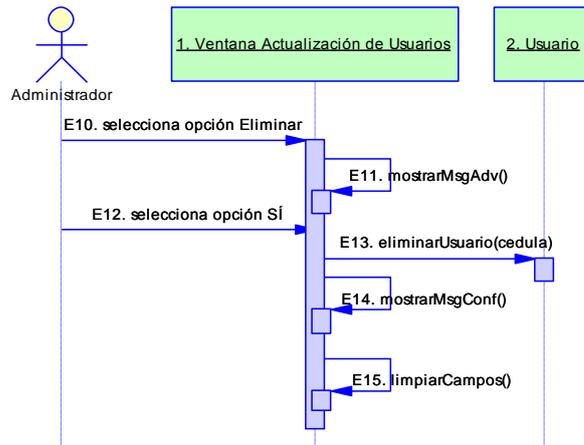
Curso Alterno D: Selección de opción diferente

D1. El usuario (administrador) selecciona la opción Actualización de Usuarios de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
 D2. El sistema muestra la ventana Actualización de Usuarios.
 D3. El sistema activa las opciones de búsqueda de los usuarios.
 D4. El usuario (administrador) selecciona una opción de búsqueda e ingresa los datos en el campo de texto respectivo.
 D5. El sistema filtra los usuarios de acuerdo a la opción de búsqueda seleccionada.
 D6. El usuario (administrador) selecciona un usuario de lista en la ventana Actualización de Usuarios.
 D7. El usuario (administrador) selecciona la opción Aceptar de la ventana Actualización de Usuarios.
 D8. El sistema carga los datos del usuario seleccionado en los campos de texto Respectivos de la ventana Actualización de Usuarios.
 D9. El usuario (administrador) modifica los datos necesarios.
 D10. El usuario (administrador) selecciona la opción Modificar de la ventana Actualización de Usuarios.
 D11. El sistema actualiza la BD con los nuevos datos del usuario.
 D12. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Los datos se han actualizado exitosamente".
 D13. El use case finaliza.



Curso Alterno E: Selección de opción diferente

E10. El usuario (administrador) selecciona la opción Eliminar de la ventana Actualización de Usuarios.
 E11. El sistema muestra un mensaje de advertencia "El usuario se eliminará permanentemente. ¿Desea continuar?".
 E12. El usuario (administrador) selecciona la opción Sí del mensaje de advertencia.
 E13. El sistema borra el usuario de la BD.
 E14. El sistema muestra un mensaje de confirmación "El usuario se ha eliminado exitosamente".
 E15. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Usuarios.
 E16. El use case finaliza.

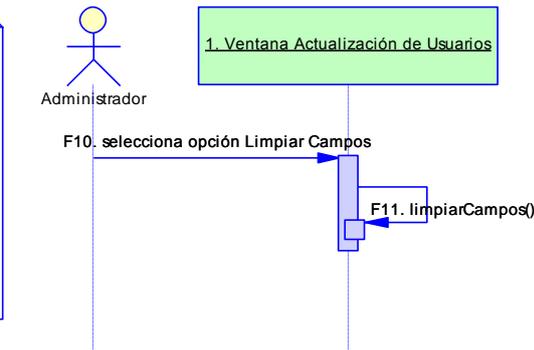


Curso Alterno F: Selección de opción diferente

F10. El usuario (administrador) selecciona la opción Limpiar Campos de la ventana Actualización de Usuarios.

F11. El sistema borra los campos de texto de la ventana Actualización de Usuarios.

F12. El use case continúa en el paso D4 del curso altemo de eventos.



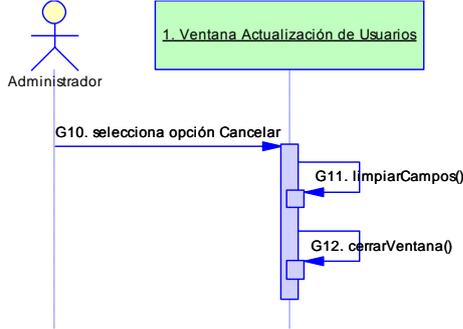
Curso Alterno G: Selección de opción diferente

G10. El usuario (administrador) selecciona la opción Cancelar de la ventana Actualización de Usuarios.

G11. El sistema borra los campos de texto de la ventana Actualización de Usuarios.

G12. El sistema cierra la ventana actual.

G13. El use case finaliza.



Curso Alterno H: Selección de opción diferente

H1. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Actualizar Información de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.

H2. El sistema muestra la ventana Actualización de Información.

H3. El sistema carga los datos del usuario que está haciendo uso del sistema en los campos de texto.

H4. El usuario (docente, estudiante) modifica los datos necesarios en la ventana Actualización de Información.

H5. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Modificar Clave de la ventana Actualización de Información.

H6. El sistema activa los campos correspondientes para que el usuario ingrese las nuevas claves.

H7. El usuario (docente, estudiante) ingresa las nuevas claves en los campos de texto correspondientes de la ventana Actualización de Información.

H8. El usuario (docente, estudiante) selecciona la opción Aceptar de la ventana Actualización de Información.

H9. El sistema verifica que las nuevas claves sean iguales.

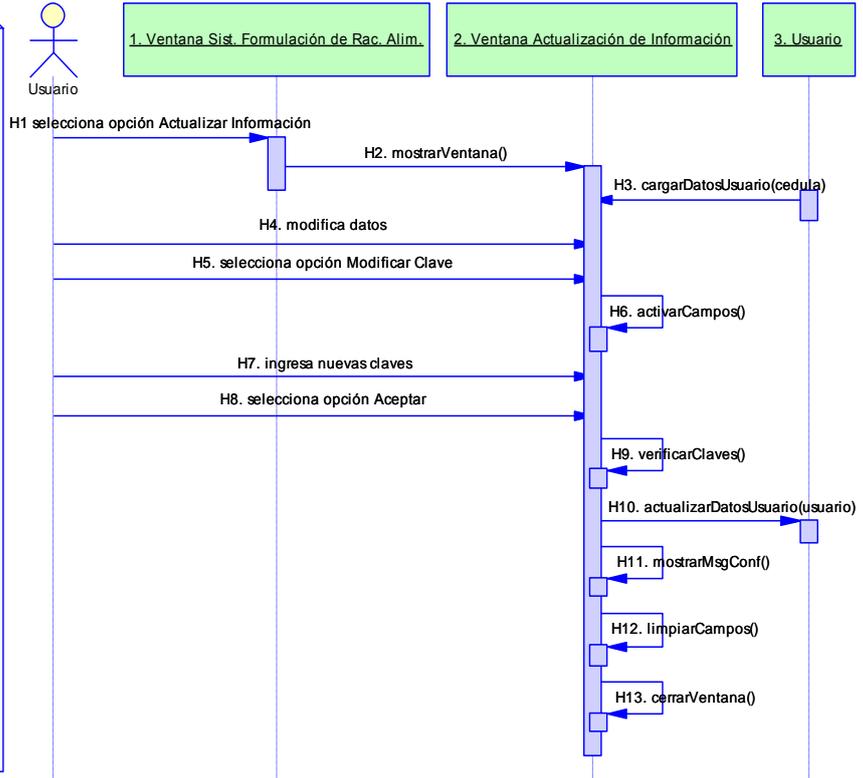
H10. El sistema actualiza los datos del usuario en la BD.

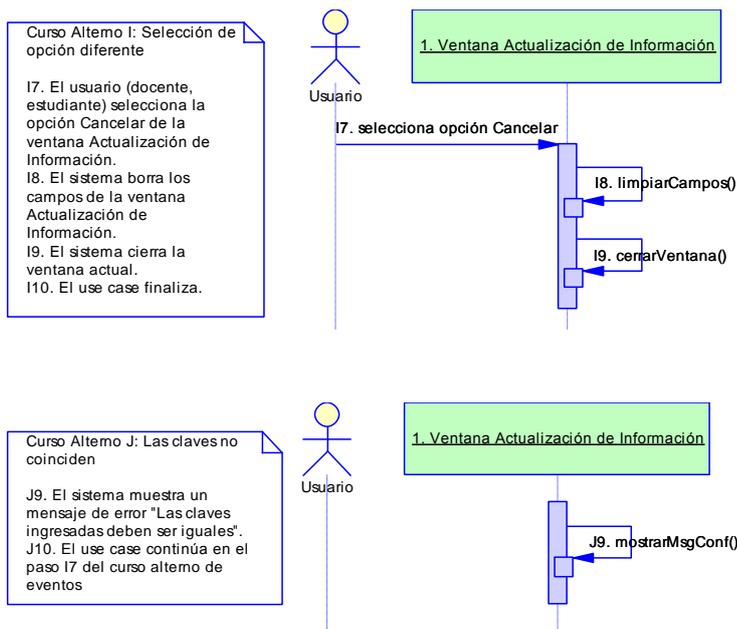
H11. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Los datos han sido modificados exitosamente".

H12. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Información

H13. El sistema cierra la ventana actual.

H14. El use case finaliza





7.6.3 Caso de Uso: Administrar Nutrientes

Nombre de la Pantalla:	Ingreso de Nutrientes
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF7, RQF8, RQF9
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	05/04/2008

Nombre:	Administrar Nutrientes
Actores:	Usuario (administrador, docente)
Propósito:	Realizar acciones de ingreso, modificación o eliminación sobre los nutrientes.
Visión General:	El usuario seleccionará cualquiera de las opciones para

	administrar los nutrientes, una vez registrados los datos, el sistema almacenará la información en la base de datos.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF2, RQF7, RQF8, RQF9, RQF10, RQF11, RQF22, RQF34
Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario (docente) selecciona del menú Administrar la opción Administrar Nutrientes en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
Postcondición:	Se podrá mantener la base de datos de nutrientes actualizada.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción Ingresar Nutriente en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>4. El usuario ingresa los datos del nuevo nutriente en los campos de texto de la ventana Ingreso de Nutrientes.</p> <p>5. El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Ingreso de Nutrientes.</p>	<p>2. El sistema muestra la ventana Ingreso de Nutrientes.</p> <p>3. El sistema genera un código para el nuevo Nutriente.</p> <p>6. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>7. El sistema almacena los datos ingresados en la Base de Datos.</p> <p>8. El sistema muestra un mensaje de confirmación “El nutriente se ha almacenado exitosamente”.</p>

	9. El use case finaliza.
--	--------------------------

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
A5. El usuario selecciona la opción Nuevo de la ventana Ingreso de Nutrientes.	<p>A6. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Nutrientes.</p> <p>A7. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.</p>

Curso Alterno B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
B5. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Ingreso de Nutrientes.	<p>B6. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Nutrientes.</p> <p>B7. El sistema cierra la ventana actual</p> <p>B8. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno C: Datos incompletos

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
C7. El use case continúa en el paso 4 del curso normal de eventos.	C6. El sistema muestra un mensaje de error "Verifique que todos los campos estén llenos".

Nombre de la Pantalla:	Actualización de Nutrientes
Referencia de Requerimientos:	RQF10, RQF11

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	07/04/2008

Curso Alterno D: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>D1. El usuario selecciona la opción Actualizar Nutrientes de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>D4. El usuario selecciona una opción de búsqueda en la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>D5. El usuario ingresa la información en el campo de texto correspondiente a la búsqueda.</p> <p>D7. El usuario selecciona un nutriente de la lista en la ventana Actualización</p>	<p>D2. El sistema muestra la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>D3. El sistema activa las opciones de búsqueda de los nutrientes.</p> <p>D6. El sistema filtra la información de los nutrientes de acuerdo a la opción de búsqueda seleccionada y a los datos ingresados.</p>

<p>de Nutrientes.</p> <p>D8. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>D10. El usuario modifica los datos necesarios del nutriente.</p> <p>D11. El usuario selecciona la opción Modificar en la ventana Actualización de Nutrientes.</p>	<p>D9. El sistema carga todos los datos del nutriente seleccionado en los campos de texto correspondientes de la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>D12.El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>D13.El sistema actualiza los datos del nutriente en la Base de Datos.</p> <p>D14.El sistema muestra un mensaje de confirmación "Los datos han sido modificados exitosamente".</p> <p>D15.El sistema borra todos los campos de la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>D16.El use case finaliza</p>
---	--

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>E11. El usuario selecciona la opción Eliminar en la ventana Actualización de Nutrientes</p>	<p>E12.El sistema muestra un mensaje de advertencia "El nutriente se eliminará permanentemente.¿Desea continuar?"</p>

<p>E13. El usuario selecciona la opción SÍ del mensaje de advertencia.</p>	<p>E14.El sistema borra lógicamente el nutriente de la Base de Datos.</p> <p>E15.El sistema muestra un mensaje de confirmación “El nutriente se ha eliminado exitosamente”.</p> <p>E16.El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>E17. El use case finaliza.</p>
---	---

Curso Alternativo F: Selección de opción diferente

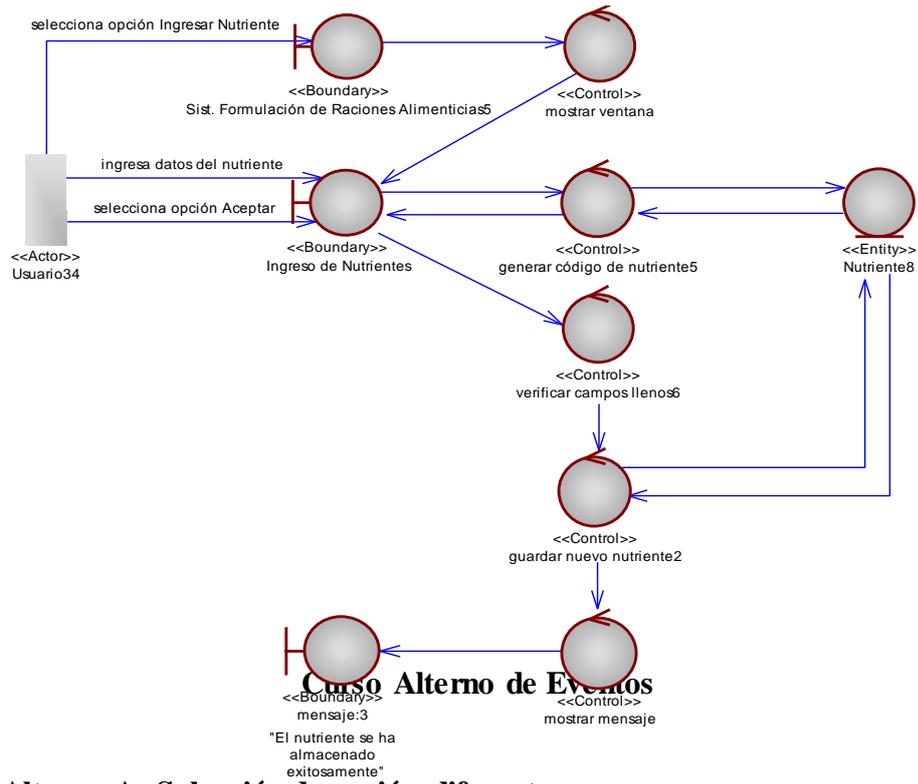
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>F11. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos de la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>F13. El use case continúa en el paso D4 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>F12. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Nutrientes.</p>

Curso Alternativo G: Selección de opción diferente

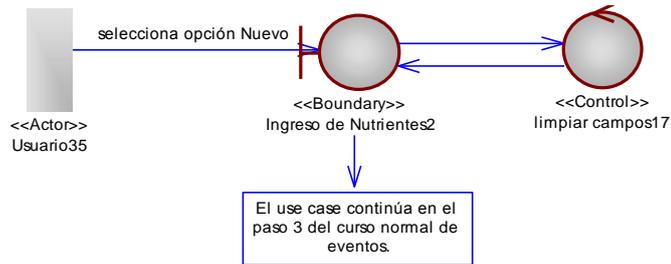
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>G11. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Actualización de Nutrientes.</p>	<p>G12. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Nutrientes.</p> <p>G13. El sistema cierra la ventana actual</p> <p>G14. El use case finaliza.</p>

7.6.3.1 Diagrama de Robustez

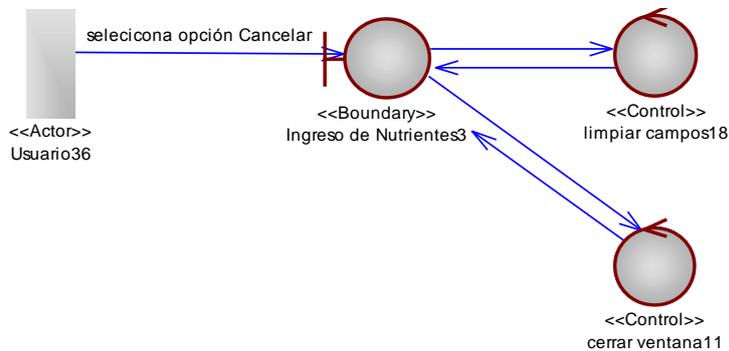
Curso Normal de Eventos



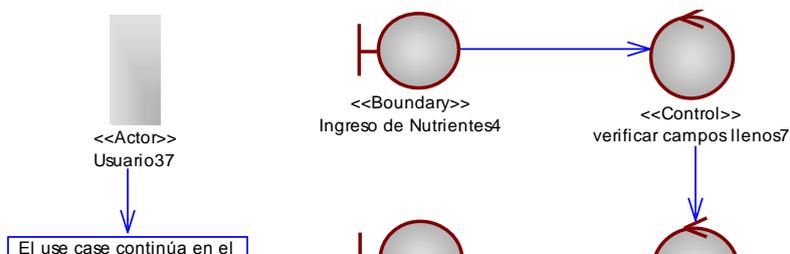
Curso Alternativo A: Selección de opción diferente



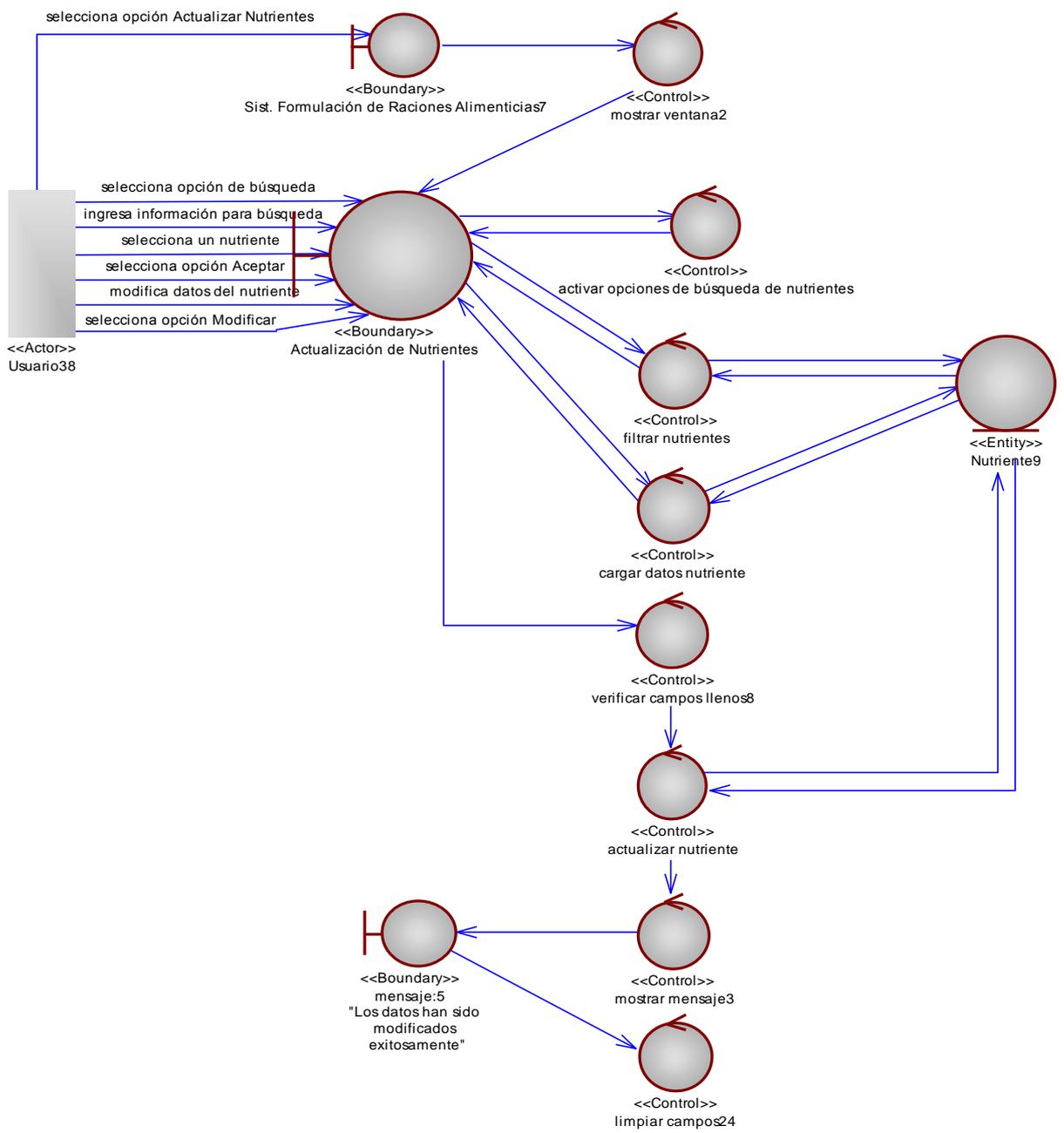
Curso Alternativo B: Selección de opción diferente



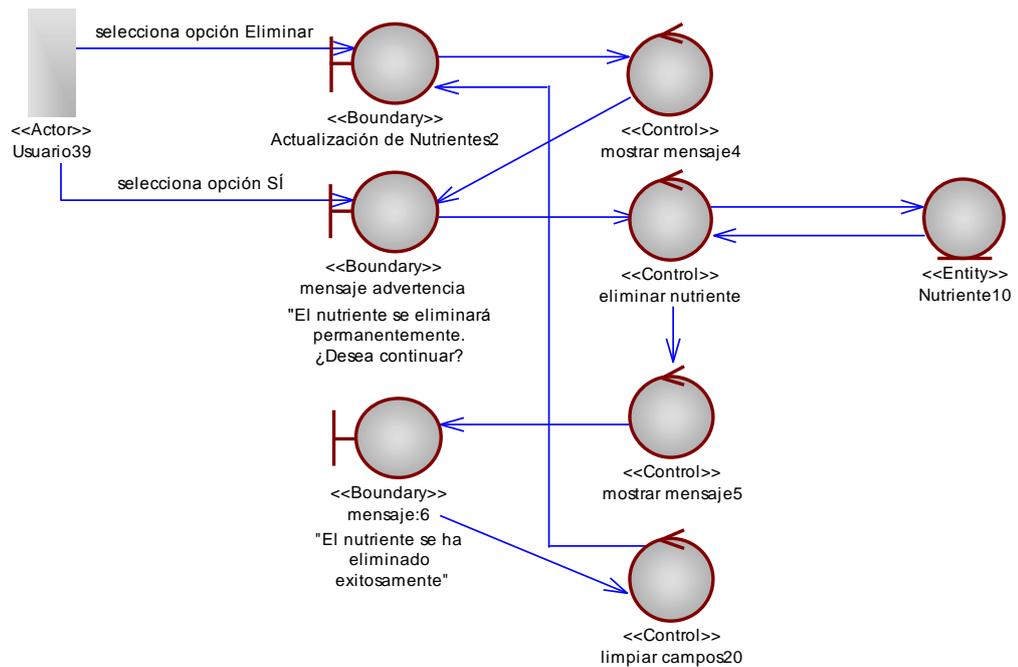
Curso Alternativo C: Datos Incompletos



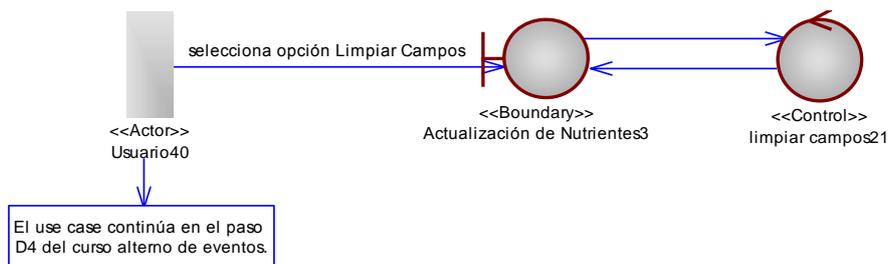
Curso Alterno D: Selección de opción diferente



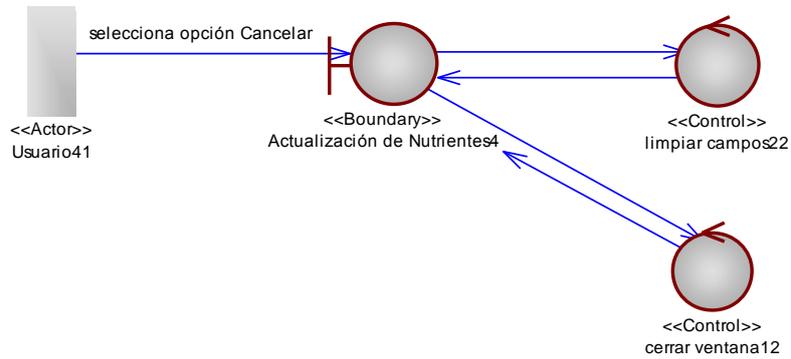
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente



Curso Alternativo F: Selección de opción diferente

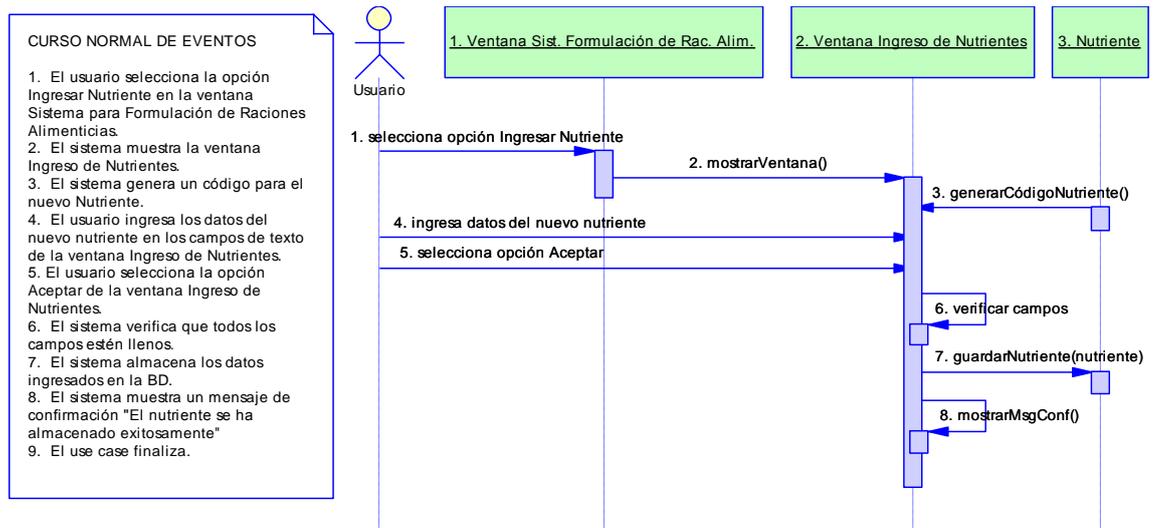


Curso Alterno G: Selección de opción diferente

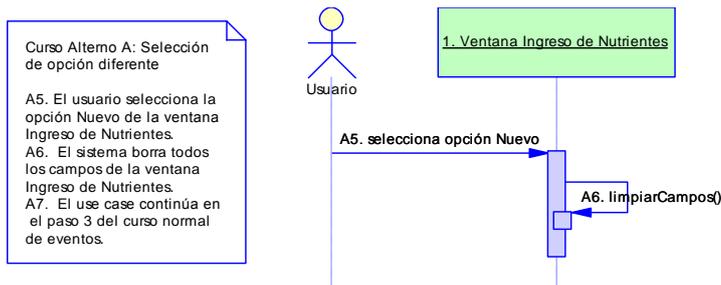


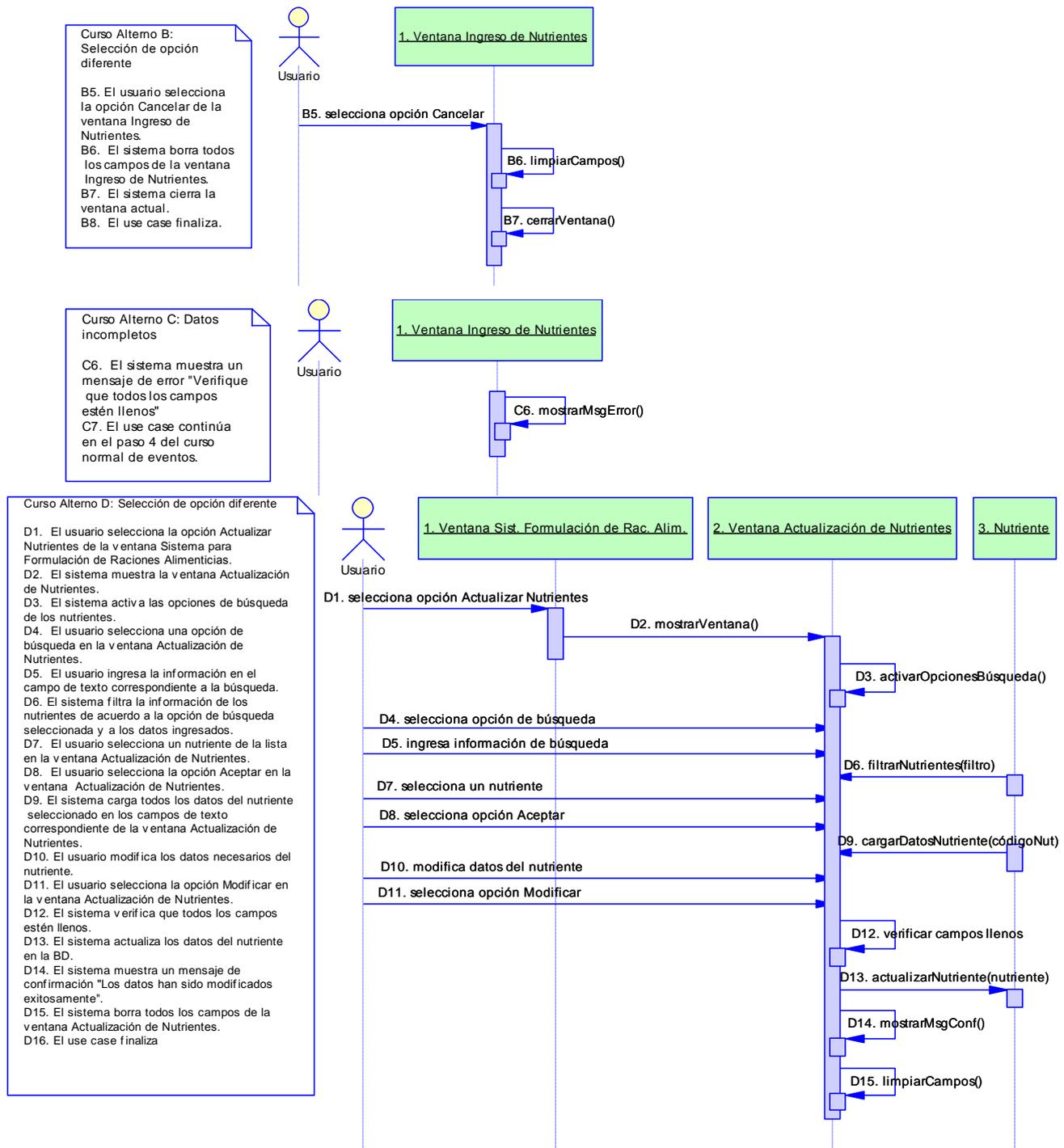
7.6.3.2 Diagrama de Secuencia

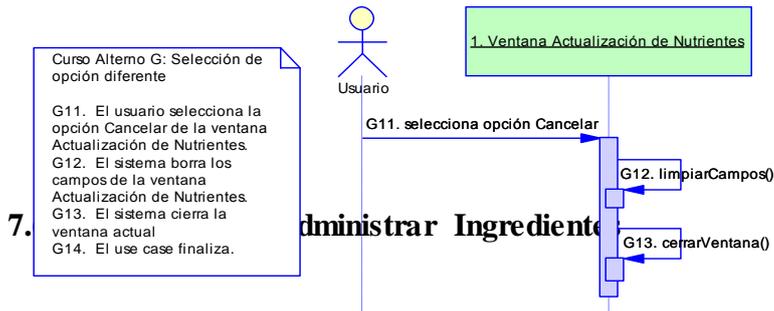
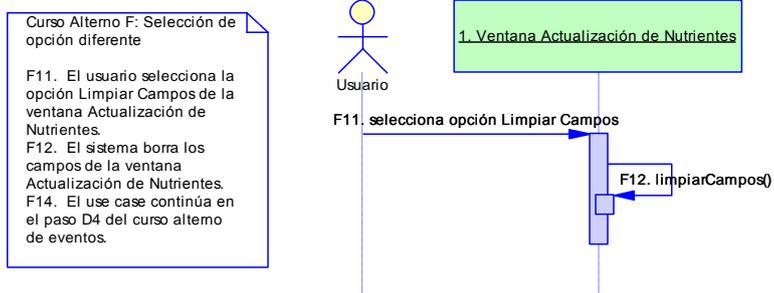
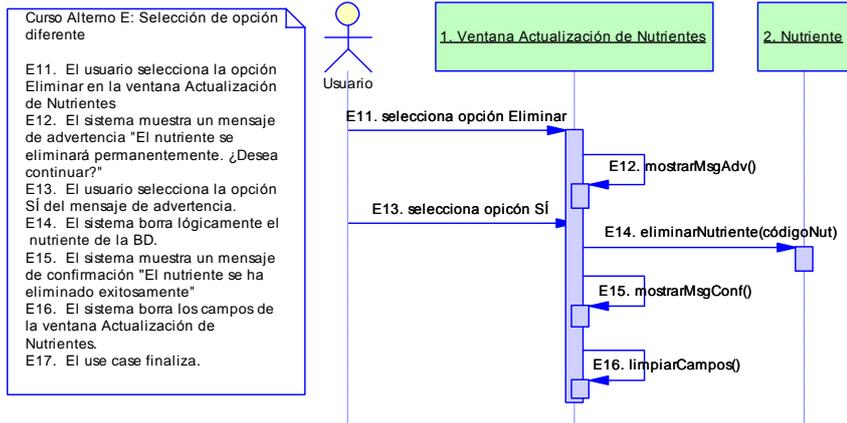
Curso Normal de Eventos



Curso Alterno de Eventos







Nombre de la Pantalla:	Ingreso de Ingredientes
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF3, RQF4, RQF7

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/04/2008

Nombre:	Administrar Ingredientes
Actores:	Usuario (administrador, docente)
Propósito:	Realizar acciones de ingreso, modificación o eliminación sobre los ingredientes.
Visión General:	El usuario seleccionará cualquiera de las opciones para administrar los ingredientes, una vez registrados los datos, el sistema almacenará la información en la base de datos.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF2, RQF3, RQF4, RQF5, RQF6, RQF7, RQF22, RQF32
Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario (docente) selecciona del menú Administrar la opción Administrar Ingredientes en la ventana Sistema para Formulación de

	Raciones Alimenticias.
Postcondición:	Se podrá mantener la base de datos de ingredientes actualizada.
CURSO NORMAL DE EVENTOS	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción ingresar Ingredientes de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>4. El usuario ingresa los datos que describen al nuevo ingrediente en la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>5. El usuario asigna los límites de inclusión del ingrediente según la especie animal, ingresa la fuente de datos del nuevo ingrediente en la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>6. El usuario selecciona la opción Cargar Nutrientes de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>8. El usuario selecciona los nutrientes que componen al ingrediente de la tabla Composición Nutricional</p>	<p>2. El sistema muestra la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>3. El sistema genera un código para el nuevo ingrediente.</p> <p>7. El sistema carga los nutrientes existentes en la tabla Composición Nutricional.</p> <p>9. El sistema activa las celdas correspondientes a la unidad y valor del nutriente seleccionado.</p>

<p>10. El usuario ingresa la unidad y el valor de cada nutriente seleccionado en las celdas respectivas de la tabla Composición Nutricional.</p> <p>11. El usuario selecciona la opción Guardar de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p>	<p>12. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>13. El sistema almacena los datos ingresados en la Base de Datos.</p> <p>14. El sistema muestra un mensaje de confirmación “El ingrediente se ha almacenado exitosamente”.</p> <p>15. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>16. El use case finaliza.</p>
--	---

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>A11. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p>	<p>A12. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>A13. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>A14. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>B11. El usuario selecciona la opción</p>	

<p>Limpiar Campos en la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>B13. El use case continúa en el paso 4 del curso normal de eventos.</p>	<p>B12. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p>
--	---

Curso Alterno C: Datos incompletos

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>C13. El use case continúa en el paso 4 del curso normal de eventos.</p>	<p>C12. El sistema muestra un mensaje de error “No se puede guardar el ingrediente, existen campos vacíos en el grupo Información General”.</p>

Nombre de la Pantalla:	Agregar Nutrientes
Referencia de Requerimientos:	RQF3
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/04/2008

Curso Alterno D: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>D6. El usuario selecciona la opción Agregar Nutriente de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p> <p>D9. El usuario ingresa los datos en los campos de texto de la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>D10. El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>D16. El usuario cierra la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>D17. El use case continúa en el paso 11 del curso normal de eventos.</p>	<p>D7. El sistema muestra la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>D8. El sistema genera un código para el nuevo Nutriente.</p> <p>D11. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>D12. El sistema almacena el nuevo nutriente en la Base de Datos.</p> <p>D13. El sistema muestra un mensaje de confirmación “El nutriente se ha almacenado exitosamente”.</p> <p>D14. El sistema borra los datos de la ventana Agregar Nutriente</p> <p>D15. El sistema actualiza la tabla Composición Nutricional de la ventana Ingreso de Ingredientes.</p>

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
--------------------	-----------------------

<p>E10. El usuario selecciona la opción Nuevo de la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>E12. El use case continúa en el paso D9 del curso alterno de eventos.</p>	<p>E11. El sistema genera un código para el nuevo nutriente.</p>
--	---

Curso Alterno F: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>F10. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>F13. El use case continua en el paso 8 del curso normal de eventos.</p>	<p>F11. El sistema borra todos los campos de texto en la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>F12. El sistema cierra la ventana actual.</p>

Curso Alterno G: Datos Incompletos

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>G12. El use case continua en el paso D9 del curso alterno de eventos.</p>	<p>G11. El sistema muestra un mensaje de error “Verifique que todos los campos estén llenos”.</p>

Nombre de la Pantalla:	Actualización de Ingredientes
Referencia de Requerimientos:	RQF5, RQF6

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/05/2008

Curso Alterno H: Selección de la opción Actualizar Ingredientes

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>H1. El usuario selecciona la opción Actualizar Ingredientes de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>H4. El usuario selecciona una opción de búsqueda en la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>H5. El usuario ingresa la información en el campo de texto correspondiente a la búsqueda.</p>	<p>H2. El sistema muestra la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>H3. El sistema activa las opciones de búsqueda de los ingredientes.</p>

<p>H7. El usuario selecciona un ingrediente de la lista en la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>H8. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>H10. El usuario modifica los datos necesarios del ingrediente.</p> <p>H11. El usuario selecciona la opción Modificar en la ventana Actualización de Ingredientes.</p>	<p>H6. El sistema filtra la información de los ingredientes de acuerdo a la opción de búsqueda seleccionada y a los datos ingresados.</p> <p>H9. El sistema carga todos los datos del ingrediente seleccionado en los campos de texto correspondientes de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>H12. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>H13. El sistema actualiza los datos del ingrediente en la Base de Datos.</p> <p>H14. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Los datos han sido modificados exitosamente".</p> <p>H15. El sistema borra todos los campos de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>H16. El use case finaliza.</p>
---	---

Nombre de la Pantalla:

Nutrientes Existentes

Referencia de Requerimientos:	RQF5
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	10/08/2008

Curso Alterno I: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>I11. El usuario selecciona la opción Agregar Nutriente Existente de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>I14. El usuario selecciona los nutrientes que desea añadir a la composición del ingrediente que está actualizando, en la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>I15. El usuario selecciona la opción Añadir a la lista en la ventana Nutrientes</p>	<p>I12. El sistema muestra la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>I13. El sistema carga los nutrientes existentes en la Base de Datos en la lista correspondiente.</p>

<p>Existentes.</p> <p>I18. El use case continua en el paso H10 del curso alterno de eventos.</p>	<p>I16. El sistema verifica que los nutrientes añadidos no existan en la composición actual del ingrediente.</p> <p>I17. El sistema actualiza la tabla composición nutricional de la ventana Actualización de Ingredientes.</p>
---	---

Curso Alterno J: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>J15. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>J17. El use case continua en el paso H10 del curso alterno de eventos.</p>	<p>J16. El sistema cierra la ventana actual.</p>

Nombre de la Pantalla:	Agregar Nutrientes
Referencia de Requerimientos:	RQF5
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/04/2008

Curso Alterno K: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>K11. El usuario selecciona la opción Agregar Nuevo Nutriente de la ventana Actualización de Ingredientes.</p>	<p>K12. El sistema muestra la ventana Agregar Nutrientes.</p>
<p>K14. El usuario ingresa los datos del nuevo nutriente en la ventana Agregar Nutrientes.</p>	<p>K13. El sistema genera un código para el nuevo nutriente.</p>
<p>K15. El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Agregar Nutrientes.</p>	<p>K16. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p>
	<p>K17. El sistema almacena el nutriente en la Base de Datos.</p>
	<p>K18. El sistema muestra un mensaje de confirmación “El nutriente se ha almacenado exitosamente”.</p>
	<p>K19. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Nutrientes.</p>
<p>K21. El usuario cierra la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>K22. El use case continúa en el paso H10 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>K20. El sistema actualiza la tabla Composición nutricional de la ventana Actualización de Ingredientes.</p>

Curso Alterno L: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>L15. El usuario selecciona la opción Nuevo de la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>L18. El use case continúa en el paso K14 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>L16. El sistema borra todos los campos de texto en la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>L17. El sistema genera un código para el nuevo nutriente.</p>

Curso Alternativo M: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>M15. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>M18. El use case continúa en el paso H10 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>M16. El sistema borra todos los campos de texto en la ventana Agregar Nutrientes.</p> <p>M17. El sistema cierra la ventana actual.</p>

Curso Alternativo N: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>N11. El usuario selecciona la opción Eliminar en la tabla Composición Nutricional de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>N13. El use case continúa en el paso H10 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>N12. El sistema actualiza la lista de nutrientes en la ventana Actualización de Ingredientes.</p>

Curso Alternativo O: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>O11. El usuario selecciona la opción Eliminar de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>O13. El usuario selecciona la opción SÍ en el mensaje de advertencia.</p>	<p>O12. El sistema muestra un mensaje de advertencia “El ingrediente se eliminará permanentemente. ¿Desea continuar?”.</p> <p>O14. El sistema borra lógicamente el registro del ingrediente de la Base de Datos.</p> <p>O15. El sistema muestra un mensaje de confirmación “Se ha eliminado el ingrediente”.</p> <p>O16. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>O17. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno P: Selección de opción diferente

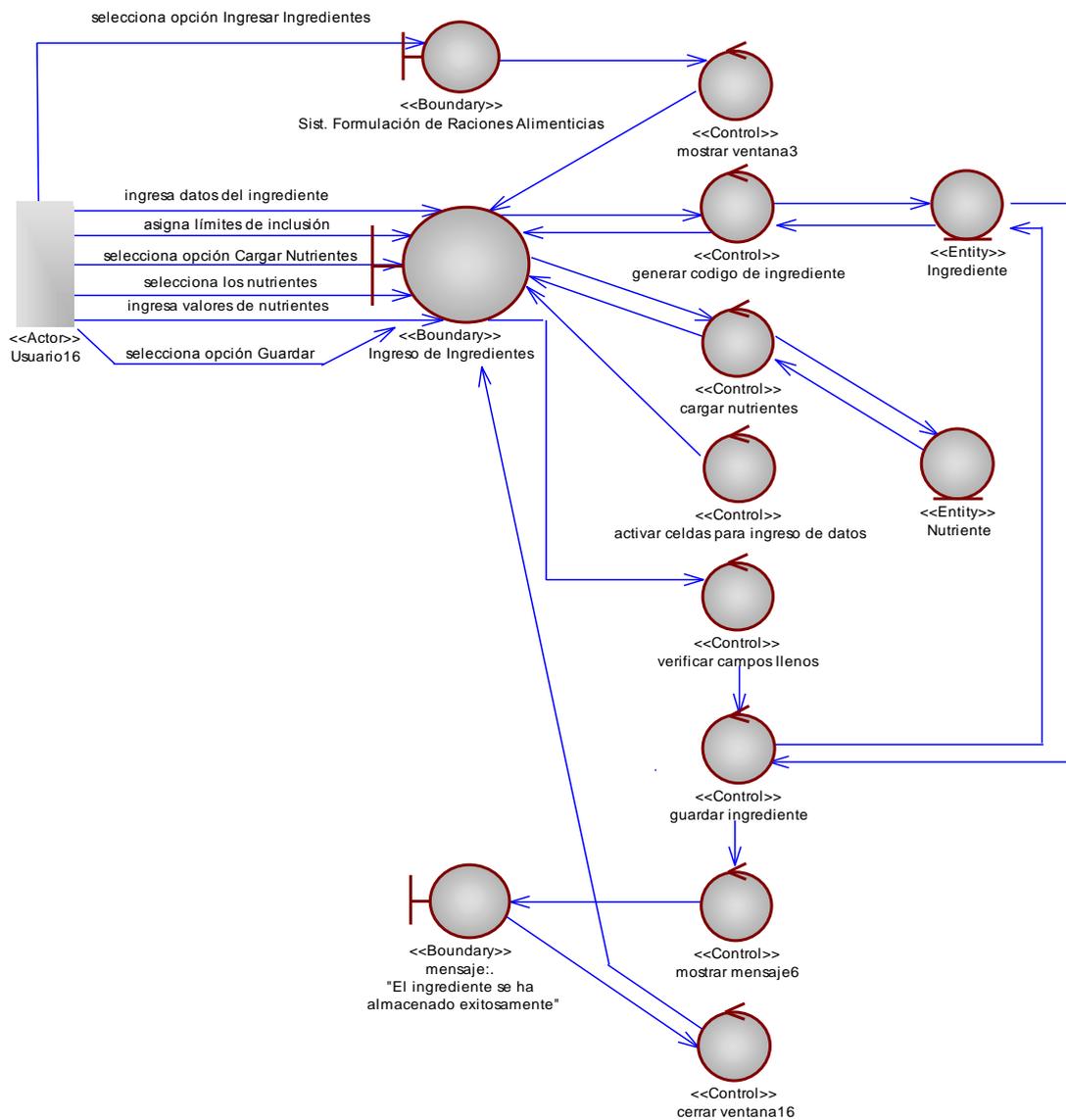
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>P11. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>P13. El use case continúa en el paso H4 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>P12. El sistema borra todos los campos de la ventana Actualización de Ingredientes.</p>

Curso Alterno Q: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>Q11. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Actualización de Ingredientes.</p>	<p>Q12. El sistema borra todos los campos de la ventana Actualización de Ingredientes.</p> <p>Q13. El sistema cierra la ventana actual</p> <p>Q14. El use case finaliza.</p>

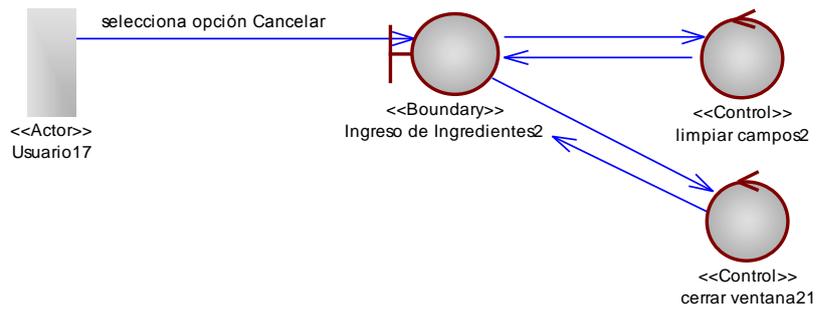
7.6.4.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

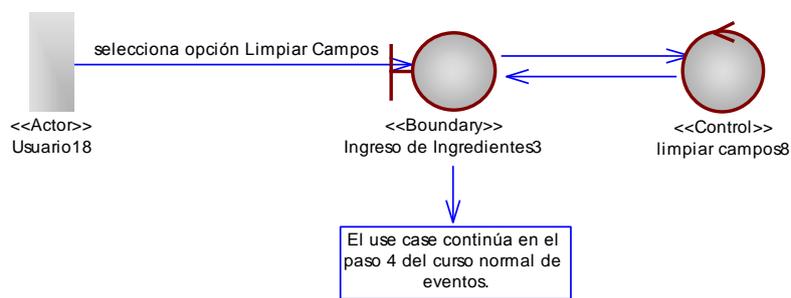


Curso Alterno de Eventos

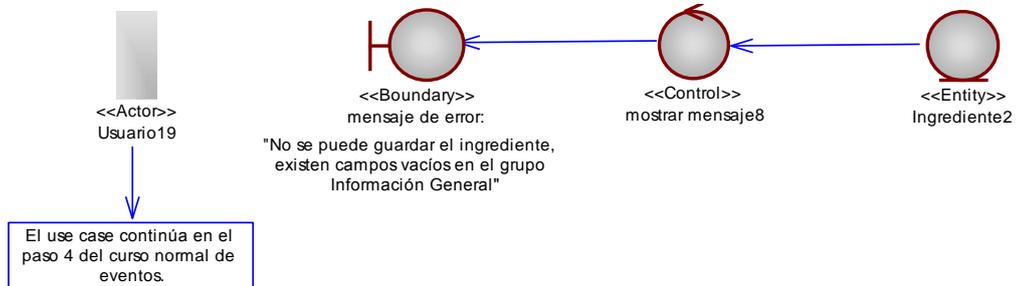
Curso Alternativo A: Selección de opción diferente



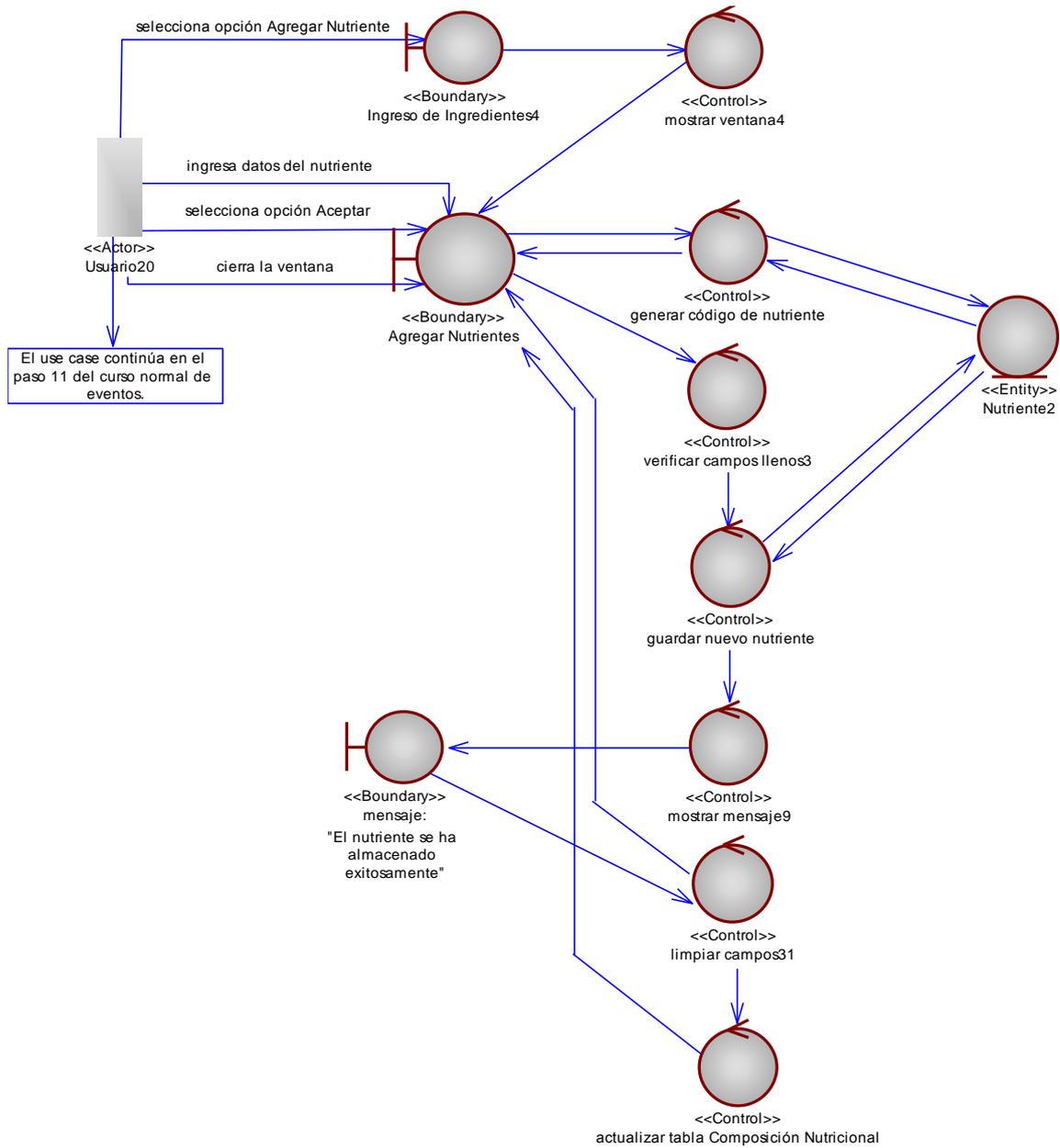
Curso Alternativo B: Selección de opción diferente



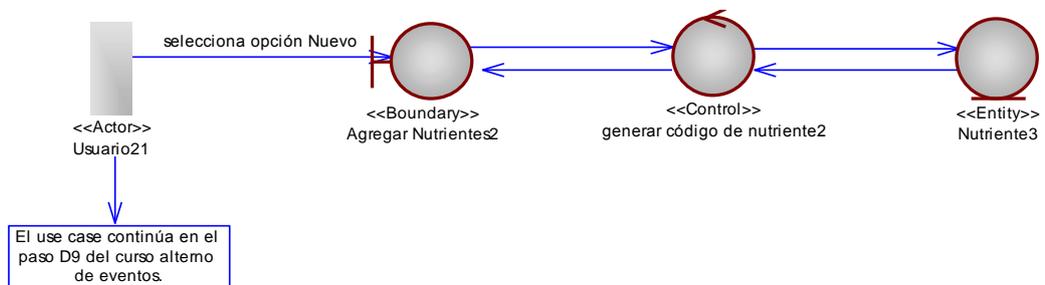
Curso Alternativo C: Datos Incompletos



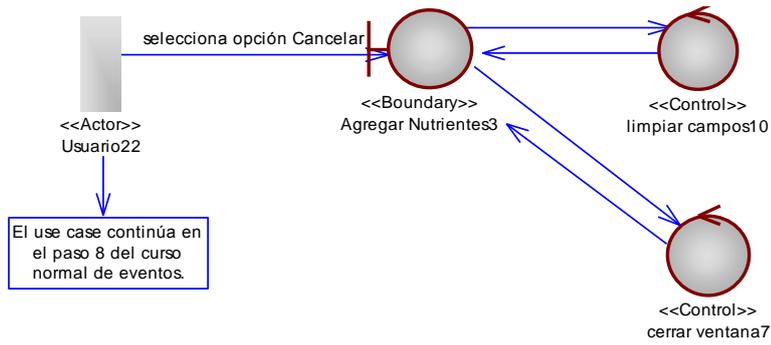
Curso Alternativo D: Selección de opción diferente



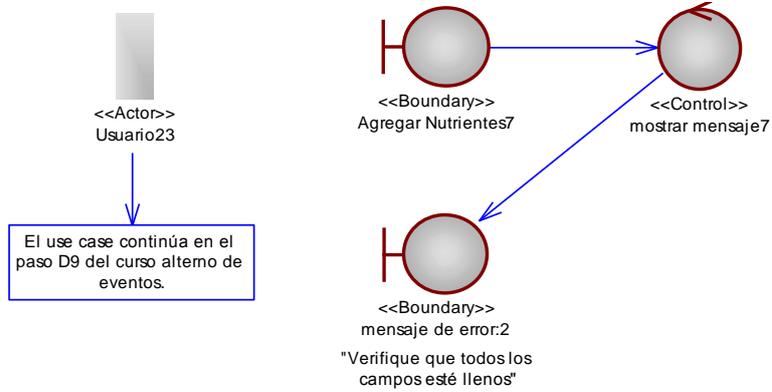
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente



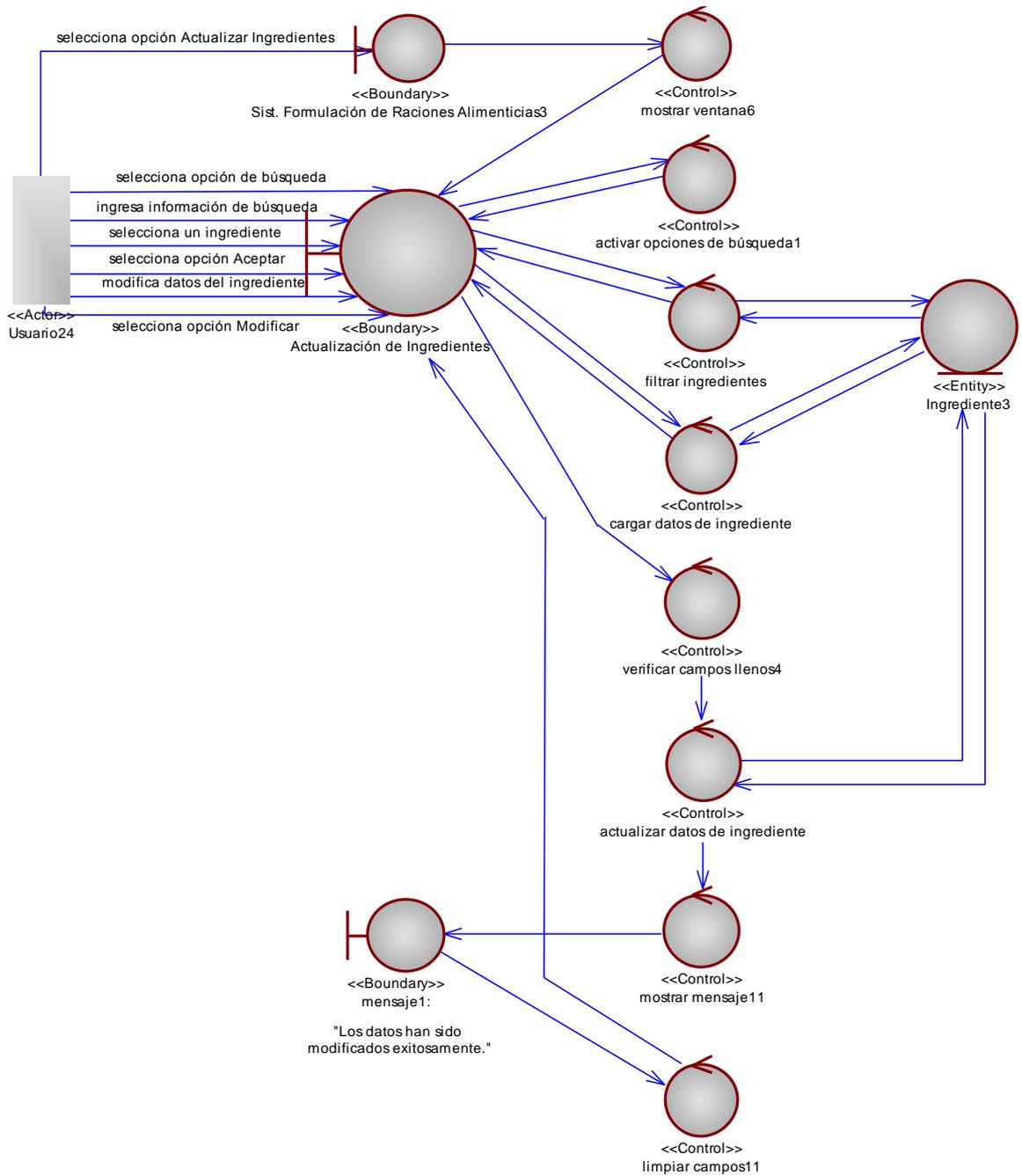
Curso Alternativo F: Selección de opción diferente



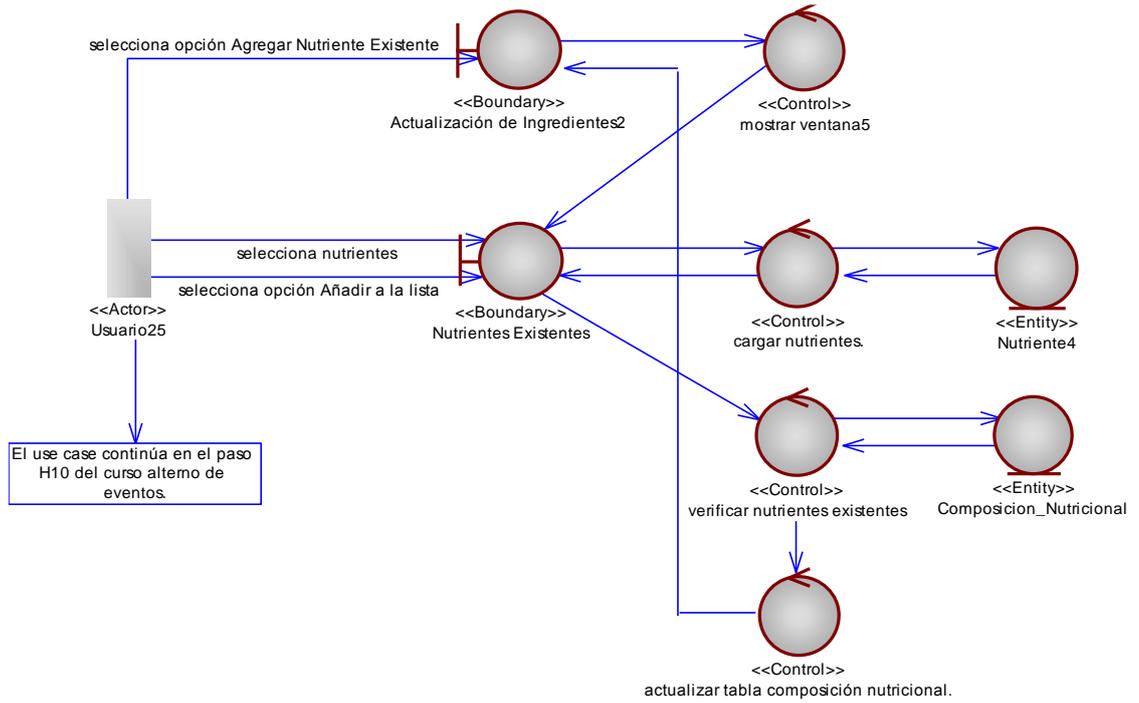
Curso Alternativo G: Datos Incompletos



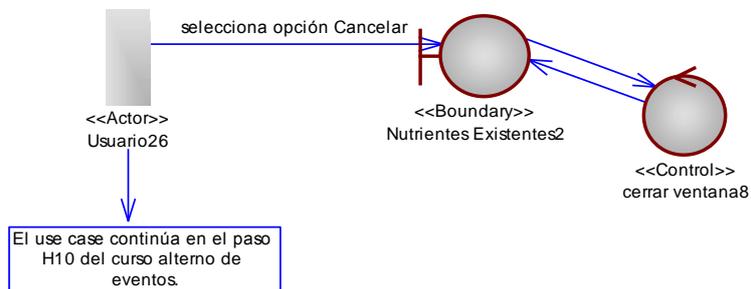
Curso Alterno H: Selección de la opción Actualizar Ingredientes



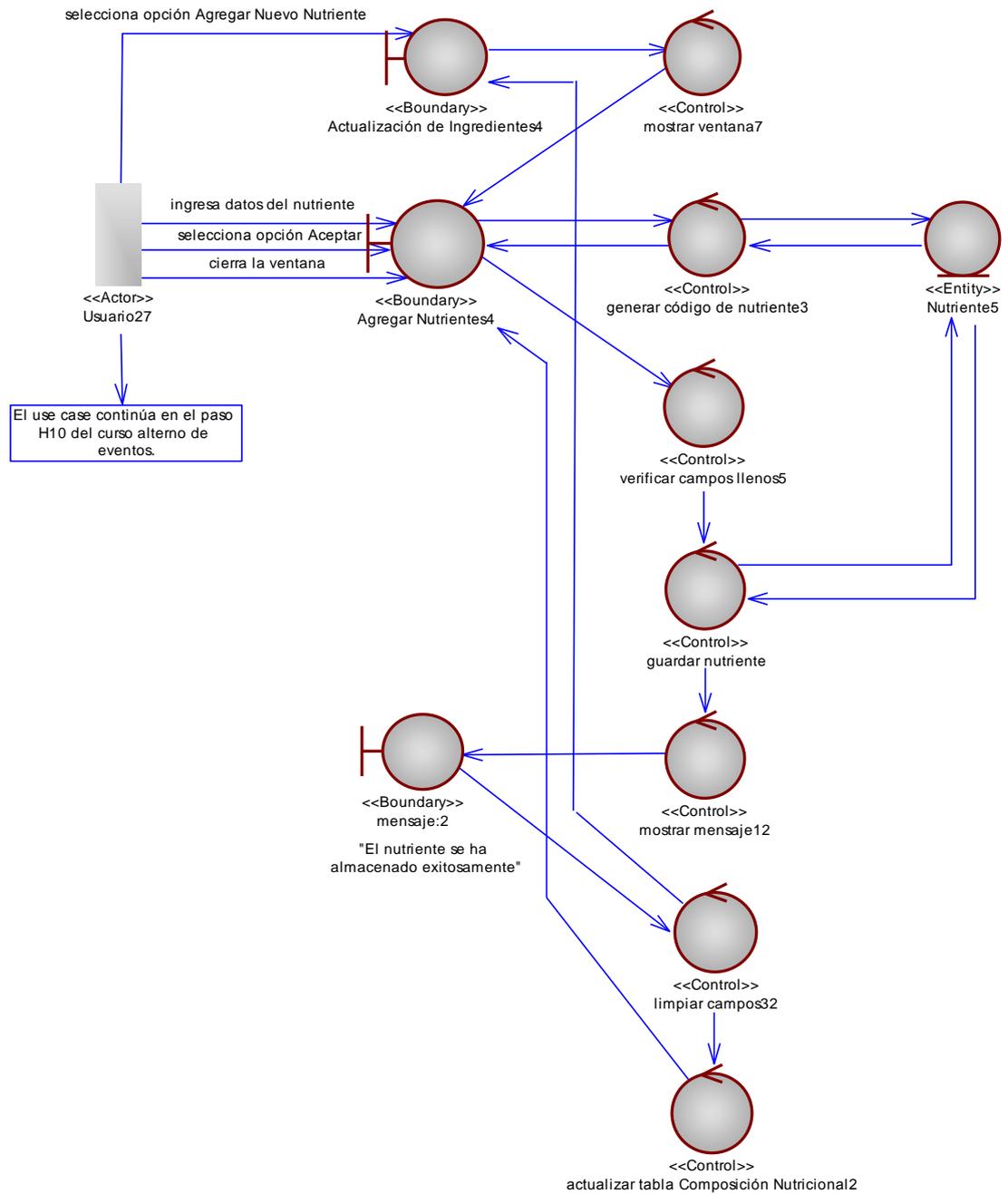
Curso Alterno I: Selección de opción diferente



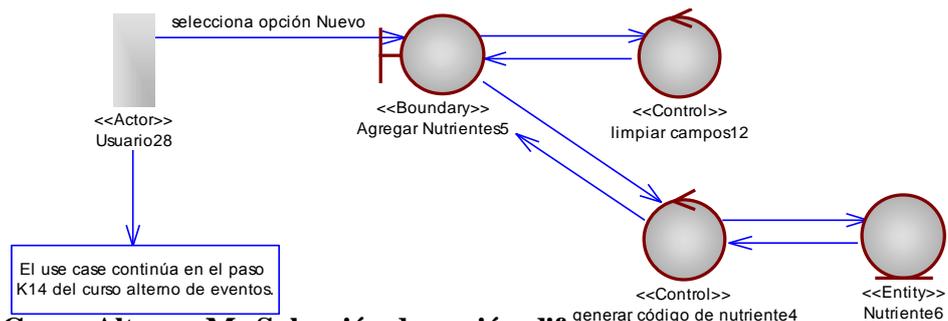
Curso Alterno J: Selección de opción diferente



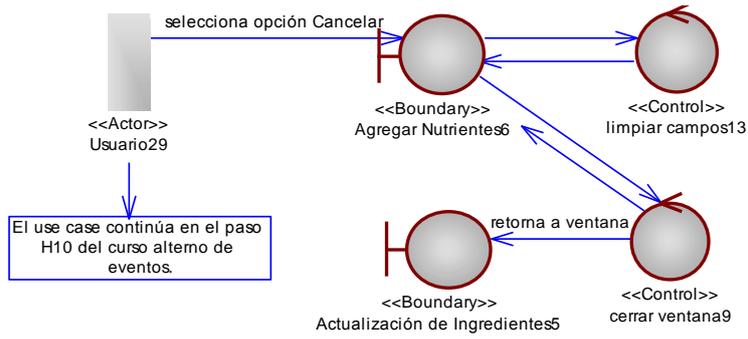
Curso Alterno K: Selección de opción diferente



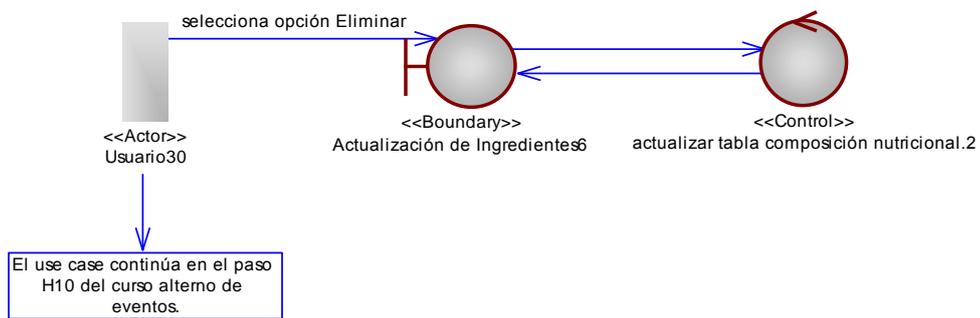
Curso Alterno L: Selección de opción diferente



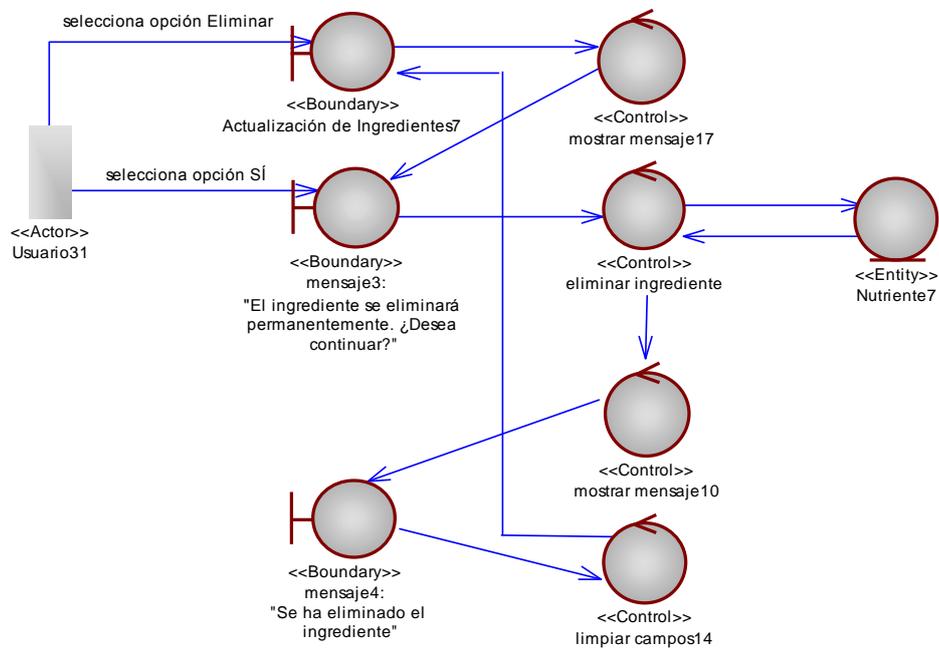
Curso Alterno M: Selección de opción diferente



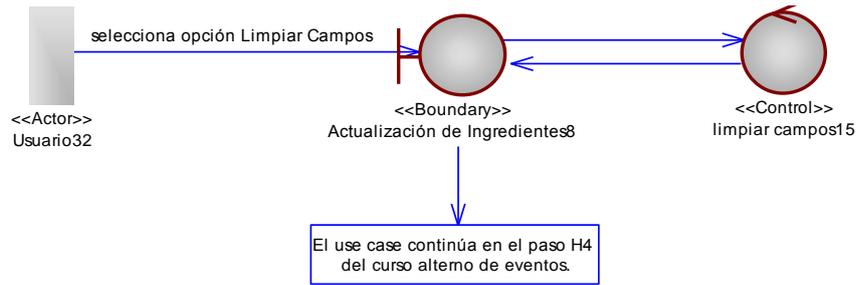
Curso Alternativo N: Selección de opción diferente



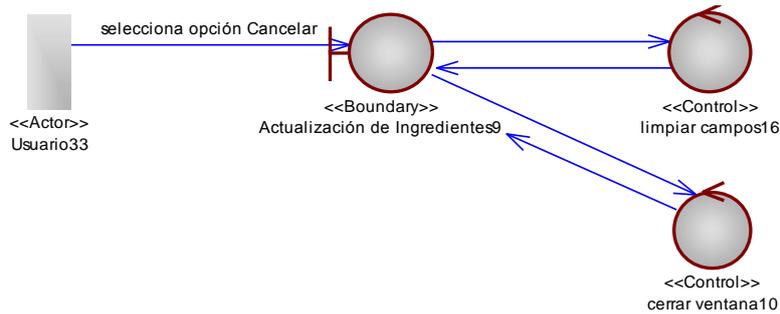
Curso Alternativo O: Selección de opción diferente



Curso Alternativo P: Selección de opción diferente

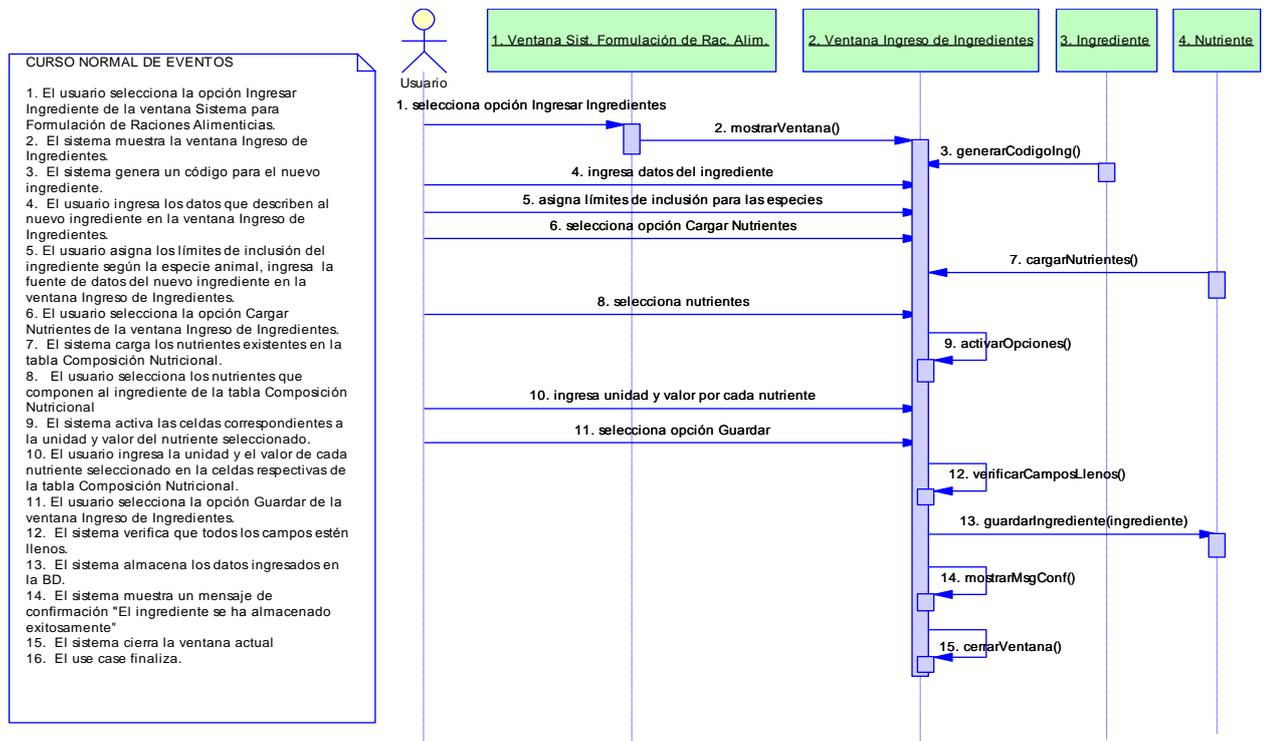


Curso Alterno Q: Selección de opción diferente



7.6.4.2 Diagrama de Secuencia

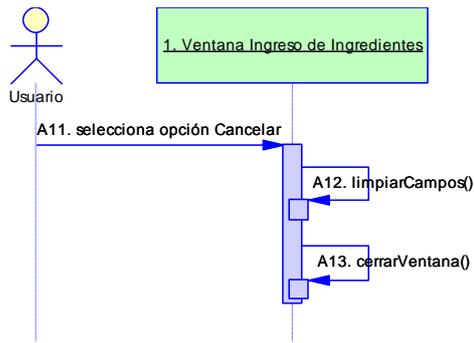
Curso Normal de Eventos



Curso Alterno de Eventos

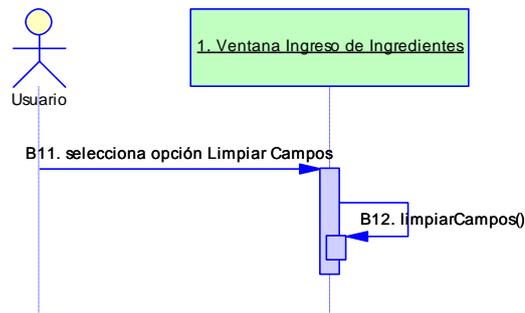
Curso Alterno A: Selección de la opción Cancelar

A11. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Ingreso de Ingredientes.
 A12. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Ingredientes.
 A13. El sistema cierra la ventana actual.
 A14. El use case finaliza.



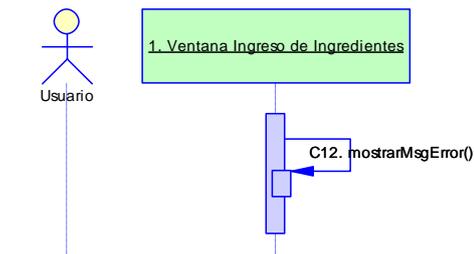
Curso Alterno B: Selección de la opción diferente

B11. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana Ingreso de Ingredientes.
 B12. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Ingredientes.
 B13. El use case continúa en el paso 4 del curso normal de eventos.



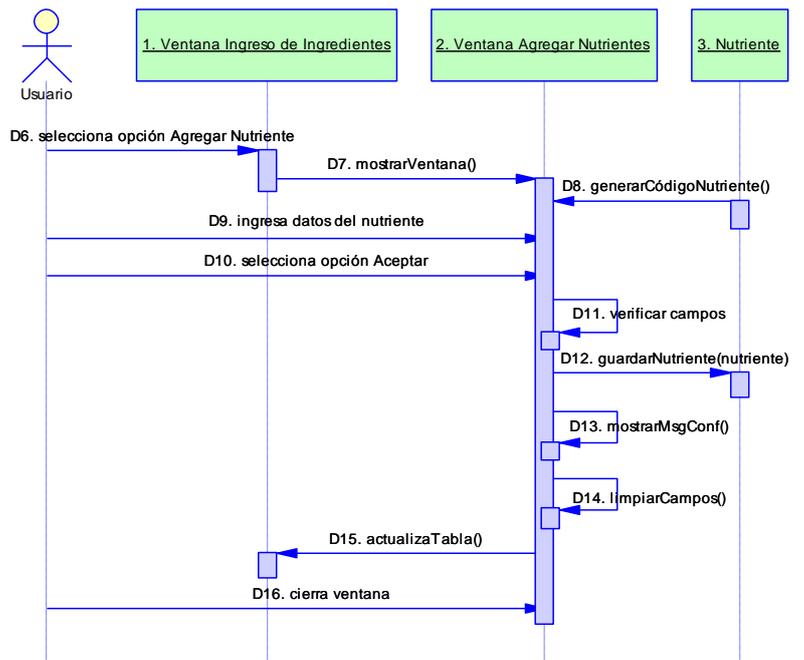
Curso Alterno C: Datos incompletos

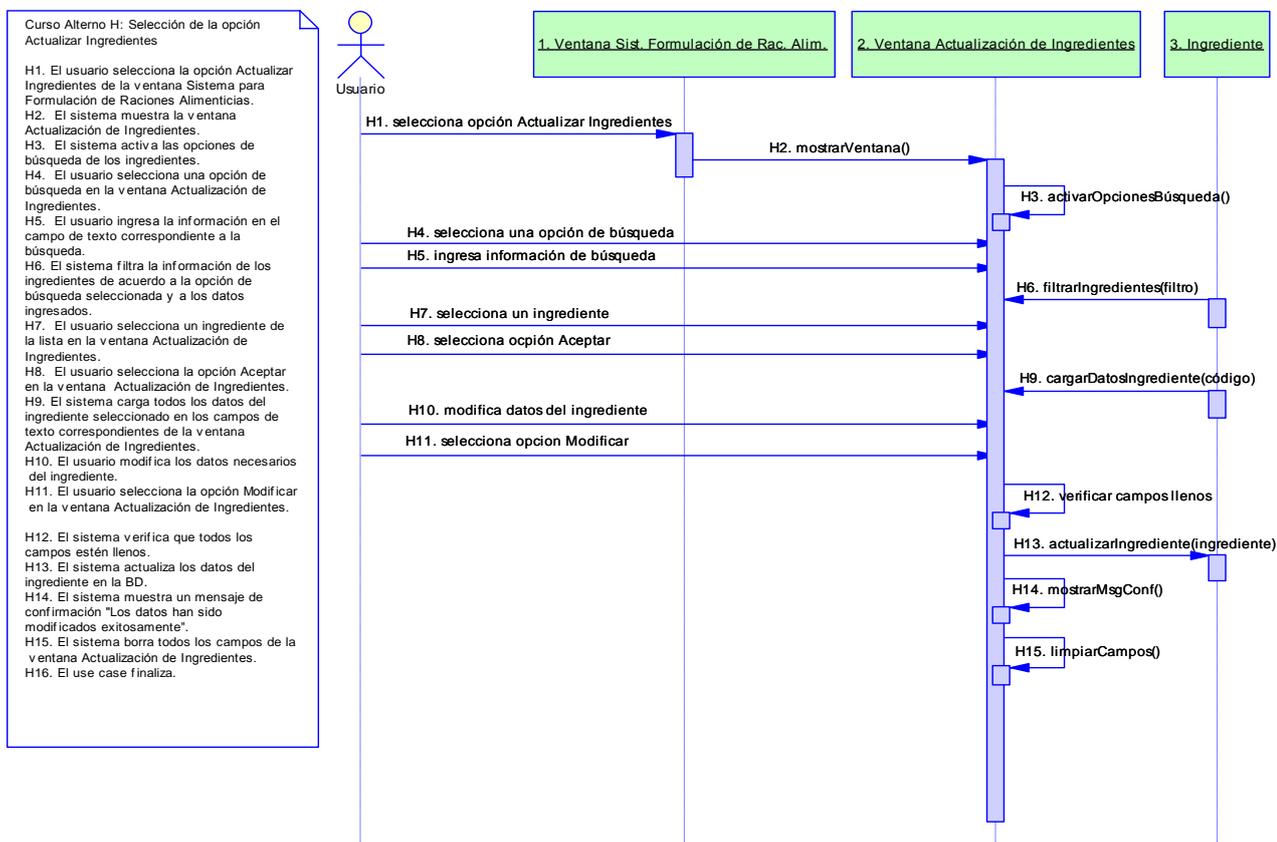
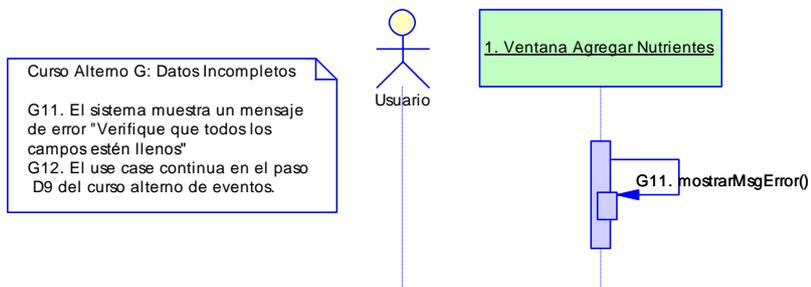
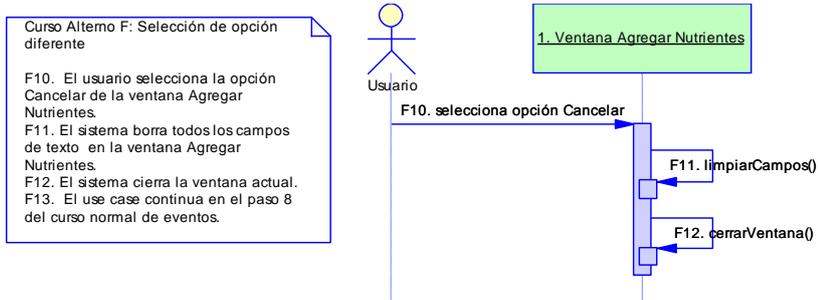
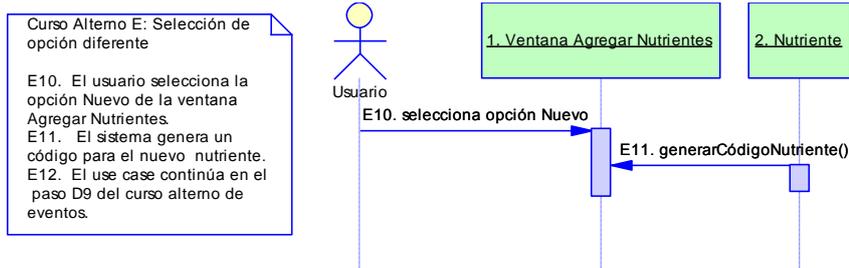
C12. El sistema muestra un mensaje de error "No se puede guardar el ingrediente, existen campos vacíos en el grupo Información General"
 C13. El use case continúa en el paso 4 del curso normal de eventos.



Curso Alterno D: Selección de opción diferente

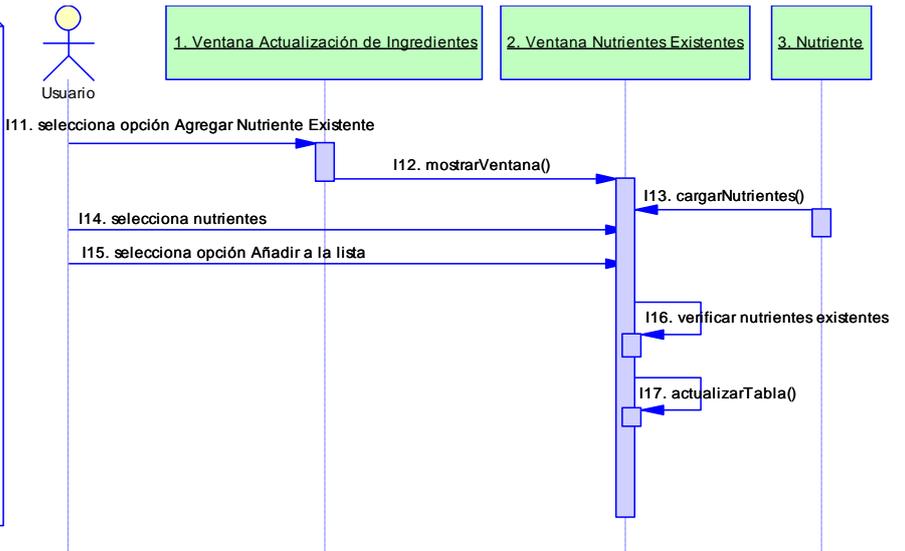
D6. El usuario selecciona la opción Agregar Nutriente de la ventana Ingreso de Ingredientes.
 D7. El sistema muestra la ventana Agregar Nutrientes.
 D8. El sistema genera un código para el nuevo Nutriente.
 D9. El usuario ingresa los datos en los campos de texto de la ventana Agregar Nutrientes.
 D10. El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Agregar Nutrientes.
 D11. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.
 D12. El sistema almacena el nuevo nutriente en la BD.
 D13. El sistema muestra un mensaje de confirmación "El nutriente se ha almacenado exitosamente"
 D14. El sistema borra los datos de la ventana Agregar Nutriente
 D15. El sistema actualiza la tabla Composición Nutricional de la ventana Ingreso de Ingredientes.
 D16. El usuario cierra la ventana Agregar Nutrientes.
 D17. El use case continúa en el paso 11 del curso normal de eventos.





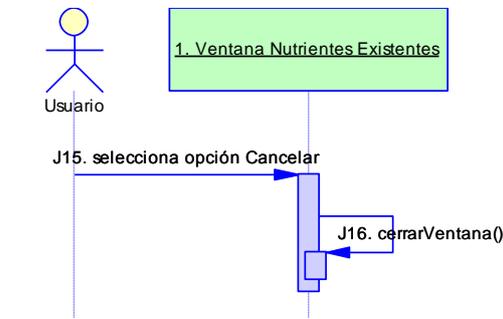
Curso Alterno I: Selección de opción diferente

I11. El usuario selecciona la opción Agregar Nutriente Existente de la ventana Actualización de Ingredientes.
 I12. El sistema muestra la ventana Nutrientes Existentes.
 I13. El sistema carga los nutrientes existentes en la BD en la lista correspondiente.
 I14. El usuario selecciona los nutrientes que desea añadir a la composición del ingrediente que está actualizando, en la ventana Nutrientes Existentes.
 I15. El usuario selecciona la opción Añadir a la lista en la ventana Nutrientes Existentes.
 I16. El sistema verifica que los nutrientes añadidos no existan en la composición actual del ingrediente.
 I17. El sistema actualiza la tabla composición nutricional de la ventana Actualización de Ingredientes.
 I18. El use case continúa en el paso H10 del curso alternativo de eventos.



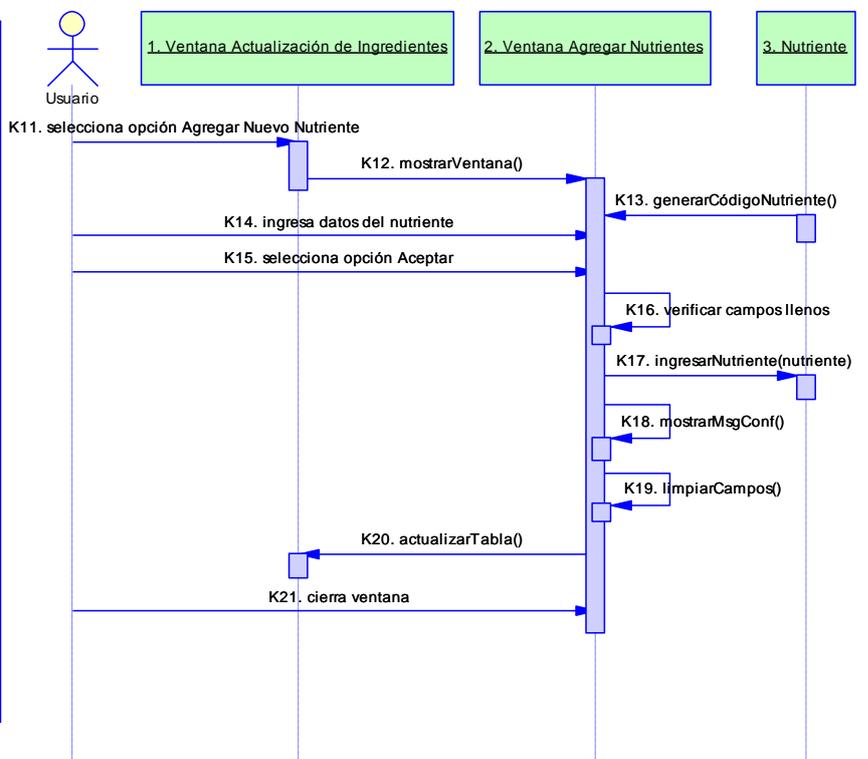
Curso Alterno J: Selección de opción diferente

J15. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Nutrientes Existentes.
 J16. El sistema cierra la ventana actual.
 J17. El use case continúa en el paso H10 del curso alternativo de eventos.



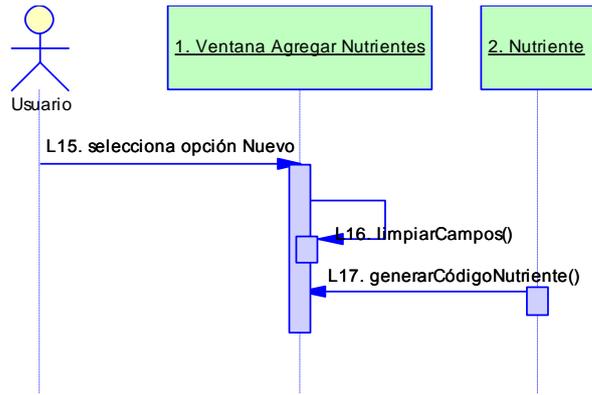
Curso Alterno K: Selección de opción diferente

K11. El usuario selecciona la opción Agregar Nuevo Nutriente de la ventana Actualización de Ingredientes.
 K12. El sistema muestra la ventana Agregar Nutrientes.
 K13. El sistema genera un código para el nuevo nutriente.
 K14. El usuario ingresa los datos del nuevo nutriente en la ventana Agregar Nutrientes.
 K15. El usuario selecciona la opción Aceptar de la ventana Agregar Nutrientes.
 K16. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.
 K17. El sistema almacena el nutriente en la BD.
 K18. El sistema muestra un mensaje de confirmación "El nutriente se ha almacenado exitosamente"
 K19. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Nutrientes.
 K20. El sistema actualiza la tabla Composición nutricional de la ventana Actualización de Ingredientes.
 K21. El usuario cierra la ventana Agregar Nutrientes.
 K22. El use case continúa en el paso H10 del curso alternativo de eventos.



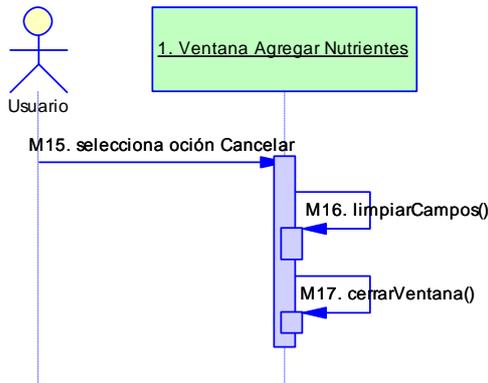
Curso Alterno L: Selección de opción diferente

L15. El usuario selecciona la opción Nuevo de la ventana Agregar Nutrientes.
 L16. El sistema borra todos los campos de texto en la ventana Agregar Nutrientes.
 L17. El sistema genera un código para el nuevo nutriente.
 L18. El use case continúa en el paso K14 del curso altemo de eventos



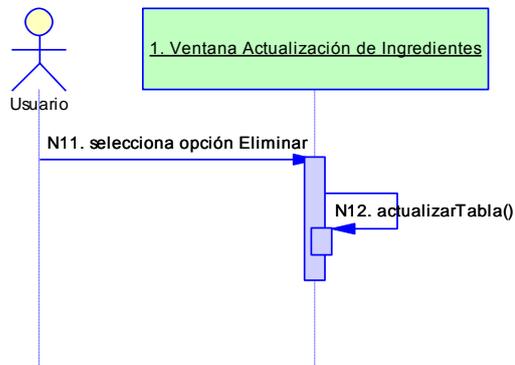
Curso Alterno M: Selección de opción diferente

M15. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Agregar Nutrientes.
 M16. El sistema borra todos los campos de texto en la ventana Agregar Nutrientes.
 M17. El sistema cierra la ventana actual.
 M18. El use case continúa en el paso H10 del curso altemo de eventos.



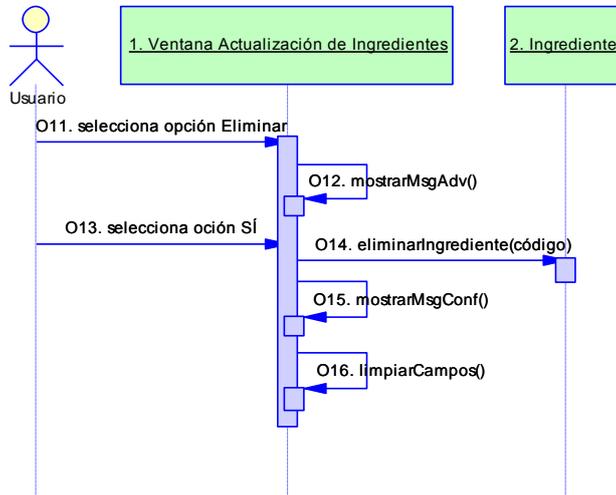
Curso Alterno N: Selección de opción diferente

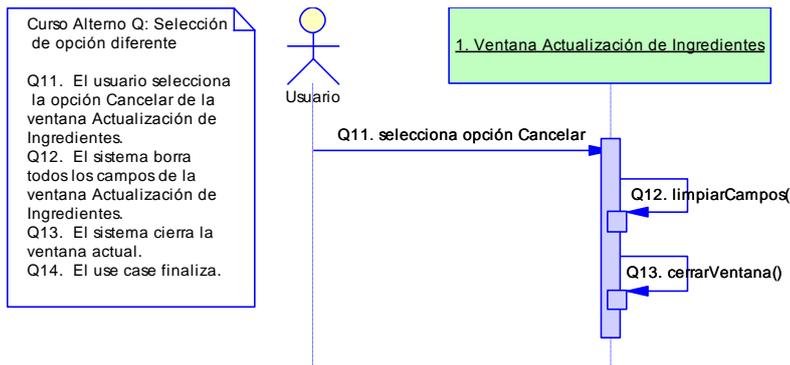
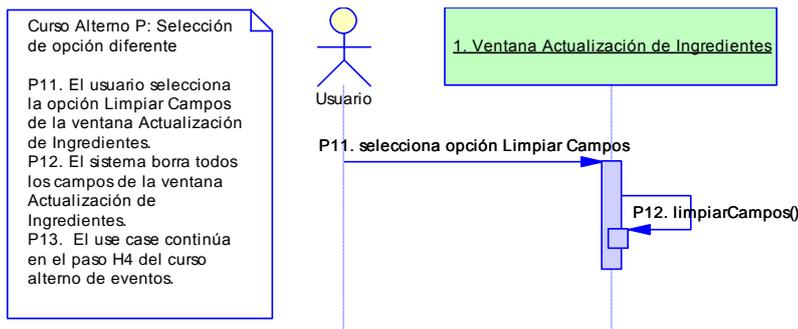
N11. El usuario selecciona la opción Eliminar en la tabla Composición Nutricional de la ventana Actualización de Ingredientes.
 N12. El sistema actualiza la lista de nutrientes en la ventana Actualización de Ingredientes.
 N13. El use case continúa en el paso H10 del curso altemo de eventos.



Curso Alterno O: Selección de opción diferente

O11. El usuario selecciona la opción Eliminar de la ventana Actualización de Ingredientes.
 O12. El sistema muestra un mensaje de advertencia "El ingrediente se eliminará permanentemente. ¿Desea continuar?"
 O13. El usuario selecciona la opción Sí en el mensaje de advertencia.
 O14. El sistema borra lógicamente el registro del ingrediente de la BD.
 O15. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Se ha eliminado el ingrediente"
 O16. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Ingredientes.
 O17. El use case finaliza.

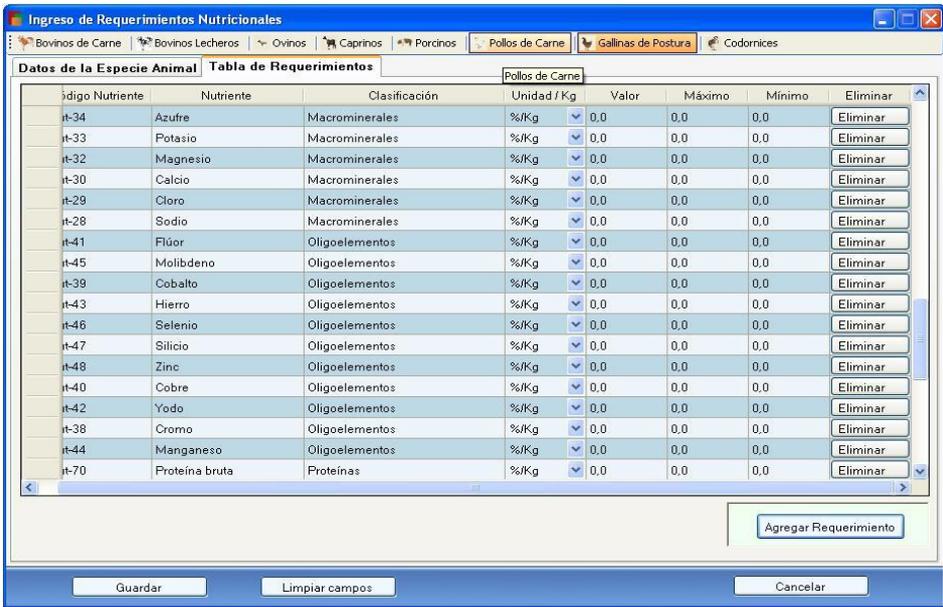




7.6.5 Caso de Uso: Administrar Requerimientos Nutricionales

Nombre de la Pantalla:	Ingreso de Requerimientos Nutricionales
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF12, RQF13, RQF31

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	10/10/2008

Nombre de la Pantalla:	Ingreso de Requerimientos Nutricionales
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF12, RQF13, RQF31
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	10/10/2008

Nombre:	Administrar Requerimientos Nutricionales
Actores:	Usuario (docente)
Propósito:	Realizar acciones de ingreso, modificación o eliminación sobre los requerimientos nutricionales de una determinada especie.
Visión General:	El usuario seleccionará cualquiera de las opciones para administrar los requerimientos nutricionales, una vez registrados los datos, el sistema almacenará la información en la base de datos.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF2, RQF7, RQF12, RQF13, RQF14, RQF15, RQF22, RQF26, RQF31
Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario (docente) selecciona del menú Administrar la opción Administrar Requerimientos Nutricionales en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
Postcondición:	Se podrá mantener la base de datos de requerimientos nutricionales actualizada.

CURSO NORMAL DE EVENTOS	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción Ingresar Requerimientos de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>3. El usuario selecciona una especie animal en la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>5. El usuario ingresa los datos referentes a la descripción del requerimiento en el grupo Datos de la Especie Animal de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>6. El usuario selecciona la opción Cargar Nutrientes de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>10. El usuario ingresa los valores de los nutrientes en la Tabla de Nutrientes en la Ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p>	<p>2. El sistema muestra la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>4. El sistema activa los campos de texto de acuerdo a la especie escogida para el ingreso de la información.</p> <p>7. El sistema verifica que todos los campos del grupo Datos de la Especie Animal estén llenos.</p> <p>8. El sistema activa el grupo Tabla de Requerimientos de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>9. El sistema carga los nutrientes existentes en la tabla respectiva.</p>

<p>11. El usuario selecciona la opción Guardar de la ventana Ingresar Requerimientos Nutricionales.</p>	<p>12. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>13. El sistema genera un código para la descripción del nuevo requerimiento.</p> <p>14. El sistema genera un código de requerimientos por cada nutriente.</p> <p>15. El sistema almacena los datos en la Base de Datos.</p> <p>16. El sistema muestra un mensaje de confirmación “Los requerimientos se han almacenado exitosamente”.</p> <p>17. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>18. El use case finaliza.</p>
--	--

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>A11. El usuario selecciona la opción Cancelar de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p>	<p>A12. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>A13. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>A14. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>B11. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana</p>	

<p>Ingreso de Requerimientos Nutricionales</p> <p>B13. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.</p>	<p>B12. El sistema borra todos los campos de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales</p>
--	--

Nombre de la Pantalla:	Agregar Requerimiento Nutricional
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF12, RQF13, RQF31
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	10/10/2008

Curso Alterno C: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>C11. El usuario selecciona la opción Agregar Requerimiento de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales</p>	<p>C12. El sistema muestra la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p>

<p>C14. El usuario ingresa los datos del nuevo requerimiento en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>C15. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>C20. El use case continúa en el paso 11 del curso normal de eventos.</p>	<p>C13. El sistema genera un código para el nuevo requerimiento.</p> <p>C16.El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p> <p>C17.El sistema almacena el nuevo requerimiento en la Base de Datos.</p> <p>C18.El sistema muestra un mensaje de confirmación “El requerimiento se ha almacenado exitosamente”.</p> <p>C19.El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos de la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p>
---	---

Curso Alterno D: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>D15. El usuario selecciona la opción Nuevo en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>D18. El use case continúa en el paso C15 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>D16. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>D17. El sistema genera un código para el nuevo requerimiento.</p>

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>E15. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>E18. El use case continúa en el paso 11 del curso normal de eventos.</p>	<p>E16. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>E17. El sistema cierra la ventana actual.</p>

Curso Alterno F: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>F11. El usuario selecciona la opción Eliminar de la Tabla de Requerimientos en la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F13. El use case continúa en el paso 11 del curso normal de eventos.</p>	<p>F12. El sistema quita de la Tabla de Requerimientos el nutriente seleccionado.</p>

Nombre de la Pantalla:	Actualización de Requerimientos Nutricionales
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF14, RQF15, RQF31

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	14/11/2008

Curso Alterno G: Selección de la opción Actualizar Requerimientos

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
G1. El usuario selecciona la opción Actualizar Requerimientos en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.	
G3. El usuario selecciona una especie animal en la ventana. Actualización de Requerimientos Nutricionales.	G2. El sistema muestra la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
	G4. El sistema activa las opciones de búsqueda para los requerimientos.

<p>G5. El usuario selecciona una opción de búsqueda para los requerimientos en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>G6. El usuario selecciona la opción Buscar en la Ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>G8. El usuario selecciona una descripción de la tabla de búsqueda.</p> <p>G9. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>G12. El usuario modifica los datos necesarios del requerimiento.</p> <p>G13. El usuario selecciona la opción Modificar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p>	<p>G7. El sistema carga todas las descripciones de requerimientos en la tabla de búsqueda de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>G10. El sistema carga los datos del requerimiento escogido en los campos de texto correspondientes de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>G11. El sistema activa la Tabla de Nutrientes y las opciones para la actualización del requerimiento.</p> <p>G14. El sistema actualiza los datos del requerimiento en la Base de Datos.</p>
--	--

	<p>G15. El sistema muestra un mensaje de confirmación “Los datos se han actualizado exitosamente”.</p> <p>G16. El use case finaliza.</p>
--	--

Curso Alterno H: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>H13. El usuario selecciona la opción Eliminar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>H15. El usuario selecciona la opción SÍ en el mensaje de advertencia.</p>	<p>H14. El sistema muestra un mensaje de advertencia “Los requerimientos se eliminarán permanentemente. ¿Desea continuar?”.</p> <p>H16. El sistema borra lógicamente el registro del requerimiento de la Base de Datos.</p> <p>H17. El sistema muestra un mensaje de confirmación “Se han eliminado los requerimientos”.</p> <p>H18. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>H19. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno I: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>I13. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p>	

	<p>I14. El sistema cierra la ventana.</p> <p>I15. El use case finaliza.</p>
--	---

Curso Alterno J: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>J13. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>J15. El use case continúa en el paso G3 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>J14. El sistema borra todos los campos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p>

Nombre de la Pantalla:	Nutrientes Existentes
Referencia de Requerimientos:	RQF5, RQF14
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	10/10/2008

Curso Alterno K: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>K13. El usuario selecciona la opción Agregar Nutriente Existente en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>K16. El usuario selecciona los nutrientes que desea añadir en la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>K17. El usuario selecciona la opción Añadir a la lista en la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>K20. El use case continua en el paso G12 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>K14. El sistema muestra la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>K15. El sistema carga los nutrientes existentes en la lista correspondiente.</p> <p>K18. El sistema verifica que los nutrientes añadidos no existan en el requerimiento actual.</p> <p>K19. El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p>

Curso Alterno L: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>L17. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Nutrientes Existentes.</p> <p>L19. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>L18. El sistema cierra la ventana actual.</p>

Nombre de la Pantalla:	Agregar Requerimiento Nutricional
Referencia de Requerimientos:	RQF14
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	28/11/2008

Curso Alterno M: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>M13. El usuario selecciona la opción Agregar Nuevo Nutriente de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales</p>	
	<p>M14.El sistema muestra la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p>
	<p>M15.El sistema genera un código para el nuevo requerimiento.</p>
<p>M16. El usuario ingresa los datos del nuevo requerimiento en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p>	
<p>M17. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p>	
	<p>M18.El sistema verifica que todos los campos estén llenos.</p>

<p>M22. El use case continúa en el paso G12 del curso alterno de eventos.</p>	<p>M19.El sistema almacena el nuevo requerimiento en la Base de Datos.</p> <p>M20.El sistema muestra un mensaje de confirmación “El requerimiento se ha almacenado exitosamente”.</p> <p>M21.El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p>
--	--

Curso Alterno N: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>N17. El usuario selecciona la opción Nuevo en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>N20. El use case continúa en el paso M16 del curso alterno de eventos.</p>	<p>N18. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>N19. El sistema genera un código para el nuevo requerimiento.</p>

Curso Alterno O: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>O17. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p>	<p>O18. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.</p> <p>O19. El sistema cierra la ventana actual.</p>

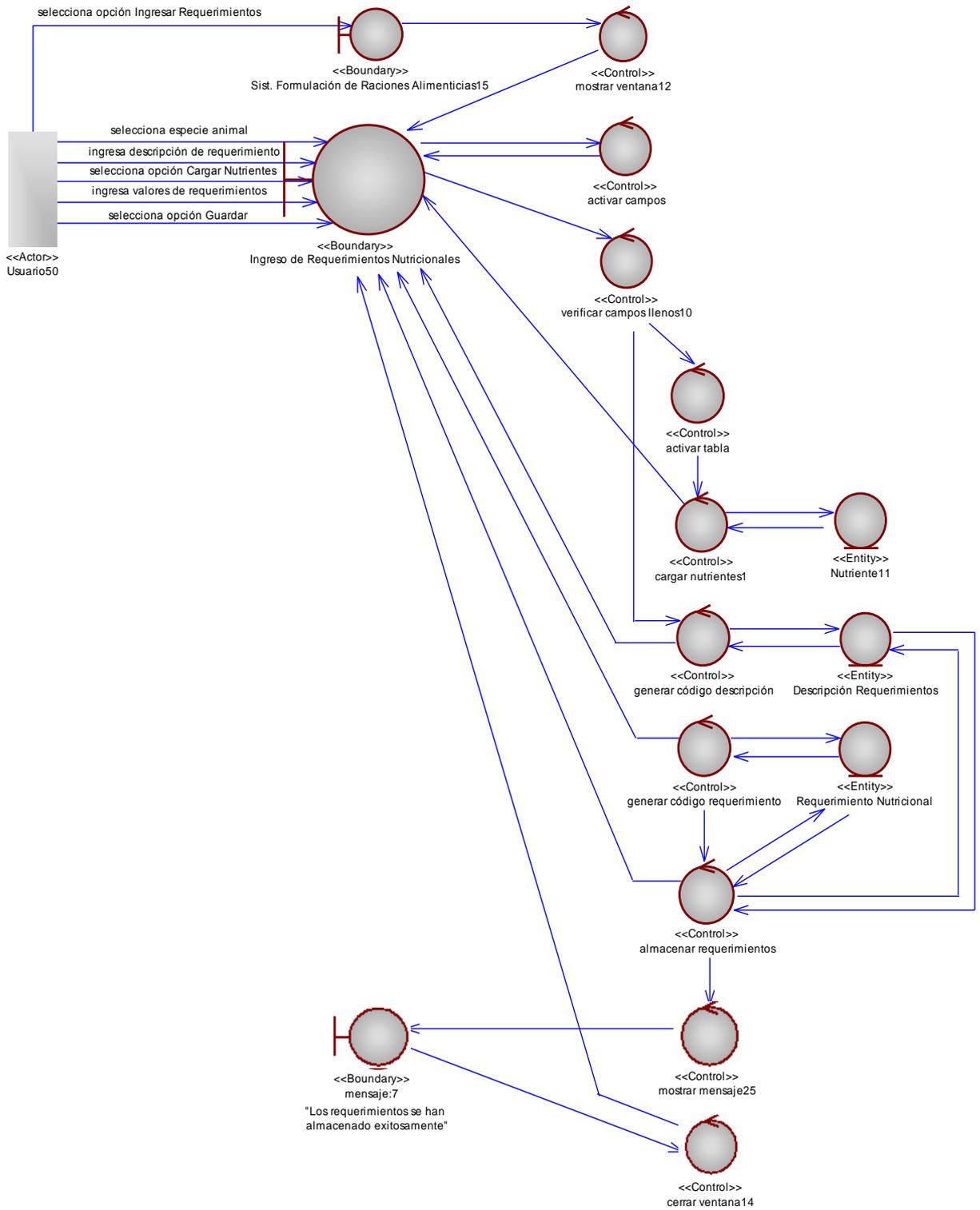
O20. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.	
---	--

Curso Alterno P: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>P13. El usuario selecciona la opción Eliminar de la Tabla de Requerimientos en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.</p>	<p>P14. El sistema quita de la Tabla de Requerimientos el nutriente seleccionado.</p>
<p>P15. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.</p>	

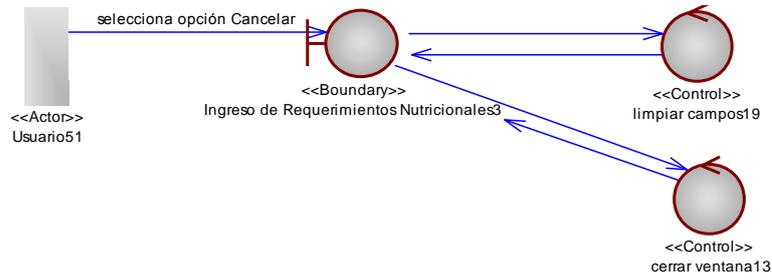
7.6.5.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

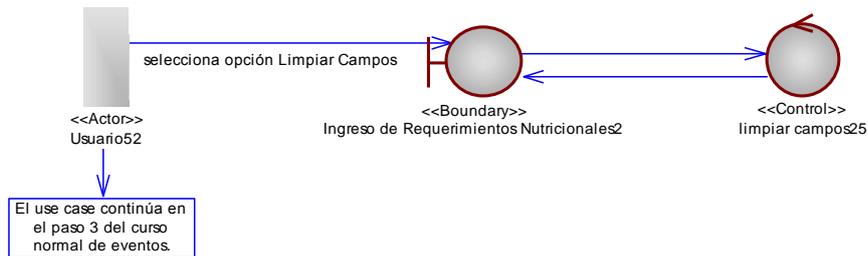


Curso Alternativo de Eventos

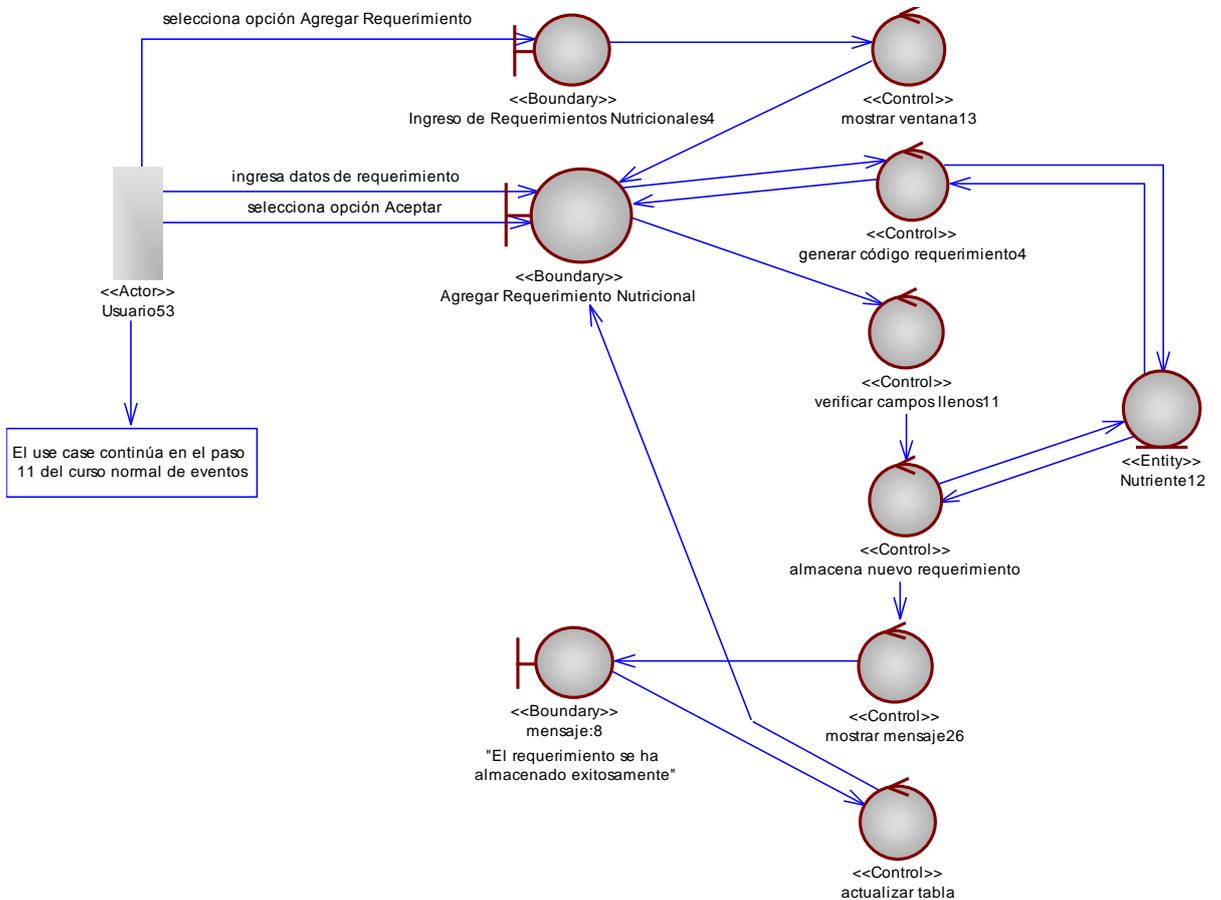
Curso Alternativo A: Selección de opción diferente



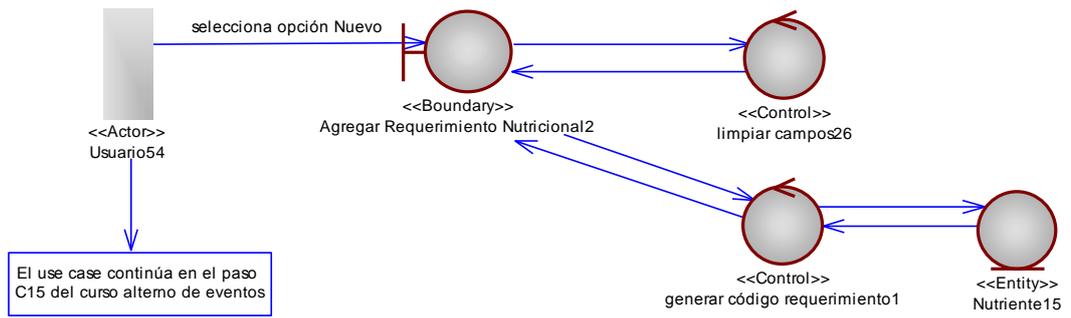
Curso Alternativo B: Selección de opción diferente



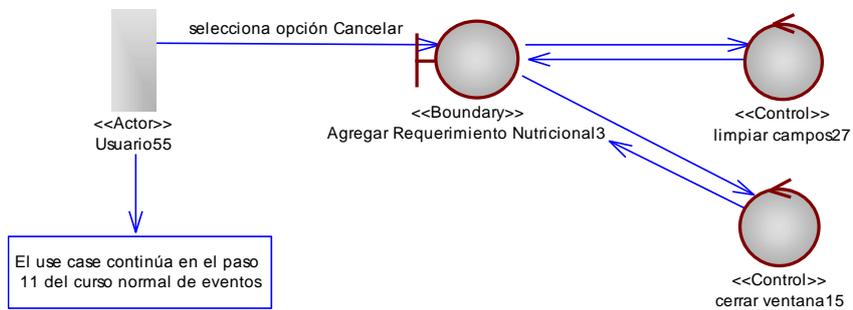
Curso Alternativo C: Selección de opción diferente



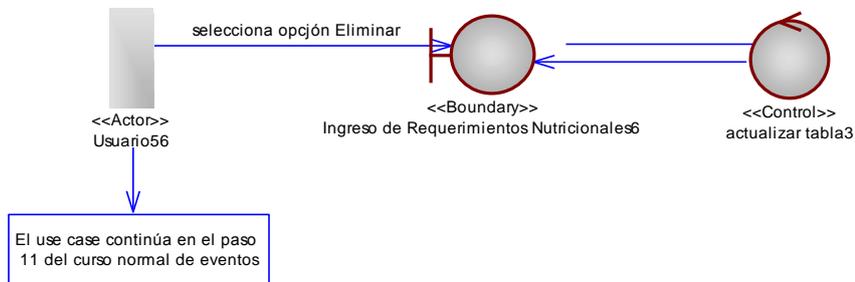
Curso Alternativo D: Selección de opción diferente



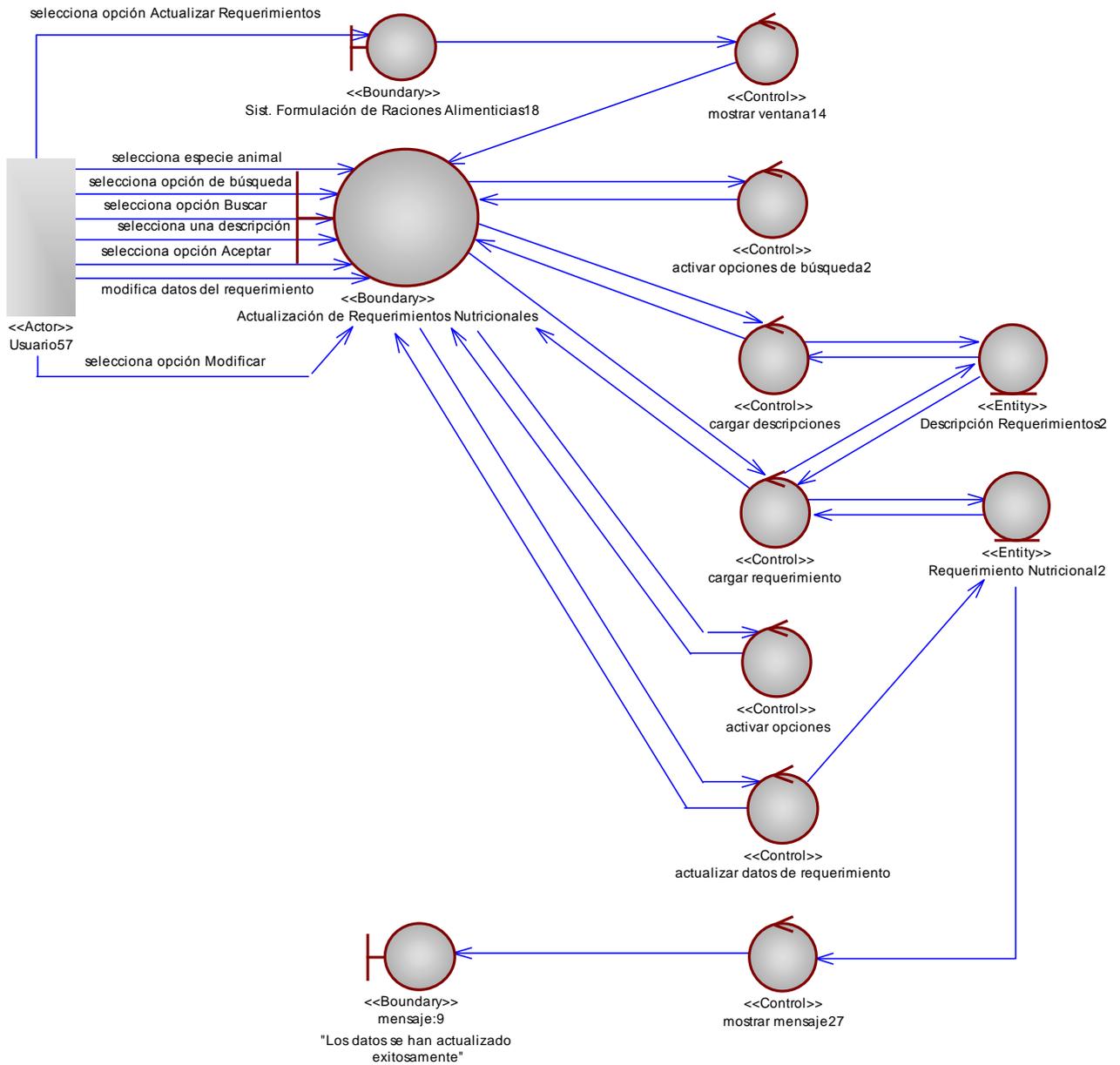
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente



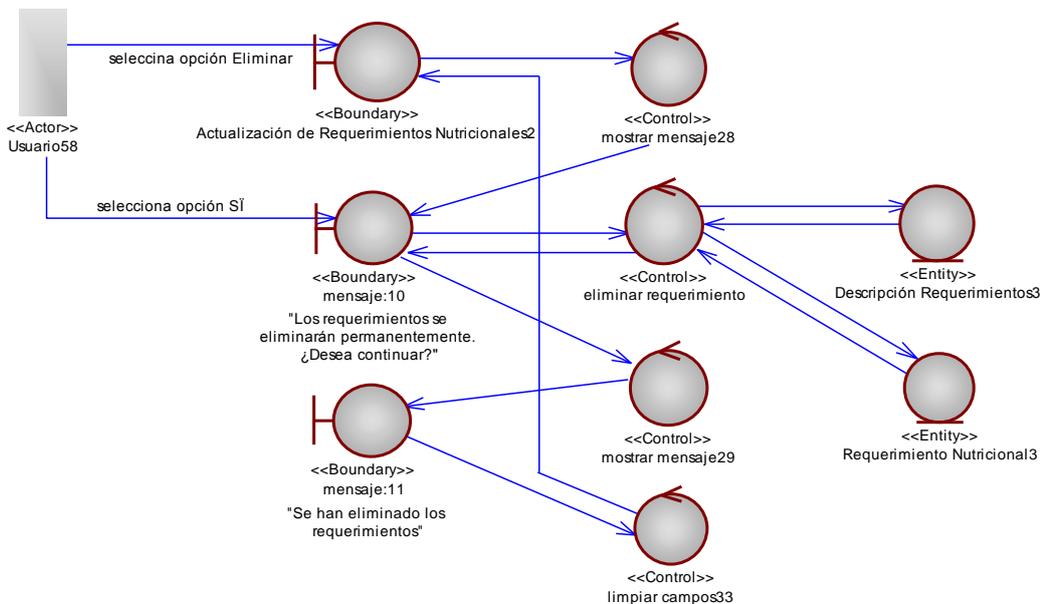
Curso Alternativo F: Selección de opción diferente



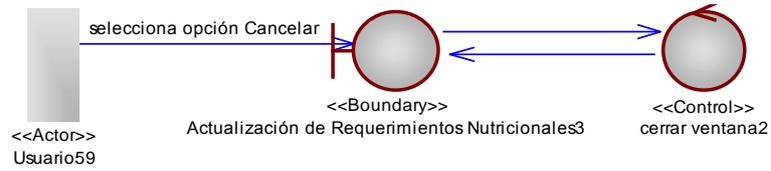
Curso Alterno G: Selección de opción diferente



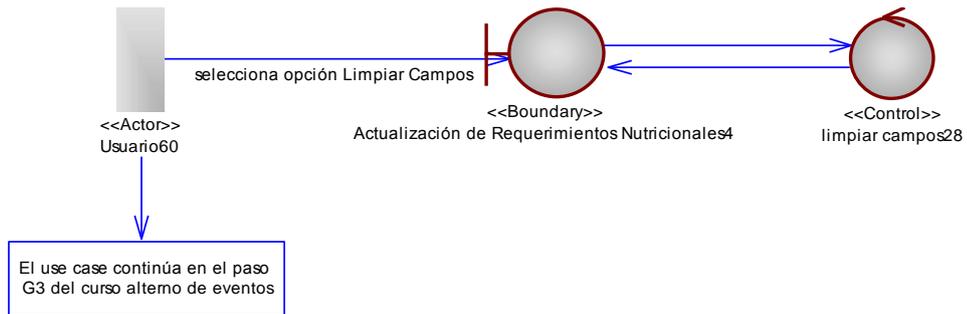
Curso Alterno H: Selección de opción diferente



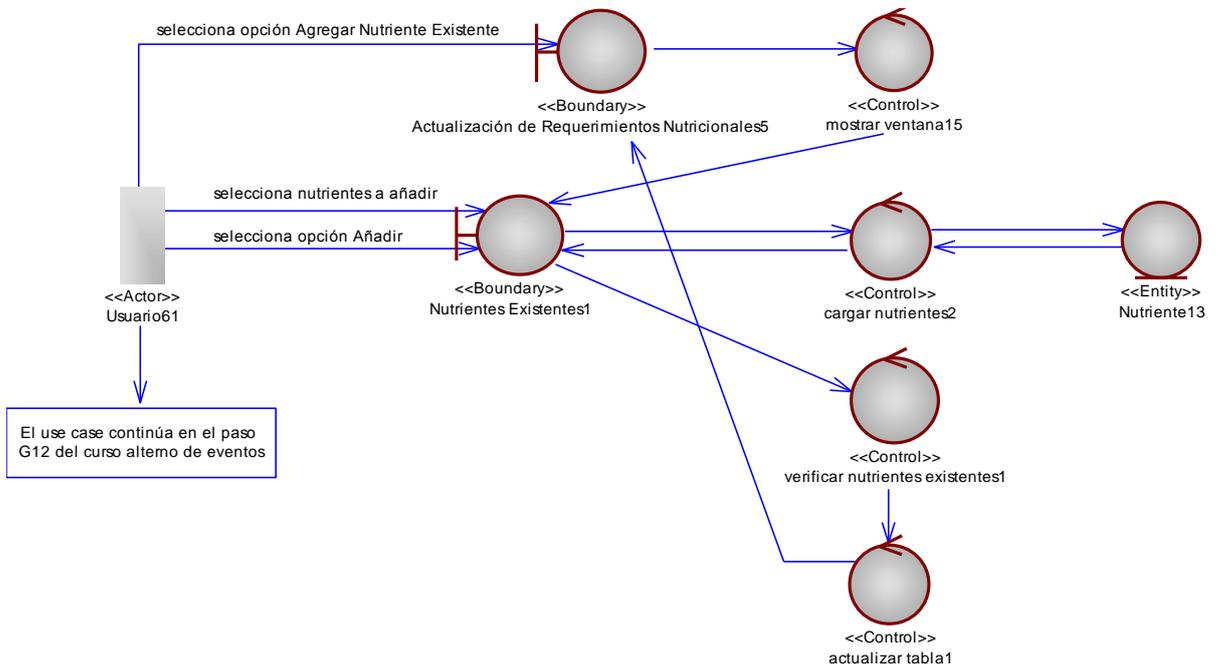
Curso Alternativo I: Selección de opción diferente



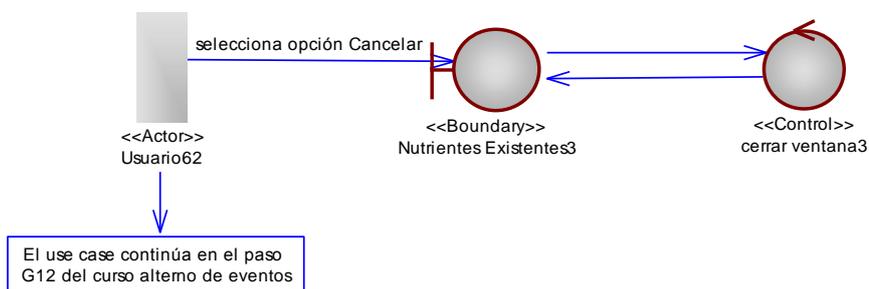
Curso Alternativo J: Selección de opción diferente



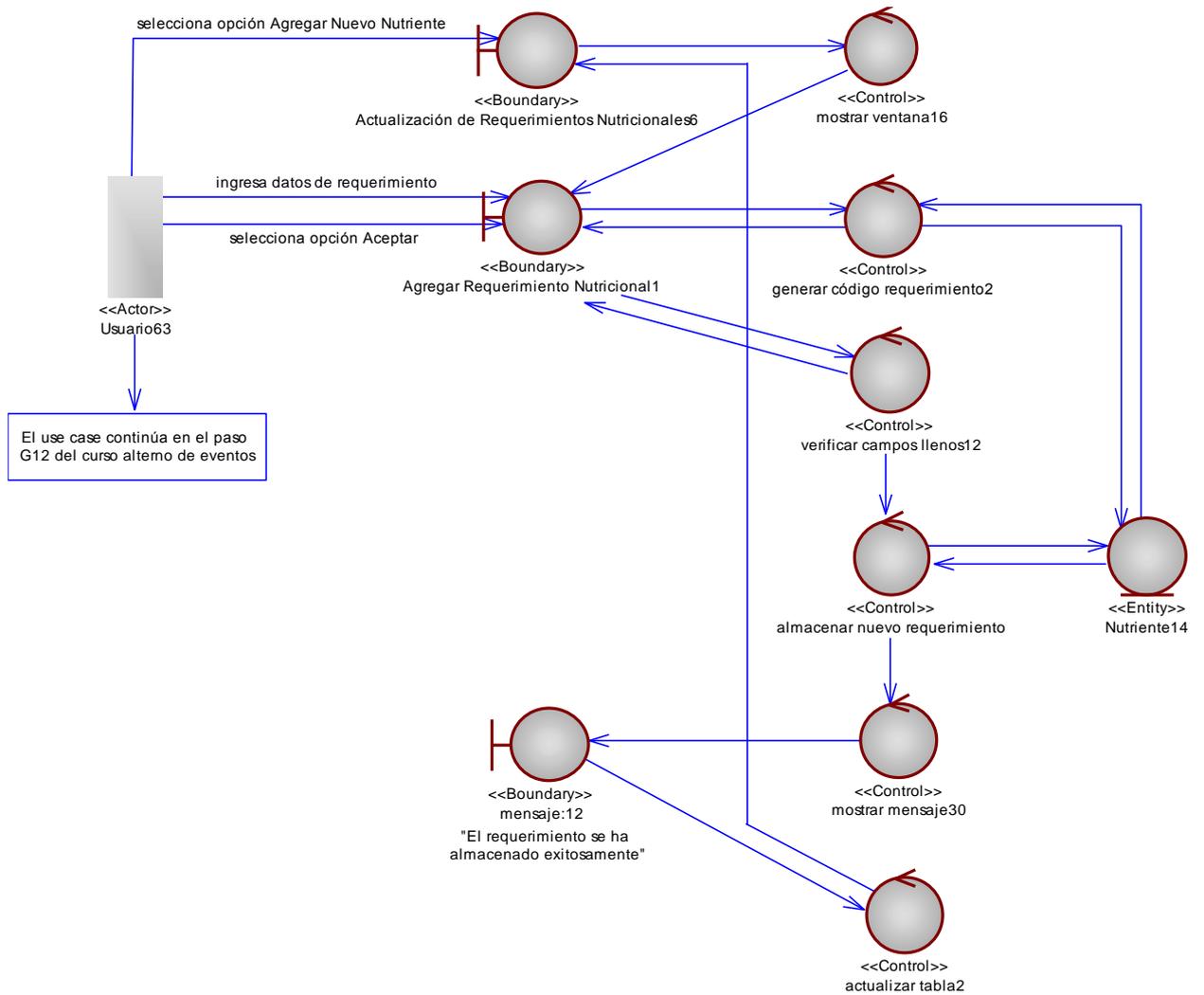
Curso Alternativo K: Selección de opción diferente



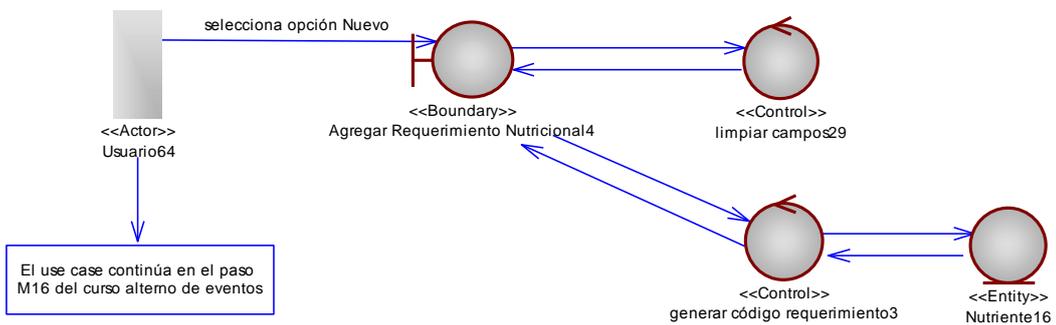
Curso Alternativo L: Selección de opción diferente



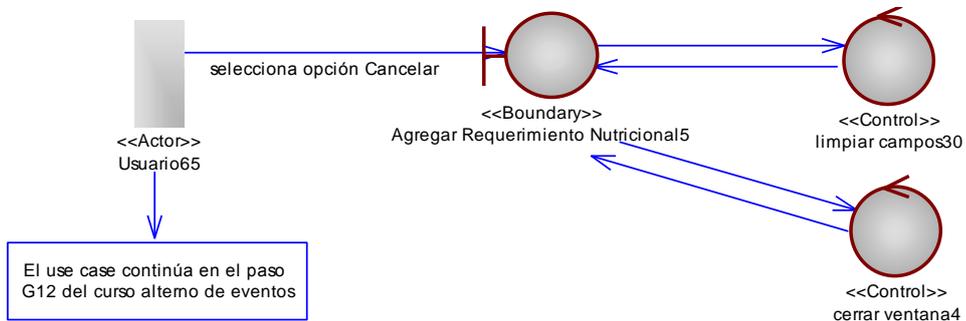
Curso Alternativo M: Selección de opción diferente



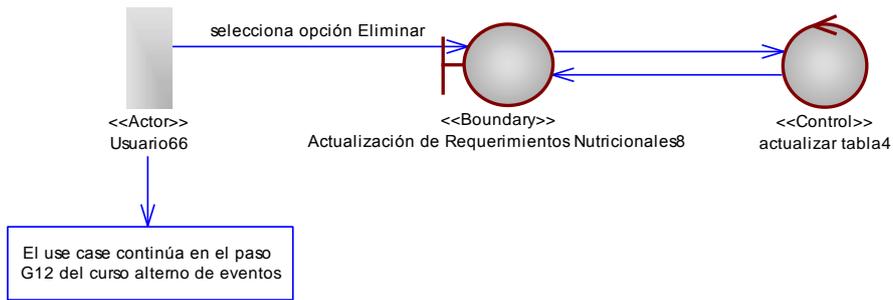
Curso Alternativo N: Selección de opción diferente



Curso Alternativo O: Selección de opción diferente

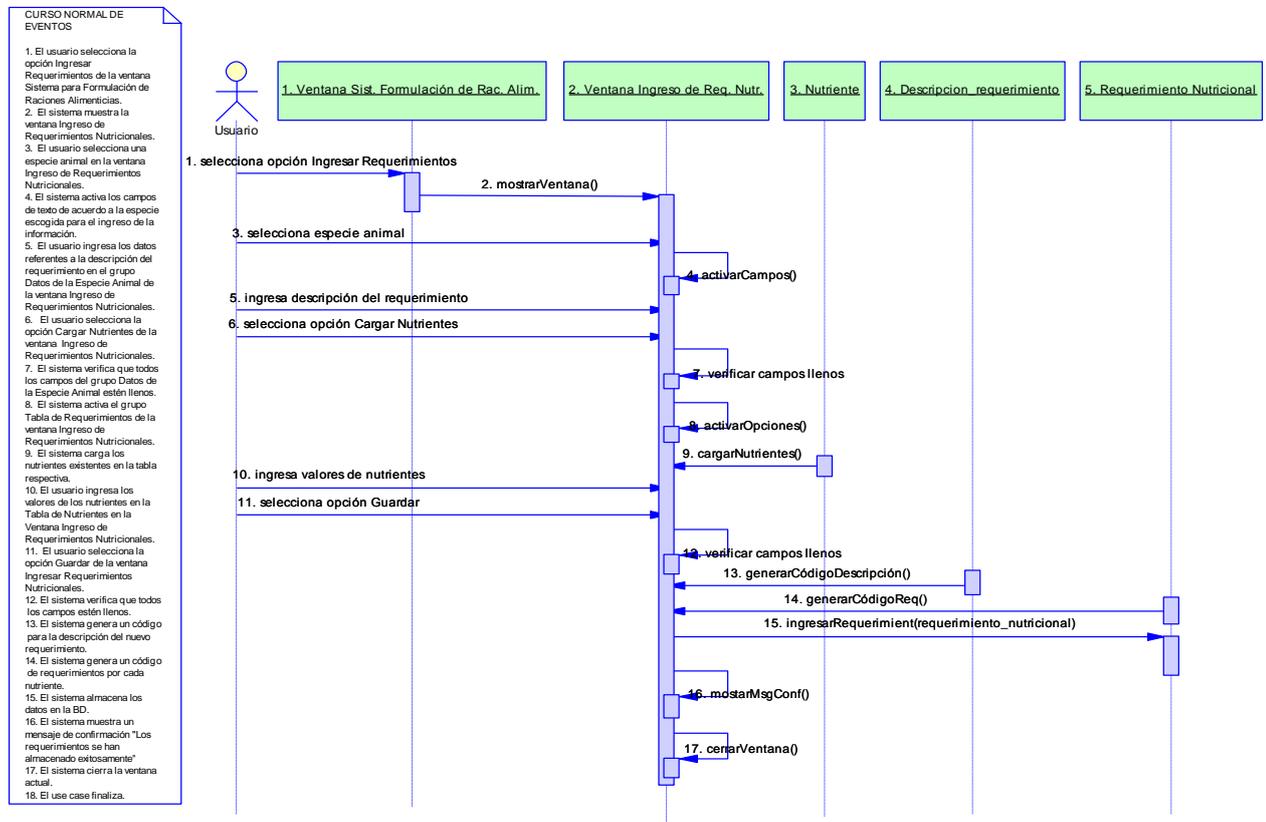


Curso Alterno P: Selección de opción diferente

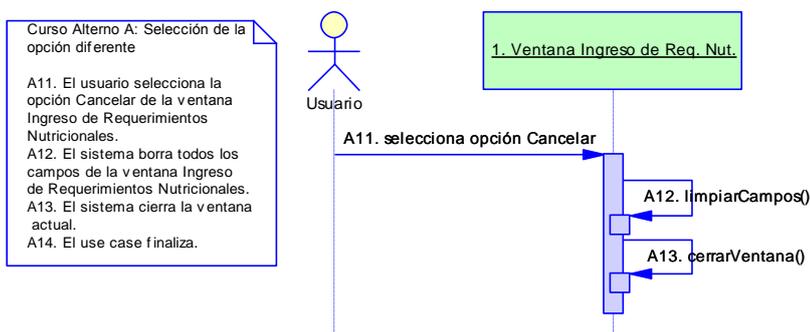


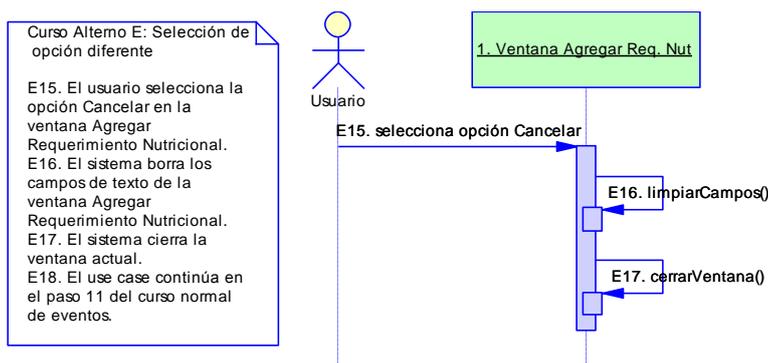
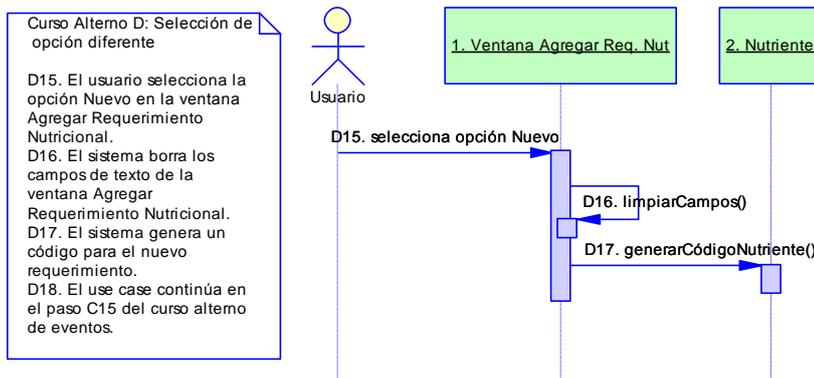
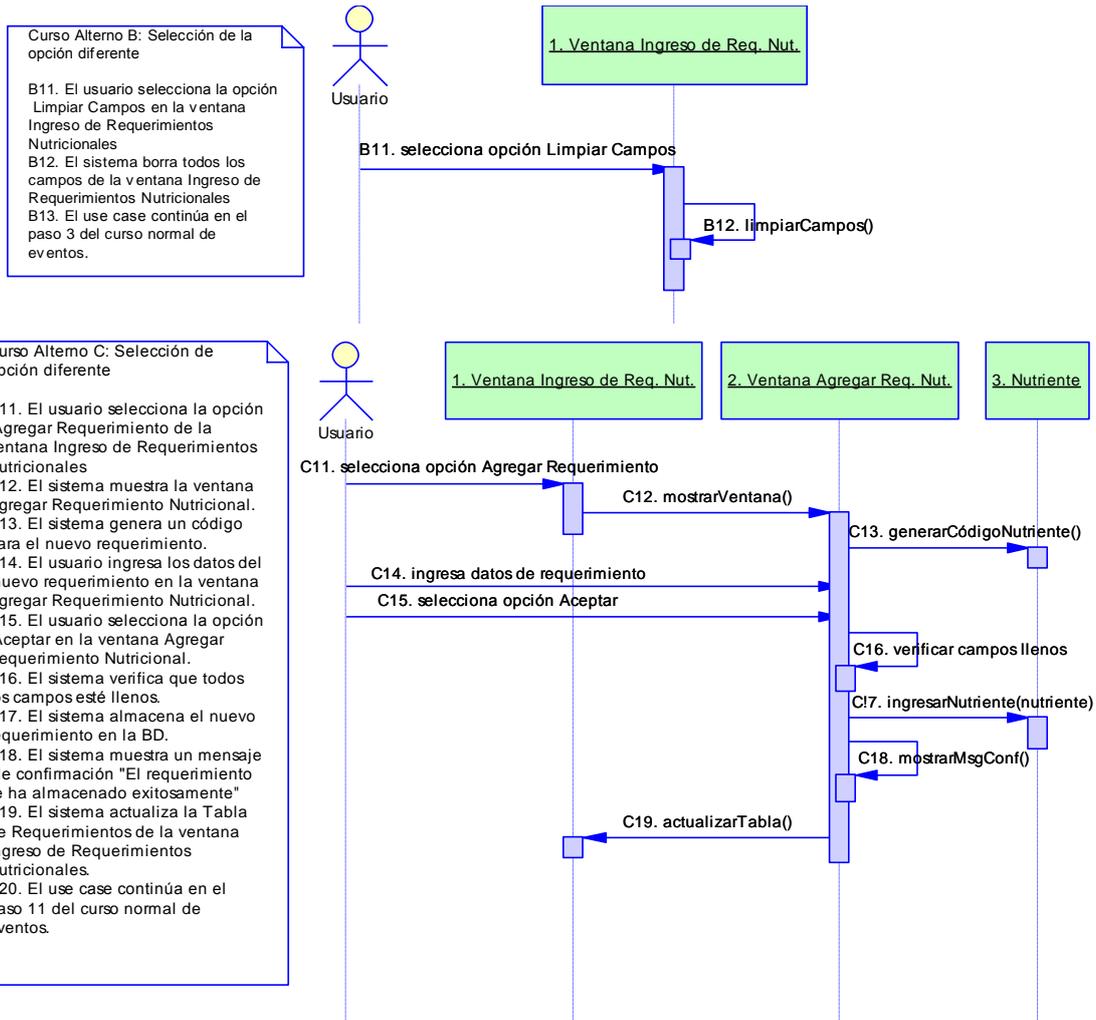
7.6.5.2 Diagrama de Secuencia

Curso Normal de Eventos



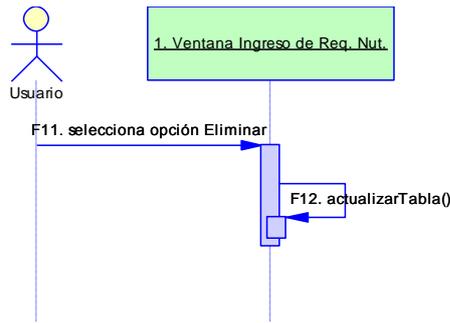
Curso Alterno de Eventos





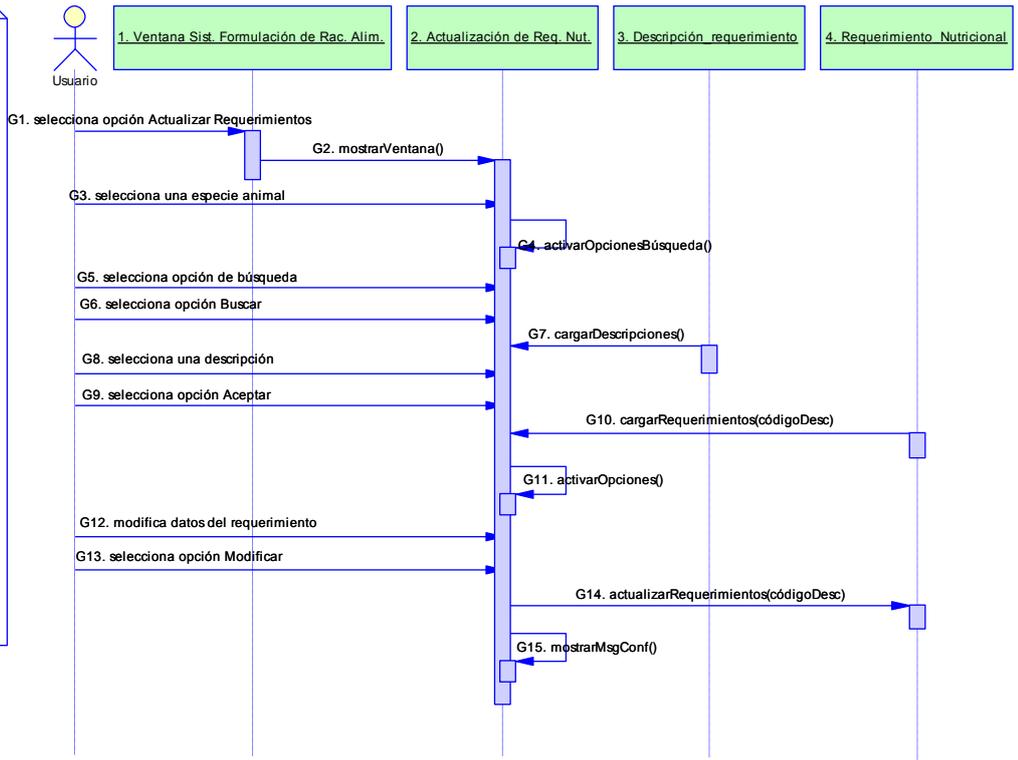
Curso Alterno F: Selección de opción diferente

F11. El usuario selecciona la opción Eliminar de la Tabla de Requerimientos en la ventana Ingreso de Requerimientos Nutricionales.
 F12. El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos.
 F13. El use case continúa en el paso 11 del curso normal de eventos.



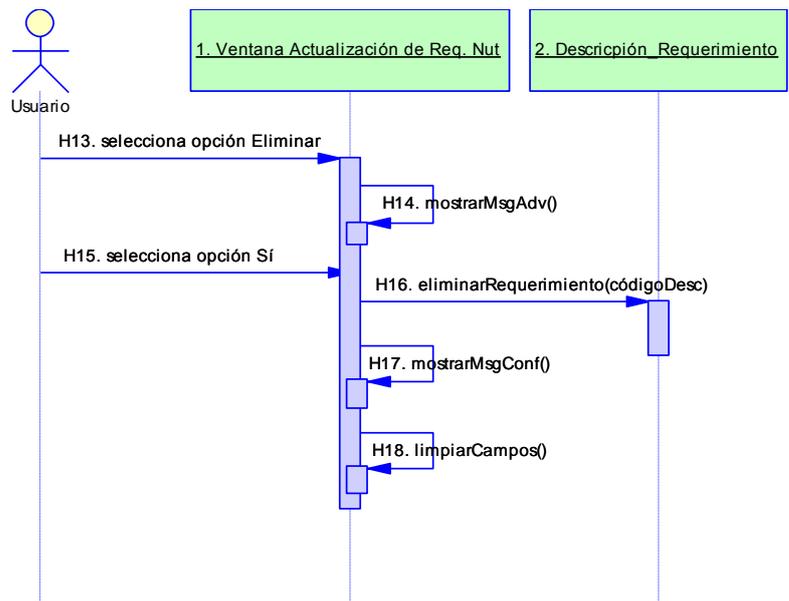
Curso Alterno G: Selección de la opción Actualizar Requerimientos

G1. El usuario selecciona la opción Actualizar Requerimientos en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
 G2. El sistema muestra la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G3. El usuario selecciona una especie animal en la ventana. Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G4. El sistema activa las opciones de búsqueda para los requerimientos.
 G5. El usuario selecciona una opción de búsqueda para los requerimientos en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G6. El usuario selecciona la opción Buscar en la Ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G7. El sistema carga todas las descripciones de requerimientos en la tabla de búsqueda de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G8. El usuario selecciona una descripción de la tabla de búsqueda.
 G9. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G10. El sistema carga los datos del requerimiento escogido en los campos de texto correspondientes de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G11. El sistema activa la Tabla de Nutrientes y las opciones para la actualización del requerimiento.
 G12. El usuario modifica los datos necesarios del requerimiento.
 G13. El usuario selecciona la opción Modificar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 G14. El sistema actualiza los datos del requerimiento en la BD.
 G15. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Los datos se han actualizado exitosamente"
 G16. El use case finaliza.



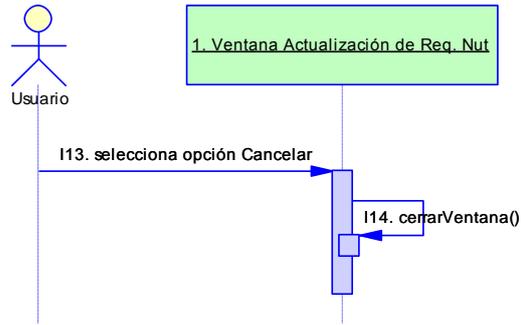
Curso Alterno H: Selección de opción diferente

H13. El usuario selecciona la opción Eliminar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 H14. El sistema muestra un mensaje de advertencia "Los requerimientos se eliminarán permanentemente. ¿Desea continuar?"
 H15. El usuario selecciona la opción Sí en el mensaje de advertencia.
 H16. El sistema borra lógicamente el registro del requerimiento de la BD.
 H17. El sistema muestra un mensaje de confirmación "Se han eliminado los requerimientos"
 H18. El sistema borra los campos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 H19. El use case finaliza.



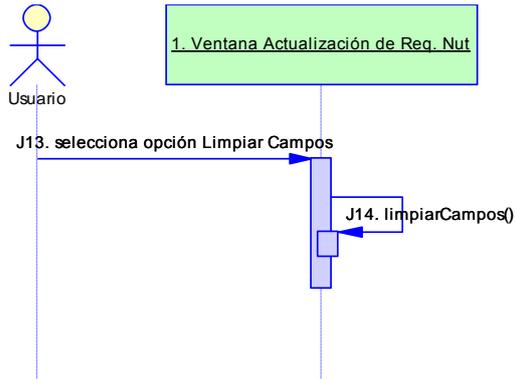
Curso Alterno I: Selección de opción diferente

I13. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 I14. El sistema cierra la ventana.
 I15. El use case finaliza.



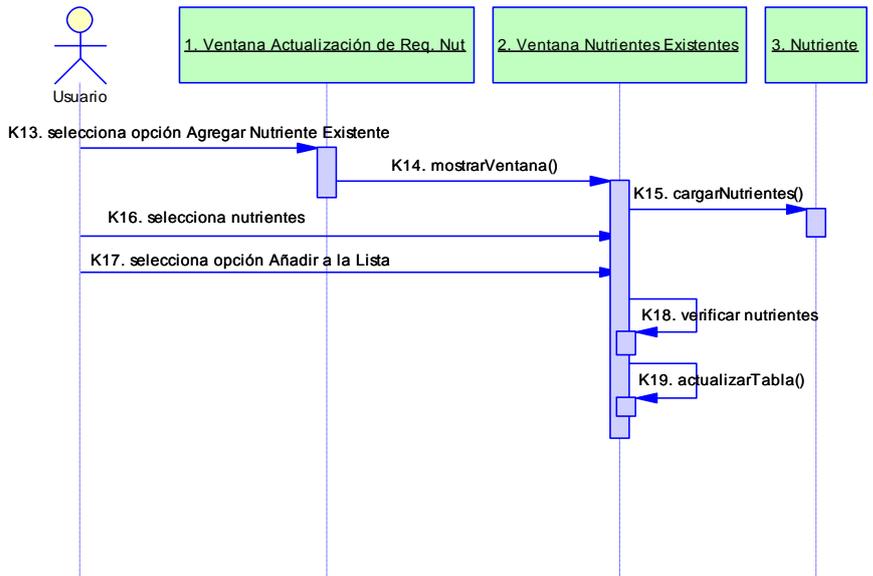
Curso Alterno J: Selección de opción diferente

J13. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 J14. El sistema borra todos los campos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 J15. El use case continúa en el paso G3 del curso alternativo de eventos.



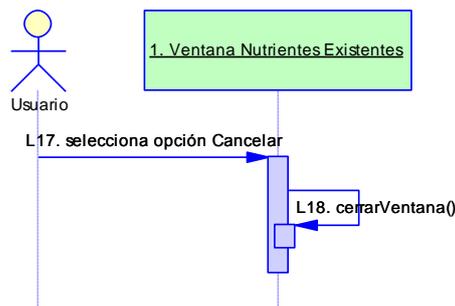
Curso Alterno K: Selección de opción diferente

K13. El usuario selecciona la opción Agregar Nutriente Existente en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 K14. El sistema muestra la ventana Nutrientes Existentes.
 K15. El sistema carga los nutrientes existentes en la lista correspondiente.
 K16. El usuario selecciona los nutrientes que desea añadir en la ventana Nutrientes Existentes.
 K17. El usuario selecciona la opción Añadir a la lista en la ventana Nutrientes Existentes.
 K18. El sistema verifica que los nutrientes añadidos no existan en el requerimiento actual.
 K19. El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.
 K20. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.



Curso Alterno L: Selección de opción diferente

L17. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Nutrientes Existentes.
 L18. El sistema cierra la ventana actual.
 L19. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.



Curso Alternativo M: Selección de opción diferente

M13. El usuario selecciona la opción Agregar Nuevo Nutriente de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales

M14. El sistema muestra la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

M15. El sistema genera un código para el nuevo requerimiento.

M16. El usuario ingresa los datos del nuevo requerimiento en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

M17. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

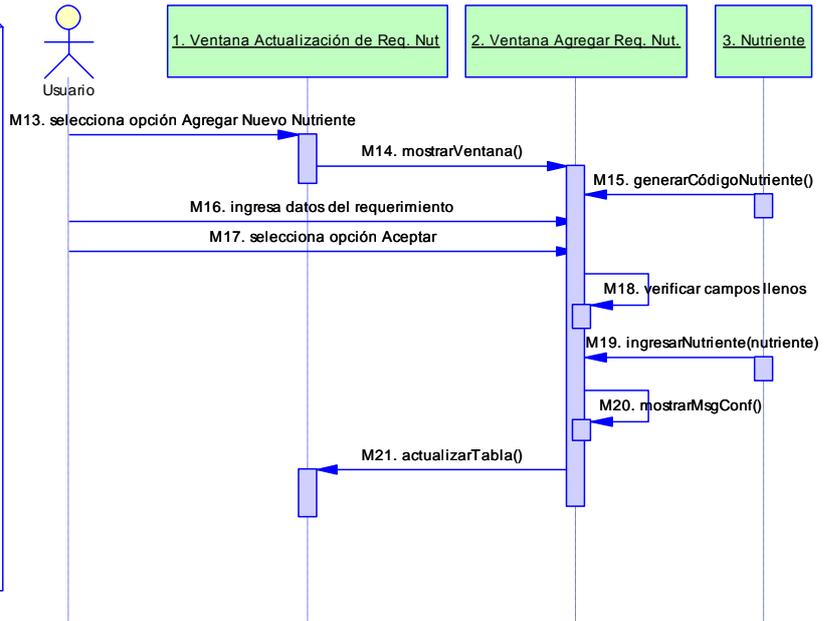
M18. El sistema verifica que todos los campos estén llenos.

M19. El sistema almacena el nuevo requerimiento en la BD.

M20. El sistema muestra un mensaje de confirmación "El requerimiento se ha almacenado exitosamente"

M21. El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos de la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.

M22. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.



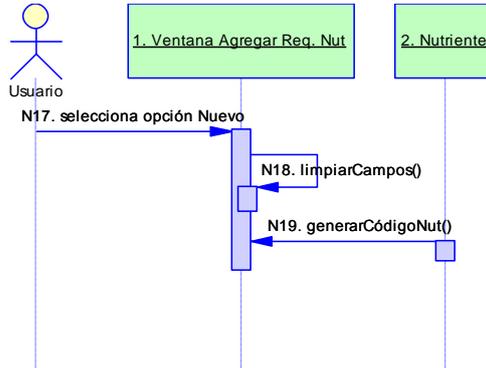
Curso Alternativo N: Selección de opción diferente

N17. El usuario selecciona la opción Nuevo en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

N18. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

N19. El sistema genera un código para el nuevo requerimiento.

N20. El use case continúa en el paso M16 del curso alternativo de eventos.



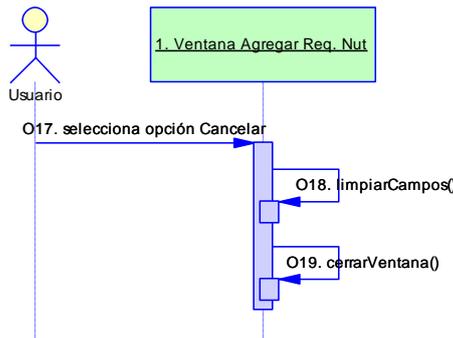
Curso Alternativo O: Selección de opción diferente

O17. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

O18. El sistema borra los campos de texto de la ventana Agregar Requerimiento Nutricional.

O19. El sistema cierra la ventana actual.

O20. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.

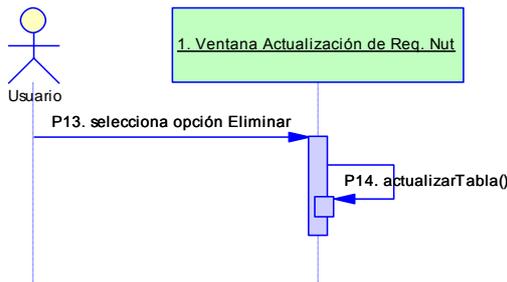


Curso Alternativo P: Selección de opción diferente

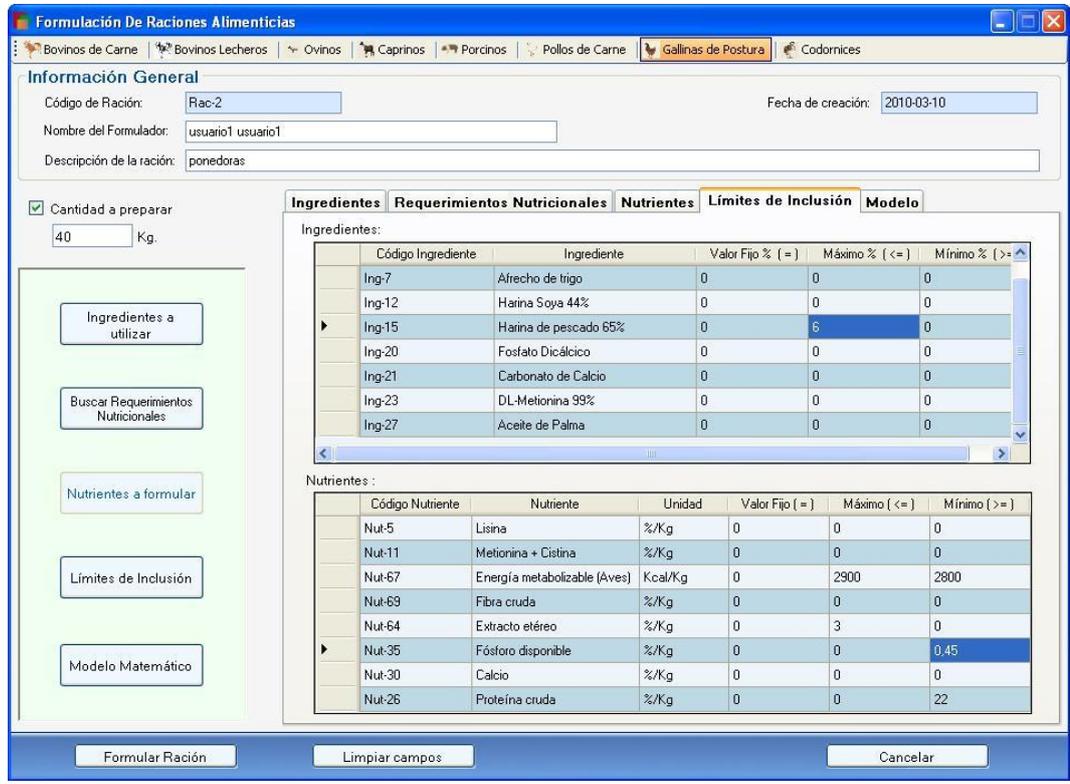
P13. El usuario selecciona la opción Eliminar de la Tabla de Requerimientos en la ventana Actualización de Requerimientos Nutricionales.

P14. El sistema actualiza la Tabla de Requerimientos.

P15. El use case continúa en el paso G12 del curso alternativo de eventos.



7.6.6 Caso de Uso: Gestionar Raciones Alimenticias

Nombre de la Pantalla:	Formulación de Raciones Alimenticias
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF7, RQF16, RQF17, RQF19, RQF22, RQF23, RQF25, RQF26, RQF35
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	05/04/2009

Nombre:	Gestionar Raciones Alimenticias
Actores:	Usuario (docente, estudiante)
Propósito:	Realizar acciones de formulación, cambio y eliminación sobre las raciones alimenticias.
Visión General:	El usuario podrá realizar la formulación de raciones asignando de manera eficiente los recursos y teniendo como resultado una ración a mínimo costo; además podrá realizar el proceso de cambio de una ración ya formulada así como su eliminación.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF2, RQF7, RQF16, RQF17, RQF18, RQF19, RQF22, RQF23, RQF24, RQF25, RQF26, RQF35

Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario selecciona la opción Formular Raciones de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
Postcondición:	Se podrá mantener la base de datos de raciones alimenticias actualizada.
CURSO NORMAL DE EVENTOS	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción Nueva Ración de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>4. El usuario selecciona una especie animal en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>7. El usuario ingresa la descripción de la ración alimenticia en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>8. El usuario selecciona la opción Ingredientes a Utilizar en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias</p>	<p>2. El sistema muestra la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>3. El sistema carga los datos del usuario que hace uso del sistema y la fecha actual en los campos de texto correspondientes.</p> <p>5. El sistema activa los campos de texto y las opciones para asignar recursos (ingredientes, requerimientos nutricionales, nutrientes, límites de inclusión).</p> <p>6. El sistema genera un código para la nueva ración.</p>

<p>10. El usuario selecciona los ingredientes que desea utilizar para formular la ración en la ventana Ingredientes Existentes.</p> <p>11. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Ingredientes Existentes.</p> <p>14. El usuario selecciona la opción Buscar Requerimientos Nutricionales en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>16. El usuario selecciona una opción de búsqueda en la ventana Búsqueda de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>17. El usuario selecciona la opción Buscar en la ventana Búsqueda de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>19. El usuario selecciona una descripción del requerimiento en la ventana</p>	<p>9. El sistema muestra la ventana Ingredientes Existentes.</p> <p>12. El sistema cierra la ventana Ingredientes Existentes.</p> <p>13. El sistema carga la lista de ingredientes en el grupo Ingredientes de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>15. El sistema muestra la ventana Búsqueda de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>18. El sistema carga la lista Descripción con las descripciones de los requerimientos de acuerdo a la opción de búsqueda escogida.</p>
---	---

<p>Búsqueda de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>21. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Búsqueda de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>23. El usuario selecciona la opción Nutrientes a Formular en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>25. El usuario selecciona los nutrientes con los que desea formular la ración en el grupo Nutrientes de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>26. El usuario selecciona la opción Límites de Inclusión en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p>	<p>20. El sistema carga la lista de requerimientos nutricionales correspondientes a la descripción escogida en la ventana Búsqueda de Requerimientos Nutricionales.</p> <p>22. El sistema carga los requerimientos nutricionales seleccionados en el grupo Requerimientos Nutricionales de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>24. El sistema carga la lista de nutrientes en el grupo Nutrientes de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>27. El sistema carga la lista de ingredientes y nutrientes escogidos en el grupo</p>
--	---

<p>28. El usuario ingresa los límites tanto de ingredientes como de nutrientes en el grupo Límites de Inclusión de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>29. El usuario selecciona la opción Formular en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>32. El usuario selecciona la opción Guardar en la ventana Ración Alimenticia.</p>	<p>Límites de Inclusión de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>30. El sistema calcula la ración alimenticia, su aporte nutricional y el costo mínimo.</p> <p>31. El sistema muestra la ventana Ración Alimenticia con la composición de la ración, el aporte nutricional y el costo mínimo.</p> <p>33. El sistema almacena la ración alimenticia en la Base de Datos.</p> <p>34. El sistema muestra un mensaje de confirmación “La ración se ha almacenado exitosamente”.</p> <p>35. El use case finaliza.</p>
---	---

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>A29. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p>	

<p>A31. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.</p>	<p>A30. El sistema borra los campos de texto de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p>
---	---

Curso Alterno B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>B29. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p>	<p>B30. El sistema cierra la ventana actual B31. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno C: Cantidad de ración

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>C8. El usuario selecciona la opción Cantidad a Preparar en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>C10. El usuario ingresa la cantidad que desea formular en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>C11. El use case continúa en el paso 7 del curso normal de eventos.</p>	<p>C9. El sistema activa el campo de texto correspondiente a la cantidad de la ración</p>

Curso Alterno D: Datos Incompletos

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>D29. El sistema muestra un mensaje de advertencia “Existen campos vacíos en el grupo Información General”</p>

D30. El use case continúa en el paso 7 del curso normal de eventos.	
--	--

Curso Alternativo E: Cantidad mínima de ingredientes

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
E12. El use case continúa en el paso 10 del curso normal de eventos.	E11. El sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar como mínimo 2 ingredientes y máximo 20 ingredientes”.

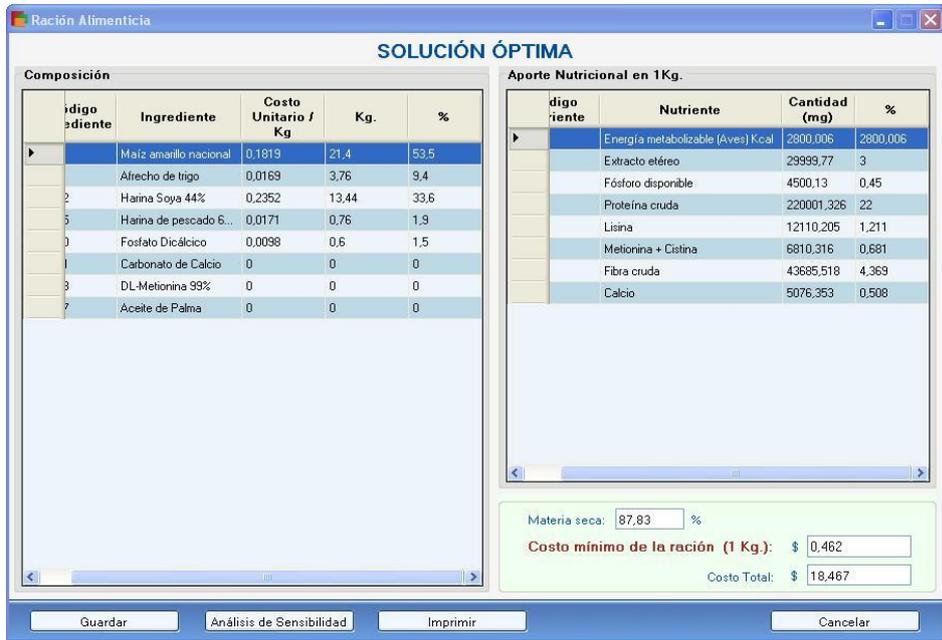
Curso Alternativo F: Cantidad mínima de nutrientes a formular

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
F16. El use case continúa en el paso 25 del curso normal de eventos.	F25. El sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar como mínimo 2 nutrientes y máximo 15 nutrientes”

Curso Alternativo G: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
G29. El usuario selecciona la opción Modelo Matemático en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.	G30. El sistema construye el modelo matemático con los costos de los ingredientes, la composición nutricional y los requerimientos nutricionales de la especie seleccionada.

<p>G32. El use case continúa en el paso 29 del curso normal de eventos.</p>	<p>G31. El sistema muestra el modelo matemático en el grupo Modelo de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p>
--	---

<p>Nombre de la Pantalla:</p>	<p>Ración Alimenticia</p>
<p>Referencia de Requerimientos:</p>	<p>RQF17, RQF19, RQF20, RQF21, RQF25, RQF35</p>
	
<p>Realizado por:</p>	<p>Andrea Escudero</p>
<p>Fecha:</p>	<p>10/06/2009</p>

Curso Alterno H: Selección de opción diferente

<p>Acciones del Actor</p>	<p>Respuesta del Sistema</p>
<p>H32. El usuario selecciona la opción Imprimir en la ventana Ración Alimenticia.</p> <p>H34. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.</p>	<p>H33. El sistema muestra una vista preliminar del reporte a imprimir.</p>

	<p>H35. El sistema imprime el reporte.</p> <p>H36. El use case finaliza.</p>
--	--

Curso Alterno I: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>I32. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Ración Alimenticia.</p> <p>I35. El use case continúa en el paso 1 del curso normal de eventos.</p>	<p>I33. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Ración Alimenticia.</p> <p>I34. El sistema cierra la ventana actual.</p>

Nombre de la Pantalla:	Análisis de Sensibilidad
Referencia de Requerimientos:	RQF19, RQF20, RQF21
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	20/09/2009

Curso Alterno J: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>J32. El usuario selecciona la opción Análisis de Sensibilidad en la ventana Ración Alimenticia.</p> <p>J35. El usuario selecciona los ingredientes que desea analizar en la lista Composición de la ventana Análisis de sensibilidad.</p> <p>J36. El usuario ingresa las nuevas cantidades de los ingredientes en la lista Composición de la ventana Análisis de sensibilidad.</p> <p>J37. El usuario selecciona la opción Resolver en la ventana Análisis de Sensibilidad.</p>	<p>J33. El sistema muestra la ventana Análisis de Sensibilidad.</p> <p>J34. El sistema carga la composición de la ración, el aporte nutricional y el costo en la ventana Análisis de Sensibilidad.</p> <p>J38. El sistema verifica que se hayan seleccionado por lo menos 2 ingredientes.</p> <p>J39. El sistema verifica que la sumatoria de los ingredientes cumpla el 100%.</p> <p>J40. El sistema calcula la nueva composición, aporte nutricional y costo de la ración.</p> <p>J41. El sistema muestra los nuevos valores en el grupo Resultados de la ventana Análisis de Sensibilidad.</p> <p>J42. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno K: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>K37. El usuario selecciona la opción Reiniciar en la ventana Análisis de Sensibilidad.</p> <p>K39. El use case continúa en el paso J35 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>K38. El sistema limpia los campos de los ingredientes seleccionados de la lista composición de la ventana Análisis de Sensibilidad.</p>

Curso Alterno L: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>L37. El usuario selecciona la opción Simular en la ventana Análisis de Sensibilidad.</p>	<p>L38. El sistema realiza un análisis automático mediante combinaciones de ingredientes.</p> <p>L39. El sistema asigna valores aleatorios a los ingredientes seleccionados.</p> <p>L40. El sistema calcula la nueva composición, aporte nutricional y costo de la ración.</p> <p>L41. El sistema muestra los nuevos valores en el grupo Resultados de la ventana Análisis de Sensibilidad.</p> <p>L42. El use case finaliza.</p>

Curso Alternativo M: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>M37. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Análisis de Sensibilidad.</p>	<p>M38. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Análisis de Sensibilidad.</p> <p>M39. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>M40. El use case finaliza.</p>

Curso Alternativo N: Selección mínima de ingredientes

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>N39. El use case continúa en el paso J35 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>N38. El sistema muestra un mensaje de error "Debe seleccionar mínimo 2 ingredientes".</p>

Curso Alternativo O: Regla del 100%

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>O40. El use case continúa en el paso J36 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>O39. El sistema muestra un mensaje de error "La sumatoria de los ingredientes no cumple el 100%, verifique que los valores ingresados sean correctos".</p>

Nombre de la Pantalla:	Actualización de Raciones
Referencia de Requerimientos:	RQF17, RQF18, RQF23, RQF24, RQF25, RQF26
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	02/07/2009

Curso Alterno P: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>P1. El usuario selecciona la opción Actualizar Raciones en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p>	<p>P2. El sistema muestra la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P3. El sistema carga los datos del usuario que hace uso del sistema y la fecha actual en los campos respectivos de la ventana Actualización de Raciones.</p>

<p>P4. El usuario selecciona una opción de búsqueda de raciones en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P5. El usuario selecciona la opción Buscar en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P7. El usuario selecciona una ración de la tabla en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P8. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P10. El usuario selecciona la opción Cambiar Ración en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P13. El use case continúa en el paso 8 del curso normal de eventos.</p>	<p>P6. El sistema carga en la tabla todas las raciones formuladas por el usuario de acuerdo a la opción de búsqueda escogida.</p> <p>P9. El sistema carga los datos de la ración escogida en los campos de texto respectivos de la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>P11. El sistema muestra la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>P12. El sistema carga la información general de la ración en los campos de texto de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.</p>
---	---

Curso Alterno Q: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>Q10. El usuario selecciona la opción Eliminar en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>Q12. El usuario selecciona la opción SÍ en mensaje de advertencia.</p> <p>Q16. El use case continúa en el paso H4 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>Q11. El sistema muestra un mensaje de advertencia “La ración se eliminará permanentemente ¿Desea continuar?”</p> <p>Q13. El sistema borra lógicamente el registro de la ración de la Base de Datos.</p> <p>Q14. El sistema muestra un mensaje de confirmación “Se ha eliminado la ración”.</p> <p>Q15. El sistema borra los campos de texto de la ventana Actualización de Raciones.</p>

Curso Alterno R: Selección de opción diferente

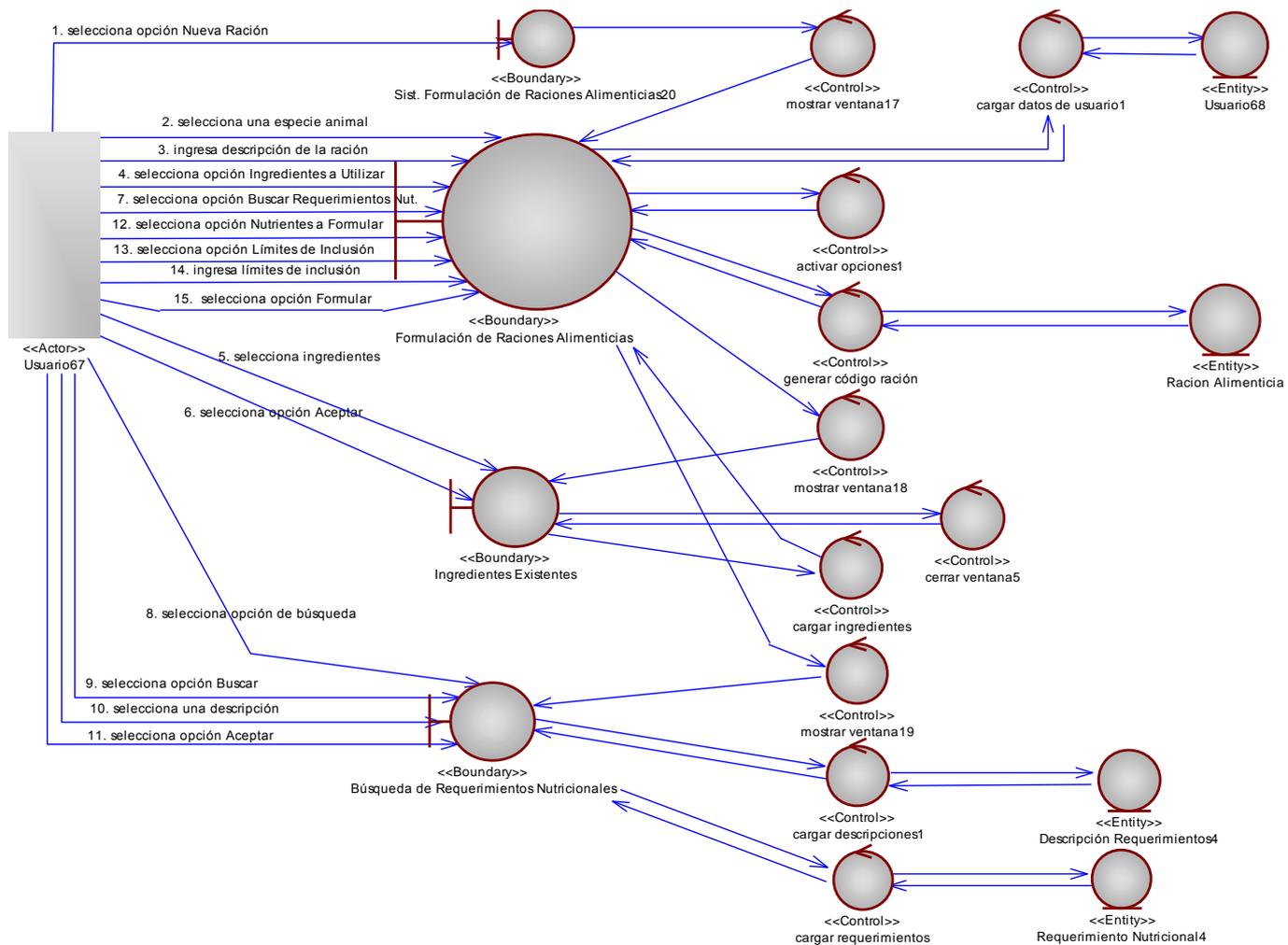
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>R10. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana Actualización de Raciones.</p> <p>R12. El use case continúa en el paso H4 del curso alternativo de eventos.</p>	<p>R11. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Actualización de Raciones.</p>

Curso Alterno S: Selección de opción diferente

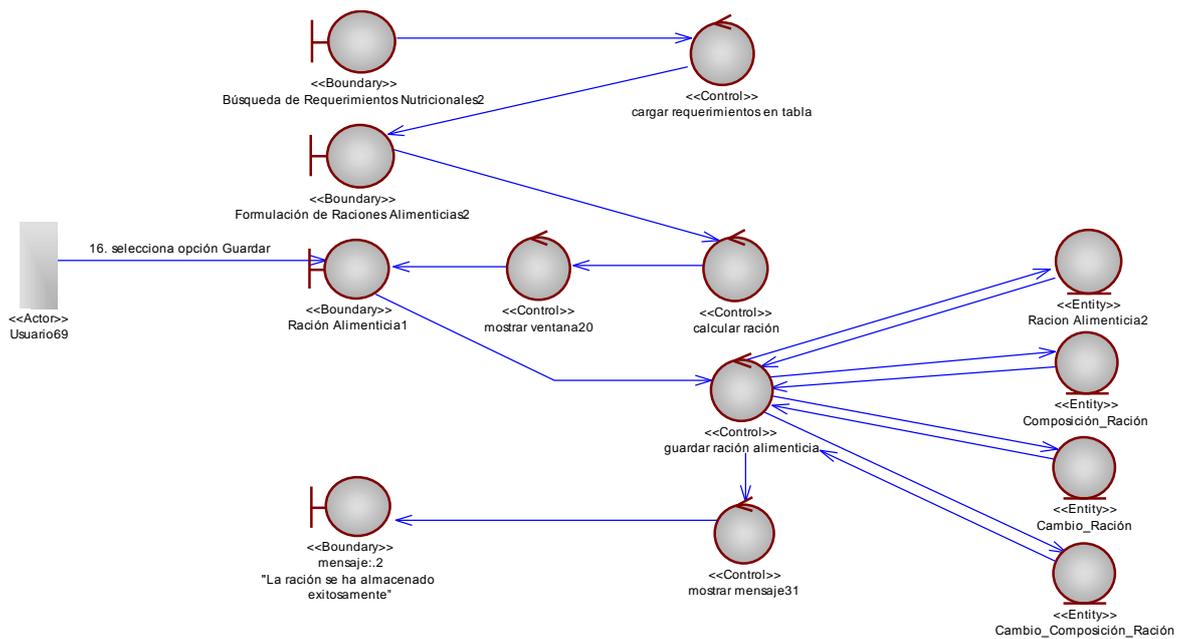
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>S10. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Actualización de Raciones.</p>	<p>S11. El sistema cierra la ventana actual. S12. El use case finaliza.</p>

7.6.6.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

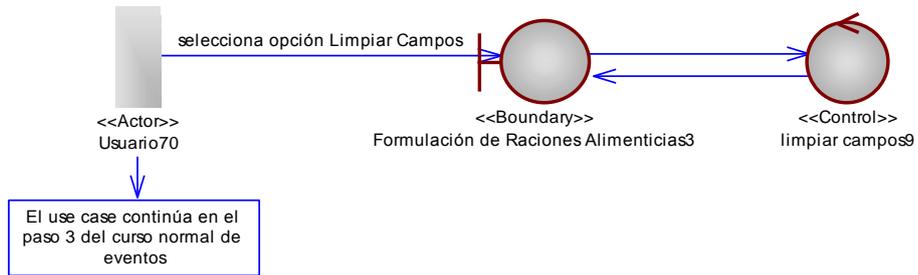


Continuación Curso Normal de Eventos

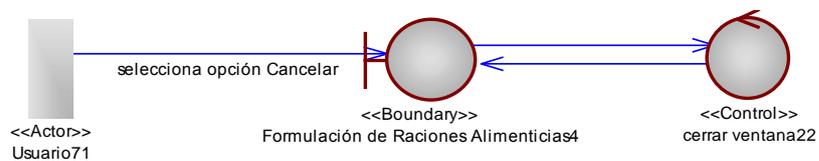


Curso Alternativo de Eventos

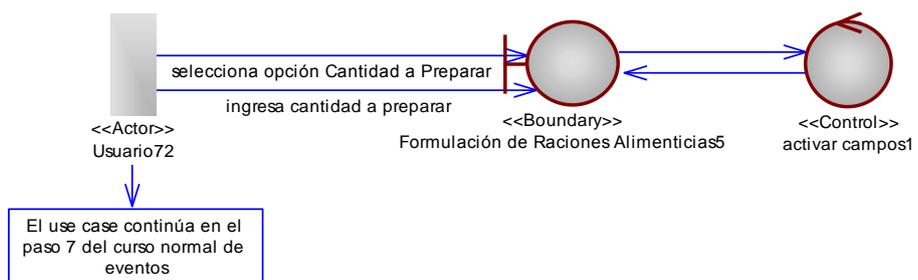
Curso Alternativo A: Selección de opción diferente



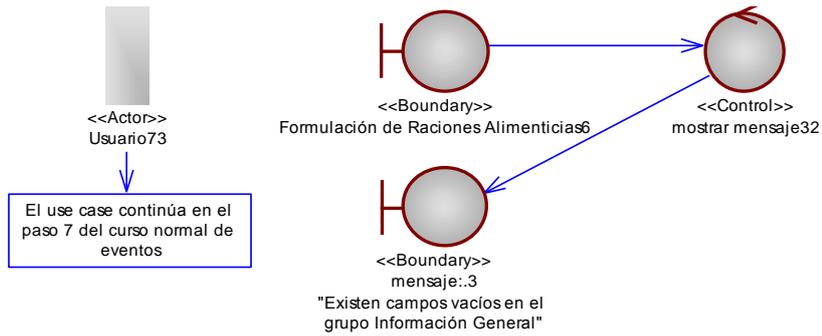
Curso Alternativo B: Selección de opción diferente



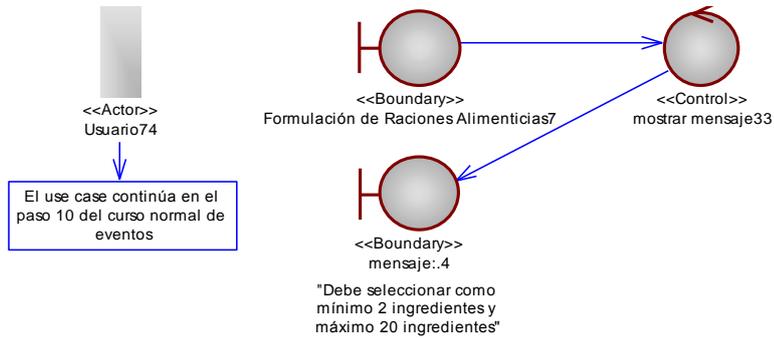
Curso Alternativo C: Cantidad de ración



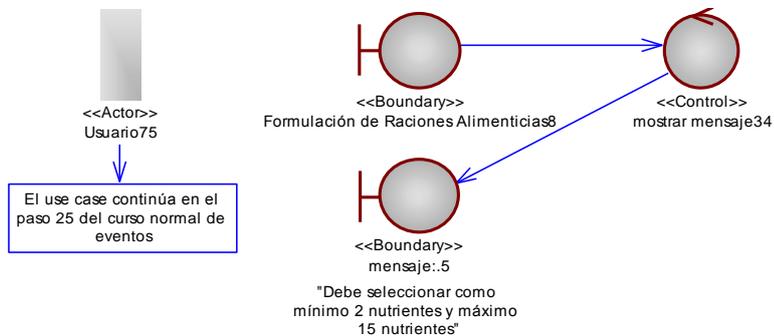
Curso Alternativo D: Datos Incompletos



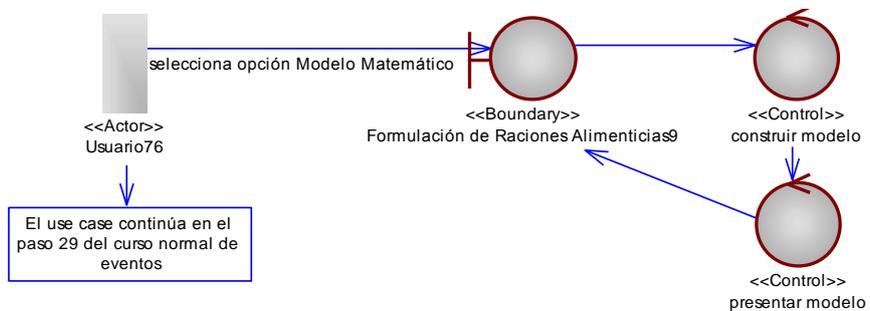
Curso Alternativo E: Cantidad mínima de ingredientes



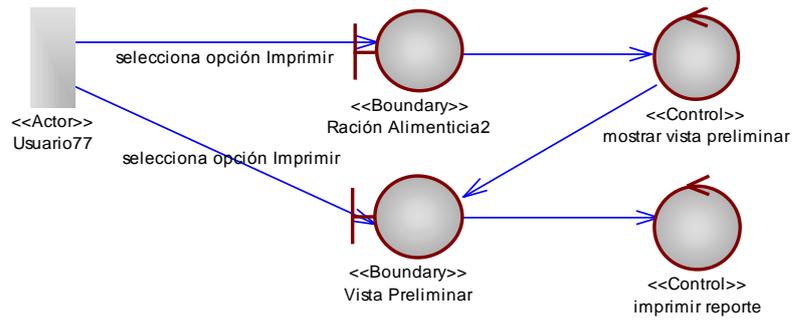
Curso Alternativo F: Cantidad mínima de nutrientes a formular



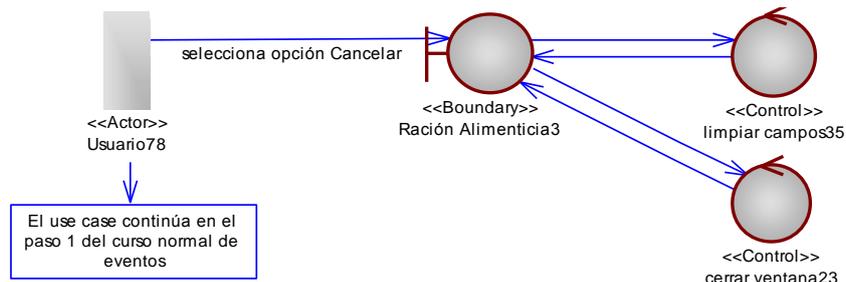
Curso Alternativo G: Selección de opción diferente



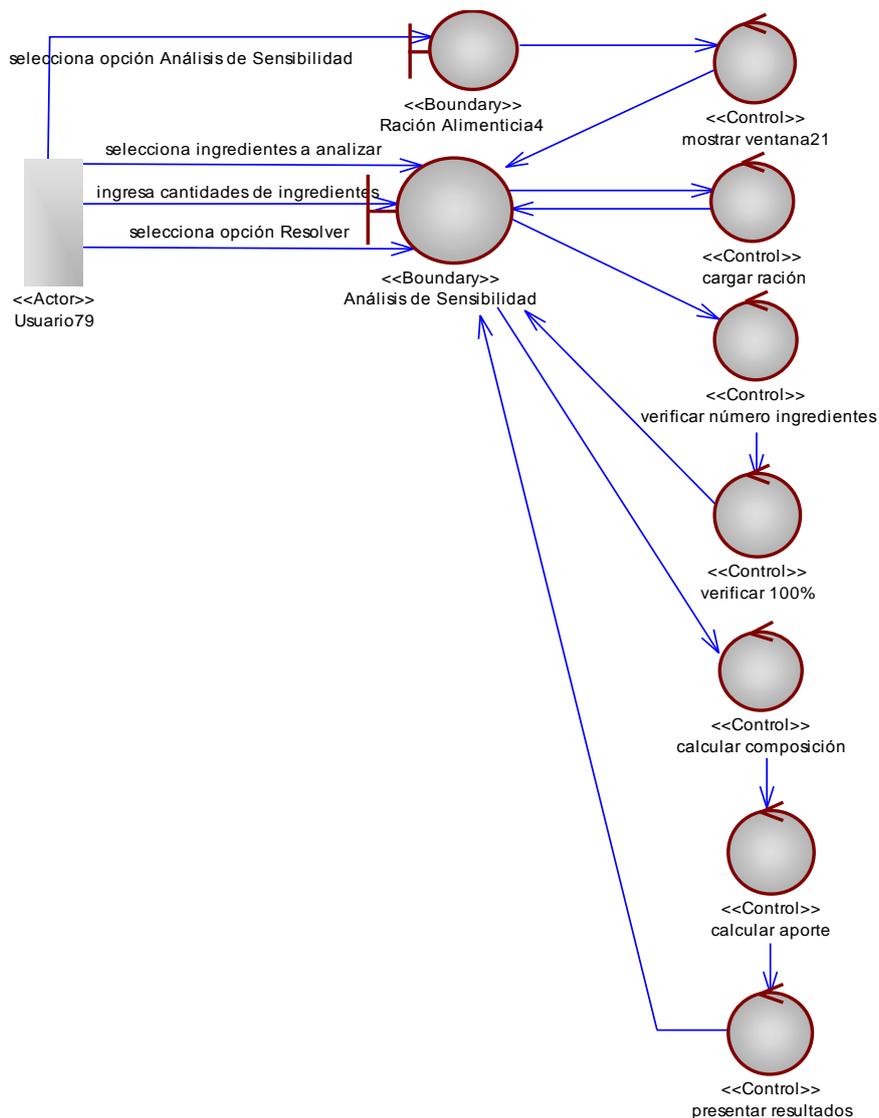
Curso Alternativo H: Selección de opción diferente



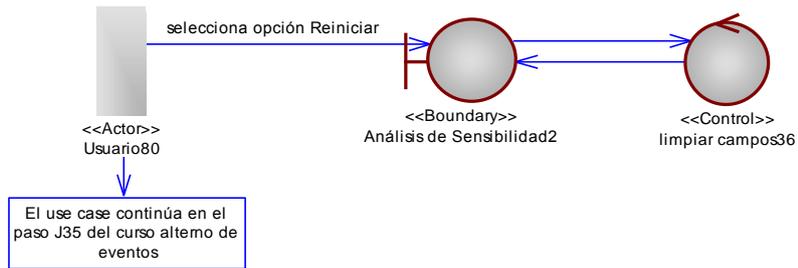
Curso Alternativo I: Selección de opción diferente



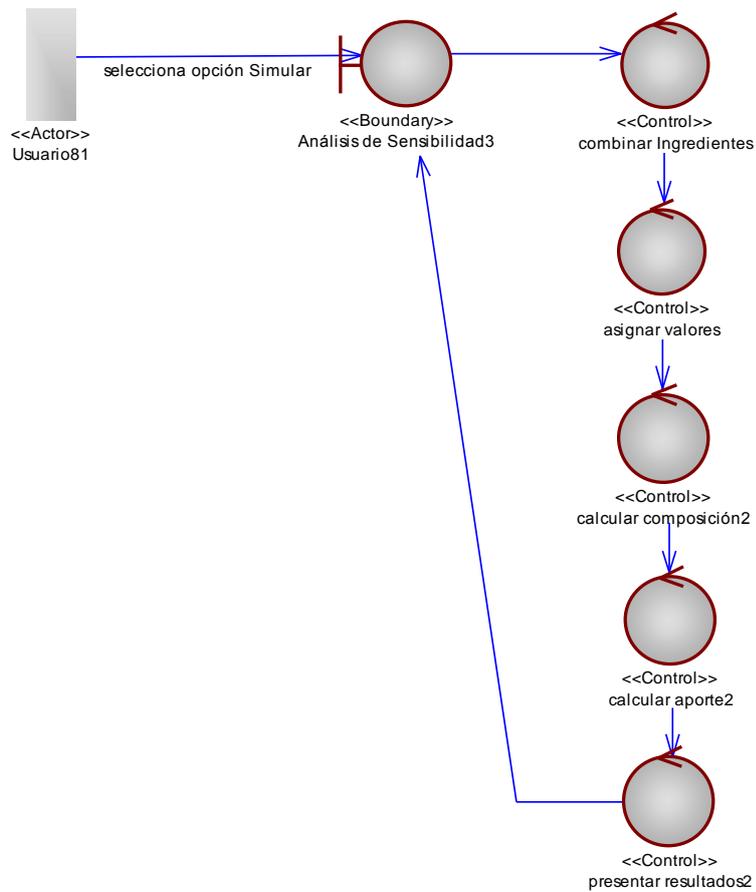
Curso Alternativo J: Selección de opción diferente



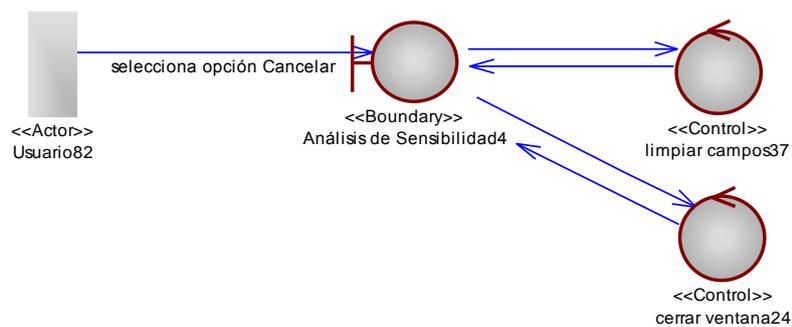
Curso Alterno K: Selección de opción diferente



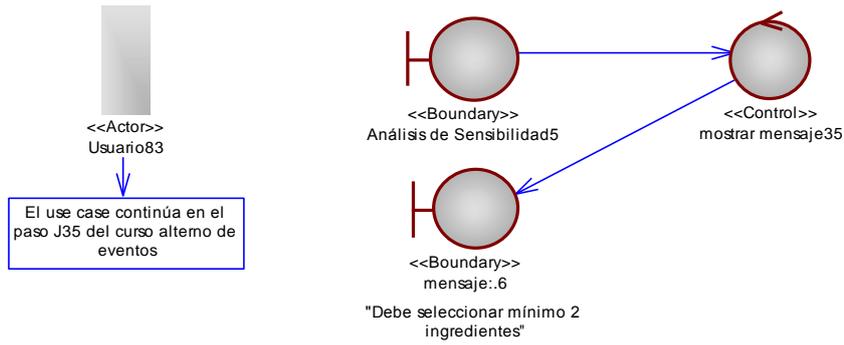
Curso Alterno L: Selección de opción diferente



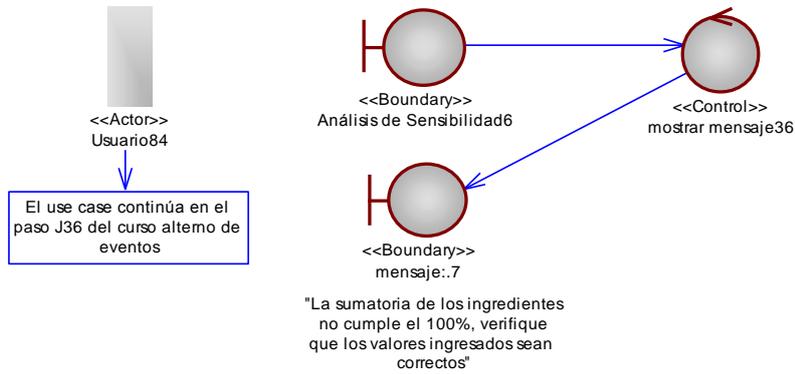
Curso Alterno M: Selección de opción diferente



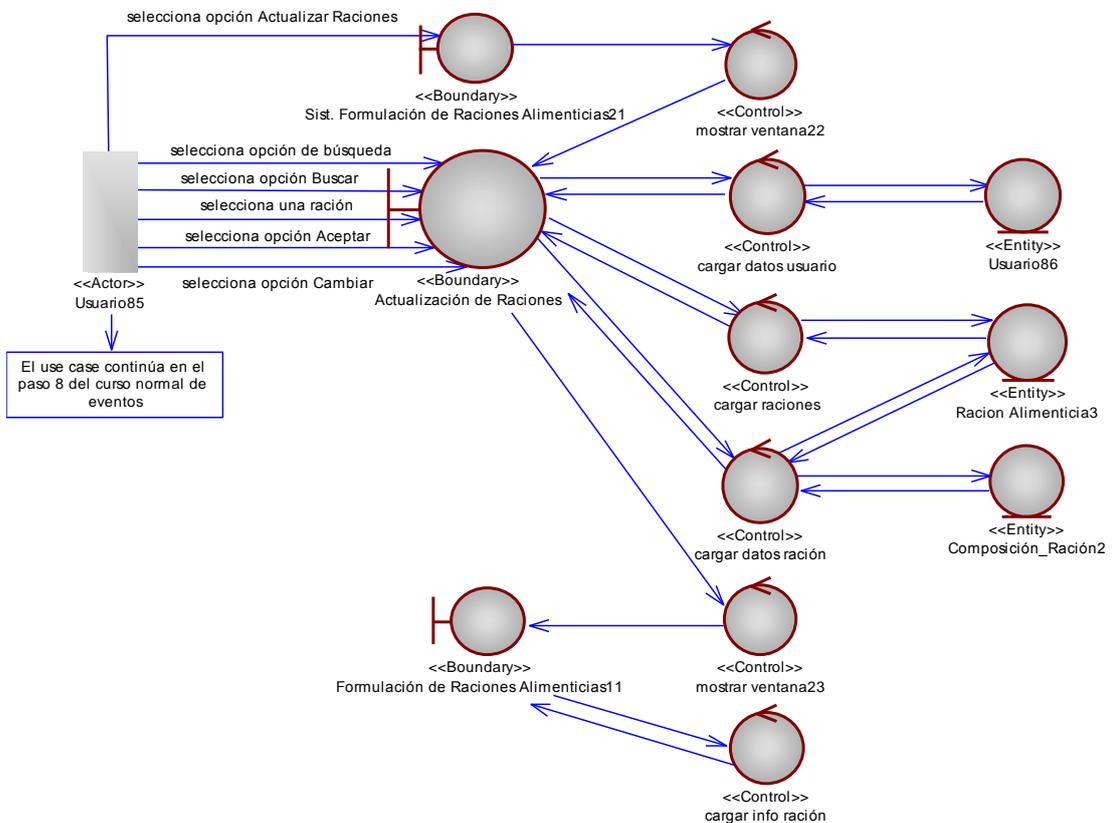
Curso Alternativo N: Selección mínima de ingredientes



Curso Alternativo O: Regla del 100%

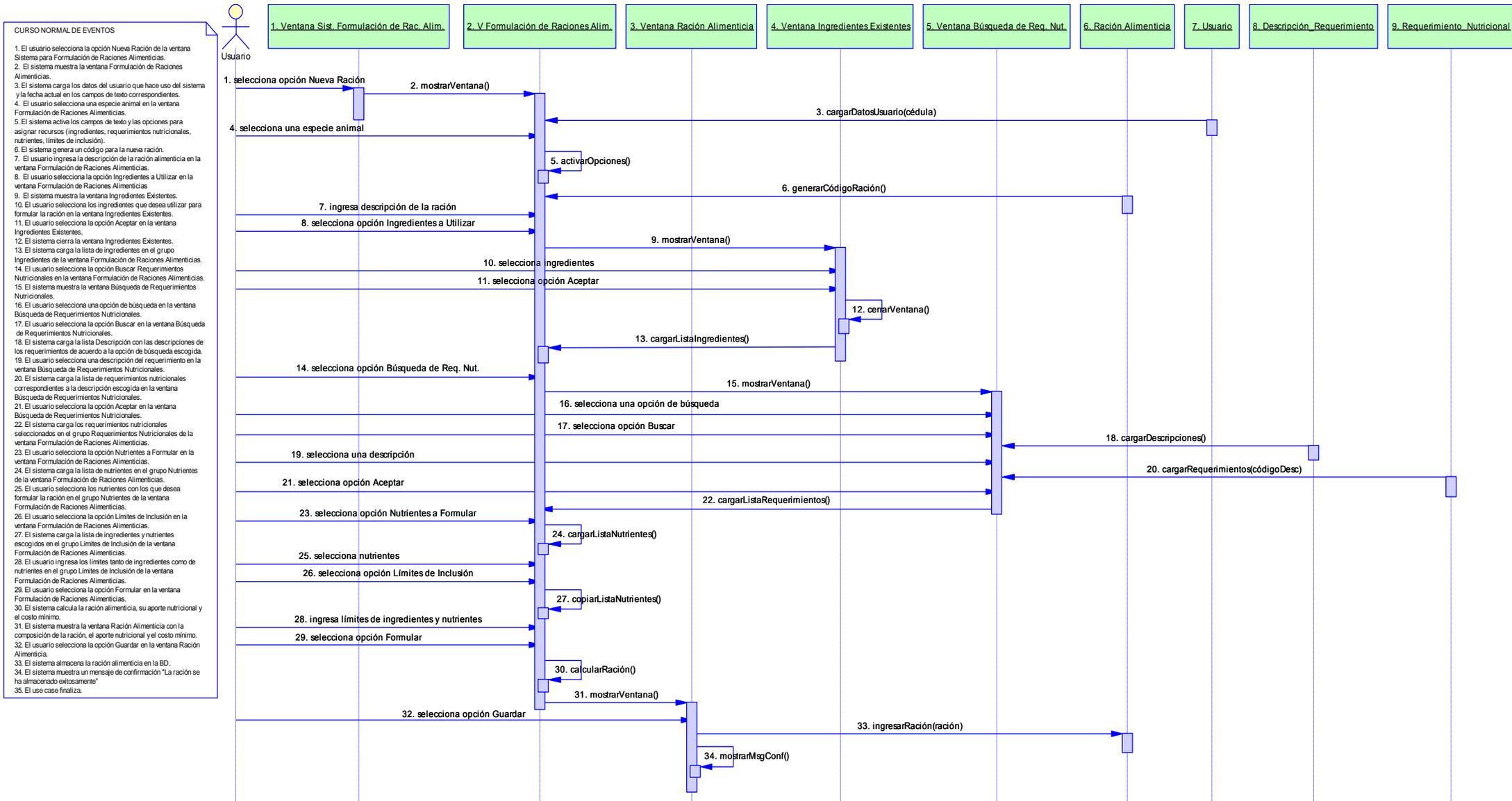


Curso Alternativo P: Selección de opción diferente



7.6.6.2 Diagrama de Secuencia

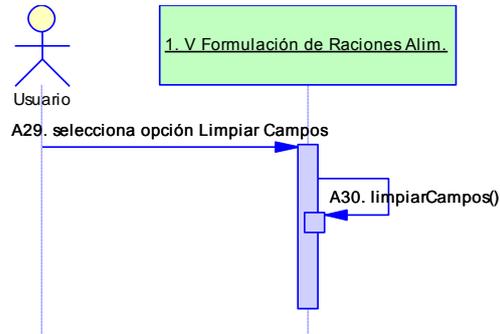
Curso Normal de Eventos



Curso Alterno de Eventos

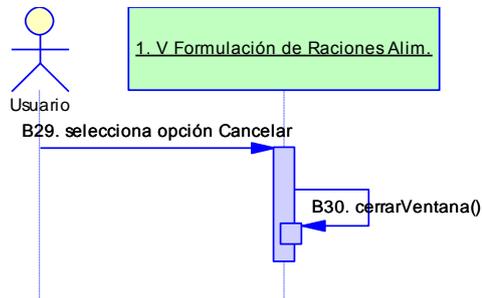
Curso Alterno A: Selección de opción diferente

A29. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.
 A30. El sistema borra los campos de texto de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.
 A31. El use case continúa en el paso 3 del curso normal de eventos.



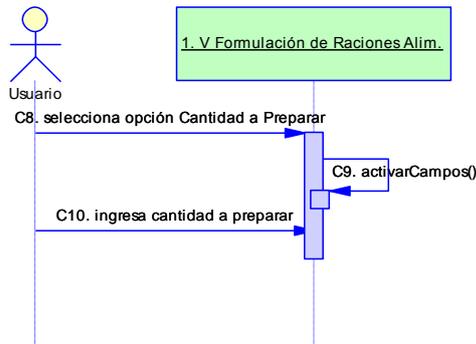
Curso Alterno B: Selección de opción diferente

B29. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.
 B30. El sistema cierra la ventana actual
 B31. El use case finaliza.



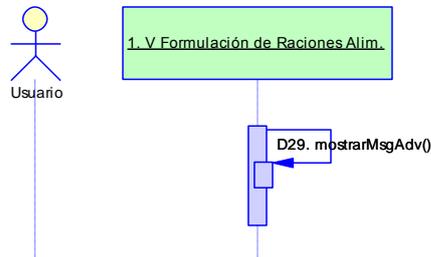
Curso Alterno C: Cantidad de ración

C8. El usuario selecciona la opción Cantidad a Preparar en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.
 C9. El sistema activa el campo de texto correspondiente a la cantidad de la ración
 C10. El usuario ingresa la cantidad que desea formular en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.
 C11. El use case continúa en el paso 7 del curso normal de eventos.



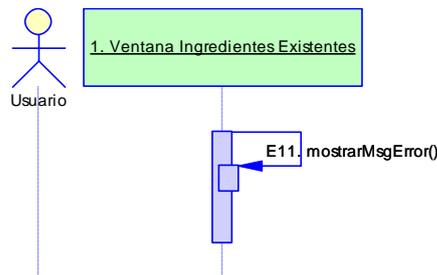
Curso Alterno D: Datos Incompletos

D29. El sistema muestra un mensaje de advertencia "Existen campos vacios en el grupo Información General"
 D30. El use case continúa en el paso 7 del curso normal de eventos.



Curso Alterno E: Cantidad mínima de ingredientes

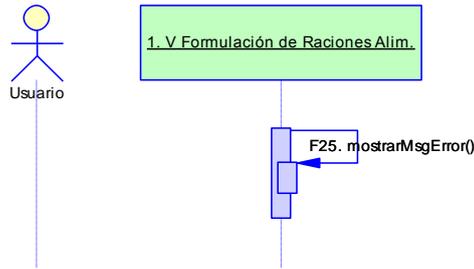
E11. El sistema muestra un mensaje de error "Debe seleccionar como mínimo 2 ingredientes y máximo 20 ingredientes"
 E12. El use case continúa en el paso 10 del curso normal de eventos.



Curso Alterno F: Cantidad mínima de nutrientes a formular

F25. El sistema muestra un mensaje de error "Debe seleccionar como mínimo 2 nutrientes y máximo 15 nutrientes"

F16. El use case continúa en el paso 25 del curso normal de eventos.



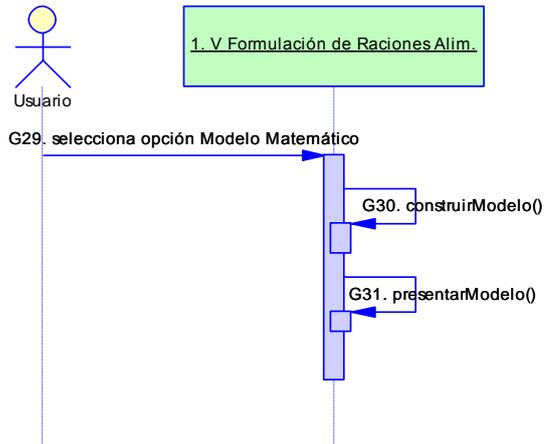
Curso Alterno G: Selección de opción diferente

G29. El usuario selecciona la opción Modelo Matemático en la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.

G30. El sistema construye el modelo matemático con los costos de los ingredientes, la composición nutricional y los requerimientos nutricionales de la especie seleccionada.

G31. El sistema muestra el modelo matemático en el grupo Modelo de la ventana Formulación de Raciones Alimenticias.

G32. El use case continúa en el paso 29 del curso normal de eventos.



Curso Alterno H: Selección de opción diferente

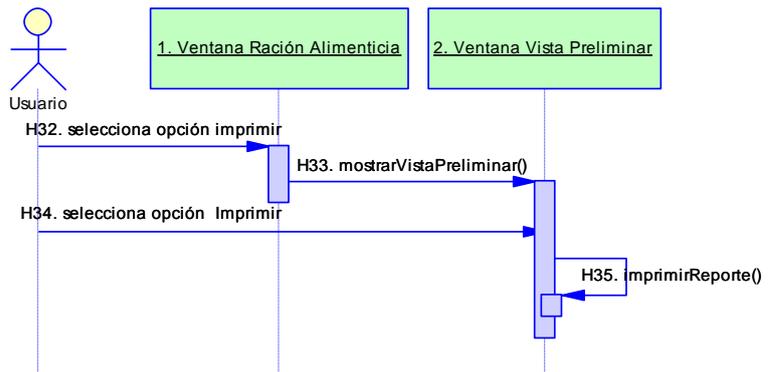
H32. El usuario selecciona la opción Imprimir en la ventana Ración Alimenticia.

H33. El sistema muestra una vista preliminar del reporte a imprimir.

H34. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.

H35. El sistema imprime el reporte.

H36. El use case finaliza.



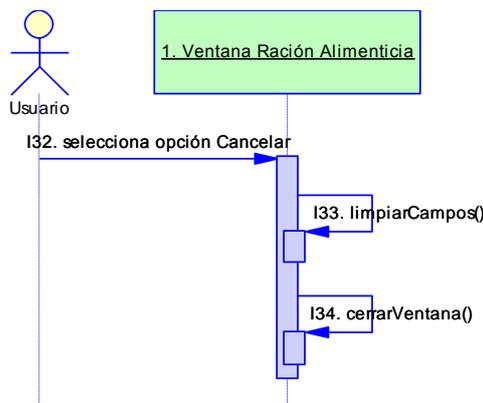
Curso Alterno I: Selección de opción diferente

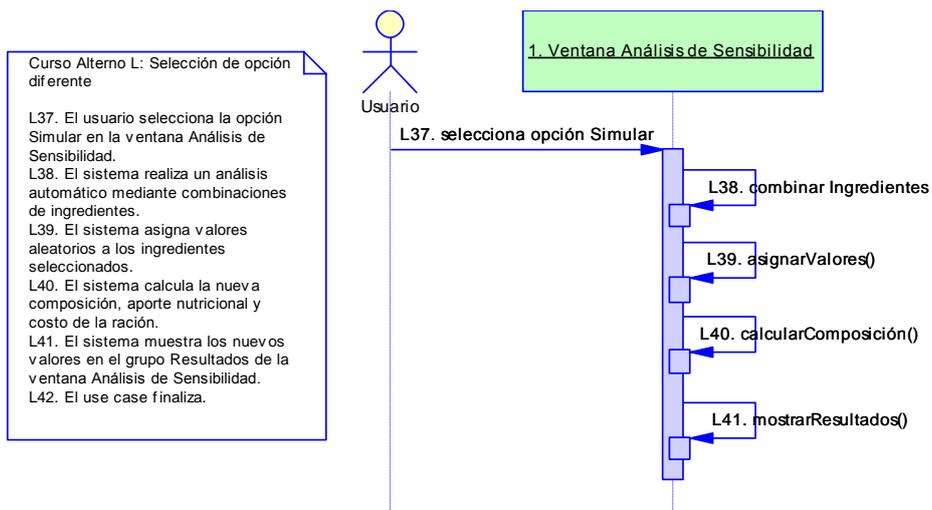
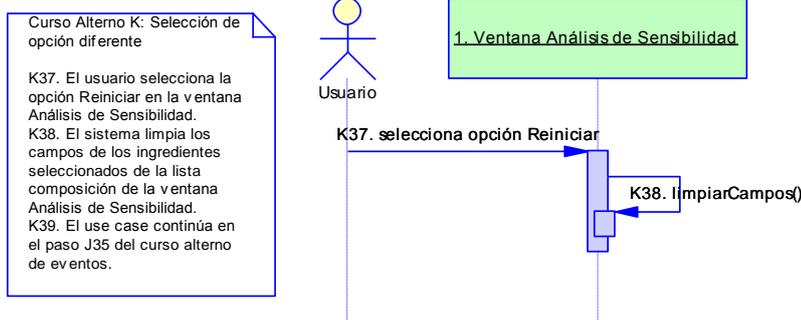
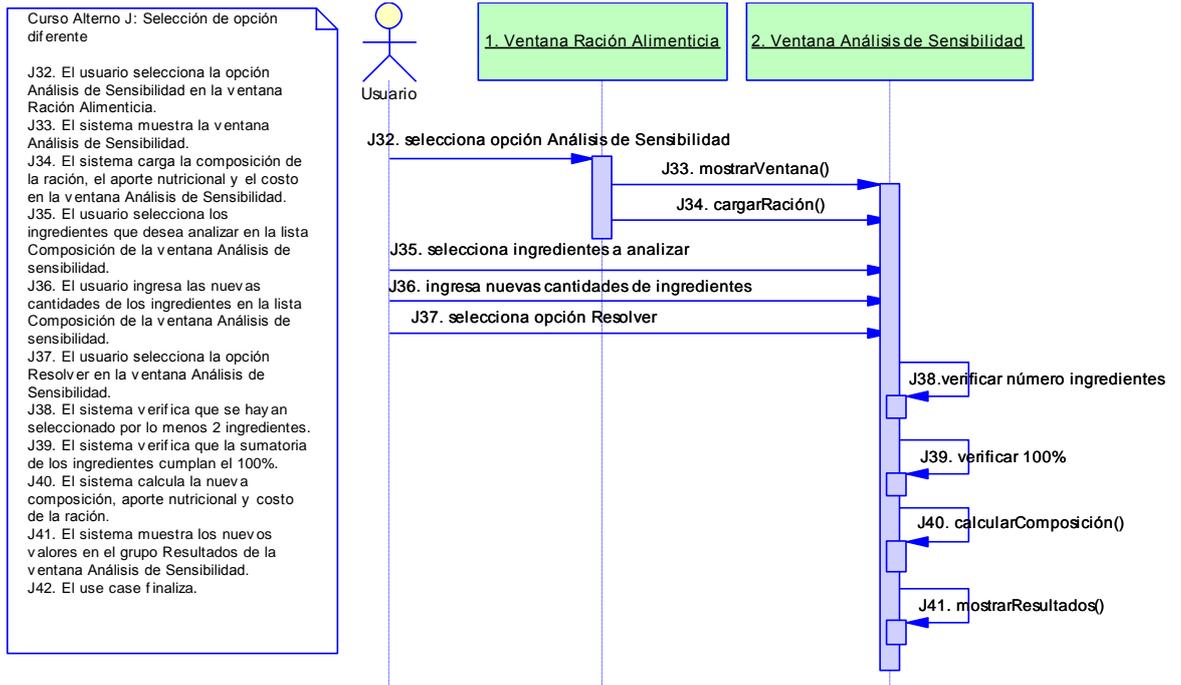
I32. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Ración Alimenticia.

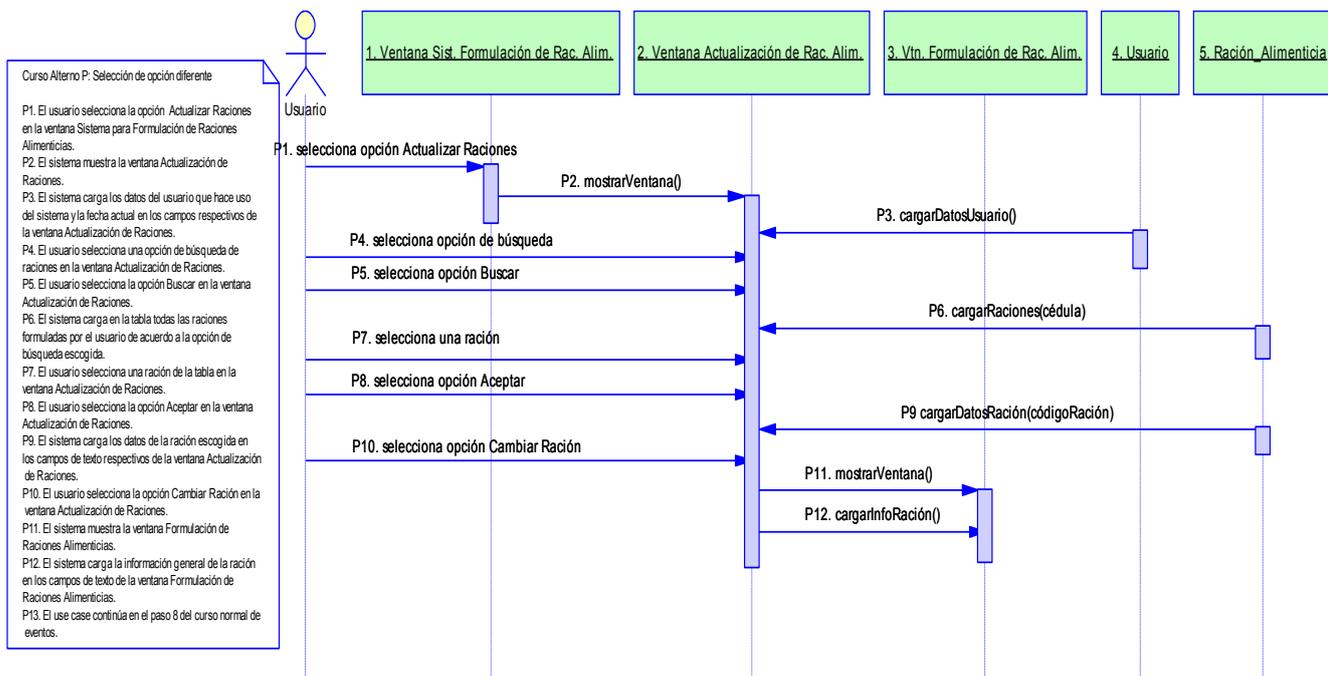
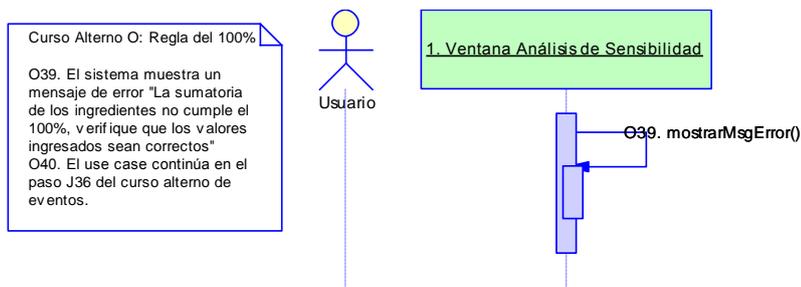
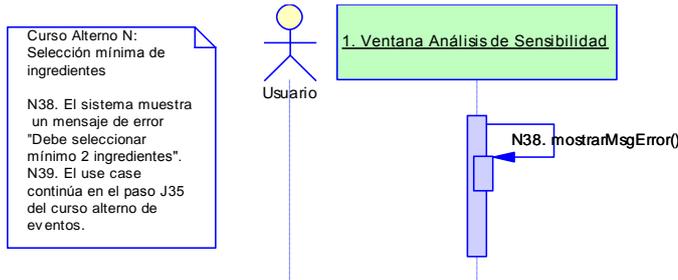
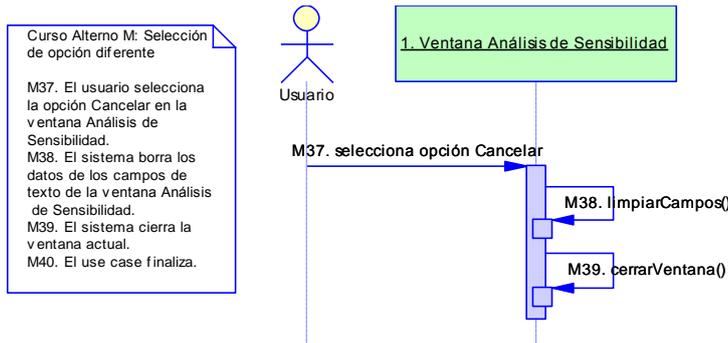
I33. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Ración Alimenticia.

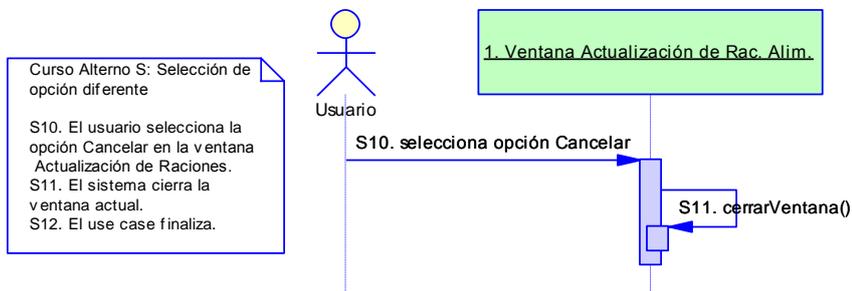
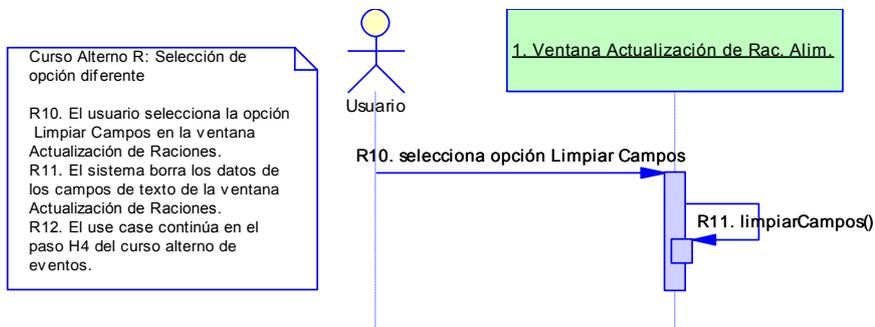
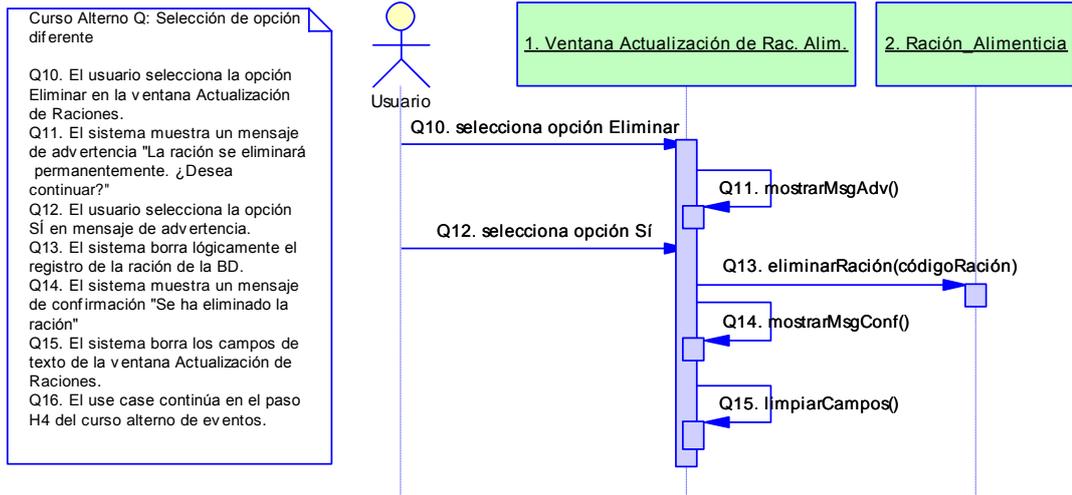
I34. El sistema cierra la ventana actual.

I35. El use case continúa en el paso 1 del curso normal de eventos.









7.6.7 Caso de Uso: Realizar Análisis de Sensibilidad

Nombre de la Pantalla:	Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF19, RQF20, RQF21
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	13/08/2009

Nombre:	Realizar Análisis de Sensibilidad
Actores:	Usuario (docente, estudiante)
Propósito:	Determinar la optimidad de una ración al cambiar la cantidad de participación de los ingredientes que la conforman.
Visión General:	El usuario podrá seleccionar las variables que desea analizar y reformular la ración ó realizar una simulación automática.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF2, RQF19, RQF20, RQF21
Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario selecciona la opción Análisis de Sensibilidad de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.

Postcondición:	El usuario podrá determinar las variables que son sensibles al cambio de su valor original y cómo influye dicho cambio en el costo y aporte nutricional de la ración.
CURSO NORMAL DE EVENTOS	
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<ol style="list-style-type: none"> 2. El usuario selecciona una opción de búsqueda para raciones en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias. 3. El usuario selecciona la opción Buscar en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias. 5. El usuario selecciona una ración de la lista en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias. 6. El usuario selecciona la opción Aceptar en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias. 4. El sistema carga las raciones creadas por el usuario según el criterio de búsqueda escogido de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias. 7. El sistema carga toda la información de la ración escogida en los campos de texto de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.

<p>8. El usuario selecciona los ingredientes que desea analizar de la lista composición en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>9. El usuario ingresa las nuevas cantidades (en porcentaje) correspondientes a los ingredientes seleccionados en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>10. El usuario selecciona la opción Resolver en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p>	<p>11. El sistema verifica que se hayan seleccionado por lo menos 2 ingredientes.</p> <p>12. El sistema verifica que la sumatoria de los ingredientes cumplan el 100%.</p> <p>13. El sistema calcula la nueva composición, aporte nutricional y costo de la ración.</p> <p>14. El sistema muestra los nuevos valores en el grupo Resultados de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>15. El use case finaliza.</p>
--	--

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>A10. El usuario selecciona la opción Reiniciar en la ventana Análisis de</p>	

<p>Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>A12. El use case continúa en el paso 8 del curso normal de eventos.</p>	<p>A11. El sistema limpia los campos de los ingredientes seleccionados de la lista composición de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p>
---	--

Curso Alternativo B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>B10. El usuario selecciona la opción Simular en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p>	<p>B11. El sistema realiza un análisis automático mediante combinaciones de ingredientes.</p> <p>B12. El sistema asigna valores aleatorios a los ingredientes seleccionados.</p> <p>B13. El sistema calcula la nueva composición, aporte nutricional y costo de la ración.</p> <p>B14. El sistema muestra los nuevos valores en el grupo Resultados de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias</p> <p>B15. El use case finaliza.</p>

Curso Alternativo C: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>C10. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana</p>	

<p>Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>C12. El use case continúa en el paso 2 del curso normal de eventos.</p>	<p>C11. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p>
---	---

Curso Alterno D: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>D10. El usuario selecciona la opción Imprimir en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>D12. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.</p>	<p>D11. El sistema muestra una vista preliminar del reporte a imprimir</p> <p>D13. El sistema imprime el reporte.</p> <p>D14. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>E10. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p>	<p>E11. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.</p> <p>E12. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>E13. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno F: Selección mínima de ingredientes

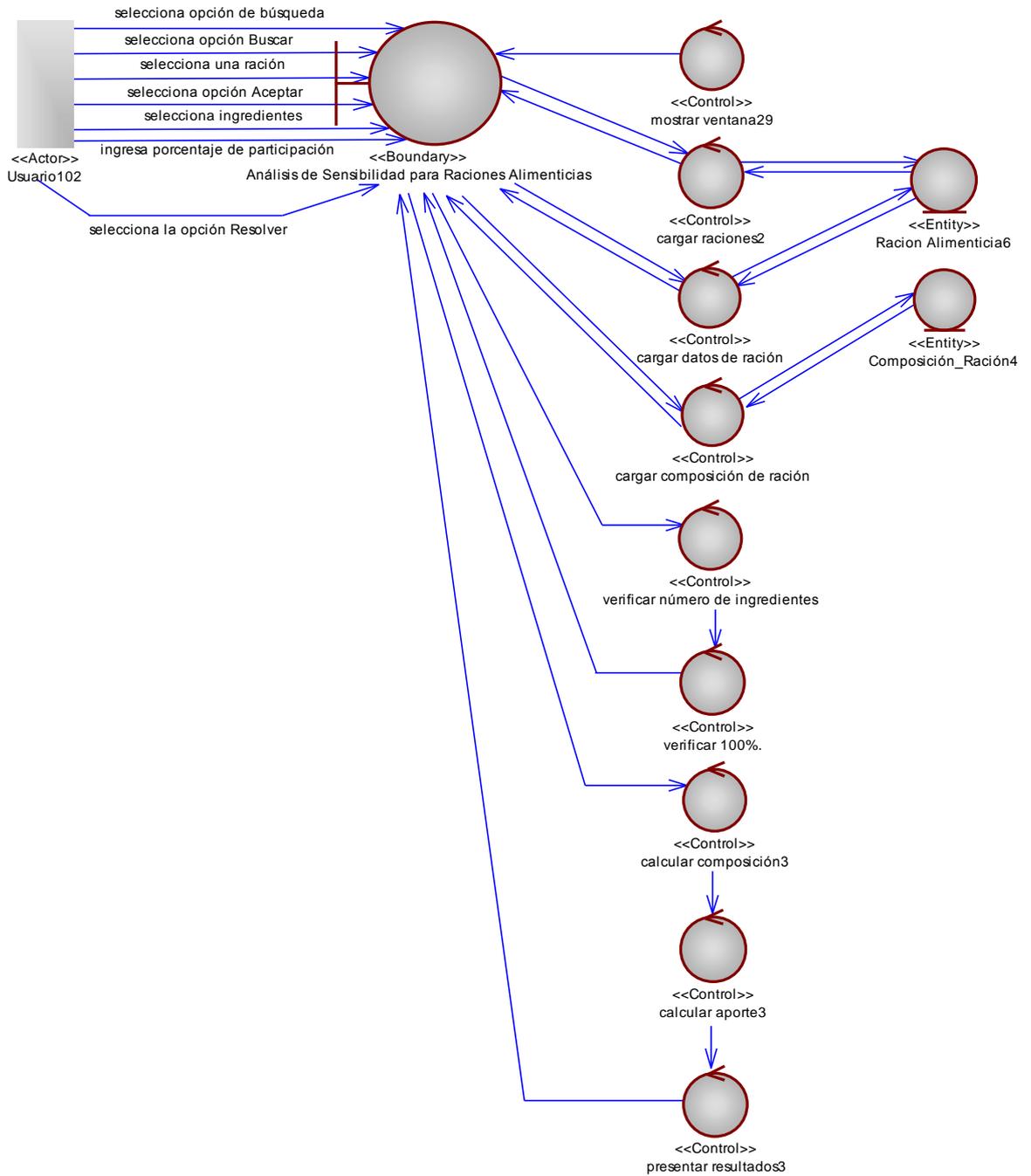
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
F12. El use case continúa en el paso 8 del curso normal de eventos.	F11. El sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar mínimo 2 ingredientes”.

Curso Alterno G: Regla del 100%

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
G13. El use case continúa en el paso 9 del curso normal de eventos.	G12. El sistema muestra un mensaje de error “La sumatoria de los ingredientes no cumple el 100%, verifique que los valores ingresados sean correctos”.

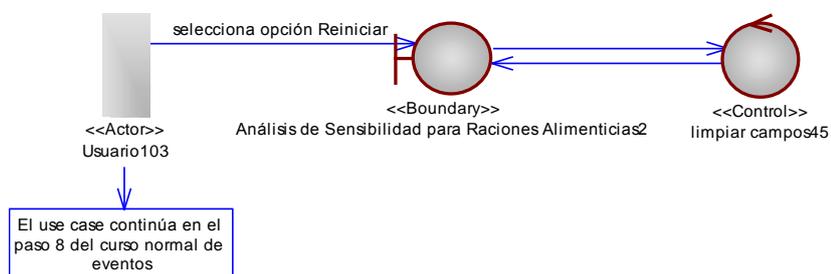
7.6.7.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

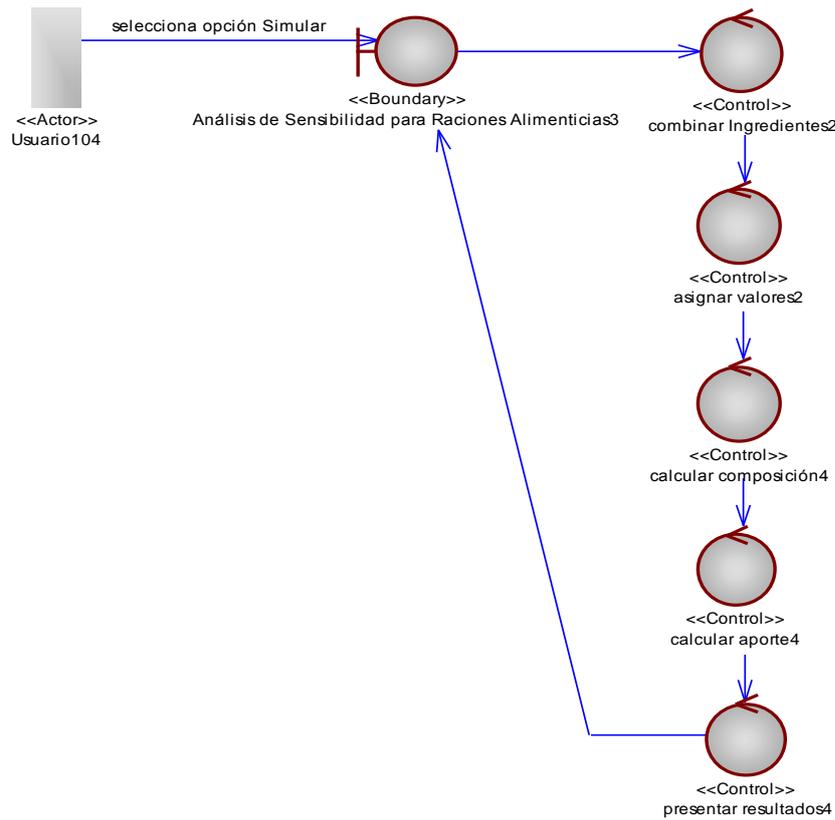


Curso Alterno de Eventos

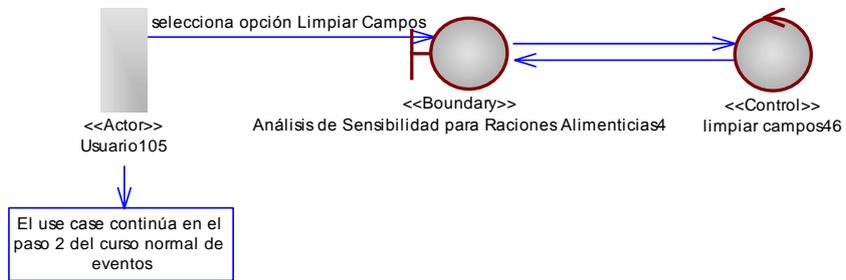
Curso Alterno A: Selección de opción diferente



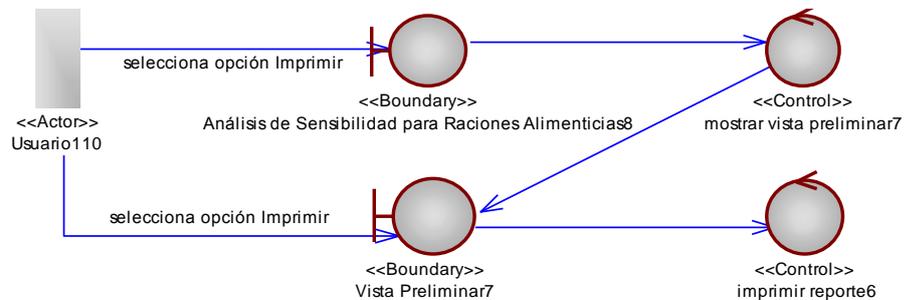
Curso Alternativo B: Selección de opción diferente



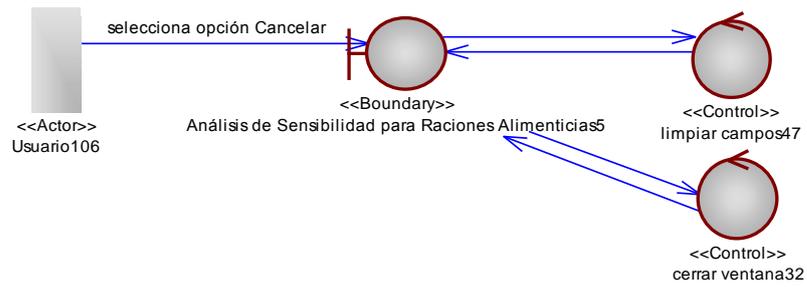
Curso Alternativo C: Selección de opción diferente



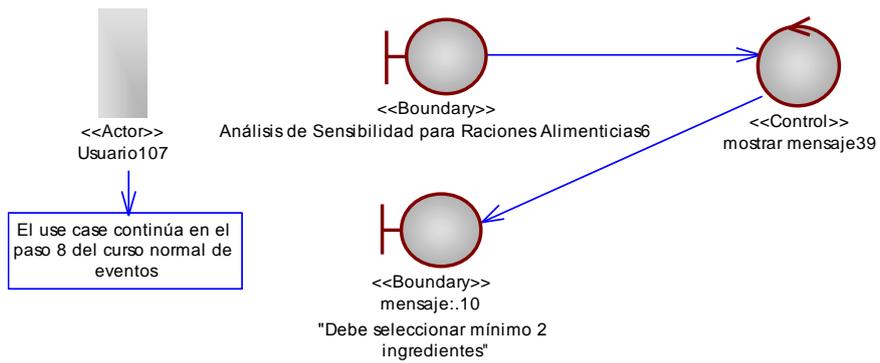
Curso Alternativo D: Selección de opción diferente



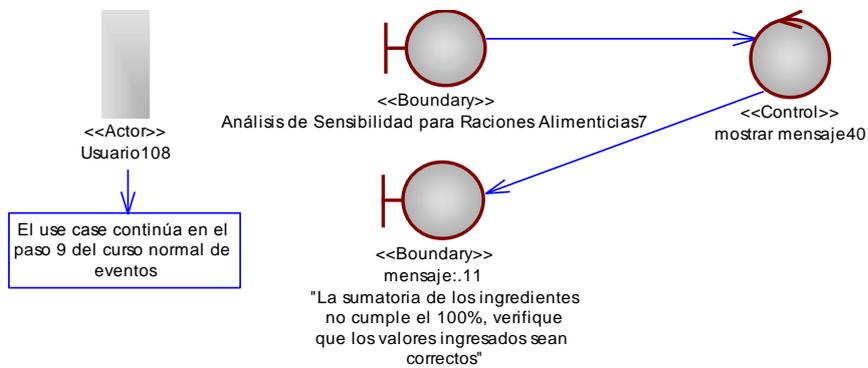
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente



Curso Alternativo F: Selección mínima de ingredientes

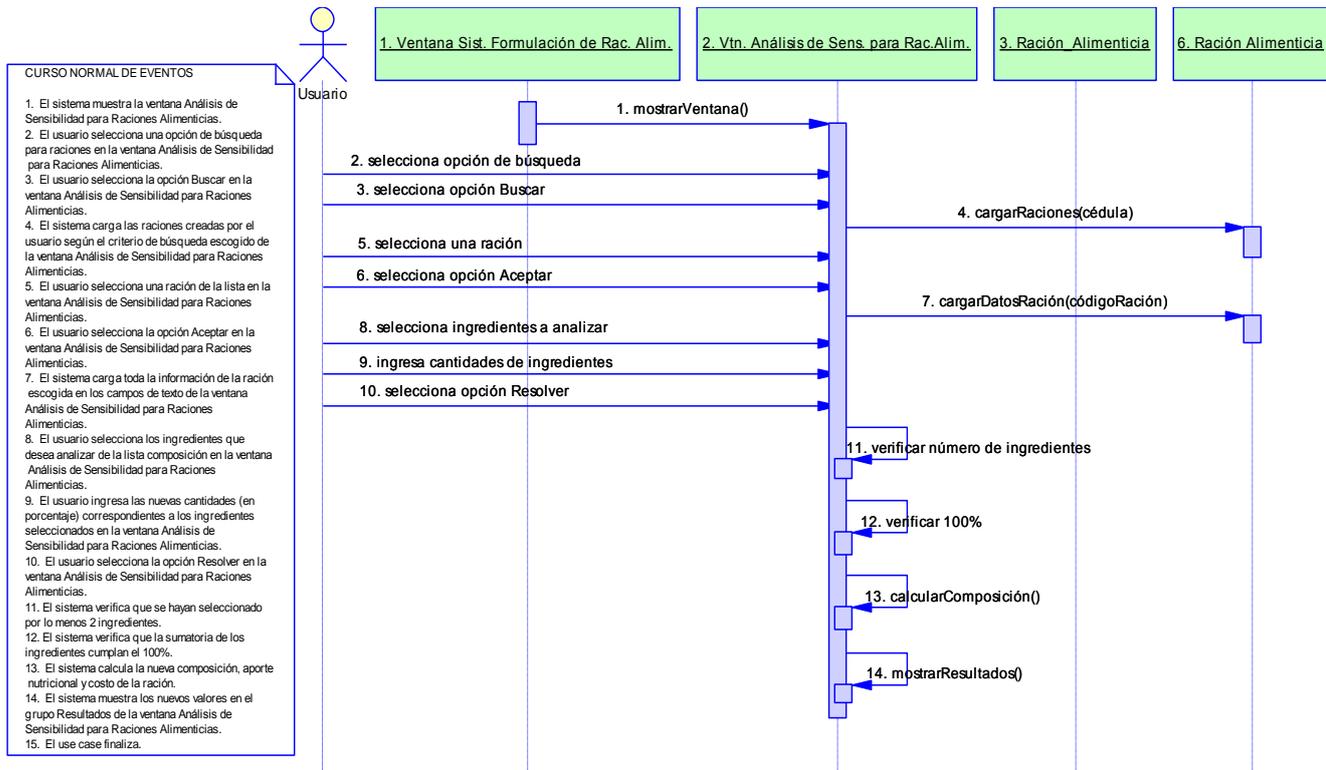


Curso Alternativo G: Regla del 100%

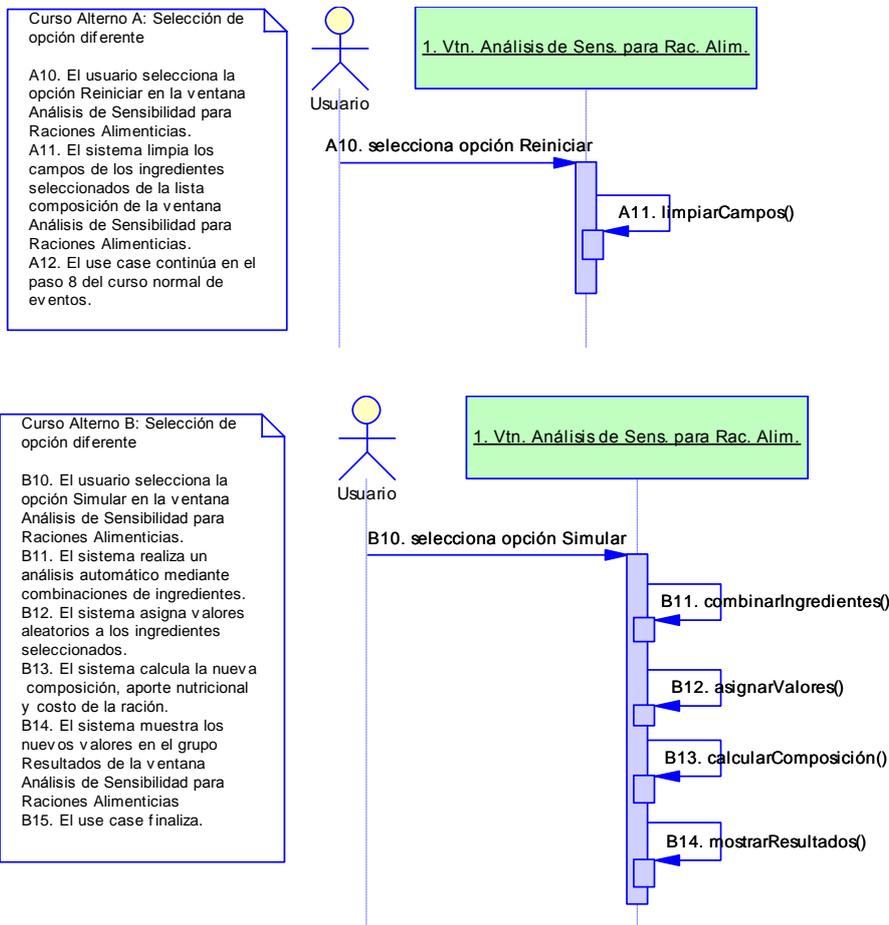


7.6.7.2 Diagrama de Secuencia

Curso Normal de Eventos

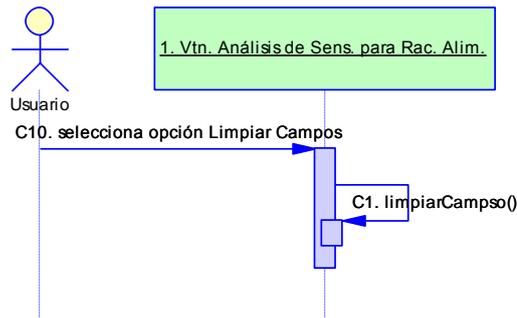


Curso Alterno de Eventos



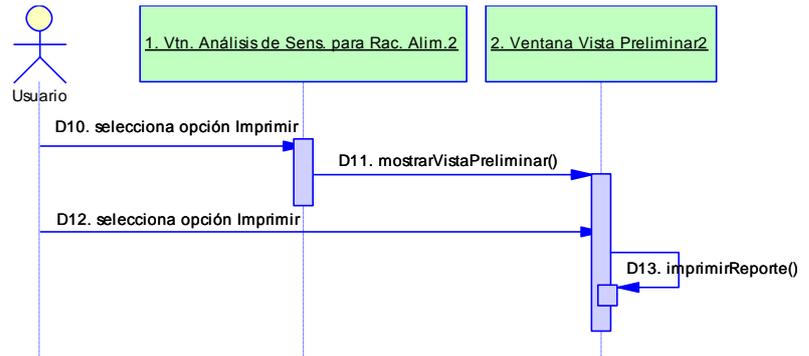
Curso Alternativo C: Selección de opción diferente

C10. El usuario selecciona la opción Limpiar Campos en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.
 C11. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.
 C12. El use case continúa en el paso 2 del curso normal de eventos.



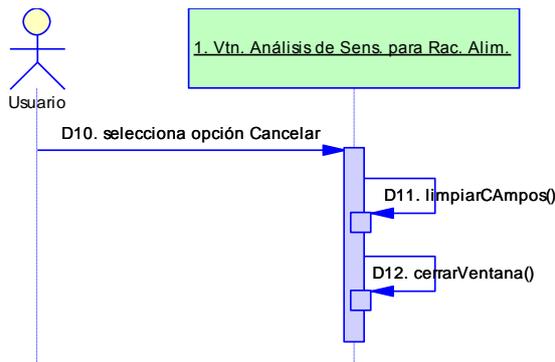
Curso Alternativo D: Selección de opción diferente

D10. El usuario selecciona la opción Imprimir en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.
 D11. El sistema muestra una vista preliminar del reporte a imprimir
 D12. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.
 D13. El sistema imprime el reporte.
 D14. El use case finaliza.



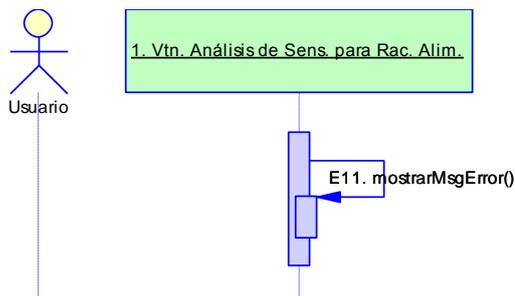
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente

E10. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.
 E11. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Análisis de Sensibilidad para Raciones Alimenticias.
 E12. El sistema cierra la ventana actual.
 E13. El use case finaliza.



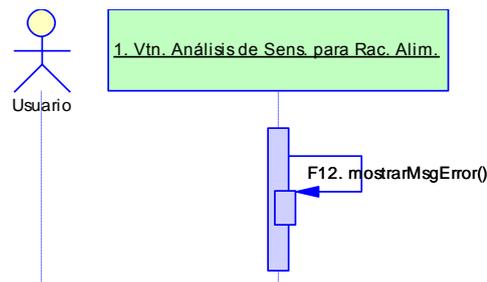
Curso Alternativo F: Selección mínima de ingredientes

F11. El sistema muestra un mensaje de error "Debe seleccionar mínimo 2 ingredientes"
 F12. El use case continúa en el paso 8 del curso normal de eventos.

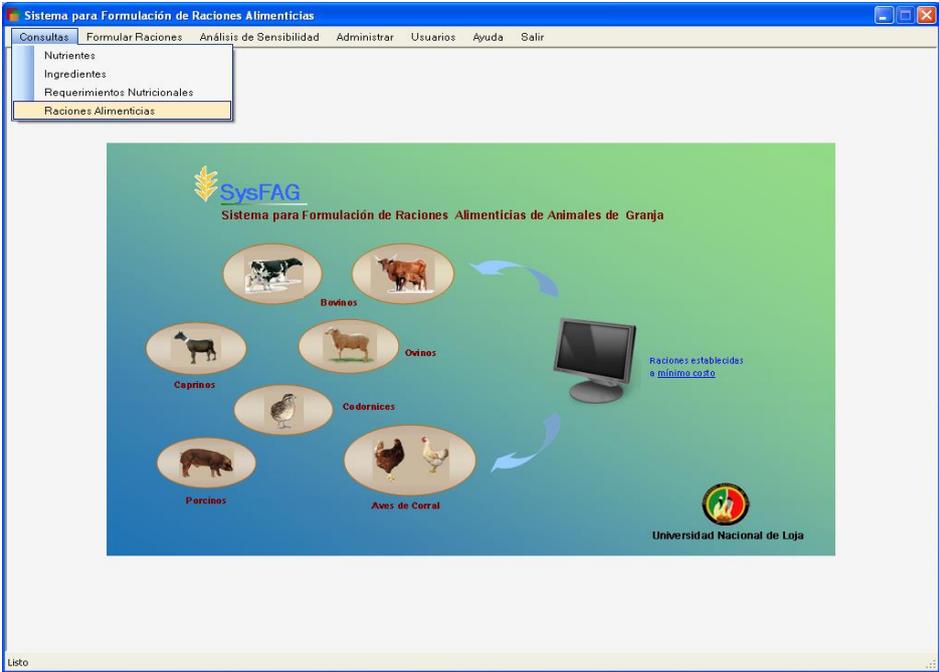


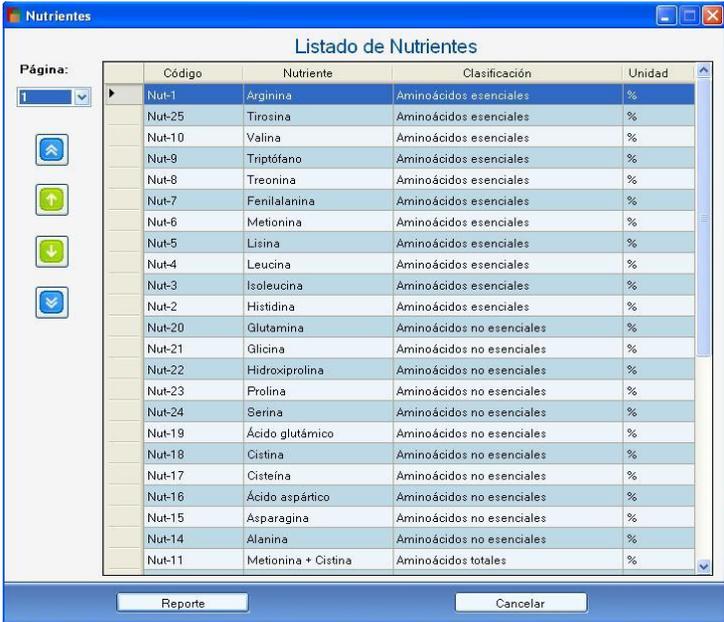
Curso Alternativo G: Regla del 100%

G12. El sistema muestra un mensaje de error "La sumatoria de los ingredientes no cumple el 100%, verifique que los valores ingresados sean correctos".
 G13. El use case continúa en el paso 9 del curso normal de eventos.



7.6.8 Caso de Uso: Realizar Consultas

Nombre de la Pantalla:	Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF22, RQF36
 <p>The screenshot shows the SysFAG software interface. At the top, there is a menu bar with options: Consultas, Formular Raciones, Análisis de Sensibilidad, Administrar, Usuarios, Ayuda, and Salir. Below the menu bar, there is a dropdown menu with options: Nutrientes, Ingredientes, Requerimientos Nutricionales, and Raciones Alimenticias. The main area features a central graphic with the SysFAG logo and the text 'Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja'. The graphic includes icons for various animal groups: Bovinos, Ovinos, Caprinos, Corderos, Porcinos, and Aves de Corral. A computer monitor icon is also present with the text 'Raciones establecidas a mínimo costo'. The Universidad Nacional de Loja logo is visible in the bottom right corner.</p>	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	04/04/2008

Nombre de la Pantalla:	Nutrientes
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF22, RQF36
 <p>The screenshot shows the Nutrientes software interface. At the top, there is a menu bar with options: Consultas, Formular Raciones, Análisis de Sensibilidad, Administrar, Usuarios, Ayuda, and Salir. Below the menu bar, there is a dropdown menu with options: Nutrientes, Ingredientes, Requerimientos Nutricionales, and Raciones Alimenticias. The main area features a central graphic with the SysFAG logo and the text 'Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja'. The graphic includes icons for various animal groups: Bovinos, Ovinos, Caprinos, Corderos, Porcinos, and Aves de Corral. A computer monitor icon is also present with the text 'Raciones establecidas a mínimo costo'. The Universidad Nacional de Loja logo is visible in the bottom right corner.</p>	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	02/05/2008

Nombre:	Realizar Consultas
Actores:	Usuario (administrador, docente, estudiante)
Propósito:	Consultar los ingredientes, nutrientes, requerimientos nutricionales y raciones alimenticias creadas.
Visión General:	El usuario podrá tener conocimiento de los ingredientes, nutrientes, requerimientos nutricionales y de las raciones que haya formulado; así como también de obtener reportes de las distintas opciones de consulta.
Tipo:	Primario, esencial.
Referencia:	RQF2, RQF22, RQF36
Precondición:	Este caso de uso comienza cuando el usuario selecciona la opción Consultas de la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.
Postcondición:	Se podrá obtener reportes actualizados con la información existente en la base de datos.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción Nutrientes en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>4. El usuario selecciona la opción Reporte en la ventana Nutrientes.</p> <p>6. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.</p>	<p>2. El sistema muestra la ventana Nutrientes.</p> <p>3. El sistema carga todos nutrientes existentes en la Base de Datos en la ventana Nutrientes.</p> <p>5. El sistema muestra una vista preliminar de los nutrientes existentes en la Base de Datos.</p>

	<p>7. El sistema imprime el reporte.</p> <p>8. El use case finaliza.</p>
--	--

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

Curso Alterno A: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>A4. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Nutrientes.</p>	<p>A5. El sistema borra los campos de texto de la ventana Nutrientes.</p> <p>A6. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>A7. El use case finaliza.</p>

Nombre de la Pantalla:	Ingredientes
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF22, RQF36
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	30/05/2008

Curso Alterno B: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>B1. El usuario selecciona la opción Ingredientes en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>B4. El usuario selecciona la opción Reporte en la ventana Ingredientes.</p> <p>B6. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.</p>	<p>B2. El sistema muestra la ventana Ingredientes.</p> <p>B3. El sistema carga los ingredientes disponibles en la ventana Ingredientes.</p> <p>B5. El sistema muestra una vista preliminar del reporte de ingredientes disponibles.</p> <p>B7. El sistema imprime el reporte.</p> <p>B8. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno C: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>C4. El usuario selecciona la opción Todos en la ventana Ingredientes.</p> <p>C6. El usuario selecciona la opción Reporte en la ventana Ingredientes.</p>	<p>C5. El sistema carga todos los ingredientes existentes en la ventana Ingredientes.</p> <p>C7. El sistema muestra una vista preliminar del reporte de ingredientes existentes.</p>

C8. El use case continúa en el paso B6 del curso alternativo de eventos.	
---	--

Curso Alterno D: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
D4. El usuario selecciona un ingrediente de la lista en la ventana Ingredientes.	D5. El sistema muestra una vista preliminar del reporte con la información detallada del ingrediente seleccionado (datos generales, composición nutricional).
D6. El use case continúa en el paso B6 del curso alternativo de eventos.	

Curso Alterno E: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
E4. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Ingredientes.	E5. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Ingredientes. E6. El sistema cierra la ventana actual. E7. El use case finaliza.

Nombre de la Pantalla:	Requerimientos Nutricionales
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF22, RQF36

Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	19/12/2008

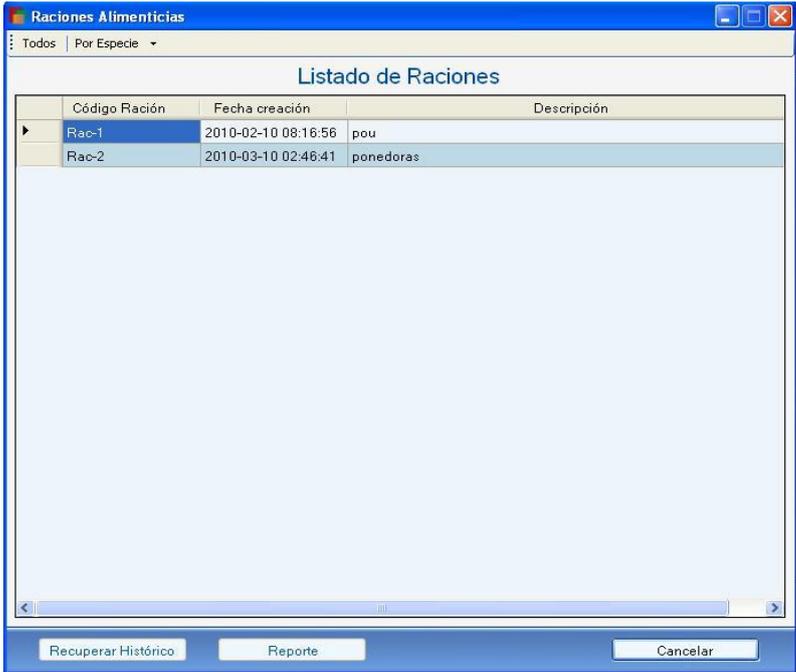
Curso Alterno F: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>F1. El usuario selecciona la opción Requerimientos Nutricionales en la ventana Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>F3. El usuario selecciona una especie animal en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p>	<p>F2. El sistema muestra la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F4. El sistema activa las opciones de búsqueda en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p>

<p>F5. El usuario selecciona una opción de búsqueda en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F6. El usuario selecciona la opción Buscar en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F8. El usuario selecciona una descripción de la lista en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F10. El usuario selecciona los nutrientes que desea imprimir en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F11. El usuario selecciona la opción Reporte en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F13. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.</p>	<p>F7. El sistema carga las descripciones de los requerimientos para la especie seleccionada y de acuerdo al criterio de búsqueda en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>F9. El sistema carga los requerimientos nutricionales correspondientes a la descripción escogida en la ventana Requerimientos Nutricionales</p> <p>F12. El sistema muestra una vista preliminar del reporte con la información detallada del requerimiento seleccionado (descripción, Lista de nutrientes).</p> <p>F14. El sistema imprime el reporte</p> <p>F15. El use case finaliza.</p>
---	---

Curso Alterno G: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
G9. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Requerimientos Nutricionales.	<p>G10. El sistema borra los datos de los campos de texto en la ventana Requerimientos Nutricionales.</p> <p>G11. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>G12. El use case finaliza.</p>

Nombre de la Pantalla:	Raciones Alimenticias
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF22, RQF36
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	19/08/2009

Curso Alterno H: Selección de opción diferente

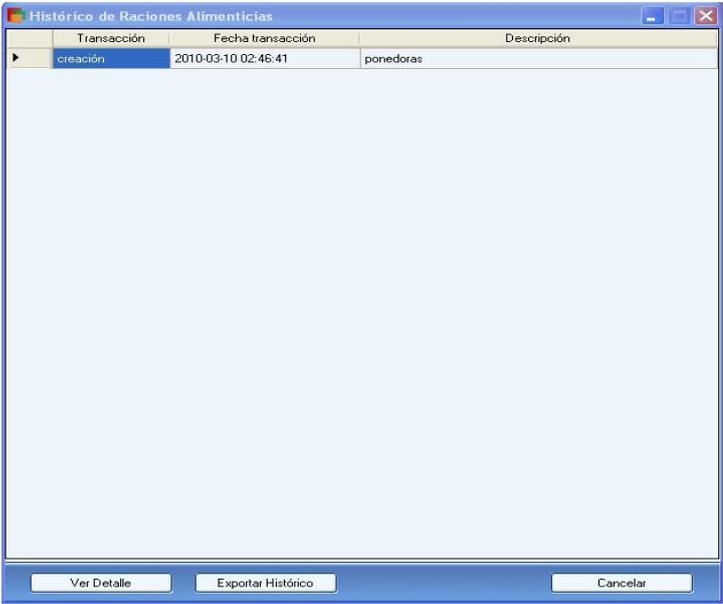
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
H1. El usuario selecciona la opción Raciones Alimenticias en la ventana	

<p>Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias.</p> <p>H4. El usuario selecciona una ración de la lista en la ventana Raciones Alimenticias.</p> <p>H6. El usuario selecciona la opción Reporte en la ventana Raciones Alimenticias.</p> <p>H8. El usuario selecciona la opción Imprimir en la vista preliminar.</p>	<p>H2. El sistema muestra la ventana Raciones Alimenticias.</p> <p>H3. El sistema carga todas las raciones creadas por el usuario que hace uso del sistema.</p> <p>H5. El sistema activa las opciones para el manejo de la información en la ventana Raciones Alimenticias.</p> <p>H7. El sistema muestra una vista preliminar del reporte con la información detallada de la ración alimenticia (datos generales, composición, aporte nutricional, costo).</p> <p>H9. El sistema imprime el reporte.</p> <p>H10. El use case finaliza.</p>
---	---

Curso Alterno I: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>I6. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Raciones Alimenticias.</p>	<p>I7. El sistema borra los datos de los</p>

	<p>campos de texto de la ventana Raciones Alimenticias.</p> <p>18. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>19. El use case finaliza.</p>
--	--

Nombre de la Pantalla:	Histórico de Raciones Alimenticias
Referencia de Requerimientos:	RQF2, RQF22, RQF36
	
Realizado por:	Andrea Escudero
Fecha:	19/08/2009

Curso Alterno J: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>J6. El usuario selecciona la opción Recuperar Histórico en la ventana Raciones Alimenticias.</p>	<p>J7. El usuario muestra la ventana Histórico de Raciones Alimenticias.</p> <p>J8. El sistema carga los datos históricos de la ración escogida en la ventana Histórico de Raciones Alimenticias.</p>

<p>J9. El usuario selecciona una ración de la lista en la ventana Histórico de Raciones Alimenticias.</p> <p>J10. El usuario selecciona la opción Ver Detalle en la ventana Histórico de Raciones Alimenticias.</p>	<p>J11. El use case continúa en el paso H7 del curso alterno de eventos.</p>
---	---

Curso Alterno K: Selección de opción diferente

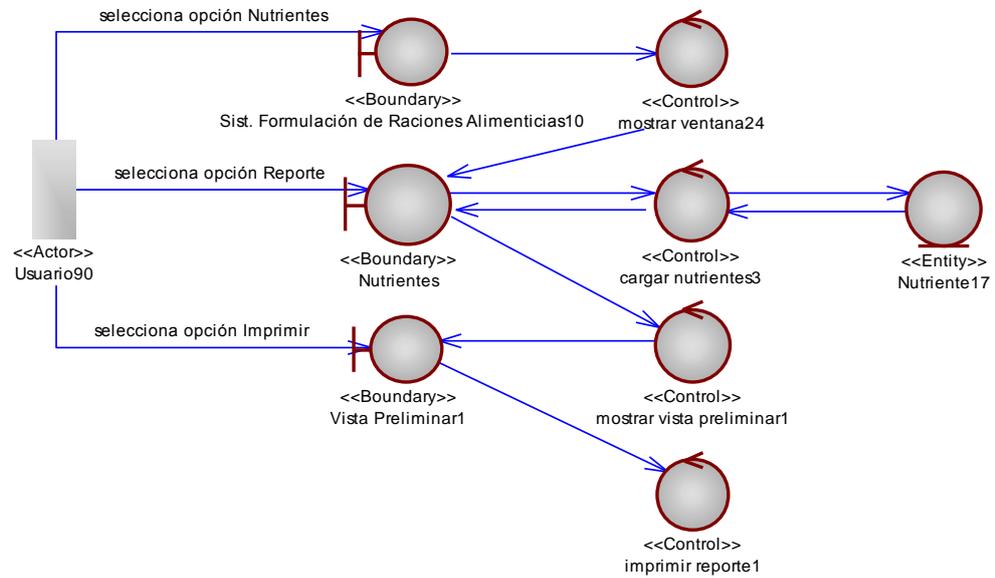
Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>K10. El usuario selecciona la opción Cancelar en la ventana Histórico de Raciones Alimenticias.</p>	<p>K11. El sistema borra los datos de los campos de texto de la ventana Histórico de Raciones Alimenticias.</p> <p>K12. El sistema cierra la ventana actual.</p> <p>K13. El use case finaliza.</p>

Curso Alterno L: Selección de opción diferente

Acciones del Actor	Respuesta del Sistema
<p>L10. El usuario selecciona la opción Exportar Histórico en la ventana Histórico de Raciones.</p> <p>L13. El usuario realiza los estudios estadísticos que requiera.</p> <p>L14. El use case finaliza.</p>	<p>L11. El sistema abre una hoja de Excel.</p> <p>L12. El sistema carga el archivo histórico de la ración seleccionada en la hoja de Excel.</p>

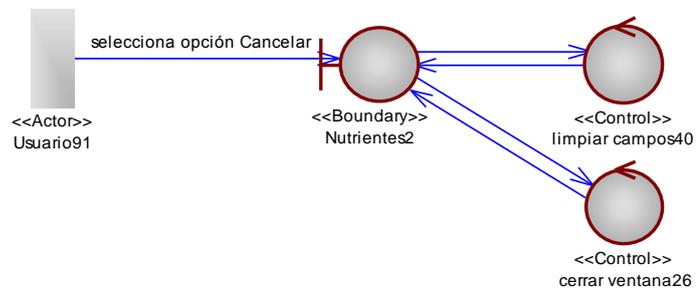
7.6.8.1 Diagrama de Robustez

Curso Normal de Eventos

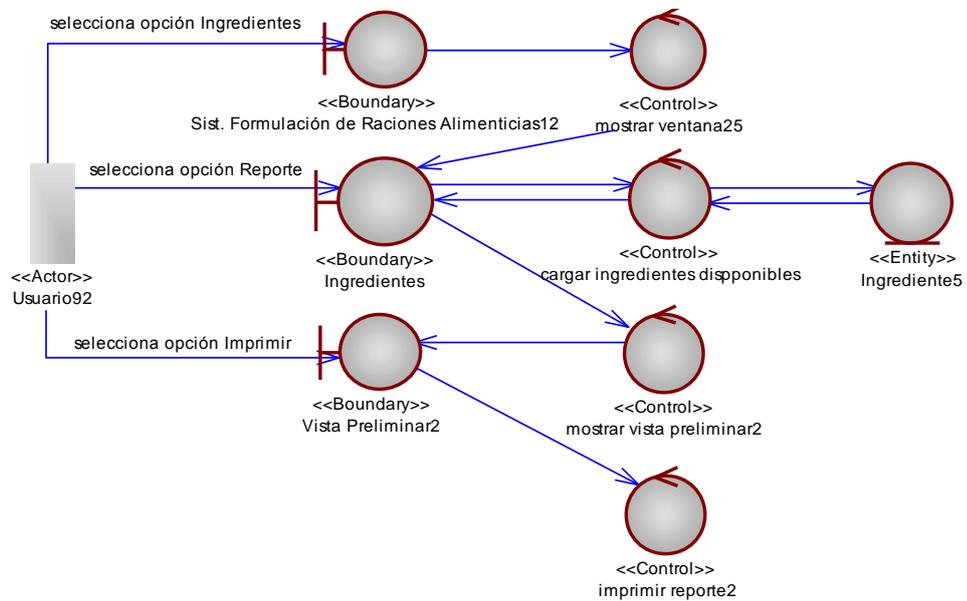


Curso Alterno de Eventos

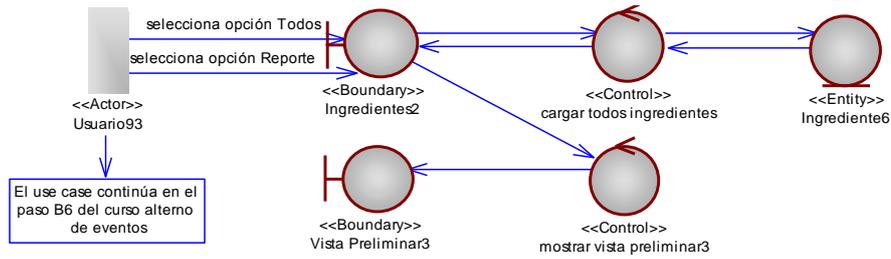
Curso Alterno A: Selección de opción diferente



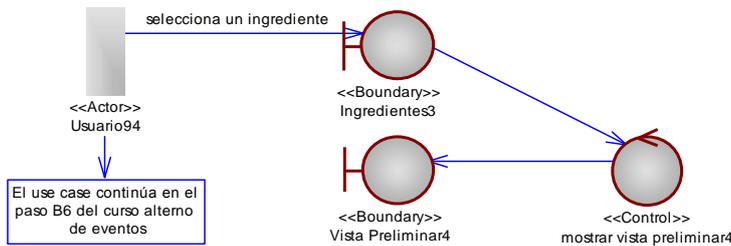
Curso Alterno B: Selección de opción diferente



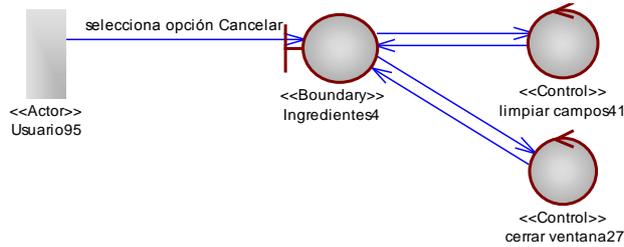
Curso Alternativo C: Selección de opción diferente



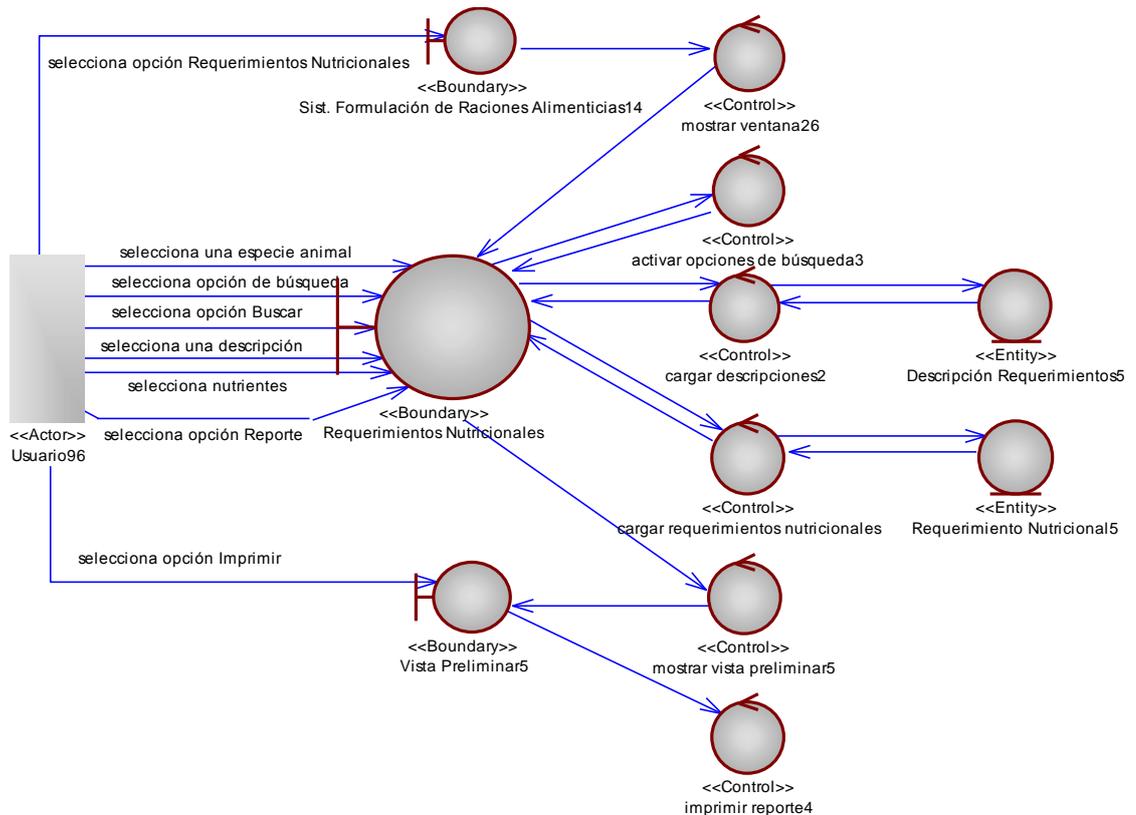
Curso Alternativo D: Selección de opción diferente



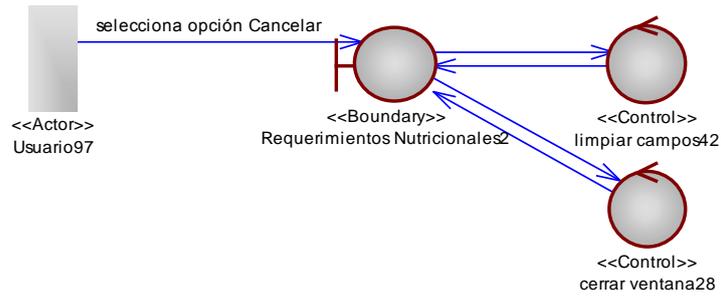
Curso Alternativo E: Selección de opción diferente



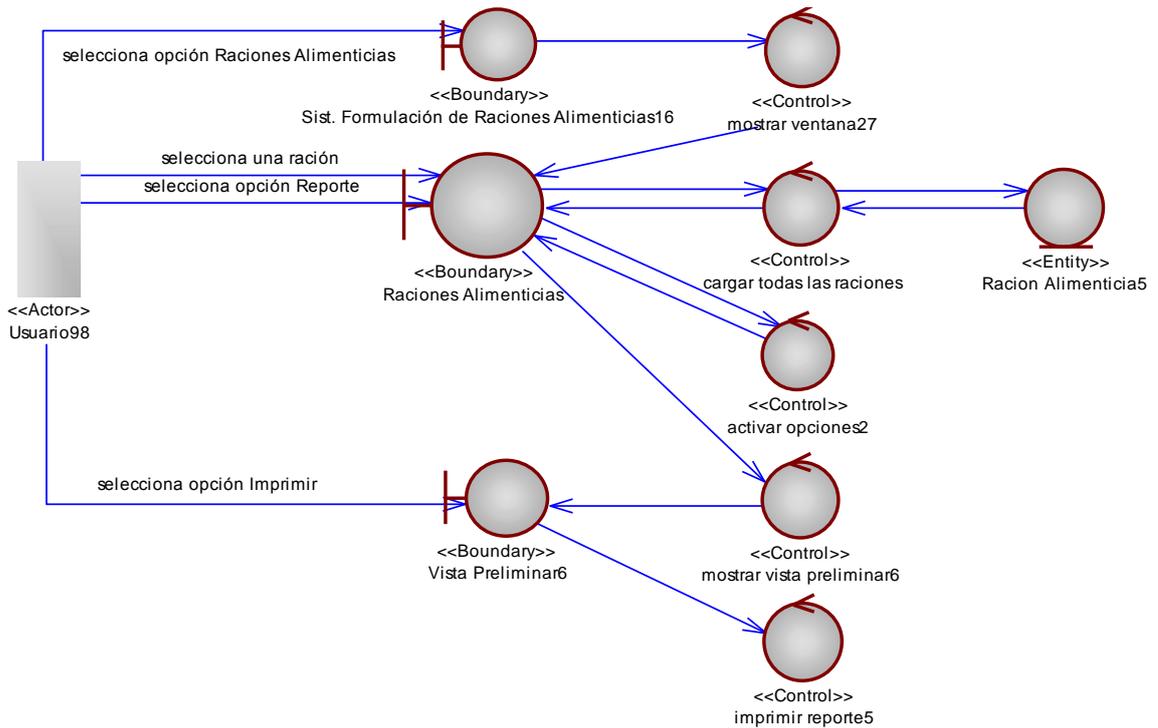
Curso Alternativo F: Selección de opción diferente



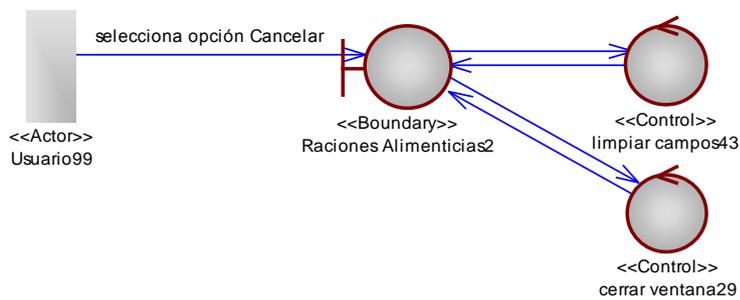
Curso Alternativo G: Selección de opción diferente



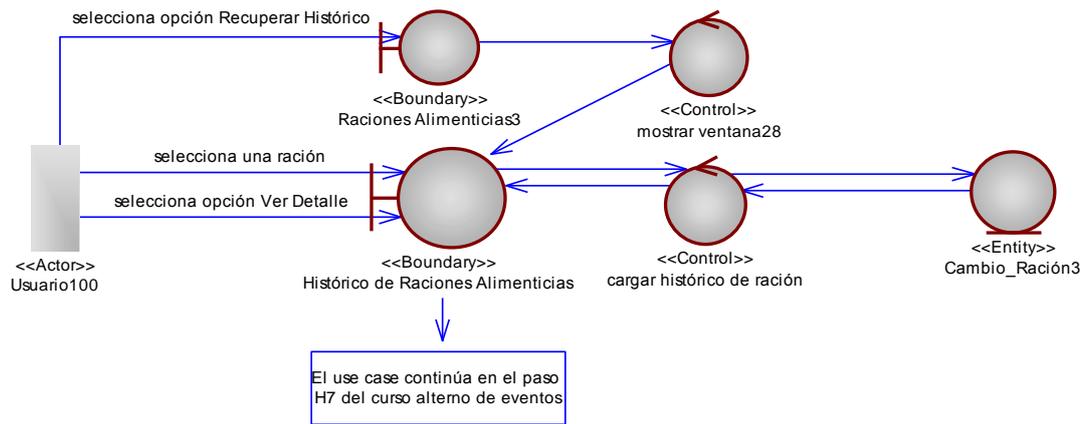
Curso Alternativo H: Selección de opción diferente



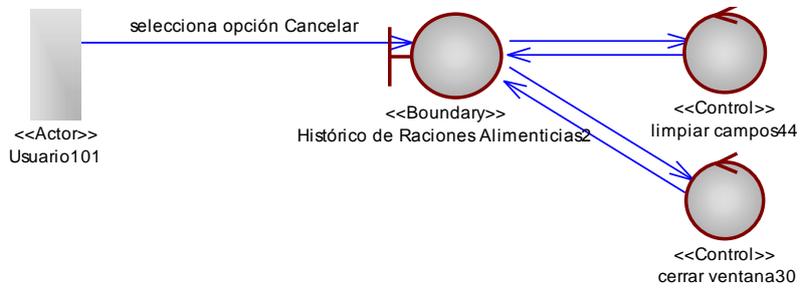
Curso Alternativo I: Selección de opción diferente



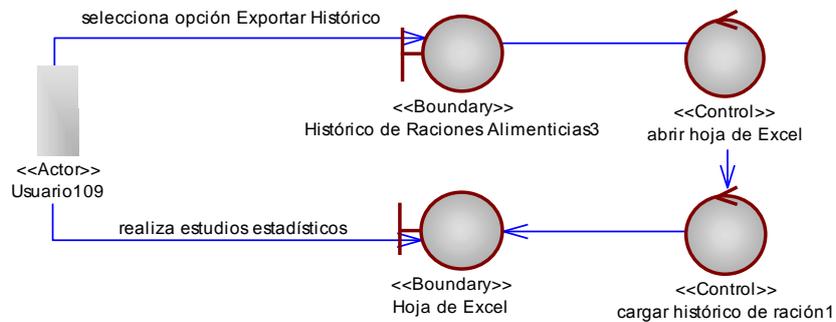
Curso Alternativo J: Selección de opción diferente



Curso Alternativo K: Selección de opción diferente

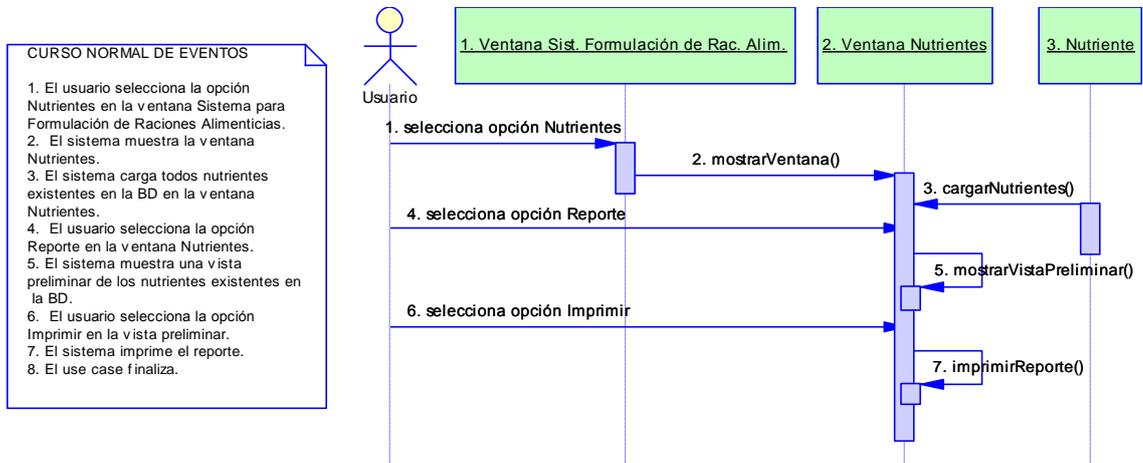


Curso Alternativo L: Selección de opción diferente

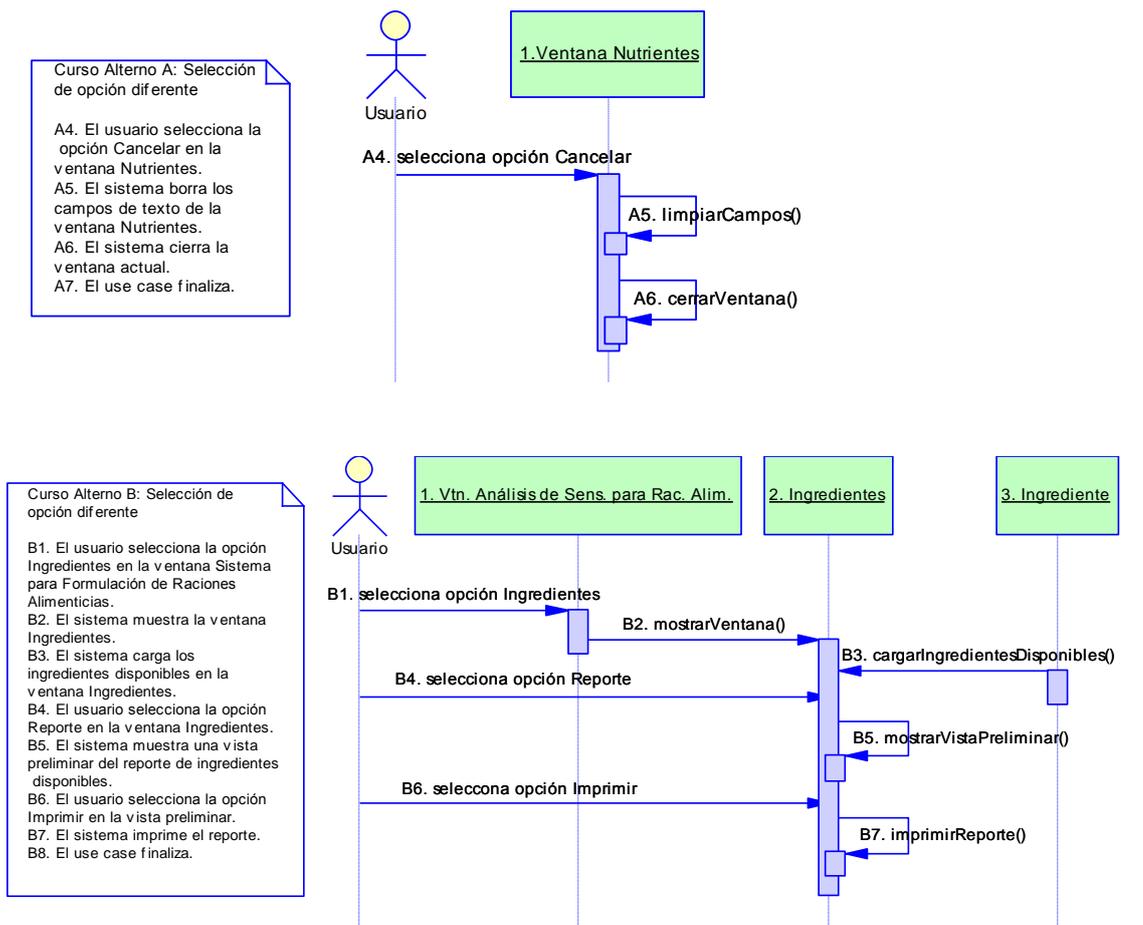


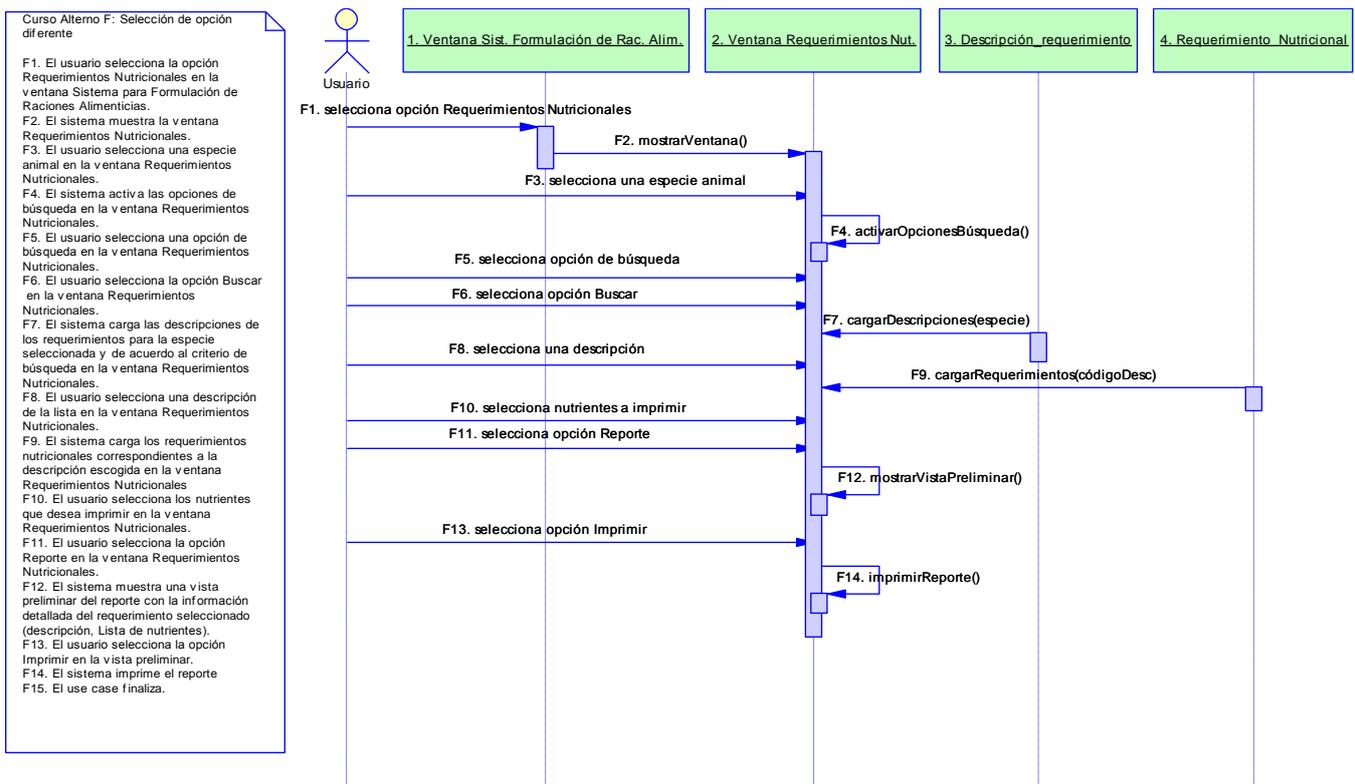
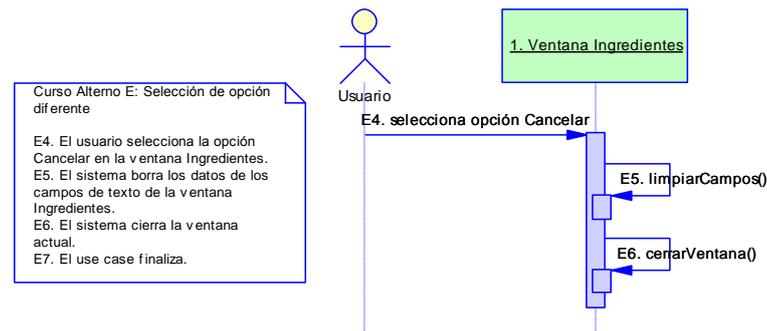
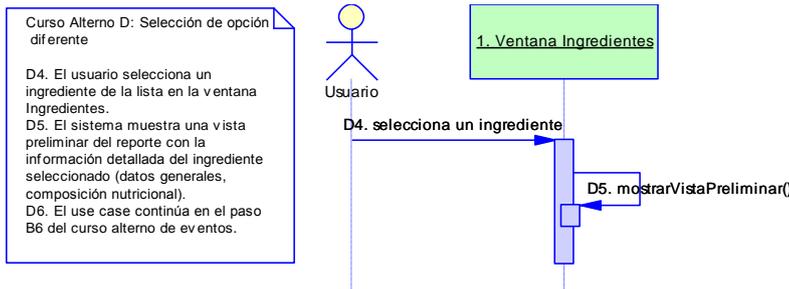
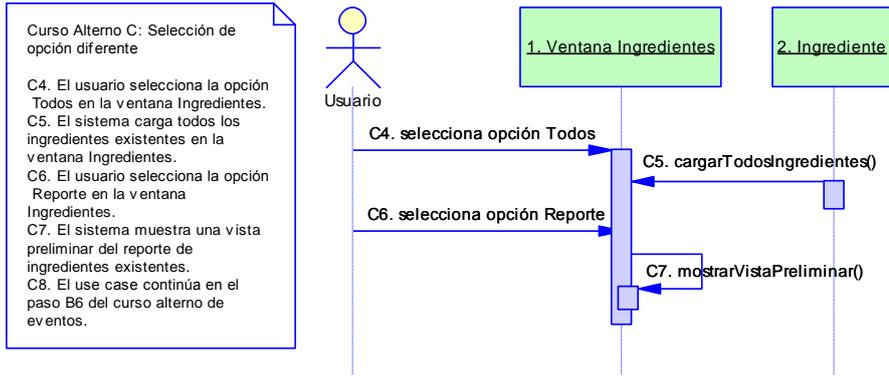
7.6.8.2 Diagrama de Secuencia

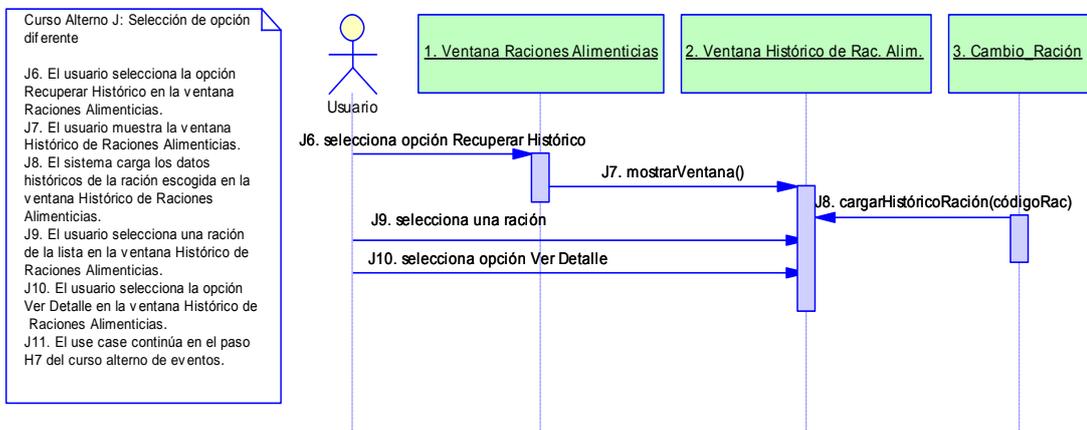
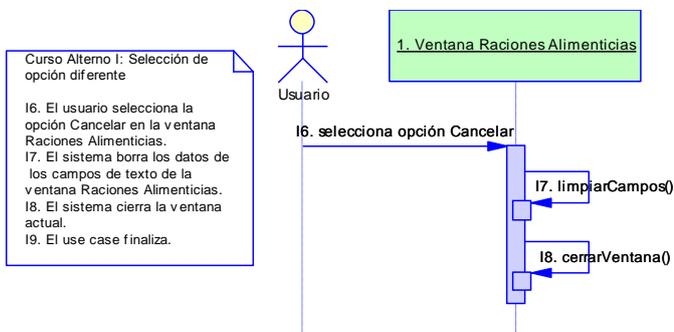
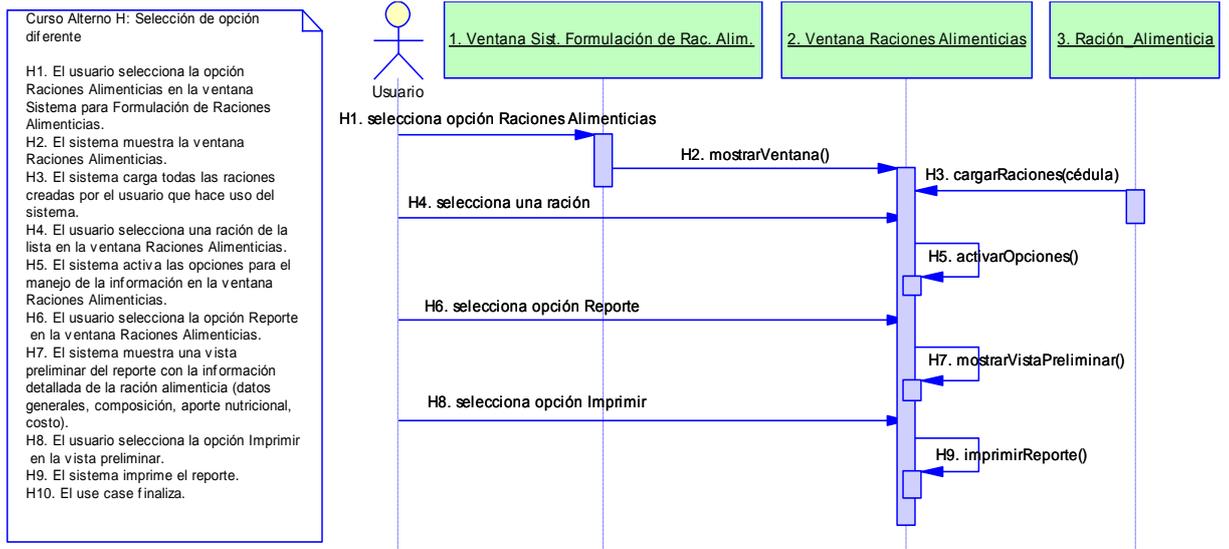
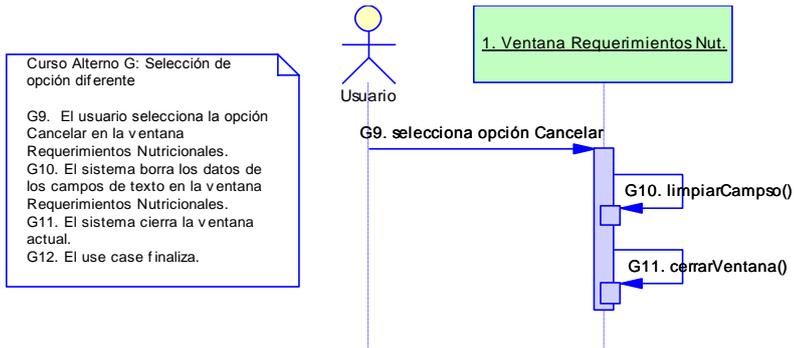
Curso Normal de Eventos

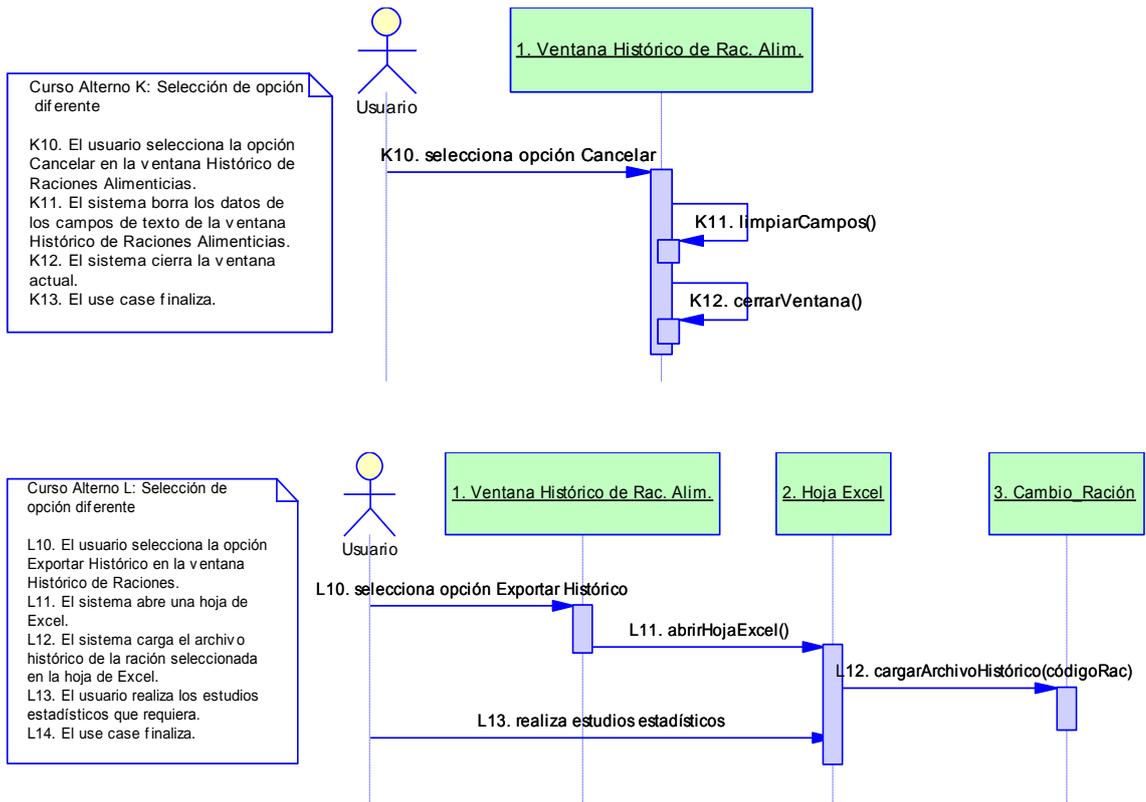


Curso Alterno de Eventos









7.7 Diagrama de Paquetes General

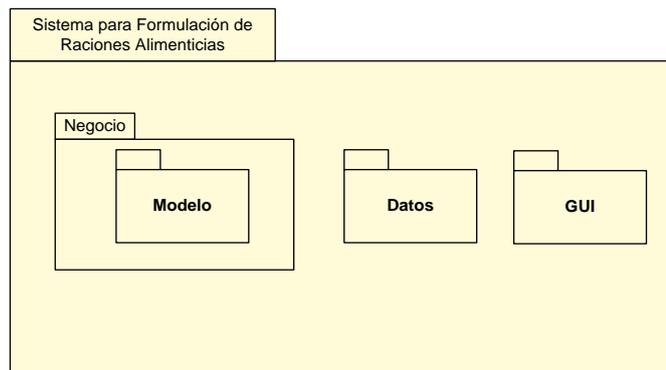


Fig.3 Diagrama de Paquetes

7.8 Diagrama por Paquetes

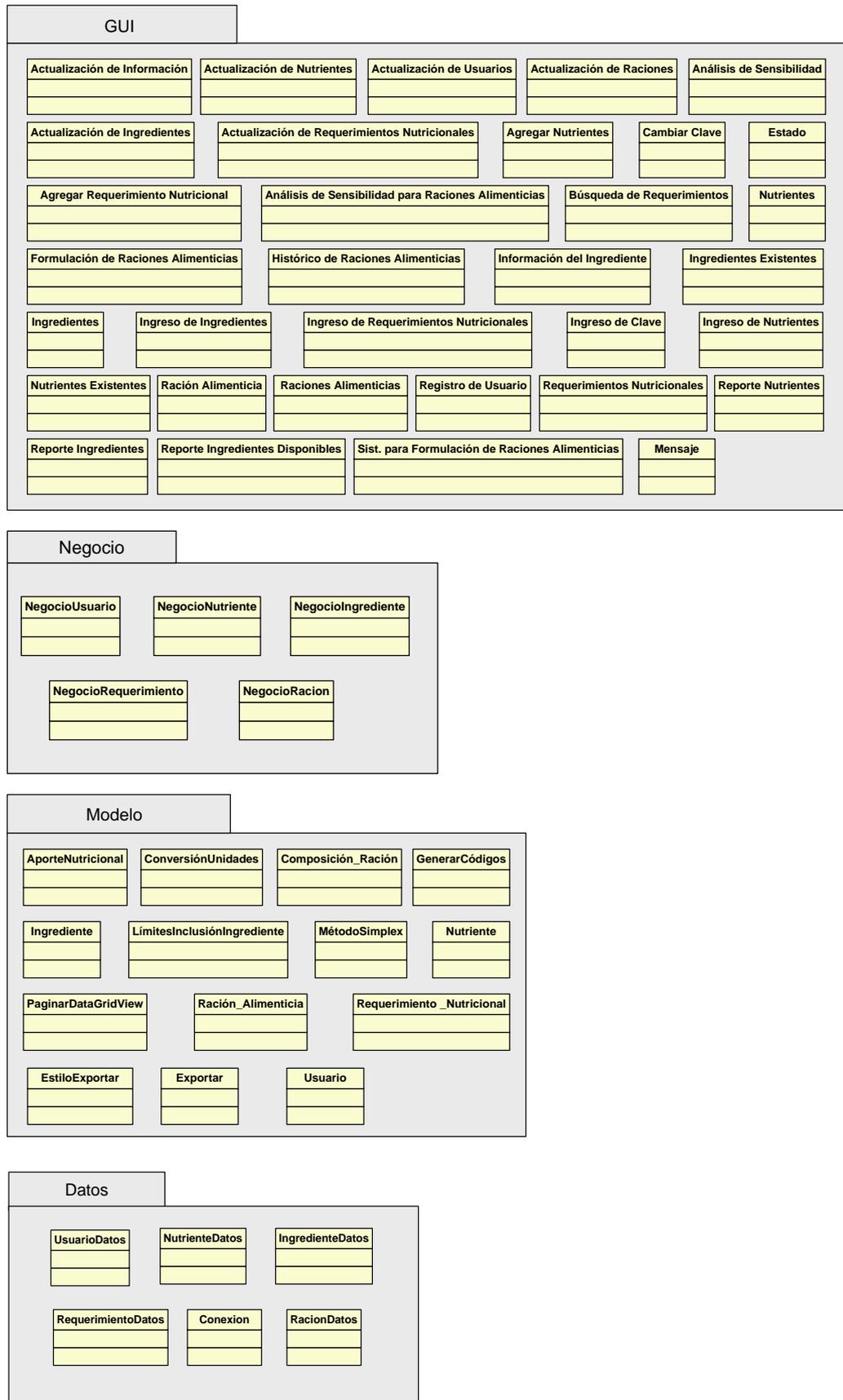


Fig. 4 Diagrama por Paquetes

7.9 Diagrama de la Arquitectura del Sistema

Definir una arquitectura adecuada para el desarrollo del sistema tiene gran importancia, puesto que ayudará a mejorar tanto el proceso de creación del software como su mantenimiento.

El sistema para formulación de raciones alimenticias SysFAG fue construido aplicando la arquitectura multicapas, la cual consiste en dividir los componentes primarios de la aplicación, programarlos por separado y después unirlos en el mismo código.

La ventaja principal de este estilo es que el desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, sólo se actualiza el nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado, lo cual facilita la comprensión del sistema. Además, permite la reutilización, el polimorfismo, la independencia y cooperación entre sus componentes.

Para el sistema SysFAG se han definido las siguientes capas:

Capa de Presentación: en esta capa se diseña todo lo que constituye la interfaz gráfica y la interacción del usuario con el software; se recoge la información del usuario, luego esta información es enviada a la Capa de Negocios, finalmente los resultados obtenidos desde la Capa de Negocios son mostrados al usuario.

Capa de Lógica de Negocio: se reciben las peticiones del usuario desde la capa de presentación y se envían las respuestas tras el proceso; comprende todas las subrutinas creadas con el propósito de regular alguna acción del usuario (cálculos, validaciones).

Capa de Entidades: corresponde al dominio de la aplicación. En esta capa se encuentra la declaración de las entidades de la aplicación, de manera que se pueden referenciar desde la capa de lógica de negocio y de la capa de acceso a datos sin entrar en ciclos recursivos de compilación.

Capa de Acceso a Datos: sirve como puente entre la capa lógica de negocio y el proveedor de datos. Esta capa queda encargada de tomar la información de la base de datos dada una petición de la capa de lógica de negocio, que a su vez es generada por la capa de presentación. Comprende las responsabilidades de lógica de persistencia de las

entidades que maneja el sistema en desarrollo, tales como, inserción, eliminación, actualizaciones, búsquedas, etc.

En el siguiente diagrama se muestra la arquitectura del sistema SysFAG:

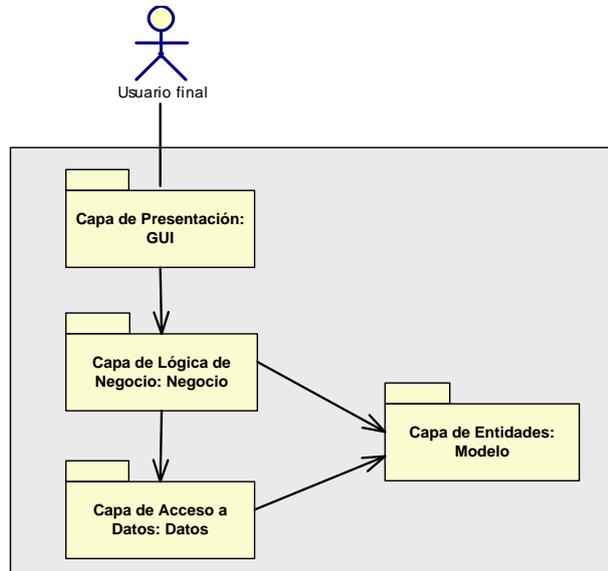


Fig. 5 Diagrama de Arquitectura del SysFAG

7.11 Modelo Relacional

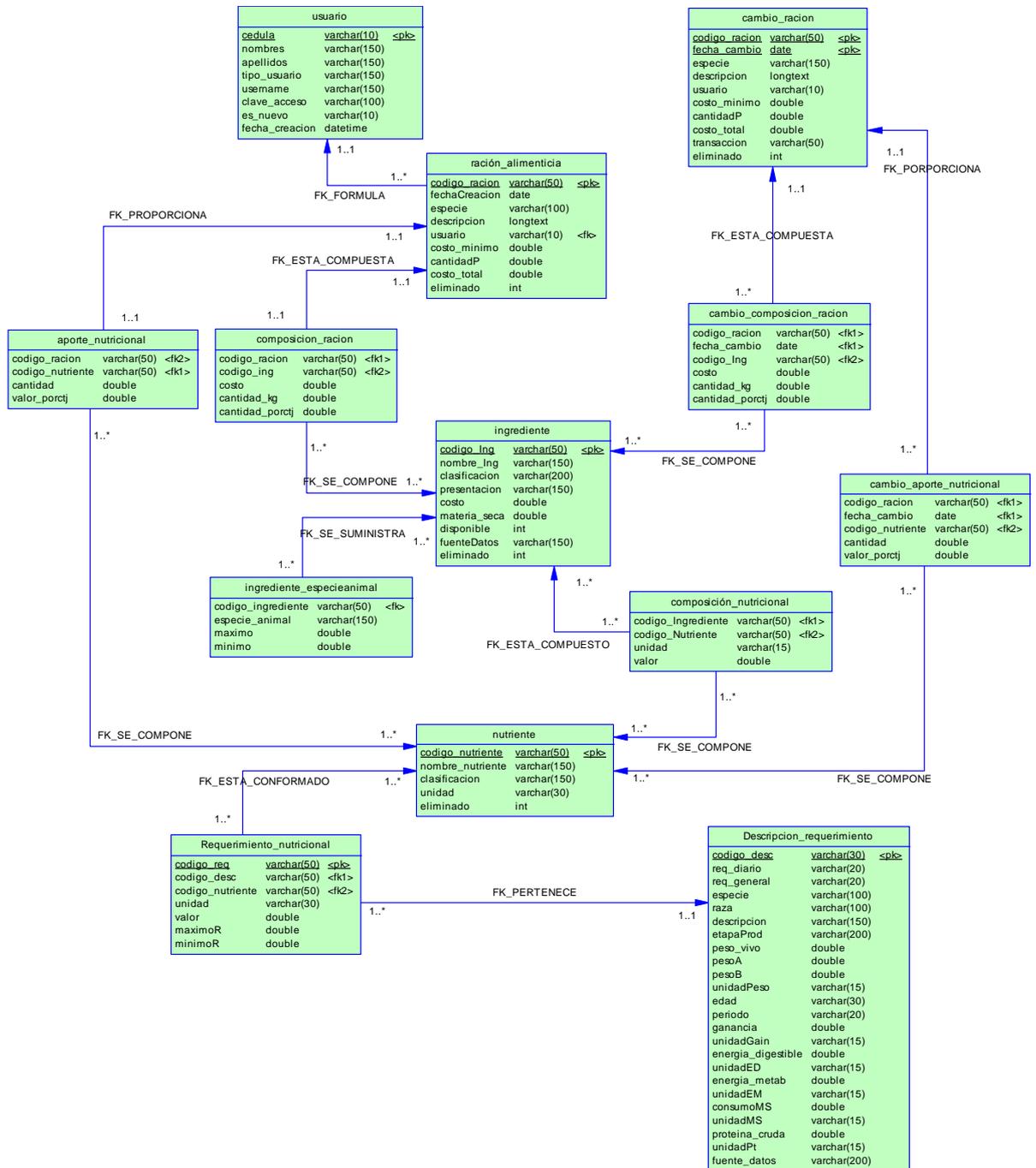


Fig. 7 Modelo Relacional

7.12 Implementación

El Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias, SysFAG, ha sido desarrollado utilizando la herramienta Visual Studio 2005, bajo la plataforma .NET, misma que provee de todas las facilidades y complementos necesarios para la construcción del software de manera rápida y eficiente. La codificación del sistema se realizó mediante el lenguaje de programación C# con el que fue posible aplicar las características que definen a la programación orientada a objetos.

Uno de los complementos que posee Visual Studio se denomina Crystal Reports, la cual es una herramienta especializada en la generación de informes para el entorno Windows, comprende un conjunto de diseñadores y asistentes que permitieron la creación de los reportes para el sistema de forma ágil y con un resultado y apariencia agradables para el usuario.

Durante la fase de diseño fue necesario el uso de la herramienta StarUML, ya que las funcionalidades de las que dispone permitieron realizar un correcto modelamiento del sistema, dichas funcionalidades son: la facilidad de manejo, la capacidad de generar código a partir de los diagramas y viceversa, este proceso es denominado ingeniería inversa, especialmente con el lenguaje C# y el soporte completo que ofrece para el diseño UML por su amplia variedad de diagramas.

Así mismo, se utilizó la herramienta Microsoft HTML Help Workshop, la cual fue empleada para construir el módulo de ayuda del sistema SysFAG. Algunas de las características que posee esta herramienta son: una interfaz gráfica fácil de usar, permite crear proyectos de ayuda muy completos a través de archivos de tópicos HTML, archivos de contenido, archivos de índice, y todo lo que se necesita para armar un sistema de ayuda en línea o sitio Web, las páginas de ayuda son creadas en hojas HTML. Microsoft HTML Help Workshop comprime los archivos y los compila en uno solo generando un archivo compatible con varios lenguajes y herramientas de programación, entre ellos se encuentran C# y Visual Studio.

Para la creación de las páginas Html que conforman el módulo de ayuda se ha empleado la herramienta Html Kit 292, puesto que, es una herramienta de creación de sitios web bastante potente, tiene soporte para muchos lenguajes de etiquetas y cuya funcionalidad

se puede extender mediante plugins, corrige la sintaxis HTML, contiene multitud de comandos útiles que facilitan la edición, entre otras características, las cuales hacen de esta herramienta un excelente recurso de programación

En lo que a almacenamiento de información se refiere, el uso de la base de datos MySQL 5.0, es la opción más adecuada debido a su alta confiabilidad, rapidez y seguridad, puesto que ha sido utilizada por muchos años en ambientes de producción de alta demanda obteniendo resultados satisfactorios. Para que el sistema pueda comunicarse correctamente con la base de datos, se utilizó el conector mysql-connector-net-1.0.7.

La combinación de las herramientas antes descritas, hizo posible que el Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias cumpla los requerimientos del usuario, tanto de seguridad, de interfaz, así como en el ingreso de datos y la obtención de información.

7.13 Pruebas del Sistema

7.13.1 Plan de Pruebas

Para la realización de la fase de pruebas del sistema, que establece la metodología ICONIX, se hace necesario realizar una planificación respecto de un conjunto de ensayos que se aplicarán a un proceso en ejecución, los mismos que proporcionarán resultados que ayuden a comprobar el correcto funcionamiento del sistema; este conjunto de actividades es denominado plan de pruebas.

El propósito del plan de pruebas es verificar el grado de cumplimiento de los requerimientos del usuario, revelar la calidad del software desarrollado, así como de identificar posibles fallos de implementación.

El plan de pruebas para el “Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja SysFAG” consiste en aplicar pruebas de tipo funcional sobre cada uno de los casos de uso definidos, de tal manera que los resultados obtenidos confirmen el funcionamiento general del programa, su rendimiento y fallas; también pruebas de aceptación con las que el usuario aprueba el software como está o precisa aplicar nuevas optimizaciones y soluciones de fallas; finalmente, pruebas de usabilidad para determinar la facilidad de manejo y comprensión del sistema por parte de los usuarios.

El personal que estará encargado de ejecutar el plan de pruebas es:

- Docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Estudiantes del Módulo 7 de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Tesista

Para aplicar las pruebas al sistema SysFAG es necesario la construcción de un formato en el que se puedan registrar con claridad las pruebas efectuadas y los resultados obtenidos, el formato propuesto se muestra a continuación:

PLAN DE PRUEBAS “Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja”				
Usuario: (Administrador) , (Docente), (Estudiante)				
Caso de Uso: Nombre del caso de uso			Fecha:	
Descripción: (descripción del caso de uso)			Nombre:	
Funciones	Datos a probar	Resultados Esperados	Resultados Obtenidos	Valoración
Procesos que comprende el caso de uso 1. : : :	Conjunto de Datos ingresados por el usuario	Salidas esperadas	Salidas reales	S, MS, NS
Diseño de Interfaz:				
Facilidad de Manejo:				
Interpretación de Errores, Advertencias:				
Observaciones:				----- Firma

Cuadro 8. Formato para Pruebas del Sistema

Valoración de las pruebas: (S) satisfactorio,
 (MS) medianamente satisfactorio,
 (NS) no satisfactorio

El formato anterior permitirá verificar el cumplimiento de cada uno de los casos de uso en el sistema, así como la funcionalidad, aceptabilidad y usabilidad del mismo.

7.13.2 Fase de Ejecución de Pruebas

Debido a que el sistema tiene tres tipos de usuario (administrador, docente, estudiante) y las funcionalidades están restringidas según su nivel, la fase de pruebas se realizó en días diferentes a partir del 12 de febrero del 2010.

Se inició con una demostración completa del funcionamiento del sistema a los estudiantes del módulo 7 de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia; posteriormente, se procedió a realizar las pruebas de cada caso de uso identificado durante la fase de diseño. En vista de que el grupo de estudiantes era numeroso, se optó

por registrar en una sola planilla los resultados obtenidos y las observaciones planteadas para el sistema.

Las pruebas del sistema consistieron en describir al usuario cada caso de uso a probar, explicar su funcionamiento dentro de la aplicación para que posteriormente el usuario proceda con el manejo del sistema, ingrese los datos correspondientes según la función que se esté probando, registrar en el formato el conjunto de datos a probar, los resultados esperados y los resultados obtenidos; finalmente se da la valoración respectiva a la prueba con las correspondientes observaciones.

Una vez realizadas las pruebas del sistema con los diferentes usuarios, se procede a la tabulación de datos cuyos resultados se muestran a continuación:

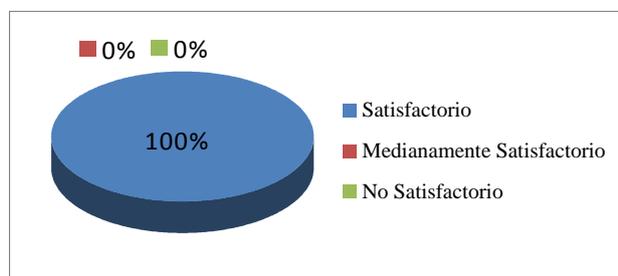
7.13.2.1 Funcionalidad

a. Caso de Uso: Iniciar Sesión

Este caso de uso fue probado por los tres tipos de usuario: Administrador, Docente, Estudiante.

Función: Ingreso de datos

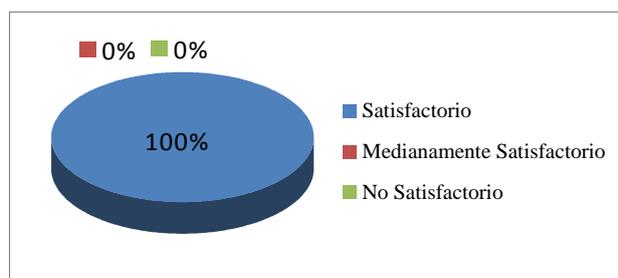
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



En esta función, el 100% de los usuarios consideran que el ingreso de datos para el inicio de sesión es satisfactorio, por lo que se puede concluir que ha sido una prueba exitosa.

Función: Cambiar clave

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



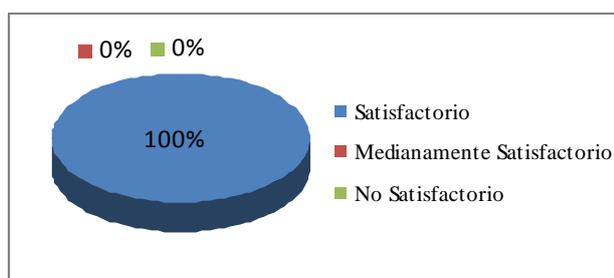
En esta función, el 100% de los usuarios consideran que el proceso para el cambio de clave de acceso es satisfactorio, por lo que se puede concluir que ha sido una prueba exitosa.

b. Caso de Uso: Administrar Usuarios

Este caso de uso fue probado por el usuario: Administrador.

Función: Registro de usuarios

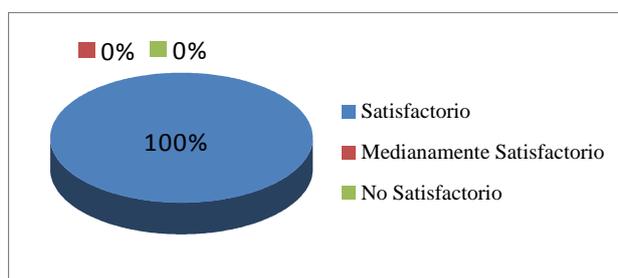
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



El usuario responsable de realizar esta función, representa el 100%, considera que el registro de usuarios es satisfactorio, puesto que es un proceso comprensible y rápido.

Función: Generación de claves

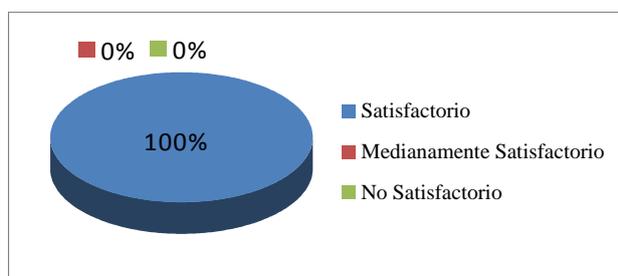
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



El usuario responsable de realizar esta función, representa el 100%, considera que la generación de claves para los usuarios es satisfactoria, por lo que se puede concluir que ha sido una prueba exitosa.

Función: Guardar usuario

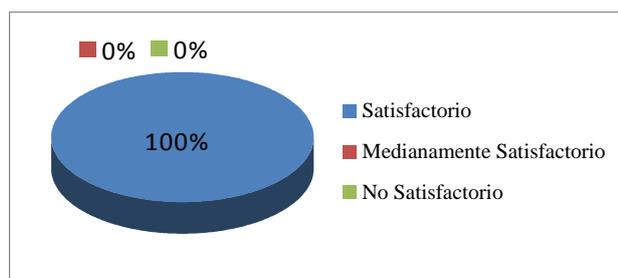
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



El almacenamiento de usuarios del sistema es satisfactorio, lo que constituye el 100%, de esta manera se evidencia que la Base de datos elegida, funciona correctamente.

Función: Búsqueda de usuarios

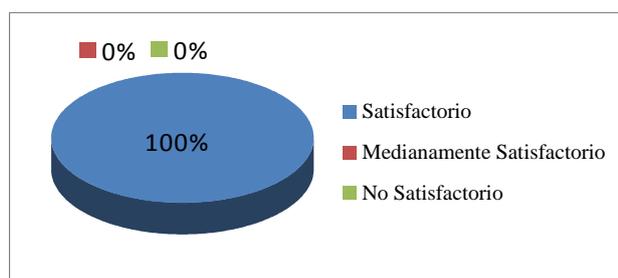
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



El proceso de búsqueda de usuarios, para su actualización, es satisfactorio en un 100%, debido a su fácil manejo y rapidez.

Función: Asignar nueva clave

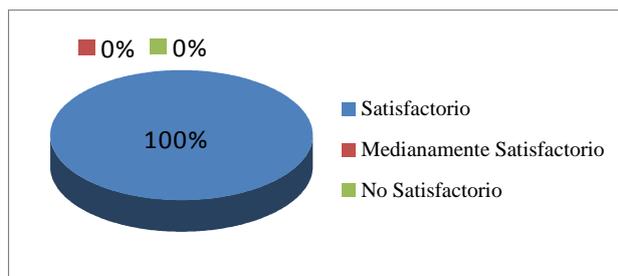
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



La generación de una nueva clave para los usuarios, es satisfactoria en un 100%, puesto que, no repite claves asignadas anteriormente.

Función: Modificar usuarios

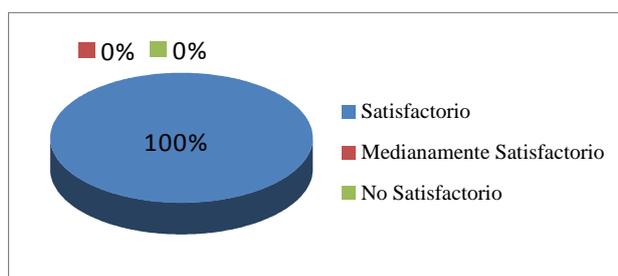
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



El proceso de actualización de usuarios ha sido satisfactorio en un 100%, por lo que se puede decir que la prueba es exitosa.

Función: Eliminar usuarios

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	1	100%



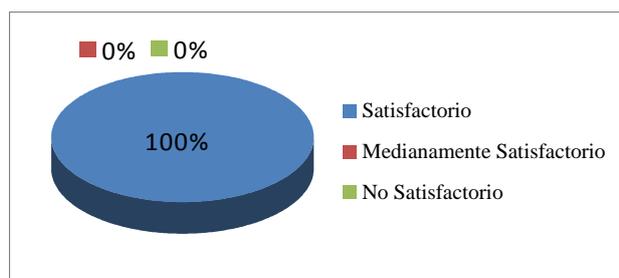
En el caso de eliminación de usuarios, los resultados obtenidos muestran que este proceso se cumple satisfactoriamente, lo que representa el 100%.

c. Caso de Uso: Administrar Nutrientes

Este caso de uso fue probado por los usuarios: Administrador y Docente.

Función: Ingreso de nutrientes

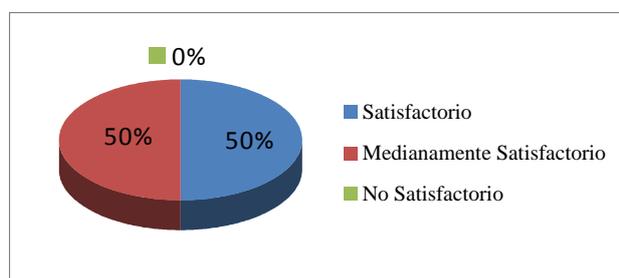
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Los dos usuarios que probaron esta función afirman que el ingreso de nutrientes es satisfactorio, lo que representa el 100%, puesto que este proceso se efectúa con rapidez y sin ninguna dificultad.

Función: Búsqueda de nutrientes

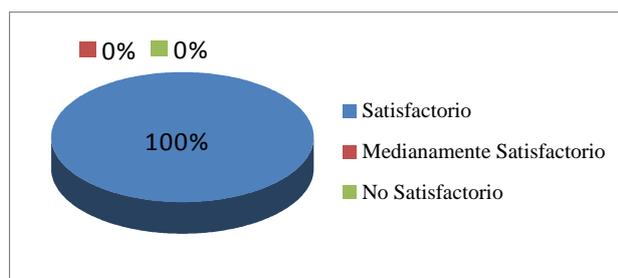
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Uno de los usuarios afirma que la búsqueda de nutrientes para su actualización es satisfactoria, lo que corresponde al 50%, mientras que el segundo usuario manifiesta que este proceso es medianamente satisfactorio.

Función: Modificar nutrientes

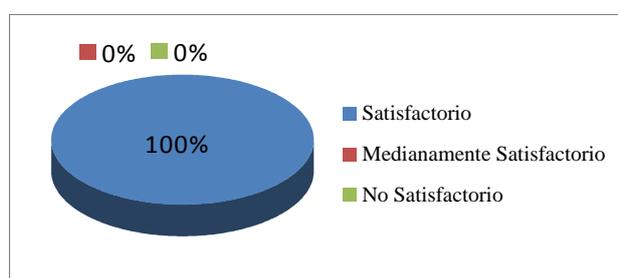
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Respecto a la modificación de nutrientes se verifica que esta función se realiza de manera adecuada puesto que los usuarios manifiestan que este proceso es satisfactorio, lo cual representa el 100%.

Función: Eliminar nutrientes

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



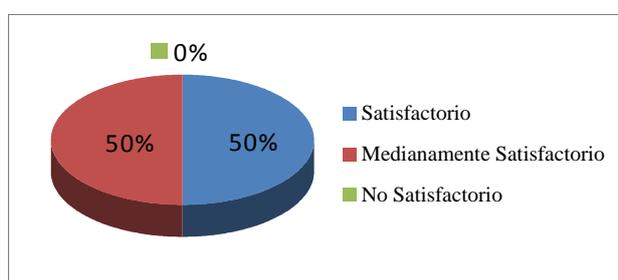
En este proceso también se evidencia su correcto cumplimiento, ya que ha sido verificado por los usuarios, los cuales afirman que es 100% satisfactorio.

d. Caso de Uso: Administrar Ingredientes

Este caso de uso fue probado por los usuarios: Administrador y Docente.

Función: Ingreso de ingredientes

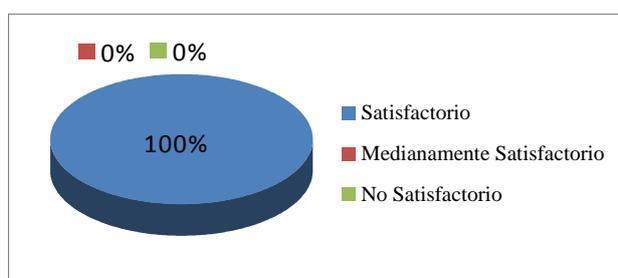
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Uno de los usuarios que realizaron las pruebas de esta función afirma que el ingreso de la información para ingredientes es satisfactorio, lo cual corresponde al 50%, mientras que el otro 50% opina que este proceso es medianamente satisfactorio.

Función: Cargar nutrientes para la composición nutricional

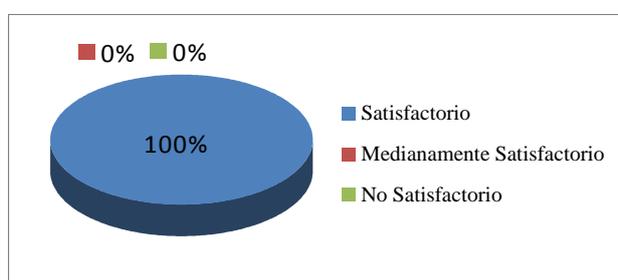
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Con los resultados obtenidos en esta prueba, se verifica el cumplimiento del 100% de esta función, al presentar los nutrientes para que conformen la composición nutricional de un ingrediente.

Función: Agregar nutrientes

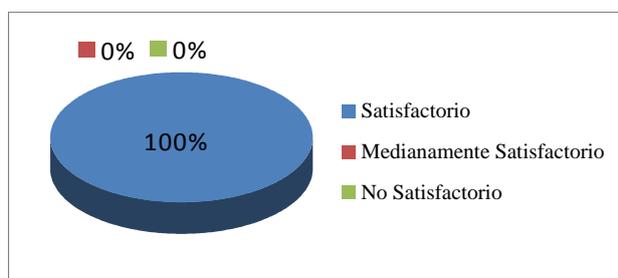
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El 100% de los usuarios afirman que esta función se cumple satisfactoriamente, por su facilidad de manejo, comprensión y rapidez.

Función: Guardar ingredientes

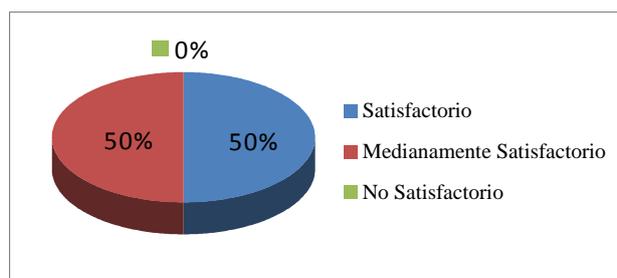
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El almacenamiento de la información de ingredientes es 100% satisfactoria, lo que permite verificar el correcto funcionamiento con la base de datos.

Función: Búsqueda de ingredientes

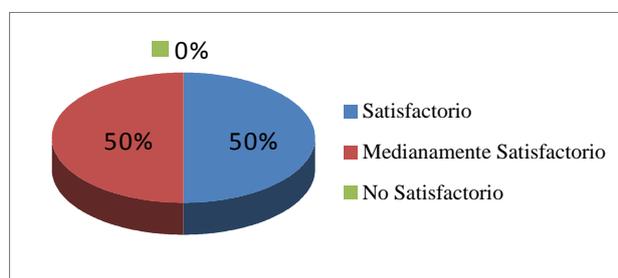
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Con respecto a la búsqueda de ingredientes almacenados, uno de los usuarios que probaron esta función manifiesta que este proceso es satisfactorio, lo que representa el 50%; mientras que el 50% restante afirma que el proceso de búsqueda es medianamente satisfactorio.

Función: Agregar nutrientes existentes

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%

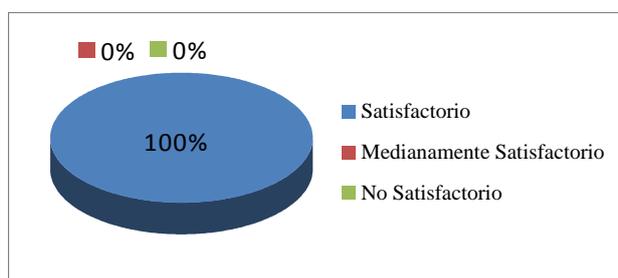


En esta función, uno de los usuarios, que representa el 50%, opina que el proceso de asignar nutrientes existentes a la composición nutricional de un determinado ingrediente

es satisfactorio, mientras que el otro 50% opina que este proceso es medianamente satisfactorio.

Función: Agregar nuevo nutriente

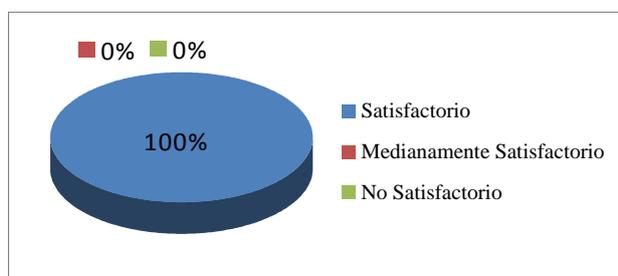
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Los dos usuarios que probaron esta función afirman que el ingreso de nuevos nutrientes es satisfactorio, lo que representa el 100%, puesto que este proceso se efectúa con rapidez y sin ninguna dificultad.

Función: Modificar ingredientes

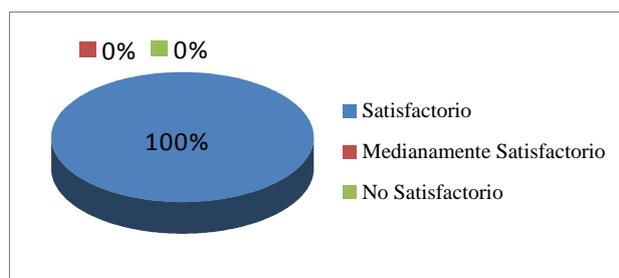
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Esta función se cumple satisfactoriamente en un 100%, puesto que se evidencia el correcto funcionamiento con la base de datos.

Función: Eliminar ingredientes

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



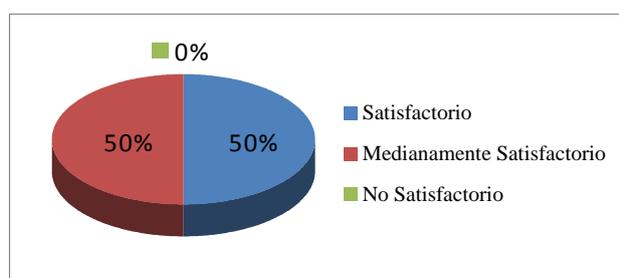
En el caso de la eliminación de ingredientes, los usuarios manifiestan que esta función se cumple de manera satisfactoria, lo que representa el 100%, puesto que en esta función también se evidencia el correcto funcionamiento con la base de datos.

e. Caso de Uso: Administrar Requerimientos Nutricionales

Este caso de uso fue probado por los usuarios: Administrador y Docente.

Función: Ingreso de requerimientos nutricionales

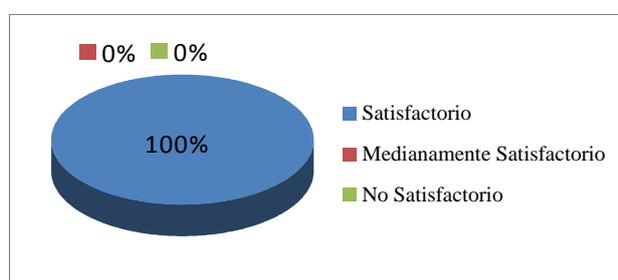
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Uno de los usuarios que realizaron las pruebas de esta función afirma que el ingreso de la información para requerimientos nutricionales es satisfactorio, lo cual corresponde al 50%, mientras que el otro 50% opina que este proceso es medianamente satisfactorio.

Función: Cargar nutrientes

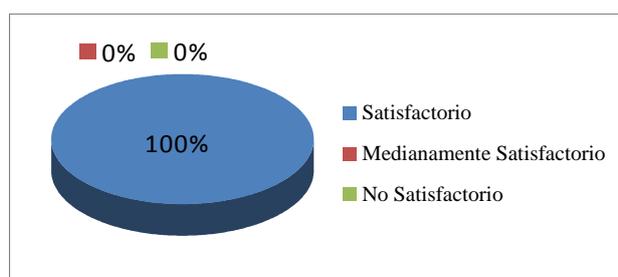
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Con los resultados obtenidos en esta prueba, se verifica el cumplimiento del 100% de esta función, al presentar los nutrientes de forma adecuada para que conformen el requerimiento nutricional.

Función: Agregar requerimientos nutricionales

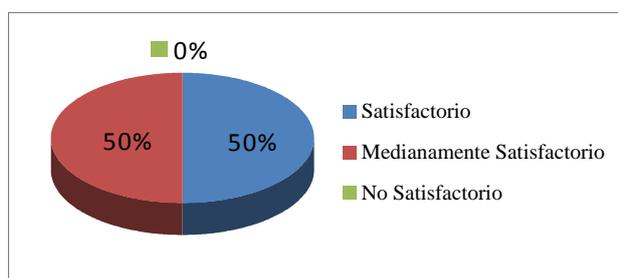
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Los dos usuarios que realizaron las pruebas de esta función, afirman que es satisfactoria 100%, puesto que el proceso se efectúa de manera adecuada.

Función: Búsqueda de requerimientos nutricionales

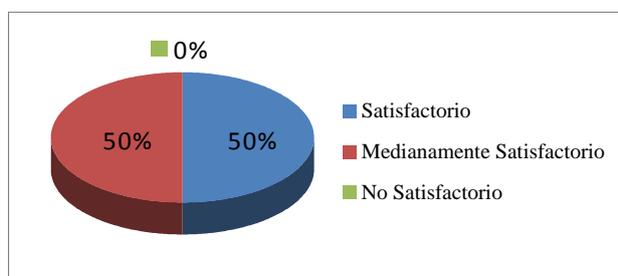
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El proceso de búsqueda de requerimientos nutricionales, ha sido considerado como satisfactorio por uno de los usuarios, lo que representa al 50%, mientras que, el 50% restante estima que es medianamente satisfactorio.

Función: Agregar nutrientes existentes

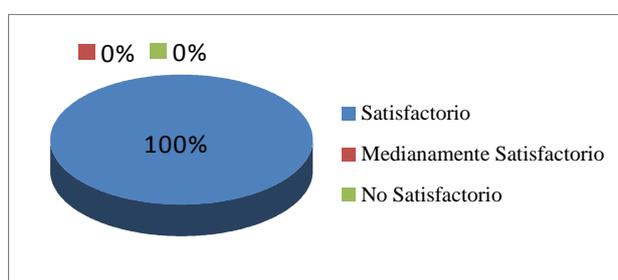
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



En esta función, uno de los usuarios, que representa el 50%, opina que el proceso para asignar nutrientes existentes a un determinado requerimiento es satisfactorio, mientras que el otro 50% opina que este proceso es medianamente satisfactorio.

Función: Agregar nuevo nutriente

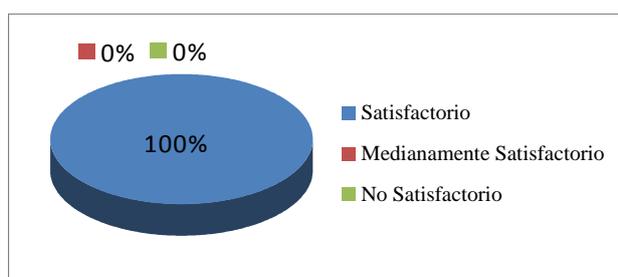
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Los dos usuarios que probaron esta función afirman que el ingreso de nuevos nutrientes es satisfactorio, lo que representa el 100%, puesto que este proceso se efectúa con rapidez y sin ninguna dificultad.

Función: Modificar requerimientos nutricionales

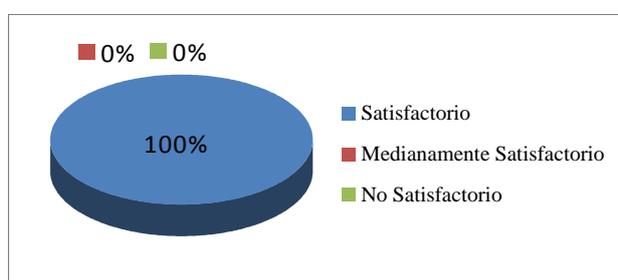
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El proceso de modificación de requerimientos nutricionales se cumple satisfactoriamente en un 100%, puesto que se evidencia el correcto funcionamiento con la base de datos.

Función: Eliminar requerimientos nutricionales

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



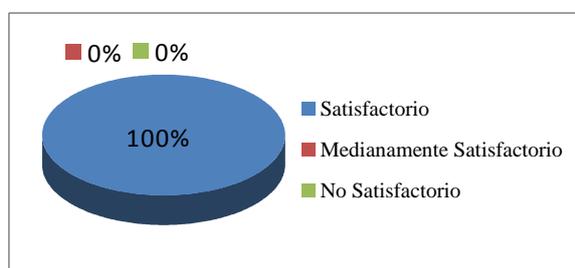
En el caso de la eliminación de requerimientos nutricionales, los usuarios manifiestan que esta función se cumple de manera satisfactoria, lo que representa el 100%, puesto que en esta función también se evidencia el correcto funcionamiento con la base de datos.

f. Caso de Uso: Gestionar Raciones Alimenticias

Este caso de uso fue probado por los usuarios: Docente y Estudiante.

Función: Selección de ingredientes

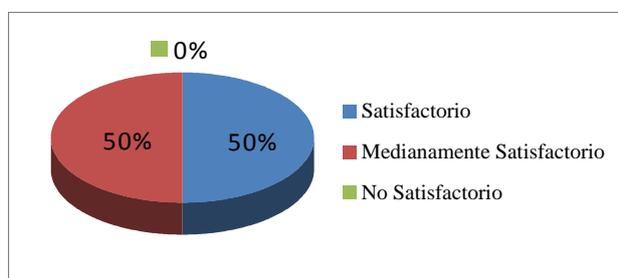
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



La selección de ingredientes para la formulación de raciones alimenticias es considerada como satisfactoria por los dos usuarios que probaron el sistema, lo que representa el 100%, puesto que, da la posibilidad de seleccionar nuevos o remover aquellos que no sean necesarios.

Función: Selección de requerimientos nutricionales

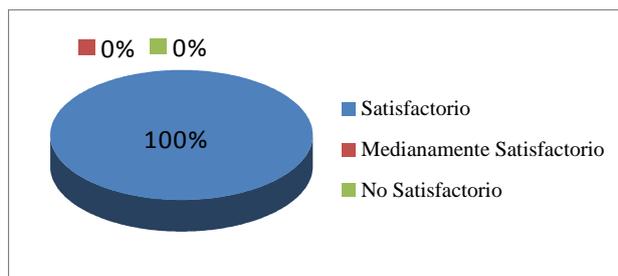
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



En esta función, uno de los usuarios, que representa el 50%, considera que el proceso para seleccionar los requerimientos animales es satisfactorio, mientras que el otro 50% opina que este proceso es medianamente satisfactorio.

Función: Selección de nutrientes a formular

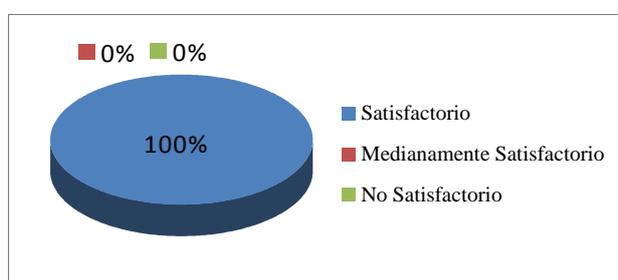
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



La selección de nutrientes para formular la ración es completamente satisfactorio, lo que representa el 100%, puesto que permite agregar nuevos nutrientes, así como remover los que no sean necesarios.

Función: Ingreso de límites de inclusión

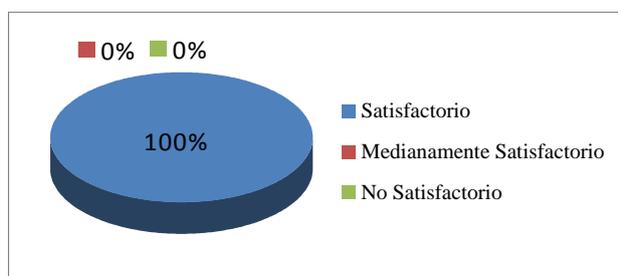
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El 100% de los usuarios afirman que esta función es satisfactoria, puesto que, el proceso se realiza con facilidad y claridad al momento de ingresar los datos

Función: Modelo matemático

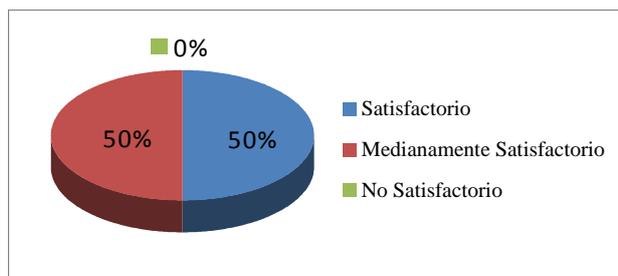
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



La presentación del modelo matemático usado para formular las raciones, es considerado por los usuarios como satisfactorio 100%.

Función: Formular ración alimenticia

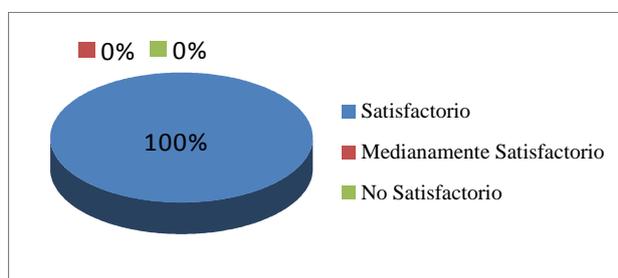
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Uno de los usuarios, que representa el 50%, afirma que la ración formulada por el sistema es satisfactoria, ya que cumple con las restricciones ingresadas y con los requerimientos del animal, mientras que el 50% restante considera cumple con estas condiciones de forma medianamente satisfactoria.

Función: Guardar ración

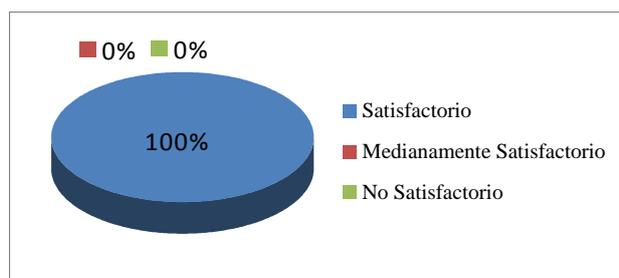
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



De acuerdo al 100% de los usuarios, este proceso se cumple satisfactoriamente, puesto que permite evidenciar el correcto funcionamiento con la base de datos.

Función: Generación del reporte de la ración

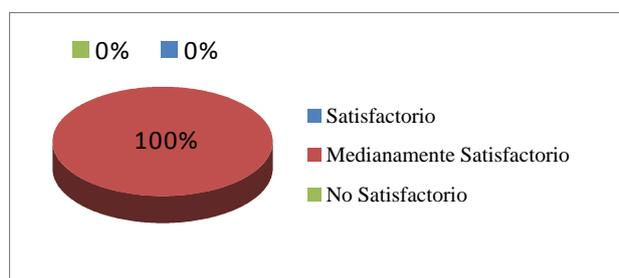
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El reporte de la ración alimenticia generado por el sistema cumple satisfactoriamente, 100%, con las expectativas de los usuarios, puesto que presenta toda la información necesaria de la ración.

Función: Análisis de sensibilidad: proceso manual

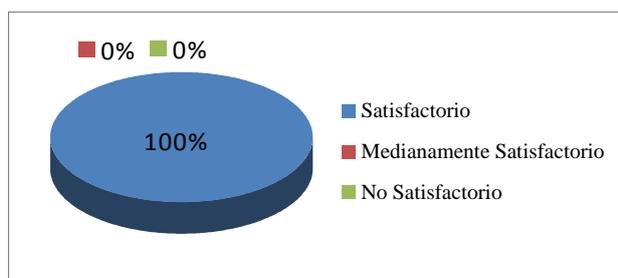
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	0	0
Medianamente Satisfactorio	2	100
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Para el análisis de sensibilidad manual, el 100% de los usuarios opinan que este proceso es medianamente satisfactorio, puesto que, al realizarlo de forma manual el tiempo invertido es mayor.

Función: Simulador

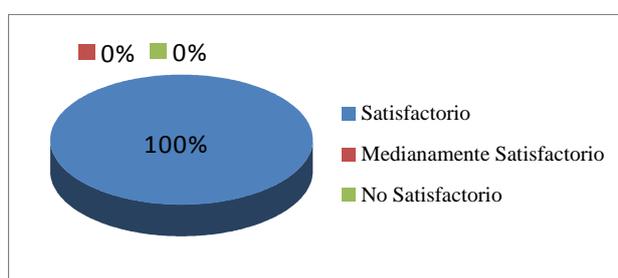
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



La función Simulador para el análisis de sensibilidad, es considerada como una opción satisfactoria por el 100% de los usuarios, puesto que le facilita al usuario contrastar los resultados entre una ración ya formulada y los nuevos valores obtenidos con el análisis.

Función: Generación del reporte de la ración desde el análisis de sensibilidad

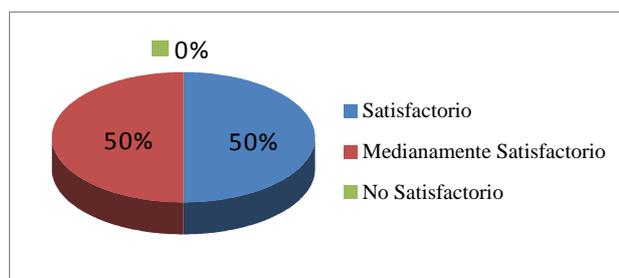
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Los reportes de raciones alimenticias generados desde el análisis de sensibilidad, son también satisfactorios según el 100% de los usuarios, puesto que muestran toda la información requerida.

Función: Búsqueda de raciones

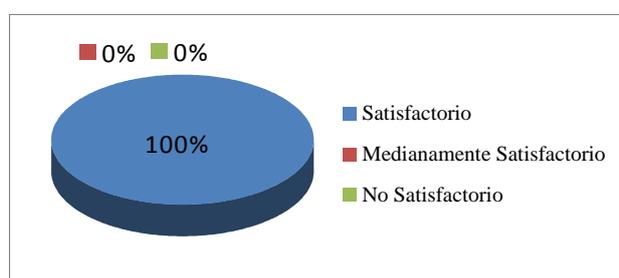
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



La búsqueda de raciones alimenticias, según un usuario que representa al 50%, manifiesta que este proceso es satisfactorio, mientras que el 50% restante opina que es medianamente satisfactorio.

Función: Cambio de ración

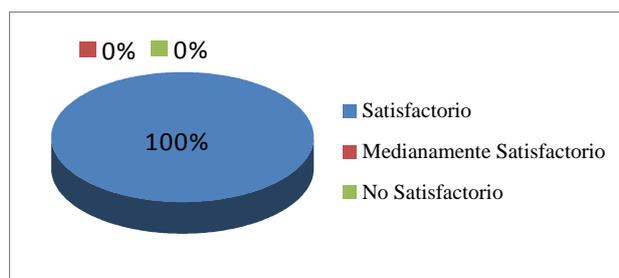
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



El proceso de cambio de raciones alimenticias es calificado como satisfactorio por el 100% de los usuarios, puesto que permite modificar la composición de una ración cuando se considere que esta ya no es adecuada para una especie animal en una etapa productiva determinada.

Función: Eliminar raciones alimenticias

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



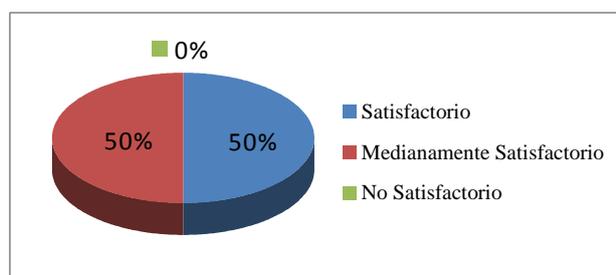
La eliminación de raciones alimenticias se considera como un proceso 100% satisfactorio, puesto que permite evidenciar el buen funcionamiento de la base de datos.

g. Caso de Uso: *Realizar Análisis de Sensibilidad*

Este caso de uso fue probado por los usuarios: Docente y Estudiante.

Función: Búsqueda de raciones alimenticias

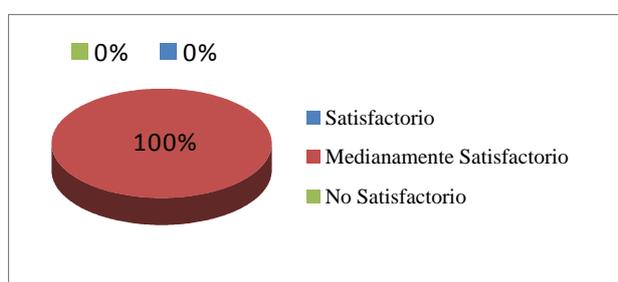
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	1	50
Medianamente Satisfactorio	1	50
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



La búsqueda de raciones alimenticias, según un usuario que representa al 50%, manifiesta que este proceso es satisfactorio, mientras que el 50% restante opina que es medianamente satisfactorio.

Función: Análisis manual

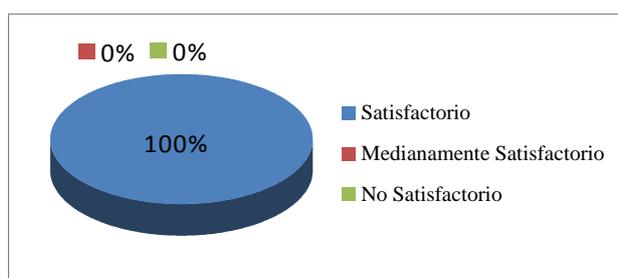
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	0	0
Medianamente Satisfactorio	2	100
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



Para el análisis de sensibilidad manual, el 100% de los usuarios opinan que este proceso es medianamente satisfactorio, puesto que, al realizarlo de forma manual el tiempo invertido es mayor.

Función: Simulador

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	2	100%



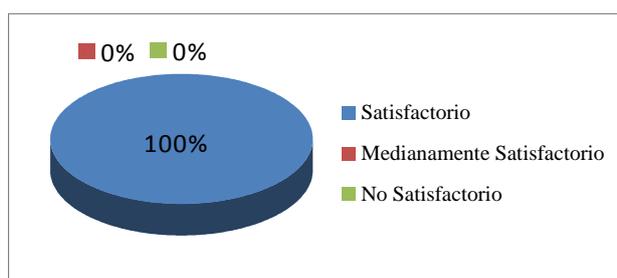
La función Simulador para el análisis de sensibilidad, es considerada como una opción satisfactoria por el 100% de los usuarios, puesto que le facilita al usuario contrastar los resultados entre una ración ya formulada y los nuevos valores obtenidos con el análisis.

h. Caso de Uso: Realizar Consultas

Este caso de uso fue probado por los tres tipos de usuario: Administrador, Docente, Estudiante.

Función: Consultar nutrientes

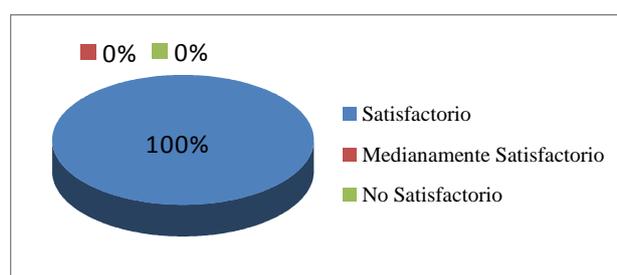
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



Las consultas sobre la información de nutrientes almacenados en la base de datos son satisfactorias, lo que representa al 100% de los usuarios.

Función: Generar reporte de nutrientes

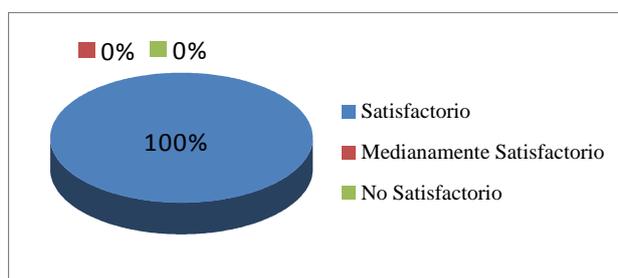
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



La generación e impresión de reportes de nutrientes, según todos los usuarios del sistema, equivalentes al 100%, opinan que es satisfactorio.

Función: Consultar ingredientes

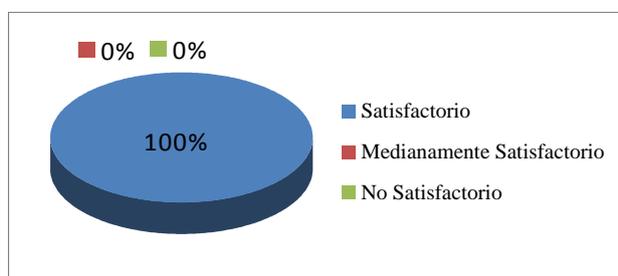
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



Las diferentes opciones de consulta para ingredientes que presenta el sistema, generaron resultados satisfactorios para todos los usuarios, lo que equivale al 100%.

Función: Generar reportes de ingredientes

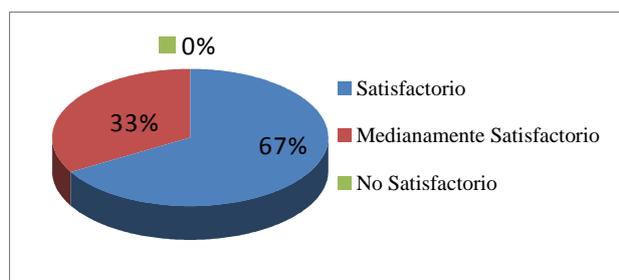
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



El 100% de usuarios del sistema afirman que la generación de reportes para cada una de las opciones de consulta de ingredientes, es satisfactoria, debido a la información detallada que se muestra en cada uno de ellos.

Función: Consultar requerimientos nutricionales

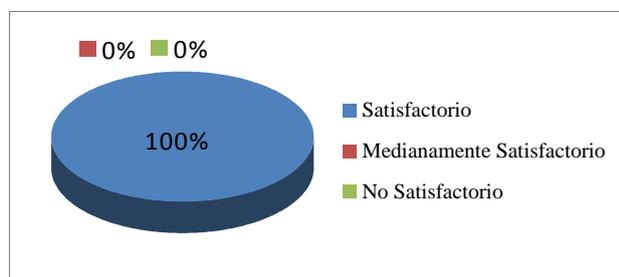
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	66,7
Medianamente Satisfactorio	1	33,3
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



En las consultas de requerimientos nutricionales, se evidencia que dos de los usuarios del sistema califican como satisfactorio al proceso de consultas, lo que representa al 66.7%, mientras que un usuario opina que es medianamente satisfactorio, correspondiente al 33.3%.

Función: Generar reporte de requerimientos nutricionales

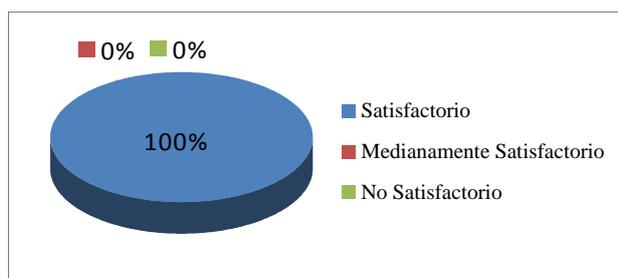
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



El 100% de usuarios del sistema afirman que la generación de reportes para los requerimientos nutricionales, es satisfactoria, debido a la posibilidad de imprimir los datos que ellos necesitan mostrar.

Función: Consultar raciones alimenticias

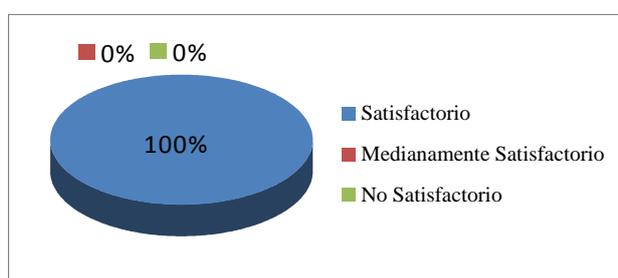
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



El proceso de consultas de raciones alimenticias, ha sido completamente satisfactorio para los usuarios del sistema, lo cual representa el 100%, puesto que la información detallada que se muestra es de gran utilidad para los usuarios.

Función: Generar reporte de raciones alimenticias

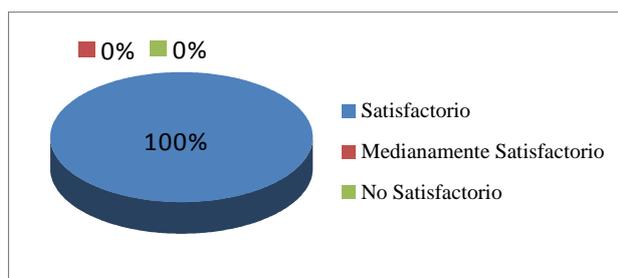
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



Los reportes de raciones alimenticias que genera el sistema, son satisfactorios según el 100% de los usuarios, puesto que muestran toda la información requerida por los usuarios.

Función: Recuperar archivo histórico de raciones

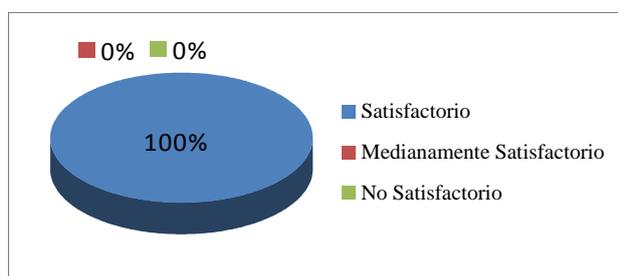
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



Esta función le permite al usuario disponer de información relevante sobre las raciones alimenticias formuladas, por ello el 100% de los usuarios califican a esta funcionalidad como satisfactoria.

Función: Generar reporte de raciones históricas

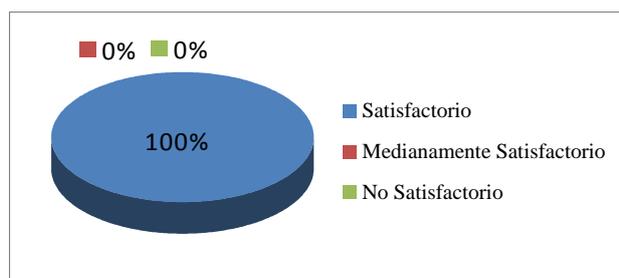
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



Al igual que en los reportes anteriores, el informe de raciones históricas es de gran utilidad, por ello el 100% de los usuarios manifiestan que esta función es satisfactoria.

Función: Exportar archivo histórico a Excel

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%

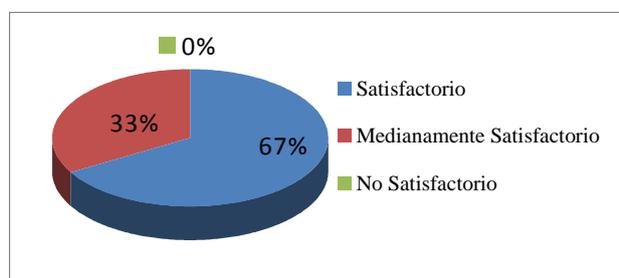


Esta función le permite al usuario disponer de todo el archivo histórico de una ración en una hoja de Excel, mediante la cual podrán realizar estudios estadísticos: por este motivo, el 100% de usuarios han calificado esta funcionalidad como satisfactoria.

7.13.2.2 Aceptación y Usabilidad

- Interfaz gráfica de usuario:

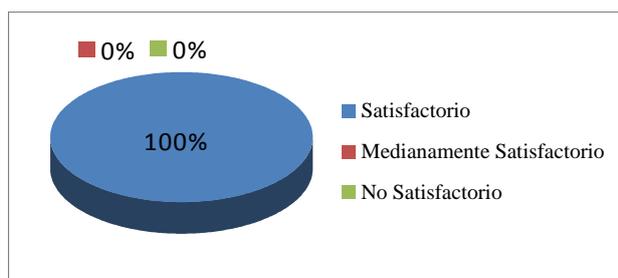
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	2	66.7
Medianamente Satisfactorio	1	33.3
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



El 66.7% de los usuarios consideran que el diseño de la interfaz para el sistema SysFAG es satisfactoria, en tanto que, el 33.3 % manifiesta que es medianamente satisfactoria.

- Facilidad de manejo y navegación

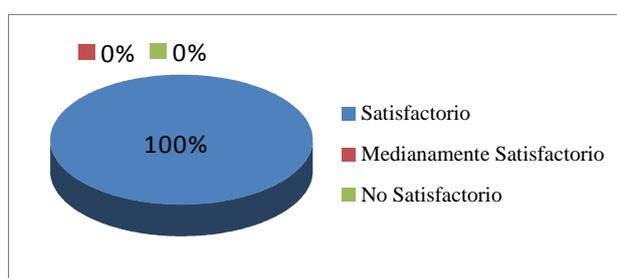
Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



Los usuarios que realizaron las pruebas al sistema manifiestan que la facilidad de manejo y navegación de la aplicación SysFAG, es satisfactoria en un 100%, puesto que, la disposición de sus componentes es adecuada.

- Interpretación de errores y mensajes de advertencia

Variable	Cantidad	%
Satisfactorio	3	100
Medianamente Satisfactorio	0	0
No Satisfactorio	0	0
Total	3	100%



El contenido de los mensajes, tanto de error como de advertencia, que el sistema despliega es comprensible satisfactoriamente en un 100% por los usuarios.

7.13.3 Resumen Final de la Fase de Pruebas

Las pruebas de software constituyen un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representan una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación. Son utilizadas para identificar posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad de un programa; por lo tanto, se puede decir que una prueba es exitosa mientras tenga más probabilidad de mostrar un error no descubierto antes.

Las distintas pruebas aplicadas al sistema SysFAG, permitieron descubrir errores de implementación, los que posteriormente fueron corregidos con éxito; una vez realizada la depuración, fue posible verificar que los casos de uso identificados durante la fase de análisis son implementados correctamente en el sistema, de igual forma, se han efectuado las modificaciones de diseño sugeridas por los usuarios y así validar que el software construido se ajusta a los requisitos de los usuarios.

Por otra parte, se encontraron nuevos requerimientos como:

- Ampliar la formulación de raciones alimenticias para cualquier especie animal, y
- Construir un módulo que permita calcular automáticamente los requerimientos nutricionales de las distintas especies animales.

8. VALORACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA – AMBIENTAL

El Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias, SysFAG, se realizó con herramientas de desarrollo cuyas características permitieron construir el sistema de forma adecuada, de tal manera que se pudo obtener un software hecho a la medida, de fácil manejo y que proporciona resultados satisfactorios, cumpliendo así con los requerimientos planteados por el usuario.

Entre las herramientas empleadas se encuentra Visual Studio .Net 2005, en la cual no fue necesario realizar ningún gasto económico puesto que la Universidad es propietaria de esta licencia; así mismo, las herramientas StarUML, Microsoft Html Help Workshop, Html Kit 292 y la base de datos MySQL, por ser de entorno libre, tampoco generaron costo alguno.

A continuación se describen los diversos recursos de los que se dispuso para la construcción del sistema:

DESCRIPCIÓN	V/T
Médico Veterinario	50
PC Qbex: Core 2 Duo, disco 160GB, 2.2 GHz, 1GB RAM Flash Memory 1GB. Impresora Samsung ML-2010 Scanner HP	450 0.00 0.00 0.00
Visual Studio .NET 2005. MySQL 5.0 Microsoft Html Help Workshop HTML Kit 292 StarUML Consultas en Internet.	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 80
Carpetas. Fotocopias Esferos Resmas de Papel. Tóner para impresora Caja CD Impresiones	1.35 15 0.80 9.60 91.25 8 82
Transporte	50
Total	838

Cuadro 9. Costos de fabricación

En lo que al medio ambiente se refiere, la implantación del sistema para formulación de raciones alimenticias no producirá ningún efecto contaminante para el entorno, puesto que, el sistema está diseñado para ser instalado en un ambiente de escritorio como herramienta de apoyo a la toma de decisiones de los usuarios; y en caso de que las raciones obtenidas sean llevadas a la práctica, éstas serán supervisadas por expertos en la materia que controlen los ingredientes con los cuales se vaya a formular la ración.

9. CONCLUSIONES

Las conclusiones a la que se ha llegado al finalizar el proyecto de tesis son las siguientes:

- La aplicación de la programación lineal permitió optimizar el proceso para formular raciones alimenticias, puesto que, es posible alcanzar la ración óptima a un costo mínimo.
- El modelo matemático construido para la formulación de raciones a mínimo costo y debidamente balanceadas, es aplicable tanto para especies animales monogástricas como para rumiantes.
- El método simplex, como estrategia para la resolución del modelo matemático realizado, es la opción más adecuada frente a otros métodos de resolución existentes, como el método gráfico o el algebraico, puesto que permite resolver problemas de programación lineal que tengan cualquier número de restricciones y variables.
- La aplicación del método simplex de dos fases, en comparación con el simplex normal, permitió reducir considerablemente el número de iteraciones que se deben ejecutar para llegar a la solución óptima, ahorrando tiempo de procesamiento.
- El análisis de sensibilidad permite determinar la influencia del cambio de ciertos valores en la solución óptima de una ración, lo que conlleva a la interpretación razonable de los resultados obtenidos, sirviendo de apoyo a la toma de decisiones de los usuarios.
- El Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias tiene un alto nivel de precisión, esto se evidencia en el momento en que la ración formulada y su aporte nutricional cubren satisfactoriamente los requerimientos del animal, tanto de ingredientes como de nutrientes.

-
- La combinación de las herramientas de programación, hizo posible que el Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias, SysFAG, cumpla los requerimientos del usuario, tanto de seguridad, de interfaz, así como en el ingreso y la obtención de datos.

 - El empleo de herramientas de entorno libre, ya sea para la codificación de las diferentes funcionalidades del sistema como para la Base de Datos, permitieron reducir significativamente el coste de fabricación del software SysFAG.

 - La utilización del complemento Crystal Reports de Visual Studio, permite generar reportes para el sistema de forma ágil y con un resultado y apariencia agradables para el usuario.

10. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el proyecto de investigación se recomienda lo siguiente:

- Los usuarios deben poner especial cuidado en las unidades al momento de ingresar los valores tanto de ingredientes, nutrientes y requerimientos nutricionales en las distintas opciones que ofrece el sistema, así como en los límites de inclusión requeridos para formular la ración, puesto que una unidad mal asignada podría no proporcionar los resultados esperados.
- Actualizar con frecuencia el costo de los ingredientes, especialmente de los ingredientes locales y nacionales, de tal manera que la ración formulada tenga un costo real en el mercado.
- Actualizar la base de datos de requerimientos nutricionales, para las distintas especies animales, con valores estimados en base a las condiciones medio ambientales y físicas del entorno local y nacional.
- Para poder hacer un uso adecuado de la aplicación y obtener buenos resultados, es necesario que el usuario tenga los conocimientos básicos en la formulación de raciones, especialmente en límites de inclusión tanto de nutrientes como de ingredientes que se van a suministrar al animal, de tal manera que al crear la ración no se obtengan resultados distorsionados.
- Durante el proceso de formulación de raciones, ingresar gradualmente los límites de inclusión tanto de ingredientes como de nutrientes, de tal manera que en cada ingreso se puedan observar los cambios producidos en la ración y así poder determinar el grado de cumplimiento de los requerimientos del animal.
- Se recomienda a los estudiantes o egresados de nuestra carrera, explorar más el campo de la Medicina Veterinaria, con el propósito de contribuir con soluciones informáticas, cuando corresponda, a las problemáticas más relevantes que se identifiquen en este ámbito educativo.

11. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- CHURCH D. C., POND W. G.; Fundamentos De Nutrición Y Alimentación De Animales; editorial Noriega – Limusa
- ENSMINGER M. E., OLENTINE C. G.; Alimentación Y Nutrición De Los Animales; editorial “El Ateneo”; 1983
- FRAGA FERNÁNDEZ M. Jesús; Alimentación Práctica De Bovinos; ediciones Mundi-Prensa; 1984; Madrid
- MAYNARD Leonard A., LOOSLI John K., HINTZ Harold F., WAGNER Richard G.; Nutrición Animal; 4^{ta} edición; editorial McGraw – Hill
- MORRISON Frank B.; Compendio De La Alimentación Del Ganado; editorial Hispano-Americana

Sitios Web:

- Advanced Encryption Standard; [en línea]; [http://es.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard] ; [Consulta: 22 de febrero, 2010]
- Advanced Encryption Standard (AES); [en línea]; [http://www.progressive-coding.com/tutorial.php]; [Consulta: 22 de febrero, 2010]
- Análisis de sensibilidad; [en línea]; [http://www.elprisma.com/apuntes/matematicas/analisisdesensibilidad]; [Consulta: 9 de diciembre, 2009]
- Análisis de Sensibilidad o Postoptimal; [en línea]; [http://www.programacionlineal.net/sensibilidad.html]; [Consulta: 9 de diciembre, 2009]
- Announcing the ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES); [en línea]; [http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips197/fips-197.pdf]; [Consulta: 22 de febrero, 2010]

- ARREOLA RISA Jesús, ARREOLA RISA Antonio; Programación Lineal; [en línea];
[http://books.google.com.ec/books?id=VyklbTvUhgC&printsec=frontcover&dq=programaci%C3%B3n+lineal&source=bl&ots=8SDBgPZ9pg&sig=24NmojJEUvn-Q6pqPwv17aiwLY&hl=es&ei=8ziNS4u7HoaWtgeJ6a3wCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CBoQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false];
[Consulta: 12 de octubre, 2009]
- Criptografía: Cifrado de clave privada; [en línea];
[<http://gaussianos.com/criptografia-cifrado-de-clave-privada/>]; [Consulta: 22 de febrero, 2010]
- Criptografía: Algoritmos de Clave Simétrica; [en línea];
[<http://www.textoscientificos.com/criptografia/privada/>]; [Consulta: 22 de febrero, 2010]
- Descripción del cifrado simétrico y asimétrico; [en línea];
[<http://support.microsoft.com/kb/246071/es>]; [Consulta: 22 de febrero, 2010]
- HTML-kit; [en línea]; [<http://www.desarrolloweb.com/articulos/337.php>];
[Consulta: 28 de marzo, 2010]
- HTML-Kit Features; [en línea]; [<http://www.htmlkit.com/features/>]; [Consulta: 28 de marzo, 2010]
- HTML-Kit Tools Docs; Documentation, [en línea]; [<http://www.htmlkit.com/docs/>]; [Consulta: 28 de marzo, 2010]
- Modelos Deterministas: Optimización Lineal; [en línea];
[<http://www.google.com.ec/#hl=es&source=hp&q=an%C3%A1lisis+de+sensibilidad+para+problemas+de+minimizaci%C3%B3n&btnG=Buscar+con+Google&meta=&aq=f&oeq=an%C3%A1lisis+de+sensibilidad+para+problemas+de+minimizaci%C3%B3n&fp=eb74d96684fa1a7>]; [Consulta: 06 de diciembre, 2009]
- Microsoft HTML Help Workshop; [en línea]; [<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms670169%28VS.85%29.aspx>]; [Consulta: 8 de enero, 2010]
- StarUML; [en línea]; [<http://black-byte.com/review/staruml/>]; [Consulta: 18 de febrero, 2010]
- StarUML - The Open Source UML/MDA Platform; [en línea];
[<http://staruml.sourceforge.net/en/index.php>]; [Consulta: 18 de febrero, 2010]
- WINSTON, WAYNE L.; Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos; Cuarta edición; Editorial Thomson; [en línea];

[http://books.google.com.ec/books?id=8IMSA6DEaRoC&pg=PA178&lp=PA178&dq=metodo+simplex+de+dos+fases&source=bl&ots=MGj3_UaAQR&sig=5mCrOwWhoSaBhwUsc_m9RgwKoUY&hl=es&ei=KW1VStT6MIGG_Aa8wcHXAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8]; [Consulta: 12 de octubre, 2009]

12. ANEXOS

Anexo 1: ANTEPROYECTO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Tema

“Sistema Informático para la Formulación de Raciones Alimenticias de Animales de Granja para la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables”.

1.2 Situación Problemática

La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia es una unidad académica que tiene como finalidad preservar la salud animal y fomentar la producción, industrialización y comercialización pecuaria; además está comprometida con el cambio socioeconómico del país.

Enfocándose en la producción agropecuaria, el aporte socioeconómico se ve reflejado en la manera en que los sistemas de producción animal planteados puedan incrementar la productividad de los animales, esto depende del cuidado y alimentación que se les suministre, por esta razón se debe poner especial énfasis en la nutrición animal proporcionando las raciones alimenticias más adecuadas de acuerdo a la especie.

Hoy en día, el proceso que se sigue para formular raciones se lo realiza de dos formas: la primera, consiste en calcular manualmente las raciones alimenticias que proporcionen los nutrientes necesarios para permitir el crecimiento, el mantenimiento, la reproducción y producción de las diferentes especies, a través de un método denominado Tanteo Matemático; este cálculo, por realizárselo de forma manual, se torna en un proceso largo, tedioso y además está sujeto a errores provocando que los resultados obtenidos sean imprecisos y no aporten con todos los requerimientos alimenticios que cada especie necesita.

La segunda forma se refiere a la utilización de aplicaciones de computadora como Solver de MS-Excel, este tipo de programas no representan un método adecuado para la formulación de raciones, puesto que, los procesos que se realizan no son de tipo lineal, es decir, no existe programación lineal que ayude a balancear de manera óptima las

raciones alimenticias, por otro lado, no generan los costos que implica formular una ración, entre otras limitantes.

Por este motivo, el aporte que brinde el desarrollo de este sistema informático para la carrera, será que el usuario podrá tener en éste, la mejor herramienta con la cual podrá optimizar la formulación de raciones alimenticias a mínimo costo.

1.3 Problema de la Investigación

La carencia de un sistema que permita la formulación de raciones alimenticias de manera óptima, es decir, minimizando su costo y evitando realizar procesos repetitivos.

1.3.1 Delimitación del Problema

El presente proyecto se elaborará en base a los requerimientos proporcionados por los docentes especialistas de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia y estará orientado a la formulación de raciones para cubrir las necesidades alimenticias específicas de cada especie animal.

Considerando las distintas etapas que se deben cumplir para desarrollar un sistema, el tiempo que se ha estimado para su desarrollo y posterior instalación, así como para la capacitación de los usuarios, será de 13 meses.

1.3.2 Elementos de Observación

- Proceso para calcular las raciones alimenticias de acuerdo a cada especie animal.
- Información requerida para realizar el cálculo.
- Producto final que se debe generar una vez realizado el cálculo.
- Velocidad de cálculo, tiempo de respuesta.
- Requerimientos de las diferentes especies animales.
- Consumo esperado de los alimentos.
- Materia prima existente en el medio.
- Otros procesos actuales que pudieran ser automatizados.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Académica

La Universidad Nacional de Loja a través del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, Carrera de Ingeniería en Sistemas, tiene la gran responsabilidad de contribuir a la formación de la sociedad en el ámbito tecnológico, ya que de ello depende el nivel de progreso y desarrollo del país.

El presente proyecto se justifica por la necesidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias, los mismos que servirán como base para los estudiantes que ingresen a esta carrera y poniéndolos a disposición de la comunidad en general.

Con el aporte de las investigaciones en la búsqueda de alternativas de solución a las necesidades de la sociedad, éstas ayudarán a fortalecer el desarrollo intelectual y científico del futuro profesional.

1.4.2 Justificación Técnica

La selección de herramientas para la construcción del software es un aspecto de especial interés ya que de las características que estas posean y su uso depende, en gran medida, poder desarrollar un software de mejor calidad.

Por este motivo, el Sistema para Formulación de Raciones Alimenticias propuesto será construido con el apoyo de herramientas modernas de desarrollo; dichas herramientas comprenden: la plataforma .NET, que es una plataforma sencilla y potente, además, es una de las nuevas tecnologías que se están utilizando actualmente para el desarrollo de software empresarial.

La herramienta específica que se utilizará durante la fase de construcción del sistema será Visual Studio.NET 2005 mediante el lenguaje de programación C#, este es un lenguaje de alto nivel que soporta todas las características de la programación orientada a objetos (encapsulamiento, herencia, polimorfismo) así como la orientación a componentes, además es compatible con otros lenguajes de programación permitiendo de esta manera la migración de código.

En lo que se refiere al diseño y diagramación del sistema, se ha considerado utilizar la herramienta PowerDesigner 11.0, puesto que es una solución empresarial para el diseño de bases de datos y el modelado de datos, que ayudará a implementar una arquitectura efectiva y a proporcionar un potente modelo de datos conceptual para el ciclo de vida del desarrollo de aplicaciones.

Finalmente, el almacenamiento de datos se lo realizará a través de la base de datos MySQL 5.0 que es compatible con la plataforma .NET.

1.4.3 Justificación Operativa

La carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia genera y adopta tecnologías acordes a la realidad en la perspectiva de lograr una efectiva vinculación con todos los sectores sociales y de esta manera incidir en el desarrollo sostenido y sustentable de la producción agropecuaria.

Entorno a esto, se considera que un sistema aplicado a la formulación de raciones alimenticias, que cumpla con las necesidades informáticas de la carrera, es de vital interés e importancia ya que con la ayuda del mismo, aquellos que utilicen dicha herramienta se verán favorecidos con su aplicación, mejorando su forma de trabajo, puesto que los usuarios podrán desarrollar sus funciones diarias con más facilidad y confiabilidad al momento de calcular las raciones alimenticias.

Cabe recalcar que la implantación de un sistema de este tipo contribuirá con la modernización y automatización del área, por medio de la información digitalizada o computarizada que el sistema proporcione; por otro lado, ayudará a llevar un control, orden y seguridad en la información.

1.4.4 Justificación Económica

Debido a la posible implementación del sistema para la formulación de raciones alimenticias, la disponibilidad de los recursos económicos es de importancia fundamental, por lo que es importante indicar que, los recursos necesarios para desarrollar este sistema provienen del capital propio; puesto que todas las herramientas del software a utilizar, tanto para el diseño y construcción del sistema, así como para la

base de datos, se encuentran disponibles en el mercado, por lo tanto no implicaría mayores gastos que los de las licencias y demás rubros del proyecto.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un Sistema para la Formulación de Raciones Alimenticias de animales de granja, para la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, con el fin de mejorar el proceso alimenticio a un mínimo costo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Optimizar el proceso de cálculo de las raciones, mediante la aplicación de modelos de programación lineal, para obtener un producto a bajo costo y en el menor tiempo posible.
- Construir modelos matemáticos precisos que involucren todas las variables de la formulación de raciones (alimentos, necesidades nutricionales, etapa productiva, etc.), de tal manera que se generen resultados válidos.
- Formular un alimento debidamente balanceado a través de un módulo de formulación de raciones que permitirá la asignación eficiente de recursos (alimentos, necesidades nutricionales, tipo de ración, etc.) para cada especie animal.
- Ayudar a los usuarios (profesionales, estudiantes de veterinaria, productores agropecuarios) en la toma de decisiones respecto a la alimentación de animales de granja, por medio de una evaluación económica y nutricional de las raciones.
- Desarrollar un módulo para la administración de materias primas disponibles en la zona que permita mantener un registro actualizado de las mismas.
- Desarrollar un módulo para la administración de especies animales que permita disponer y actualizar toda la información referente a cada especie.
- Implementar un módulo para realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables que intervienen en la formulación de raciones.
- Generar reportes actualizados que permitan a los usuarios tener una perspectiva sobre la participación nutricional de los ingredientes por ración y su costo.

- Proporcionar seguridad en el acceso a la información mediante un módulo de administración que definirá niveles de acceso para cada tipo de usuario.
- Generar un archivo histórico de las raciones alimenticias válidas y sus modificaciones de manera que se puedan realizar estudios estadísticos.

2. Marco Teórico

I. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA

1.1 Investigación de Operaciones

1.1.1 Modelos Matemáticos

1.1.1.1 Construcción De Modelos Matemáticos

1.1.2 Método Simplex

1.1.2.1 Tipos de solución

1.1.2.2 Tipos de variables

1.1.2.3 Resolución del método simplex

1.1.3 Análisis de Sensibilidad

1.1.3.1 Análisis de sensibilidad con el Método Simplex

1.1.3.1.1 Análisis de sensibilidad para coeficientes de la función objetivo

1.1.3.1.1.1 Análisis de sensibilidad para coeficientes de variables no básicas

1.1.3.1.1.2 Análisis de sensibilidad para coeficientes de variables básicas

1.1.3.1.2 Análisis de sensibilidad para términos independientes de las restricciones.

II. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

2.1 Microsoft Visual Studio 2005

2.2 Base de Datos MySQL

2.3 Lenguaje de Programación C#

2.4 Herramienta PowerDesigner

III. FORMULACIÓN DE RACIONES

3.1 Definiciones Básicas

3.2 Información necesaria para la formulación de raciones

- 3.2.1 Principios Nutritivos
 - 3.2.1.1 Definición
 - 3.2.1.2 Clasificación
 - 3.2.1.2.1 Energía (hidratos de carbono y grasas)
 - 3.2.1.2.2 Proteínas
 - 3.2.1.2.3 Minerales
 - 3.2.1.2.4 Vitaminas
 - 3.2.1.2.5 Agua
 - 3.2.1.3 Funciones de los Principios Nutritivos
 - 3.2.1.3.1 Mantenimiento
 - 3.2.1.3.2 Crecimiento
 - 3.2.1.3.3 Reproducción
 - 3.2.1.3.4 Producción de Huevos
 - 3.2.1.3.5 Lactación
 - 3.2.1.3.6 Terminado (preparación)
 - 3.2.1.3.7 Lana y Pelo
 - 3.2.1.3.8 Trabajo (carrera)
- 3.2.2 Alimentos
 - 3.2.2.1 Definición
 - 3.2.2.2 Clasificación
 - 3.2.2.2.1 Forrajes
 - 3.2.2.2.2 Concentrados
 - 3.2.2.2.3 Subproductos y residuos de los cultivos
 - 3.2.2.2.4 Suplementos, aditivos e implantes
- 3.2.3 Necesidades Nutricionales Del Animal
- 3.2.4 Tipo de Ración
- 3.2.5 Consumo Esperado de Alimento
 - 3.2.5.1 Consumo de agua
- 3.3 ¿Cómo balancear las raciones?
- 3.4 Ajuste del contenido de humedad
- 3.5 Métodos para formular raciones
 - 3.5.1 Método del cuadrado de Pearson
 - 3.5.2 Método de las ecuaciones simultáneas
 - 3.5.3 Método de la matriz 2×2
 - 3.5.4 Método del Tanteo
 - 3.5.5 *Programación Lineal: raciones a mínimo costo*

I. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA

1.1 Investigación de Operaciones

1.1.1 Modelos Matemáticos

El modelo matemático está constituido por relaciones matemáticas (ecuaciones y desigualdades) establecidas en términos de variables, que representa la esencia el problema que se pretende solucionar¹⁸.

1.1.1.1 Construcción de un modelo matemático

Para construir un modelo es necesario primero definir las variables en función de las cuales será establecido. Luego, se procede a determinar matemáticamente cada una de las dos partes que constituyen un modelo: a) la medida de efectividad que permite conocer el nivel de logro de los objetivos y generalmente es una función (ecuación) llamada *función objetivo*; b) las limitantes del problema llamadas *restricciones* que son un conjunto de igualdades o desigualdades que constituyen las barreras y obstáculos para la consecución del objetivo.

Su forma general queda establecida de la siguiente manera dada las j variables X_1, X_2, \dots, X_j , llamadas variables de decisión, determinar qué valor de cada una de ellas hacen máxima ó mínima una función objetivo Z , es decir, que sea óptima, considerando que una función es óptima, si primero es factible y su formulación general es:

a) Función objetivo: $\text{Max ó Min } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_j X_j$

b) Sujeta a las restricciones:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1j} x_j \leq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2j} x_j \leq b_2$$

.....

$$a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots + a_{ij} X_j \leq b_j$$

c) No-negatividad: $X_j \geq 0 ; j = 1, 2, 3, \dots, n$

Donde:

Z = Objetivo del problema (maximizar ó minimizar)

¹⁸ <http://www.itson.mx/dii/elagarda/apagina2001/PM/uno.html#introduccion>

X_j = Variables de decisión ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

C_j = Contribución por unidad de la variable de decisión.

a_{ij} = Coeficiente Tecnológico ($i = 1, 2, 3, \dots, m$; $j = 1, 2, 3, \dots, n$)

b_j = Recurso Disponible.

NOTA: El coeficiente Tecnológico (a_{ij}) es la cantidad que se emplea del recurso disponible b_j para elaborar el producto X_j (dato técnico). El recurso disponible b_j , en algunos casos representa la capacidad, (cantidad que no se puede sobrepasar y se representa como menor e igual matemáticamente); en otros casos puede representar el requerimiento (cantidad que puede usarse por lo menos y se representa matemáticamente como mayor e igual) y en algunos casos este recurso deberá ser exactamente su valor (cantidad que matemáticamente se representa como una igualdad $=$).

Los modelos matemáticos tienen muchas *ventajas* sobre una descripción verbal del problema. Una ventaja obvia es que el modelo matemático describe un problema en forma mucho más concisa. Esto tiende a hacer que toda la estructura del problema sea más comprensible y ayude a revelar las relaciones importantes entre causa y efecto. De esta manera, indica con más claridad que datos adicionales son importantes para el análisis. También facilita simultáneamente el manejo del problema en su totalidad y el estudio de todas sus interrelaciones. Por último, un modelo matemático forma un puente para poder emplear técnicas matemáticas y computadoras de alto poder, para analizar el problema.

Por otro lado, existen *obstáculos* que deben evitarse al usar modelos matemáticos. Un modelo es, necesariamente, una idealización abstracta del problema, por lo que casi siempre se requieren aproximaciones y suposiciones de simplificación si se quiere que el modelo sea manejable (susceptible de ser resuelto). Por lo tanto, debe tenerse cuidado de que el modelo sea siempre una representación válida del problema. El criterio apropiado para juzgar la validez de un modelo es el hecho de si predice o no con suficiente exactitud los efectos relativos de los diferentes cursos de acción, para poder tomar una decisión que tenga sentido.

1.1.2 Método Simplex

EL método más usado en la confección de raciones de mínimo costo es el método simplex, el mismo que es implementado en un software, donde es factible especificar

valores mínimos, máximos, rangos, relaciones o cantidades exactas para cada ingrediente o nutriente.

El método Simplex es un procedimiento iterativo que permite ir mejorando la solución a cada paso. El proceso concluye cuando no es posible seguir mejorando más dicha solución¹⁹.

Esta es la forma estándar del modelo:

Función objetivo:	$c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_n \cdot x_n$
Sujeto a:	$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1n} \cdot x_n = b_1$
	$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n = b_2$
	...
	$a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \dots + a_{mn} \cdot x_n = b_m$
	$x_1, \dots, x_n \geq 0$

Para ello se deben cumplir las siguientes condiciones:

- El objetivo es de la forma de maximización o de minimización.
- Todas las restricciones son de igualdad.
- Todas las variables son no negativas.
- Las constantes a la derecha de las restricciones son no negativas.

1.1.2.1 Tipos De Solución

Solución Factible: Es un valor del conjunto de variables (vector solución) para el cual todas las restricciones se cumplen, incluyendo las de no-negatividad.

Solución Óptima: Es una solución factible que optimiza la función objetivo “Z”.

Solución Básica: En un sistema de ecuaciones con **n** variables (**n**, **m**). Una solución es aquella se obtiene de fijar (**n**, **m**) variables del sistema iguales a cero y resolver el sistema en función de las “**m**” restantes, a estas variables se les llaman Variables Básicas.

Solución Básica Factible: Es aquella solución básica en que todas las variables básicas son no-negativo.

¹⁹ <http://www.investigacion-operaciones.com/Resumen%20PL.htm>

1.1.2.2 Tipos De Variables

Variables de Decisión: Son aquellas variables que determinan la solución del problema y se denotan por X_j .

Variables Base: Son aquellas variables que se agregan al sistema de restricciones como de holgura y artificiales y pertenecen a la columna V_b .

Variables de Holgura: La variable de holgura se denota por H_i y H_j , cuya ecuación es:

- 1) Al introducirla a la restricción, la convierte en ecuación.
- 2) Forma parte de la matriz identidad y su costo es cero.
- 3) En la tabla simplex, en renglón representa el sobrante del recurso y en la columna representa el sobrante de la contribución.

Variable Artificial: Esta variable se denota por A_i y A_j , cuya función es:

- 1) Sirve como variable básica inicial, carece de sentido en el problema, solo en un artificio.
- 2) Forma parte de la matriz identidad y su costo es M , tan grande cuando Z se minimiza y tan pequeña cuando Z se maximiza, para garantizar valores negativos y positivos, respectivamente.
- 3) Tiene preferencias de entrar a la tabla simplex inicial²⁰.

1.1.2.3 Resolución del Método Simplex

- Construcción de la primera tabla: En la primera columna de la tabla aparecerá la base, en la segunda el coeficiente que tiene en la función objetivo cada variable que aparece en la base (columna C_b), en la tercera el término independiente de cada restricción (P_0), y a partir de ésta columna aparecerán cada una de las variables de la función objetivo (P_i). Sobre ésta tabla se incluirá dos nuevas filas: una que liderará la tabla donde aparecerán las constantes de los coeficientes de la función objetivo, y otra que será la última fila, donde tomará valor la función objetivo.

²⁰ http://html.rincondelvago.com/investigacion-de-operaciones_8.html

Tabla						
			C1	C2	...	Cn
Base	Cb	P0	P1	P2	...	Pn
Pi1	Ci1	bi1	a11	a12	...	a1n
Pi2	Ci2	bi2	a21	a22	...	a2n
...
Pim	Cim	bim	aml	am2	...	amn
Z		Z0	Z1-C1	Z2-C2	...	Zn-Cn

Los valores de la fila Z se obtienen de la siguiente forma: El valor Z0 será el de sustituir Cim en la función objetivo (y cero si no aparece en la base). El resto de columnas se obtiene restando a este valor el del coeficiente que aparece en la primera fila de la tabla. En esta primera tabla, en la base estarán las variables de holgura.

- Condición de parada: Comprobar si se debe dar una nueva iteración o no, esto se sabrá si en la fila Z aparece algún valor negativo. Si no aparece ninguno, es que se ha llegado a la solución óptima del problema.
- Elección de la variable que entra: Si no se ha dado la condición de parada, se debe seleccionar una variable para que entre en la base en la siguiente tabla. Para ello se fijará en los valores estrictamente negativos de la fila Z, y el menor de ellos será el que de la variable entrante.
- Elección de la variable que sale: Para esta variable se debe seleccionar aquella fila cuyo cociente $P0/Pj$ sea el menor de los estrictamente positivos (teniendo en cuenta que sólo se hará cuando Pj sea mayor de 0). La intersección entre la columna entrante y la fila saliente determinará el elemento pivote.
- Actualización de la tabla: Las filas correspondientes a la función objetivo y a los títulos permanecerán inalterados en la nueva tabla. El resto deberá calcularse de dos formas diferentes:

Si es la fila pivote cada nuevo elemento se calculará:

$$\text{Nuevo Elemento Fila Pivote} = \text{Elemento Fila Pivote actual} / \text{Pivote.}$$

Para el resto de elementos de filas se calculará:

$$\text{Nuevo Elemento Fila} = \text{Elemento Fila Pivote actual} - (\text{Elemento Columna Pivote en la fila actual} * \text{Nuevo Elemento Fila}).$$

1.1.3 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una de las partes más importantes en la programación lineal, sobretodo para la toma de decisiones; pues permite determinar cuando una solución sigue siendo óptima, dados algunos cambios ya sea en el entorno del problema, en la empresa o en los datos del problema mismo²¹.

Este análisis consiste en determinar que tan sensible es la respuesta óptima del Método Simplex, al cambio de algunos datos como las ganancias o costos unitarios (coeficientes de la función objetivo) o la disponibilidad de los recursos (términos independientes de las restricciones).

La variación en estos datos del problema se analizará individualmente, es decir, se analiza la sensibilidad de la solución debido a la modificación de un dato a la vez, asumiendo que todos los demás permanecen sin alteración alguna. Esto es importante porque estamos hablando de que la sensibilidad es estática y no dinámica, pues solo contempla el cambio de un dato a la vez y no el de varios.

Objetivo Principal del Análisis de Sensibilidad

Establecer un intervalo de números reales en el cual el dato que se analiza puede estar contenido, de tal manera que la solución sigue siendo óptima siempre que el dato pertenezca a dicho intervalo²².

Los análisis más importantes son;

1. Los coeficientes de la función objetivo; y
2. Los términos independientes de las restricciones y se pueden abordar por medio del *Método Gráfico* o del *Método Simplex*.

1.1.3.1 Análisis de sensibilidad con el Método Simplex

Tomemos el siguiente modelo:

$$\begin{array}{ll} \text{Max} & Z = 3x_1 + 4x_2 + 3/2x_3 \\ \text{s.a} & x_1 + 2x_2 \leq 10 \end{array}$$

^{21, 22} <http://www.elprisma.com/apuntes/maticas/analisisdesensibilidad/>

$$2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 10$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0$$

Cuya tabla simplex final es:

	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	
X_2	1/2	1	0	1/2	0	5
X_3	1	0	1	-1	1	0
Z	1/2	0	0	1/2	3/2	20

1.1.3.1.1 Análisis de sensibilidad para coeficientes de la función objetivo

Recordemos que las variables estructurales son aquellas con las que se planteó originalmente el problema de programación lineal, en este caso: x_1 ; x_2 y x_3 ; pero, dentro de las variables estructurales podemos distinguir variables básicas (x_2 y x_3) (aparecen en la primera columna de la tabla simplex final y definen la solución óptima) y variables no básicas (x_1); entonces, el análisis de sensibilidad para los coeficientes de la función objetivo de estas variables depende de si la variable es básica o no.

1.1.3.1.1.1 Análisis de sensibilidad para coeficientes de variables no básicas

Este es el análisis más sencillo ya que si la variable es no básica, entonces tiene un coeficiente distinto de cero en la última fila de la tabla simplex final, este coeficiente es el máximo valor que el coeficiente de la función objetivo de dicha variable puede aumentar manteniendo la solución óptima.

Procedimiento:

- Se lee de la tabla simplex final, el término que pertenece a la columna de la variable no básica en la última fila y se le resta una variable cualquiera Δ
- Se plantea la condición de optimalidad; es decir, que este nuevo término debe ser positivo (mayor que cero) para que la solución siga siendo óptima
- Se resuelve la desigualdad
- Se suma a ambos lados de la desigualdad el coeficiente de la función objetivo que acompaña a la variable y este resultado es el intervalo de sensibilidad del coeficiente

Análisis para la variable no básica X_1 :

- $1/2 - \Delta$

b) $1/2 - \Delta \geq 0$

c) $\Delta \leq 1/2$

d) El coeficiente de la variable X_1 en el problema es 3 por tanto:

$$3 + \Delta \leq 3 + 1/2$$

Sustituir $3 + \Delta = C_1$

$$C_1 \leq 7/2$$

e) Entonces el intervalo es el siguiente:

$$-\infty \leq C_1 \leq 7/2$$

1.1.3.1.1.2 Análisis de sensibilidad para coeficientes de variables básicas

Cuando las variables son básicas, el procedimiento para el análisis de sensibilidad varía un poco, pero conserva su lógica.

Procedimiento:

- Se reemplaza el cero en la última fila de la columna de la variable por el negativo de la variable $\Delta (-\Delta)$
 - Ahora la tabla ya no es óptima, pues existe un elemento negativo en la última fila, por tanto normaliza la columna de la variable, es decir se debe generar un cero en la posición donde está $-\Delta$
 - Se plantea la condición de optimalidad; es decir, que todos los términos de la última fila de la tabla simplex deben ser positivos (mayor que cero) para que la solución siga siendo óptima
 - Se resuelven las desigualdades individualmente y se interceptan los conjuntos soluciones
 - Se suma a todos los lados de la desigualdad el coeficiente de la función objetivo que acompaña a la variable y este resultado es el intervalo de sensibilidad del coeficiente
- Análisis para la variable no básica X_2 :

a)

	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	
X_2	1/2	1	0	1/2	0	5
X_3	1	0	1	-1	1	0
Z	1/2	$-\Delta$	0	1/2	3/2	20

b) Para optimizar la tabla de nuevo se efectuará la siguiente operación

$$f_3 + \Delta * f_1 \rightarrow f_3$$

obteniendo el siguiente resultado:

	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	
X_2	1/2	1	0	1/2	0	5
X_3	1	0	1	-1	1	0
Z	$1/2 + 1/2 \Delta$	0	0	$1/2 + 1/2 \Delta$	3/2	$20 + 5\Delta$

c) $1/2 + 1/2 \Delta \geq 0$ $1/2 + 1/2 \Delta \geq 0$ $3/2 \geq 0$

d) $\Delta \geq -1$ $\Delta \geq -1$ siempre es verdadera

Se interceptan los conjuntos soluciones para dar el siguiente resultado: $\Delta \geq -1$

e) El coeficiente de la variable X_2 en el problema es 4, por tanto:

$$4 + \Delta \geq 4 - 1$$

$$\text{Sustituir } 4 + \Delta = C_2$$

$$C_2 \geq 3$$

f) Entonces el intervalo es el siguiente: $3 \leq C_2 \leq \infty$

1.1.3.1.2 Análisis de sensibilidad para términos independientes de las restricciones

Las restricciones de un problema de programación lineal representan las limitantes de recursos que tiene una empresa.

Precio Sombra: este es el máximo incremento en el precio normal de un recurso que estamos dispuestos a pagar sin que nuestras ganancias disminuyan²³.

Este es un dato que se puede leer directamente de la tabla simplex final en la última fila de la columna de la variable de holgura asociada a la restricción o recurso que queremos investigar.

Procedimiento:

a) La sensibilidad del término independiente de una restricción se analizara con la columna de la variable de holgura asociada a dicha restricción; entonces, se realiza una operación entre columnas, de la siguiente manera:

²³ <http://www.elprisma.com/apuntes/matematicas/analisisdesensibilidad/default5.asp>

A la última columna de la tabla simplex final se le suma la columna de la variable de holgura de la restricción que analizamos multiplicada por la variable

$$C_{\text{final}} + \Delta * C_{\text{holgura}}$$

- c) Recordemos que por las restricciones de no negatividad los valores en la última columna de la tabla simplex deben ser siempre positivos (mayores que cero); por tanto el resultado anterior debe cumplir las restricciones de no negatividad.

$$C_{\text{final}} + \Delta * C_{\text{holgura}} \geq 0$$

Cada término de este resultado debe cumplir esta condición, **la última fila no se toma en cuenta.**

- c) Se plantean las desigualdades de cada término y se resuelven individualmente.
 d) Se interceptan los conjuntos solución de las desigualdades
 e) Se le suma a todos los lados de la desigualdad el término independiente de la restricción que se analiza, dando como resultado el intervalo de sensibilidad de dicho término.

Análisis para el término independiente de la restricción uno b_1

- a) La variable de holgura asociada a la primera restricción es S_1 ; entonces, efectuamos:

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 0 \\ 20 \end{pmatrix} + \Delta \begin{pmatrix} 1/2 \\ -1 \\ 1/2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 + 1/2 \Delta \\ 0 - \Delta \\ 20 + 1/2 \Delta \end{pmatrix}$$

$$b) \begin{pmatrix} 5 + 1/2 \Delta \\ -\Delta \\ 20 + 1/2 \Delta \end{pmatrix} \geq 0$$

- c) $5 + 1/2 \Delta \geq 0$ $-\Delta \geq 0$ la última fila no se toma en cuenta
 $5 + 1/2 \Delta \geq 0$ $-\Delta \geq 0$
 $\Delta \leq 0$

$$1/2 \Delta \geq -5$$

$$\Delta \geq -10$$

- d) Se interceptan los conjuntos soluciones para dar el siguiente resultado:

$$-10 \leq \Delta \leq 0$$

- e) El término independiente de la primera restricción b_1 en el problema es 10, por tanto:

$$-10 + 10 \leq 10 + \Delta \leq 10 + 0$$

$$\text{Sustituir } 10 + \Delta = b_1$$

$$0 \leq b_1 \leq 10$$

- f) Entonces el intervalo es el siguiente: $0 \leq b_1 \leq 10$

II. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

2.1 Microsoft Visual Studio 2005

Microsoft Visual Studio es un entorno integrado de desarrollo IDE para sistemas Windows. Se soportan varios lenguajes de programación (oficialmente Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET), aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros²⁴.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones Web, así como servicios Web en cualquier entorno soportado por la plataforma .NET.

Novedades principales del entorno de desarrollo:

- Soporte para refactoring: Refactorizar es el proceso de modificar el código fuente pero sin modificar su temática. El objetivo es adherirse al *best practices* de desarrollo, hacer el código fuente más intangible, menos propensa a errores. El soporte para refactorización de Visual Studio 2005 permite, entre otros, convertir variables públicas a propiedades, promover variables locales a parámetros.
- Herramientas de testing integradas; Permite realizar tests unitarios, tests de aplicaciones ASP.NET y tests de coverage.
- Nueva herramienta de control de código fuente. Substituye a SourceSafe y proporciona una experiencia más orientada a la colaboración, con herramientas de merge manual y automático para soportar mejor operaciones de *múltiple check-outs* y *branching*.

²⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio

- *Just my code debugging*. El depurador se puede configurar para que ignore código fuente de *3rd parties* y depure sólo nuestro código fuente.
- *Smart tags*: Esto proporciona el acceso a la información y las tareas comunes sin obligarle a que navegara constantemente fuera de su área de trabajo
- *Edit-and-continue*: Podemos depurar, cambiar código mientras estamos depurando (en un breakpoint) y en la mayoría de casos, seguir la depuración.
- Soporte para SQL Server 2005: posibilidad de desarrollar componente para SQL Server 2005, directamente desde Visual Studio 2005, incluyendo el deploy²⁵.

2.2 Base de Datos MySQL

MySQL es un gestor de base de datos sencillo de usar e increíblemente rápido. También es uno de los motores de base de datos más usados en Internet, la principal razón de esto es que es gratis para aplicaciones no comerciales.

Es un gestor de base de datos. Una base de datos es un conjunto de datos y un gestor de base de datos es una aplicación capaz de manejar este conjunto de datos de manera eficiente y cómoda.

Es una base de datos relacional. Una base de datos relacional es un conjunto de datos que están almacenados en tablas entre las cuales se establecen unas relaciones para manejar los datos de una forma eficiente y segura. Para usar y gestionar una base de datos relacional se usa el lenguaje estándar de programación SQL.

MySQL es software de fuente abierta. Fuente abierta significa que es posible para cualquier persona usarlo y modificarlo. Cualquier persona puede bajar el código fuente de MySQL y usarlo sin pagar. Cualquier interesado puede estudiar el código fuente y ajustarlo a sus necesidades. MySQL usa el GPL (GNU General Public License) para definir que puede hacer y que no puede hacer con el software en diferentes situaciones²⁶.

Porqué usar MySQL?

²⁵ <http://www.programmersheaven.com/2/Features-of-Visual-Studio-2005#temp>

²⁶ <http://www.webestilo.com/mysql/intro.phtml>

MySQL Database es muy rápido, confiable y fácil de usar. MySQL fue desarrollado inicialmente para manejar grandes bases de datos mucho más rápidamente que las soluciones existentes y ha sido usado exitosamente por muchos años en ambientes de producción de alta demanda. A través de constante desarrollo, MySQL ofrece hoy una rica variedad de funciones. Su conectividad, velocidad y seguridad hacen a MySQL altamente satisfactorio para acceder bases de datos en Internet.

Características

Las principales características se agrupan en los siguientes puntos:

- Adopción del estándar ANSI SQL en características que no incluía MySQL con anterioridad.
- Adopción del estándar ANSI SQL en características ya existentes en MySQL en versiones anteriores, y,
- Nuevos *motores* de almacenamiento, herramientas y extensiones.

Entre las nuevas características ANSI SQL de MySQL están:

- Vistas (tanto read-only como actualizables).
- Procedimientos y funciones almacenadas, utilizando la sintaxis SQL: 2003.
- Triggers (a nivel de registro).y cursores *server-side* (en modo read-only y non-scrolling)

Entre las mejoras en los nuevos motores de almacenamiento, herramientas y extensiones se encuentran:

- Transacciones distribuidas según el protocolo XA.
- Nuevo motor de almacenamiento *ARCHIVE* para grandes cantidades de datos sin índices con un reducido consumo de recursos.
- Nuevo motor de almacenamiento *_FEDERATED_* para acceso a datos en tablas de bases de datos remotas (sólo en versión MAX).
- Nuevo Instance Manager para arranque y parada de servidores incluso de manera remota.

2.3 Lenguaje de Programación Visual C#

Visual C# 2005 es un lenguaje de programación moderno e innovador para construir software .NET para Microsoft Windows, la Web y un gran rango de dispositivos. Con

una sintaxis que se asemeja a C++, es un entorno de desarrollo flexible (IDE), y con la posibilidad de desarrollar soluciones para una gran gama de plataformas y dispositivos, Visual C# 2005 hace más fácil la programación en .NET²⁷.

Características

Sencillez: C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET.

- El código escrito en C# es autocontenido, es decir, no necesita de ficheros adicionales al propio fuente, tales como, ficheros de cabecera o ficheros IDL.
- El tamaño de los tipos de datos básicos es fijo e independiente del compilador, sistema operativo o máquina para quienes se compile, lo que facilita la portabilidad del código.

Orientación a objetos: C# soporta todas las características propias del paradigma orientado a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo. En C# este enfoque orientado a objetos es más puro, ya que no admite ni funciones ni variables globales, sino que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos, lo que reduce problemas por conflictos de nombres y facilita la legibilidad del código.

Seguridad de tipos: C# incluye mecanismos que permiten asegurar que los accesos a tipos de datos siempre se realicen correctamente, lo que permite evitar que se produzcan errores difíciles de detectar por acceso a memoria no perteneciente a ningún objeto.

Instrucciones seguras: en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de las instrucciones de control más comunes.

Eficiente: en C# todo el código incluye numerosas restricciones para asegurar su seguridad y no permite el uso de punteros, sin embargo, es posible saltarse dichas restricciones manipulando objetos a través de punteros. Para ello basta marcar regiones de código como inseguras, lo que puede resultar vital para situaciones donde se necesite una eficiencia y velocidad de procesamiento muy grandes.

²⁷ www.lawebdelprogramador.com

Compatible: para facilitar la migración de programadores, C# no sólo mantiene una sintaxis muy similar a C, C++ o Java que permite incluir directamente en código escrito en C# fragmentos de código escrito en estos lenguajes, sino que el CLR también ofrece, a través de los llamados Platform Invocation Services (PInvoke), la posibilidad de acceder a código nativo escrito como funciones sueltas no orientadas a objetos²⁸.

2.4 Herramienta PowerDesigner 11.0

Características

PowerDesigner combina, de forma única, numerosas técnicas estándar para el modelado de datos (UML, modelado de procesos de negocio y el modelado de datos líder del mercado) junto con las herramientas de desarrollo más conocidas del mercado (como .NET, Workspace, PowerBuilder, JavaT, Eclipse, etc.), con el fin de ofrecer soluciones de análisis empresarial y diseño de bases de datos formales al ciclo de vida tradicional para el desarrollo de software. Y además funciona con todos los sistemas de administración de bases de datos relacionales de hoy en día²⁹.

La tecnología exclusiva de vinculación y sincronización de PowerDesigner garantiza que los cambios realizados en cualquier tipo de modelo se puedan propagar fácilmente de forma controlada, predecible y fiable a todos aquellos usuarios que lo necesiten. Esta colaboración constante permite a las organizaciones maximizar la eficacia de los equipos a la vez que se minimizan los costes.

Es la herramienta para el análisis, diseño inteligente y construcción sólida de una base de datos y un desarrollo orientado a modelos de datos a nivel físico y conceptual, que da a los desarrolladores Cliente/Servidor la más firme base para aplicaciones de alto rendimiento³⁰.

Ofrece un acercamiento de diseño para optimizar las estructuras de las bases de datos. Capturando el flujo de datos de su organización, puede crear un modelo conceptual y físico de la base de datos. La técnica de diseño a dos niveles permite separar lo que se desea diseñar de lo que se desea implementar.

²⁸ El lenguaje de programación C#; González S. José Antonio

²⁹ <http://www.mtbase.com/productos/modelamientometadatos/powerdesigner>

³⁰ <http://www.uacam.mx/dgsc.nsf/pages/cadmttools>

III. FORMULACIÓN DE RACIONES

3.1 Definiciones Básicas

Para cubrir todas las necesidades de mantenimiento, crecimiento, terminado, reproducción, lactación, trabajo (o carrera), producción de huevos y/o de lana, las distintas clases de animales deben recibir suficiente alimento para cubrir las necesidades de energía (hidratos de carbono y grasas), proteínas, minerales, vitaminas y agua. Se dice que una ración que satisfaga todas estas necesidades está balanceada.

Ración Alimenticia.- Se puede considerar que una "ración alimenticia" es la cantidad de un alimento que habitualmente suele consumirse; o también es "una parte o porción que se da para alimento en cada comida"³¹.

Ración Balanceada.- Es la que provee al animal las proporciones y cantidades apropiadas de todos los principios nutritivos que se requieren en un periodo de 24 horas³².

3.2 Información Necesaria Para La Formulación De Raciones

3.2.1 Principios Nutritivos (nutrientes)

3.2.1.1 Definición

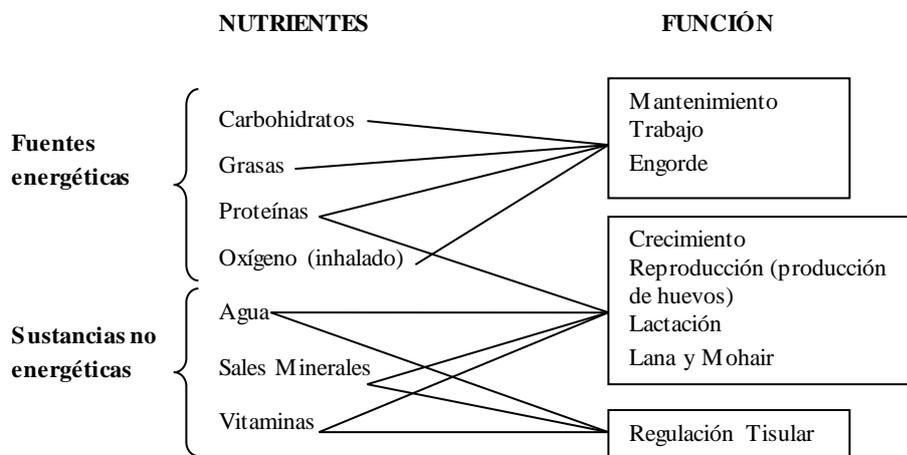
Por definición, *principios nutritivos son sustancias químicas de los componentes de los alimentos, que se pueden utilizar y son necesarios para mantenimiento, producción y salud de los animales*³³.

3.2.1.2 Clasificación

Las principales clases de principios nutritivos son hidratos de carbono y grasas (energía), proteínas, minerales, vitaminas y agua.

³¹ http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/64-formulacion_raciones.pdf

^{32,33} Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.



Clasificación de los nutrientes por su función

3.2.1.2.1 Energía (hidratos de carbono y grasas)

Toda ración debe contener hidratos de carbono, grasas y proteínas; aunque cada uno de estos componentes desempeña sus funciones específicas en el mantenimiento de un cuerpo normal, todos ellos se pueden utilizar para proveer energía para mantenimiento, trabajo o terminado.

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono, compuestos orgánicos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, comprenden azúcares, almidón, celulosa, gomas y otras sustancias afines. Los hidratos de carbono representan cerca de las tres cuartas partes de la materia seca de las plantas y son la principal fuente de alimentación de los animales.

Grasas

Los lípidos (grasas y sustancias afines) contienen los mismos elementos que los hidratos de carbono. Como alimentos para el ganado, las grasas funcionan de manera muy similar a los hidratos de carbono porque sirven de fuente de calor y energía, y contribuyen a la formación de la grasa corporal, pero, como contienen mayor proporción de carbono e hidrógeno, las grasas liberan más calor que los hidratos de carbono al oxidarse, pues proporcionan unas 2.25 veces más calor o energía por unidad de peso que los carbohidratos.

Sistemas de Energía

En términos generales se emplean dos métodos para medir la energía: el sistema de los principios nutritivos totales TDN y el sistema calórico.

Principios nutritivos digestibles totales TDN.- Son la suma de la proteína digestible, fibra digestible, extracto no nitrogenado y grasa $\times 2.25$ ³⁴. Los valores TDN se basan en:

- *Digestibilidad:* la digestibilidad de un determinado alimento para una determinada especie se establece mediante un ensayo de digestión.
- *Cálculo de principios nutritivos digestibles:* los principios nutritivos digestibles se calculan multiplicando el porcentaje de cada uno de ellos que hay en el alimento (proteína, fibra, extracto no nitrogenado ENN y grasa) por su coeficiente de digestibilidad.
- *Cálculo de los principios nutritivos totales:* los TDN se calculan con esta fórmula:

$$\text{TDN \%} = \frac{\text{PCD} + \text{FCD} + \text{ENND} + (\text{EED} \times 2.25)}{\text{Alimento consumido}} \times 100$$

PCD = proteína cruda digestible

FCD = fibra cruda digestible

ENND = extracto no nitrogenado digestible

EED = extracto etéreo digestible

Los TDN suelen expresarse como porcentaje de la ración o en unidades de peso (Kg.) pero no como cifra calórica.

Sistema Calórico.- Por medio de diversos procesos digestivos y metabólicos, gran parte de la energía de los alimentos se desperdician a su paso por el aparato digestivo del animal.

Para expresar el valor energético de los alimentos se emplean estos términos:

- *Energía Bruta EB:* es la energía combustible tota de un producto alimenticio y no difiere mayormente de un alimento a otro, excepto los ricos en grasas.
- *Energía Digestible ED:* es la porción de la EB que no se excretaron en las heces.

³⁴ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

- *Energía Metabolizable EM*: es la porción de la EB que no se pierde con las heces, la orina ni los gases. Aunque la EM refleja con más exactitud la energía útil que contiene un alimento, no tiene en cuenta la energía que se pierde como calor.
- *Energía Neta EN*: es la fracción energética de un alimento que queda al deducir de la EB las pérdidas fecales, urinarias, gaseosas y calóricas. Por su mayor precisión, la energía neta se utiliza cada vez más en las fórmulas de las raciones, en particular en las formulaciones computadas para empresas grandes. En la actualidad se utilizan 2 sistemas para evaluar la energía neta: en el primer sistema se enumeran los requerimientos de energía neta de acuerdo con las funciones fisiológicas, por ejemplo: energía neta para mantenimiento EN_m y energía neta para ganancia EN_g (aumento de peso); en el segundo sistema se compara la función fisiológica con la de la lactación por medio de un análisis de regresión, este valor $EN_{lactancia}$ es aplicable a todas las funciones fisiológicas³⁵.

3.2.1.2.2 Proteínas

Las proteínas son complejos compuestos orgánicos constituidos en su mayor parte por aminoácidos, que existen en proporciones características para cada proteína en particular.

Por *proteína cruda* se entienden todos los compuestos nitrogenados de los alimentos. La proteína cruda se determina hallando el contenido de nitrógeno y multiplicándolo por 6,25³⁶.

Los componentes estructurales básicos de las proteínas son los aminoácidos. Muchos aminoácidos se sintetizan en el cuerpo, estos son los *aminoácidos no esenciales o prescindibles*; si el cuerpo no puede sintetizar suficientes cantidades de determinados aminoácidos para desarrollar sus funciones fisiológicas, se los debe aportar con la ración; en consecuencia, a estos aminoácidos se los denomina *esenciales o indispensables*.

³⁵, ³⁶ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Esenciales (indispensables)	No Esenciales (prescindibles)
Arginina	Alanina
Histidina	Asparagina
Isoleucina	Ácido aspártico
Leucina	Cisteína
Lisina	Cistina
Metionina	Ácido glutámico
Fenilalanina	Glutamina
Treonina	Glicina
Triptófano	Hidroxiprolina
Valina	Prolina
	Serina

3.2.1.2.3 Minerales

Los minerales son elementos inorgánicos que suelen ocurrir como sales de elementos inorgánicos o de compuestos orgánicos³⁷. Los minerales cumplen las siguientes funciones generales:

- conferir solidez y fuerza al esqueleto
- servir de constituyentes para compuestos orgánicos como proteínas y lípidos, que constituyen los músculos, órganos, glóbulos sanguíneos y otros tejidos blandos del cuerpo.
- activar sistemas enzimáticos
- controlar el balance de líquidos: presión osmótica y excreción
- regular el ácido – base
- ejercer efectos característicos sobre la irritabilidad de los músculos y nervios
- intervenir en las relaciones entre minerales y vitaminas.

Macrominerales.- Son los minerales que se requieren en cantidades relativamente grandes.

Oligoelementos o Microminerales.- Los oligoelementos minerales son los que se requieren en pequeñas cantidades y a menudo sólo se identifican ensayando dietas experimentales muy purificadas.

Macrominerales	Microminerales
Sodio	Cromo
Cloro	Cobalto
Calcio	Cobre
Fósforo	Flúor
Magnesio	Yodo
Potasio	Hierro

³⁷ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Azufre	Manganeso Molibdeno Selenio Silicio Zinc
--------	--

3.2.1.2.4 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos complejos que una o más especies de animales requieren en cantidades minúsculas para el crecimiento normal, producción, reproducción y/o salud³⁸.

Vitaminas Liposolubles.- Este tipo de vitaminas se almacenan en apreciables cantidades en el cuerpo; ninguna se disuelve en agua y todas se absorben más o menos de la misma manera que los lípidos de la dieta.

Vitaminas Hidrosolubles.- Todas las vitaminas hidrosolubles se pueden agrupar en lo que se conoce como vitaminas del complejo B; una de sus características es que se sintetizan mediante fermentación microbiana en el tracto digestivo, en particular en los rumiantes y en los herbívoros no rumiantes (caballo y conejo).

Vitaminas Liposolubles	Vitaminas Hidrosolubles
A (caroteno)	B ₁₂
D	Biotina
E	C (ácido ascórbico)
K	Colina
	Ácido fólico (folacina)
	Inositol
	Niacina (ácido nicotínico)
	Ácido pantoténico
	Ácido para-aminobenzoico
	Piridoxina (B ₆)
	Riboflavina (B ₂)
	Tiamina (B ₁)

3.2.1.2.5 Agua

El agua es uno de los principios nutritivos más vitales y es uno de los constituyentes más importantes del cuerpo del animal; en general, el porcentaje de agua que contiene el cuerpo de los animales varía según la especie, el estado y la edad. Además, cuanto más

³⁸ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

gordo es el animal, menos agua contiene, pero su proporción de agua es mayor cuanto más joven es³⁹.

Por lo tanto, a medida que el animal madura, requiere una cantidad proporcional de agua menor en relación con el peso, porque consume menos alimento por unidad de peso y porque el contenido de agua del cuerpo es sustituido por la grasa.

3.2.1.3 Funciones de los Principios Nutritivos

Los principios nutritivos de los alimentos digeridos se destinan a diversos procesos corporales, dependiendo su aprovechamiento exacto de la especie, clase, edad y productividad del animal. Todos los animales utilizan una porción de los nutrientes que absorben para el desempeño de sus funciones esenciales, como metabolismo corporal, mantenimiento de la temperatura corporal y reemplazo y reparación de células y tejidos del cuerpo. Estos usos de los principios nutritivos se conocen como *mantenimiento*.

La porción del alimento digerido que se utiliza para crecimiento, engorde o producción de leche, huevos, lana y trabajo, se conoce como *requerimientos de producción*. Otra porción de los principios nutritivos se destina al desarrollo del feto y se conoce como *requerimientos de reproducción*.

3.2.1.3.1 Mantenimiento

Los requerimientos de mantenimiento podrían definirse como la combinación de principios nutritivos que el animal necesita para mantener su cuerpo en funcionamiento sin ningún aumento ni disminución de su peso corporal y sin realizar ninguna actividad productiva⁴⁰.

Estos requerimientos son esenciales para la vida en sí, a pesar de que son relativamente sencillos. El animal adulto necesita:

1. calor para mantener la temperatura corporal,
2. suficiente energía para mantener en funcionamiento los procesos vitales del cuerpo,
3. energía para realizar movimientos mínimos y

^{39,40} Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

4. los principios nutricionales necesarios para reparar las células y tejidos deteriorados, y reponer los que han dejado de funcionar.

Por lo tanto la energía es la principal necesidad nutritiva para mantenimiento; aunque la cantidad de otros principios nutritivos necesarios para mantenimiento sea relativamente pequeña, tiene que existir un equilibrio de proteínas esenciales, minerales y vitaminas. Por quieto que el animal esté en el establo o en la pastura, siempre requiere cierta cantidad de energía y otros principios nutritivos. La cantidad mínima que le permite subsistir se denomina *requerimiento de mantenimiento basal*. Con excepción de los caballos, la mayoría de los animales necesitan alrededor del 9% de energía adicional (calorías) estando de pie que echados, y más todavía si caminan o corren.

3.2.1.3.2 Crecimiento

Al crecimiento se lo puede definir como *el aumento de tamaño de los huesos, músculos, órganos internos y otras partes del cuerpo*⁴¹. Este proceso es normal desde antes del nacimiento hasta que el animal alcanza su tamaño completo como adulto.

Los requerimientos nutricionales se tornan cada vez más agudos cuando animales jóvenes están en producción forzada. El crecimiento es la base misma de la producción animal. Los animales jóvenes como bovinos, porcinos, ovinos, aves de corral, conejos y todos los animales para carne, no aumentan de peso con la máxima economía para terminado si no se los cría para que sean lozanos y vigorosos.

3.2.1.3.3 Reproducción

Nacer y nacer vivo son los dos requisitos primordiales de la producción ganadera, porque, si los animales no se reproducen, el criador no tarda en ir a la quiebra. Los criadores de animales reconocen que la proporción de nacimientos es el factor más importante que afecta a los beneficios económicos. A pesar de este hecho innegable, se calcula que el 20 a 50% de los apareamientos son infértiles, que el 25% de las vacas retiradas tuvieron una ineficiencia reproductiva. Por supuesto, las causas de fracasos de la reproducción son muchas, pero los hombres de ciencia coinciden en que los factores nutricionales desempeñan el papel primordial.

⁴¹ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

3.2.1.3.4 Producción de huevos

La producción de huevos significa alimentar para obtener mayor cantidad de huevos de mejor calidad y más incubables, y controlar las mudas.

Las necesidades nutritivas para producción comercial de huevos comprenden las de mantenimiento de las aves, crecimiento de las pollas ponedoras y formación de los huevos. Para que los huevos sean más incubables y los pollitos desarrollen bien, las aves reproductoras requieren mayores cantidades de vitaminas A, D, E, B₁₂, riboflavina, ácido pantoténico, niacina, manganeso. Las aves para reproducción deben recibir raciones iniciales especiales por lo menos un mes antes de recoger los huevos destinados a incubación.

3.2.1.3.5 Lactación

La producción de leche es un subproducto del proceso de la reproducción. Los requerimientos para la lactación de las hembras de todas las especies de mamífero en producción moderada a grande de leche, son más exigentes que para mantenimiento o preñez. Por fortuna, las hembras muy lecheras, como las vacas lecheras, pueden almacenar reservas corporales de ciertos principios nutritivos antes de la preñez y durante ésta, que se aprovechan después de la parición.

Las necesidades de principios nutritivos para lactación dependen de la cantidad y composición de la leche producida. Se debe notar que la vaca necesita principios nutritivos adicionales para mantenimiento corporal para desarrollar al ternero nonato se está preñada y para crecer ella misma si es joven.

3.2.1.3.6 Terminado

El terminado es lo que su nombre sugiere: depósito de grasa, en particular en tejidos de la cavidad abdominal y en los tejidos conectivos que están justo debajo de la piel y entre los músculos⁴².

Es la práctica de alimentación normal que se sigue antes del faenamiento para mejorar el sabor, la terneza y la calidad de la carne a los efectos de satisfacer mejor las exigencias de los consumidores. El engorde se suele conseguir dando alimentos ricos en

⁴² Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

energía, como hidratos de carbono y grasas, y para ello se debe dar abundante cantidad de granos. Sin embargo, a causa de la escasez mundial de alimentos, desde hace mucho se tiende a incorporar más alimento fibroso en las raciones de terminado para rumiantes. Estas raciones son más pobres en energía neta y producen aumento de peso no tan grandes como las ricas en concentrado, pero, en cambio, convienen más desde el punto de vista económico cuando los granos forrajeros escasean y son caros.

Preparación es el condicionamiento de animales, por lo general para exhibición o venta, por medio de una cuidadosa alimentación, acicalado y ejercicio, para realzar la lozanía y belleza de los animales⁴³.

La preparación de animales para exhibición o venta entraña la aplicación de principios y prácticas similares a las que se siguen para el engorde (terminado) de animales para comercializar. A los animales para exhibición o venta se los debe alimentar de modo que se obtenga cierto grado de terminación o lozanía, pero sin que engorden demasiado.

3.2.1.3.7 Lana y pelo

La lana y pelo son productos ricos en proteína y también merece señalarse que son especialmente ricos en cistina, aminoácido que contiene azufre. Sin embargo, este último requerimiento se satisface con creces con la cistina que contienen los alimentos o con la metionina, otro aminoácido que abunda en los alimentos para animales, y también se produce mediante síntesis del rumen.

La falta de energía en la ración para ovinos produce vellones más livianos y una lana de menor calidad, con fibras que se rompen o puntos delicados. La deficiencia de proteína también produce un vellón más liviano.

3.2.1.3.8 Trabajo (carrera)

En ciertas partes la función de trabajo o carrera se limita a los caballos, pero en otras, las principales fuentes de trabajo son el buey, búfalo de agua, camello, reno, perro y otros animales.

⁴³ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Los caballos de carrera y otros caballos en entrenamiento para actividades como arreo, rodeo, salto o caza, son atletas equinos de requerimientos nutritivos muy exigentes. Además, cuanto más joven es el animal, más intenso el entrenamiento y más grande el stress, más alto es el nivel de nutrición necesario para que desarrolle y mantenga patas fuertes y adquiera una contextura y un cuerpo robustos.

Las raciones para caballos de carrera y otros sometidos a uso intensivo, deben ser ricas en energía disponible y en proteína, y se deben fortificar con minerales y vitaminas, con todos los principios nutritivos bien equilibrados.

3.2.2 Alimentos

3.2.2.1 Definición

“Alimento son todas las sustancias que, introducidas en el organismo, sirven para recompensar las pérdidas de materia y energía, suministrando a la vez, materiales para la composición de células y tejidos⁴⁴.

“Los alimentos son ingredientes o materiales que ocurren en la naturaleza y que se dan a los animales con la finalidad de mantenerlos⁴⁵. En muchos casos, por alimento se entienden raciones completas.

”Alimento es una sustancia que contribuye a asegurar en todas sus manifestaciones (producción, reproducción) la vida del animal que la consume⁴⁶.

El producto alimenticio suele ser sinónimo de alimento, pero con la diferencia de que producto alimenticio es todo producto, sea de origen natural o artificial, que posee valor nutricional en la dieta, cuando se prepara ésta de manera correcta. Muchas veces se incluyen en la ración productos no nutritivos con la finalidad de mejorar la producción y el rendimiento, proveer sabor, agregar color y reducir el stress.

⁴⁴ Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, D.C Church, W. G. Pond.

⁴⁵ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

⁴⁶ <http://www.monografias.com/metodosdeformulacionderaciones>

3.2.2.2 Clasificación de los Productos Alimenticios

En general, a los productos alimenticios se los puede clasificar en una de las siguientes categorías: forrajes, concentrados, suplementos y aditivos.

La clasificación de los productos alimenticios según el *Consejo Nacional de Investigaciones NRC* es la siguiente:

<i>Consejo Nacional de Investigaciones NRC</i>	
1. <i>Alimentos fibrosos y forrajes secos</i>	Heno De leguminosas De no leguminosas Paja Forraje Tallos de maíz (rastrojo) Otros alimentos que contienen más del 18% de fibra Cáscaras Vainas
2. <i>Pasturas, plantas de pradera y forrajes verdes</i>	
3. <i>Silajes</i>	Maíz Leguminosas Pastos
4. <i>Alimentos energéticos o básicos</i>	Granos de cereales Subproductos de molinos Frutos Nueces Raíces
5. <i>Suplementos proteicos</i>	Animales Marítimos Aviarios Vegetales
6. <i>Suplementos minerales</i>	
7. <i>Suplementos vitamínicos</i>	
8. <i>Aditivos no nutritivos</i>	Antibióticos Sustancias colorantes Saborantes Hormonas Medicamentos

3.2.2.2.1 Forrajes

Forraje es material vegetal fresco, seco o ensilado, que se da como alimento al ganado (pastura, heno y silaje)⁴⁷. En estado seco, los forrajes contienen más del 18% de fibra.

Pasturas y forrajes de pradera: es un campo donde se cultivan forrajes para que los animales pasten.

Picado verde: es herbaje segado y picado en el campo, que se administra fresco a los animales confinados. La mayoría de las veces este tipo de forraje se da a las vacas lecheras.

⁴⁷ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Heno: es la parte aérea de los forrajes que se cosechan durante el periodo de crecimiento y se preservan mediante secado para alimentar con posterioridad a los animales.

Silajes y henolajes

Los silajes y henolajes son forrajes fermentados que se almacenan en condiciones anaeróbicas en silos. El silaje que más se usa es el de maíz, seguido por el sorgo.

El *henolaje* es un silaje de poca humedad que se prepara con pasto y/o leguminosas y se lleva por marchitamiento a un contenido de humedad del 40 a 50% antes de ensilar.

3.2.2.2.2 Concentrados

Los concentrados son alimentos ricos en extracto no nitrogenado y en principios nutritivos digeribles totales, y pobres en fibra cruda (menos del 18%)⁴⁸. Estos alimentos pueden ser ricos o pobres en proteína.

Los concentrados pueden dividirse en: alimentos hidrocarbonatos y alimentos nitrogenados.

Granos y alimentos ricos en energía (alimentos hidrocarbonatos)

Los alimentos ricos en energía se utilizan principalmente por su contenido energético; en la mayoría de los casos los alimentos ricos en energía contienen menos del 20% de proteínas y 18% de fibra cruda.

Granos: los granos son las semillas de los cereales, constituyen la mayor parte de los alimentos ricos en energía; algunos contienen hasta el 85% de hidratos de carbono (almidón) y el 6% de grasa.

Grano húmedo: es un grano que contiene el 22 a 40% de humedad; comprende considerables cantidades de mazorca de maíz, maíz desgranado y granos pequeños.

Grasas y aceites: las grasas y aceites son la fuente de energía más rica para alimentación, pues se considera que poseen 2.25 veces más energía que los hidratos de

⁴⁸ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

carbono. Como las grasas animales y vegetales poseerían casi la misma eficacia como aditivos de las raciones, la elección depende con exclusividad de los precios comparativos, basados en el contenido energético.

Frutos, raíces y nueces: en muchos casos se pueden incorporar una cantidad limitada de estos alimentos en las raciones; como los frutos y raíces contienen considerables cantidades de agua, su respectivo valor nutricional, tal cual, es bajo, pero de acuerdo con su peso seco, estos alimentos son muy comparables a los granos convencionales en cuanto a principios nutritivos digestibles totales.

Subproductos de molienda: los subproductos como el afrechillo de trigo, gluten de maíz y afrecho se emplean en todo tipo de alimentos para el ganado; muchos de estos productos también son excelentes fuentes de proteínas, además de su alto contenido energético.

Líquidos y semilíquidos: la mayoría de estos productos son subproductos de alguna industria, como melaza, solubles de destilería, solubles de pescado y solubles de la fermentación del maíz.

Suplementos proteicos

Los suplementos proteicos son productos alimenticios que contienen más del 20% de proteína o su equivalente⁴⁹.

Los alimentos ricos en proteína suelen nombrarse y clasificarse de acuerdo con su origen y método de procesado; de acuerdo con su origen se suelen agrupar en las siguientes categorías: vegetales, animales (mamíferos, aves, pescado), nitrógeno no proteico NPN y proteínas unicelulares.

Proteínas vegetales: este grupo comprende los subproductos comunes de oleaginosas: harina de soja, harina de algodón, harina de lino, harina de maní, harina de cártamo, harina de colza, harina de girasol y harina de coco (copra). El contenido proteico y el valor nutricional varían según la semilla originaria, la cantidad de cáscara y/o de cubierta de semilla que contenga y el método empleado para extraer el aceite.

⁴⁹ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Proteínas animales: estos productos suelen ser alimentos proteicos de alta calidad que se obtienen de los tejidos no comestibles de las plantas procesadoras de carne, de leche o productos lácteos excedentes y de fuentes marinas.

Nitrógeno no Proteico: ciertas fuentes de nitrógeno no proteico pueden sustituir a gran parte o a la totalidad de la proteína suplementaria que requieren la mayoría de las raciones para rumiantes, siempre que tales raciones sean adecuadas en minerales y en carbohidratos de fácil disponibilidad.

Proteínas unicelulares: algunos tipos de proteínas unicelulares, como levaduras, algas y bacterias, pueden ser útiles fuentes de proteínas y vitaminas en nutrición animal.

3.2.2.2.3 Subproductos y residuos de los cultivos

Los subproductos para la alimentación de animales son materiales fibrosos y concentrados que no representan el producto primario del procesamiento de vegetales y animales, y provienen de procesos de elaboración industrial.

Por residuos de los cultivos se entiende la parte del cultivo que queda después de la recolección⁵⁰.

Subproductos vegetales

Los subproductos vegetales se subdividen en 2 categorías:

- *Subproductos fibrosos*: por lo general contienen un poder energético bajo a moderado, se dan a los rumiantes, que pueden aprovechar la fibra y comprenden cáscara de semilla de algodón, cáscara de arroz, cáscara de maní, cáscara de poroto de soja, cáscara de nuez, caña de azúcar y bagazo, vainas y marlo.
- *Subproductos energéticos*: entre los productos de alta energía figuran melaza y subproductos de la molienda de granos.

Además, muchos residuos de los cultivos que se producen en las granjas se pueden utilizar como alimento para el ganado, entre ellos los siguientes:

- *Rastrojo*: consiste en tallos maduros secos, de los cuales se eliminaron las semillas.

⁵⁰ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

- *Barcia*: comprende glumas, cáscaras u otras cubiertas de las semillas, junto con otras partes de la planta, que se separan de las semillas durante el trillado o procesado.
- *Paja*: residuo que queda de la planta después de separar las semillas durante la trilla.
- *Tallaje*: todo el residuo que queda después de haber cosechado el maíz con la cosechadora.
- *Chalaje*: forraje que se descarga de la parte trasera de la cosechadora tras la recolección del maíz.

Subproductos animales

Prácticamente todo lo que va a una playa de matanza puede procesarse para algún propósito; las plumas, los huesos, tejidos conectivos, órganos de descarte, sangre, recortes de carne se usan ya sea como suplementos proteicos, vitamínicos o minerales.

Subproductos industriales

Muchos productos alimenticios son residuos industriales; por lo tanto, muchos materiales que antes se desperdiciaban, en la actualidad se consideran valiosos alimentos para el ganado, como los siguientes, entre otros:

- subproductos de fermentación
- subproductos de la industria de la madera y el papel
- subproductos de panadería
- basura urbana

3.2.2.2.4 Suplementos, aditivos e implantes

Los *suplementos* de los alimentos son productos alimenticios que se emplean para mejorar el valor de los alimentos básicos.

El *aditivo* es un ingrediente o sustancia que se añade a una mezcla de alimentos básica, por lo general en pequeñas cantidades, para reforzar la mezcla con ciertos principios nutritivos, estimulantes y/o medicamentos.

Implante es una sustancia que se implanta en el cuerpo del animal para promover el crecimiento o controlar alguna función fisiológica, como el estro, por ejemplo. Suelen

ser de acción prolongada y muchas veces contienen una sustancia que se destruiría sin absorberse si se la incluyese en el alimento⁵¹.

Suplementos minerales

Por lo general, los macrominerales de interés son: sal común, calcio, fósforo, magnesio y, a veces, azufre y los oligoelementos que pueden estar en déficit son: hierro, yodo, manganeso y zinc y en ciertos lugares cobre y selenio. La mayoría de las raciones requieren fuentes suplementarias de uno o más elementos minerales.

Suplementos vitamínicos

En general, las vitaminas se destruyen con facilidad por acción del calor, luz solar, oxidación y enmohecimiento; los expertos en nutrición prefieren los suplementos vitamínicos, que en muchos casos son fuentes químicamente puras que solo se deben dar en cantidades minúsculas.

En la formulación moderna de los alimentos, muchas veces las premezclas son el recurso más acertado para proveer vitaminas.

Aditivos de los alimentos e implantantes

Estos productos no nutritivos se emplean para acelerar el engorde o mejorar el rendimiento de los alimentos en los animales, prevenir ciertas enfermedades o preservar alimentos, pero no se comprobó que produzcan carencia nutricional si se los omite de la ración.

Antibióticos: son sustancias químicas elaboradas por organismos vivos (mohos, bacterias o plantas verdes) que poseen propiedades bacteriostáticas o bactericidas.

Hormonas (o productos de tipo hormonal): la mayoría de los ganaderos están familiarizados con una o más hormonas o productos de tipo hormonal, o los ha utilizado; algunos de estos productos mejoran el aumento de peso y/o el rendimiento de los alimentos en los bovinos.

⁵¹ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Otros aditivos: de vez en cuando se emplean otros aditivos con fines específicos, entre ellos: productos antibacterianos, antioxidantes, tranquilizantes, agentes saborantes, sustitutos de fibra, enzimas, etc⁵².

3.2.3 Necesidades Nutricionales Del Animal

Las necesidades nutricionales de los animales pueden definirse como la *cantidad de nutrientes que un animal necesita para optimizar un factor de producción*⁵³.

El primer paso en la formulación de raciones consiste en llegar a un cálculo aproximado de los requerimientos de nutrimentos del animal, para el cual se va a preparar la ración.

Según las circunstancias, probablemente no se esté interesado en todos los nutrimentos conocidos, ya que algunos son generalmente más importantes que otros. Por ejemplo, si se tiene el interés de formular un complemento proteínico para las vacas que se encuentran en libre pastoreo primero se consideraría la cantidad de proteínas y, posiblemente, el contenido energético, además del contenido de uno o dos de los macrominerales, como el P y Ca. Tal vez no se tendrían en cuenta la mayoría de los demás nutrimentos, con la posible excepción de la vitamina A. Sin embargo, si se formula una ración para pollos de engorda, en donde el pollo tiene acceso únicamente al alimento que se le va a suministrar, entonces se tendrá que tomar en cuenta una lista mucho más detallada de los nutrimentos que deberán incluirse en la ración.

Es muy probable que se tengan que modificar recomendaciones ya establecidas en situaciones como por ejemplo: si los animales tienen una producción elevada, si se encuentran en un clima muy frío o si los animales se encuentran en una zona donde los minerales traza está presente en niveles bastante bajos en los forrajes locales, entonces sin duda alguna se tendrá en cuenta esta deficiencia, mientras que en condiciones normales se ignoraría este punto durante la formulación rutinaria de una ración.

3.2.4 Tipo de Ración

El tipo de ración es sumamente importante con respecto a la composición requerida y el contenido de nutrimentos. Es decir, ¿se trata de un alimento completo, de una mezcla

⁵² Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

⁵³ <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2001CAPI.pdf>

de grano para finalización que se suministre junto con el forraje, o se trata de un alimento complementario formulado principalmente por su contenido de proteínas, vitaminas o minerales?

Si se trata de un alimento completo, ¿se piensa suministrar en forma restringida o libremente?; si se trata de animales herbívoros, tales como los ruminantes, se tendrán en cuenta los forrajes como alimentos básicos y luego, se determinará qué nutrimentos se necesitan como complemento del forraje. Sin embargo, en algunas ocasiones, el forraje puede agregarse únicamente como un diluyente para controlar el consumo o para producir una textura física que se desea para la ración.

3.2.5 Consumo Esperado De Alimento

Las raciones deberán formularse de forma tal que los animales consuman una cantidad deseada ya que la concentración necesaria de un nutrimento en una ración depende del consumo⁵⁴. Por ejemplo, si se busca que un toro consuma 500gr. de proteína/día, el alimento solamente deberá contener un 10% de proteína si el toro consume 5Kg. de alimento; si consume sólo 4Kg. entonces, se necesitará un 12.5% de proteínas para lograr conseguir el consumo proteínico deseado.

La concentración de energía afecta en forma considerable el consumo de alimento, lo mismo que factores como la densidad física, la deficiencia de algunos nutrimentos o la presencia de ingredientes que tienen poca aceptabilidad.

3.2.5.1 Consumo de Agua

La cantidad de agua que requieren los distintos tipos de animales de granja es muy variable, los factores que influyen son: edad, peso corporal, producción, clima (calor y humedad) y tipo de ración.

Especie	Edad (semanas)	Peso del cuerpo (lb.)	Estado	Consumo de agua Gal. (1 gal.=3.785 litros)
Bovinos	4	112	Crecimiento	1.3-1.5
	8	152	Crecimiento	1.6-2.0
	12	204	Crecimiento	2.3-2.5
	16	263	Crecimiento	3.1-3.5
	20	327	Crecimiento	4.0-4.5
	26	416	Crecimiento	4.5-6.0
	60	779	Crecimiento	6.0-8.0
	84	1.023	Preñez	8.0-10.0

⁵⁴ Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, D.C Church, W. G. Pond.

	1-2 años 2-8 años 2-8 años	1.000-1.200 1.200-1.600 1.200-1.600	Engorde En lactancia Pastoreo	8.0-9.0 10.0-25.0 4.5-9.0
Ovinos		20 50 150-200 150-200	Crecimiento Crecimiento Pastoreo Pastoreo, alimentos salobres Heno y grano Buena pastura	0.5 0.4 0.5-1.5 2.1 0.1-0.8 Menos de 5
Porcinos		30 60-80 80-125 200-400 200-400 200-400	Crecimiento Crecimiento Crecimiento Mantenimiento Preñado En lactancia	0.3-1.0 0.7-1.2 1.0-2.0 1.5-3.5 4.0-5.0 5.0-6.5
Gallinas (por 100 aves)	1-3 3-6 6-10 9-13 Adulta Adulta Adulta 50°C		Crecimiento Crecimiento Crecimiento Crecimiento Gallina no ponedora Gallina Ponedora	0.5-2.0 1.5-3.0 3.0-4.0 4.0-5.0 5.0 5.0-7.5 9.0
Pavos (por 100 aves)	1-3 4-7 9-13 15-19 21-26 Adulto			1.1-2.6 4.0-8.5 9.0-14.5 16.7-17.0 13.5-15.0 17.0
Caballo	Adulto			12.0

Existen ecuaciones que pueden utilizarse para predecir el consumo máximo de alimento y la digestibilidad mínima permisible en las raciones; estas ecuaciones son:

$$\begin{aligned} \text{Consumo máximo} \\ \text{de alimento} \\ \text{(valores en libras)} &= 10.7 (PC/1.000) + 0.058 PC^{0.75} + 0.33 \text{ de la producción de leche} + 0.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digestibilidad} \\ \text{mínima permisible} \\ \text{(valores en libras)} &= \frac{0.058 PC^{0.75} + 0.33 \text{ de la producción de leche} + 0.53}{\text{Consumo máximo del alimento}} \end{aligned}$$

PC = peso corporal

3.3 ¿Cómo balancear las raciones?

La formulación de las raciones consiste en combinar los alimentos que se habrán de consumir en la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos diarios de principios nutritivos del animal⁵⁵.

Para calcular raciones es menester algo más que las simples cuentas aritméticas porque no existe juego de cifras capaz de sustituir la experiencia y la intuición del productor de ganado.

Antes de tratar de balancear una ración, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ~ Disponibilidad y costo de los distintos ingredientes de un alimento
- ~ Humedad de cada ingrediente
- ~ Composición de los alimentos respectivos
- ~ Calidad del alimento, determinada por: el momento de la cosecha, ausencia de contaminación, uniformidad, y tiempo de almacenamiento.
- ~ Grado de procesamiento del alimento
- ~ Análisis del suelo donde se cultivó cada ingrediente del alimento, si se posee esta información.
- ~ Los requerimientos de principios nutritivos para la respectiva clase de animales

Además de aportar una cantidad apropiada de alimento y de satisfacer los requerimientos nutritivos, la ración bien balanceada y satisfactoria tiene que ser:

- ~ de buen sabor y digestible
- ~ económica
- ~ formulada de modo que nutra a los miles de millones de bacterias del rumen, en el caso de los rumiantes, y
- ~ debe realzar, en lugar de deteriorar, la calidad del producto (carne. Leche, lana, huevos)

Además de considerar los cambios en la disponibilidad de los alimentos y sus precios, la fórmula de la ración debe modificarse por etapas para que concuerde con los cambios que experimentan el peso y la productividad de los animales.

⁵⁵ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

3.4 Ajuste del contenido de humedad

Conversión de raciones “tal como se comen” a “peso sin humedad”.

Para convertir las raciones tal como se come a peso sin humedad, se pueden emplear las siguientes fórmulas:

Fórmula 1:

Cuando la dieta se enuncia tal como se come y el productor desea comparar los diversos ingredientes que contiene con los requerimientos expresados por el peso seco, la ecuación es:

$$\text{\% de nutrientes en la dieta seca (total)} = \frac{\text{\% de nutrientes en la dieta húmeda (total)}}{\text{\% de materia seca en la dieta (total)}} \times 100$$

Fórmula 2:

Conociendo el contenido de materia seca del ingrediente, el porcentaje de ingrediente que contiene la dieta húmeda y el porcentaje de materia seca que se desea en la dieta, se puede calcular la cantidad de ese ingrediente de la dieta sobre la base del peso seco.

$$\text{Cantidad de ingrediente en la dieta seca} = \frac{\text{\% del ingrediente en la dieta húmeda}}{\text{\% de materia seca que se desea en la dieta}} \times \text{\% de materia seca del ingrediente}$$

Fórmula 3:

Si el productor desea convertir las cantidades de ingredientes del alimento tal como e come para expresarlas en peso seco, debe utilizar esta ecuación:

$$\text{Partes sobre el peso húmedo} = \frac{\text{\% de ingrediente en la dieta húmeda}}{\text{\% de materia seca del ingrediente}} \times \text{\% de materia seca del ingrediente}$$

Este cálculo se debe hacer para cada ingrediente y para los productos que se agreguen. A continuación se divide cada producto por la suma de los productos.

Conversión de raciones “tal como se comen” a “peso sin humedad”.

Para convertir los componentes de una dieta seca en los de una dieta húmeda que tenga un porcentaje dado de materia seca, se puede emplear la siguiente ecuación:

$$\text{Partes de ingrediente en la dieta húmeda} = \frac{\% \text{ de ingrediente en la dieta seca}}{\% \text{ de materia seca en el ingrediente}} \times \frac{\% \text{ de materia seca que se desea en la dieta}}{\% \text{ de materia seca en el ingrediente}}$$

La cantidad total de partes se suman y se agrega agua para completar 100 partes.

3.5 Métodos Para Formular Raciones

3.5.1 Método Del Cuadrado De Pearson

Permite mezclar dos alimentos que tienen concentraciones nutricionales diferentes para obtener como resultado una mezcla que tiene la concentración deseada (proteína, energía)⁵⁶.

Ejemplo:

Un ejemplo simple es aquel donde se balancea un nutriente, proteína o energía generalmente, considerando dos ingredientes en el proceso.

Se requiere una mezcla de alimentos que contenga 20% PC, teniendo Cebada grano con 11.5% PC y Harina de pescado con 65% PC.

La funcionalidad de este método está sujeto a:

El contenido nutricional de un alimento deberá ser mayor (HP=65% PC) al requerido (20%), y otro menor (CG=11.5% PC).

Se ordenan los datos (ilustración), restando el menor valor del mayor. (20-11.5 y 65-20).

	PARTES	PORCENTAJE
Cebada grano = 11.5	45.0	84.11
Harina de pescado = 65	8.5	<u>15.89</u>
	53.5	100.00

⁵⁶ Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, D.C Church, W. G. Pond.

Finalmente se tiene la mezcla deseada y el contenido proteico ajustado:

$$(0.115 * 0.8411)100 = 9.67\%$$

$$(0.65 * 0.1589)100 = 10.33\%$$

Alimentos	%	PC, %
Cebada grano	84.11	9.67
Harina de pescado	15.89	10.33
Total	100.00	20.00

El método también permite realizar raciones con mayor número de ingredientes y nutrientes, teniéndose mayor cuidado en elaborar la ración.

3.5.2 Método De La Ecuaciones Simultáneas

Este método emplea el álgebra para el cálculo de raciones, planteándose sistemas de ecuaciones lineales donde se representan mediante variables a los alimentos, cuya solución matemática representa la ración balanceada⁵⁷.

Ejemplo:

Se formulará una ración balanceada para cerdos en crecimiento (10-20 kg) cuyo requerimiento de nutrientes es: 3.25Mcal/kg de EM, 18% de PC, 0.95% de Lisina, 0.70% de Calcio y 0.32% de Fósforo disponible (NRC, 1988); teniéndose los alimentos:

Composición nutricional de los alimentos a emplear					
Alimentos	EM Mcal/kg	PC %	Lis %	Ca %	F.disp. %
Maíz grano (X1)	3.30	8.80	0.24	0.02	0.10
afrecho trigo (X2)	2.55	15.00	0.64	0.12	0.23
Torta de soya (X3)	2.82	45.00	2.90	0.29	0.27
Sorgo grano (X4)	3.14	9.00	0.22	0.02	0.01
Hna. pescado	2.45	65.00	4.96	3.73	2.43
Grasa pescado	8.37	--	--	--	--
Fosf. dical.	--	--	--	21.00	16.00
Carbon. Ca	--	--	--	40.00	--
Premezcla	--	--	--	--	--

La letra X y los subíndices identifican a los 4 alimentos en el sistema de ecuaciones a plantear y lograr la mezcla final, energía, proteína y lisina requeridos. Para cubrir los requerimientos de Calcio y Fósforo no fitado, se incluirá como alimentos fijos Fosfato

⁵⁷ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

dicálcico y Carbonato de calcio en cantidades de 1% y 0.7% respectivamente; además de Harina de Pescado (3.5%), Grasa de Pescado (3.5%) y Premezcla (0.3%).

Enseguida, es necesario conocer el aporte de nutrientes de los ingredientes considerados fijos en la mezcla, así como los nuevos requerimientos nutricionales.

El 9% de alimentos (harina de pescado, Grasa de pescado, Fosfato dicálcico, Carbonato de calcio y Premezcla) proporcionan proteína, energía y lisina, esto se resta del total requerido por el cerdo, $3.25-0.38=2.87$ para energía, $18-2.28=15.72$ para proteína y $0.95-0.17=0.78$ para lisina. Cada nueva necesidad se igualará en el sistema de ecuaciones a plantear.

Aporte nutricional de ingredientes fijos y nuevos requerimientos				
Ingredientes	% en mezcla	EM Mcal/kg	PC %	Lis %
Hna. pescado	3.50	0.09	2.28	0.17
Grasa pescado	3.50	0.29	--	--
Fosfato dicálcico	1.00	--	--	--
Carbon. Ca	0.70	--	--	--
Premezcla	0.30	--	--	--
Total	9.00	0.38	2.28	0.17
Nuevos requerimientos	91.00	2.87	15.72	0.78

Establecido los requerimientos, se tiene:

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 0.9100 \text{ Kg}$$

$$3.3000X1 + 2.5500X2 + 2.820X3 + 3.1400X4 = 2.8700 \text{ Mcal/kg}$$

$$0.0880X1 + 0.1500X2 + 0.450X3 + 0.0900X4 = 0.1572 \text{ Kg/kg}$$

$$0.0024X1 + 0.0065X2 + 0.029X3 + 0.0022X4 = 0.0078 \text{ Kg/kg}$$

Para solucionar este sistema de ecuaciones, recurrimos a una calculadora científica que hará más rápido el cálculo. Ingresado la información a la calculadora, se obtiene los siguientes resultados:

$$X1 = 0.5592$$

$$X2 = 0.0167$$

$$X3 = 0.2095$$

$$X4 = 0.1246$$

Estos valores, reemplazados en las ecuaciones, deben dar las igualdades establecidas para comprobar la veracidad de los resultados.

Según lo explicado en el ejemplo anterior, estos valores deben ser llevados a porcentaje de la mezcla final y a partir de esta, puede expresarse en otras cantidades (80 kg, 600 kg, 2.5 TM).

Ración final y aporte de nutrientes						
Ingredientes	Mezcla %	Nutrientes				
		EM Mcal/kg	PC %	Lis %	Ca %	F.disp. %
Maíz grano	55.92	1.85	4.92	0.13	0.011	0.056
Torta soya	20.95	0.59	9.43	0.61	0.061	0.057
Sorgo grano	12.46	0.39	1.12	0.03	0.002	0.001
Hna. pescado	3.50	0.09	2.28	0.17	0.130	0.085
Grasa pescado	3.50	0.29	--	--	--	--
Afrecho trigo	1.67	0.04	0.25	0.01	0.002	0.004
Fosf. dical.	1.00	--	--	--	0.210	0.160
Carbon. Ca	0.70	--	--	--	0.280	--
Premezcla	0.30	--	--	--	--	--
Total	100.00	3.25	18.00	0.95	0.696	0.363
Requerimiento	100.00	3.25	18.00	0.95	0.700	0.320

Nuevamente se aprecia la precisión del método al obtener los resultados deseados. Los valores de Calcio y Fósforo disponible, no fueron establecidos en el sistema de ecuaciones, estos son aporte de los alimentos una vez efectuado la mezcla, teniéndose un déficit muy pequeño de Calcio (0.004%) y un exceso de 0.043% de Fósforo no fitado, valores no significativos.

Es preciso aclarar que a mayores cantidades de nutrientes a balancear se debe tener cuidado en elegir los alimentos para la mezcla; dado que, se tiene que equilibrar los nutrientes de cada alimento con los nutrientes requeridos en la ración, y así poder percibir la factibilidad de una solución y no obtener valores negativos para una variable o alimento.

3.5.3 Método de la matriz 2×2

La matriz 2×2 ofrece una manera rápida y exacta de resolver dos parámetros nutricionales (como energía y proteína) mediante el uso de dos ingredientes⁵⁸.

Consideremos las 2 ecuaciones:

$$a_1X + b_1Y = C_1$$

$$a_2X + b_2Y = C_2$$

⁵⁸ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

Supongamos que X representa un tipo de alimento y que Y representa otro. Para resolver X e Y podemos armar una matriz 2×2 utilizando sus respectivos coeficientes. C_1 y C_2 podrían representar dos niveles de principios nutritivos que deseamos (por ejemplo: energía y proteína). Entonces la matriz 2×2 sería:

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{pmatrix}$$

Para hallar X e Y debemos hallar la *determinante* de la matriz. La determinante se establece así:

$$\begin{array}{ccc} a_1 & \nearrow & b_1 \\ a_2 & \searrow & b_2 \end{array} = a_1 b_2 - a_2 b_1$$

Mediante una serie de derivaciones de las 2 ecuaciones originales, resolvemos nuestras incógnitas de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} X &= \frac{c_1 b_2 - c_2 b_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1} \\ Y &= \frac{c_2 a_1 - c_1 a_2}{a_1 b_2 - a_2 b_1} \end{aligned}$$

Ejemplo:

Un productor de ovinos alimenta a corderos de 100lb. Tiene acceso a un suplemento que contiene el 89% de materia seca y un 80% de TDN (tal como se da al comer). También dispone de heno de alfalfa que contiene el 93% de materia seca y el 54% de TDN (tal como se come). ¿Cuánto debe dar de cada uno?

Requerimientos diarios de principios nutritivos para ovinos:

Cordero de 45Kg. requiere 1680Kg. de sustancia seca y 1160Kg. de TDN

Paso 1: Para balancear la ración con el método de la matriz, debemos proceder así: X = cantidad de heno de alfalfa que se ha de dar; Y = cantidad de suplemento. Por lo tanto las ecuaciones serían:

$$0.54X + 0.80Y = 1180 \text{ ecuación TDN}$$

$$0.93X + 0.89Y = 1680 \text{ ecuación de materia seca}$$

Paso 2: con las ecuaciones se arma la matriz:

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.54 & 0.80 \\ 0.93 & 0.89 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1180 \\ 1680 \end{pmatrix}$$

Paso 3: resolvemos X e Y calculando las determinantes:

$$X = \frac{[1180(0.89) - 1680(0.80)]}{[0.54(0.89) - 0.93(0.80)]} = \frac{1103 - 1344}{0.481 - 0.744} = \frac{-0.293}{-0.263} = \mathbf{1117}$$

$$y = \frac{[0.54(1680) - 0.93(1180)]}{[0.54(0.89) - 0.93(0.80)]} = \frac{0.907 - 1098}{0.481 - 0.744} = \frac{-0.191}{-0.263} = \mathbf{0.726}$$

Se tiene que dar: 1117Kg. de alfalfa y 0.726Kg. de suplemento.

3.5.4 Método del Tanteo

En el siguiente ejemplo se utiliza el método del tanteo⁵⁹, prestándose consideración a la energía y proteína. También se utiliza proteína cruda y no proteína digestible porque: (1) esto es lo que el manufacturero del alimento quiere saber cuando proyecta una fórmula de alimento para animales y (2) esto es lo que el ganadero busca en la etiqueta cuando adquiere el alimento.

Ejemplo:

Supongamos que tenemos una vaca de 650Kg. que produce 27Kg. de una leche que tiene un tenor graso del 4%. El productor le da por día 6.8Kg. de heno de alfalfa y 20.4Kg. de silaje de maíz. Dispone de maíz, avena y harina de soja. ¿Qué mezcla de concentrado empleará para satisfacer las necesidades de esta vaca en lactación, desde el punto de vista energético y proteico?

Reglas:

- el TDN de la ración completa para vacas en lactación tiene que ser del 70% o más, con preferencia 74 a 75%
- a la ración de granos se debe agregar el 1% de sal y el 1% de un mineral bajo en calcio y rico en fósforo. Además se dará a discreción sal y una mezcla de minerales en una caja para minerales de 2 compartimentos.

⁵⁹ Alimentación y Nutrición de los animales; M. E. Ensminger, C. G. Olentine.

- a la ración se agregará vitamina A y D a razón de 1000 UI de vitamina A y 150 UI de vitamina D por libra de alimento mezclado, respectivamente.
- los alimentos disponibles tienen más o menos la siguiente composición (tal como se comen):

	TDN %	Proteína cruda %
Heno de alfalfa (todos los análisis)	50.3	15.5
Maíz (grano)	80.3	9.5
Silaje de maíz (todos los análisis)	16.3	2.0
Avena (grano)	67.2	11.7
Harina de soja	71.6	45.8

Paso 1: los requerimientos diarios de TDN y proteína cruda de esta vaca son:

Requerimientos de la vaca para:

	TDN (Kg.)	Proteína cruda (Kg.)
- mantenimiento	4.50	0.772
- producción de leche	<u>8.99</u>	<u>2.134</u>
Total	13.49	2.906

Paso 2: el alimento fibroso aporta:

- heno de alfalfa, 6.8Kg	3.42	1.050
- silaje de maíz, 20.4 Kg	<u>3.33</u>	<u>0.408</u>
Total de forraje	6.75	1.458

Paso 3: remanente que debe aportarse con concentrado:

6.765Kg. TDN 1.453Kg. Proteína cruda

Paso 4: ensayemos una mezcla de grano de 700Kg. de maíz, 280Kg. de avena, 10Kg. de fosfato monosódico y 10Kg. de sal y veamos cuánto de TDN y proteína cruda hay en la mezcla de 1000KG. de grano:

	TDN Kg.	Proteína cruda Kg.
Maíz, 700Kg.	562.0	66.5
Avena, 280Kg.	188.2	32.8
Fosfato monosódico, 10Kg.	-	-
Sal, 10Kg.	-	-
Total	<u>750.2</u>	<u>99.3</u>
	75.0%	9.9%

Paso 5: divídase el TDN necesario en el concentrado (6.765) por el TDN porcentual que hay en la mezcla (75%). Por lo tanto, con 9.03Kg. de concentrado se satisfarán las necesidades energéticas.

Paso 6: multiplicando los Kg. de mezcla de concentrado por el porcentaje de proteína cruda ($9.03 \times 9.9\%$), hallamos que el concentrado propuesto aportaría 0.895Kg. de proteína cruda, mientras que se necesitan 1.450Kg. Por lo tanto, parte del grano cultivado en la granja debe sustituirse con un suplemento rico en proteína.

Paso 7: remplazar 150Kg. de maíz con 150Kg. de harina de soja. En consecuencia, la ración ahora consistirá:

	TDN Kg.	Proteína cruda Kg.
Maíz, 550Kg.	441.7	52.3
Avena, 280Kg.	188.2	32.8
Harina de soja	107.4	68.7
Fosfato monosódico, 10Kg.	-	-
Sal, 10Kg.	-	-
total	<u>737.3</u>	<u>153.8</u>
	73.7%	15.4%

Paso 8: volviendo al tercer paso, podemos dividir los Kg. de TDN y de proteína cruda que se necesitan en el concentrado, por el porcentaje de TDN y de proteína cruda que contiene la mezcla de grano en el paso 7.

Hallamos que $6.765 \div 0.737 = 9.180\text{Kg.}$ necesarias para aportar, y

$1.453 \div 0.154 = 9.435\text{Kg.}$ necesarias para aportar.

Entonces, la siguiente ración habrá de cubrir la necesidad de TDN y de proteína cruda para una vaca en lactación de 650Kg. que produce 27Kg. de leche con un tenor graso del 4%.

	TDN Kg.	Proteína cruda Kg.
Heno de alfalfa	3.42	1.05
Silaje de maíz	3.33	0.408
Mezcla de concentrado	<u>6.945</u>	<u>1.453</u>
(pasos 7 y 8) 9.435Kg.		
total	13.695	2.911

3.5.5 Programación lineal: raciones de mínimo costo

Programación Lineal (PL) es una técnica de optimización destinado a la asignación eficiente de recursos limitados en actividades conocidas para maximizar beneficios o minimizar costos, como es el caso de la formulación de raciones. La característica distintiva de los modelos de PL es que las funciones que representan el objetivo y las restricciones son lineales⁶⁰.

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

Los modelos de PL a menudo representan problemas de "asignación" en los cuales los recursos limitados se asignan a un número de actividades. Un Programa Lineal es un problema que se puede expresar como sigue:

$$\text{Min } Z = cx \quad (1) \quad \rightarrow \quad \text{función objetivo,}$$

Sujeto a:

$$Ax = b \quad (2) \quad \rightarrow \quad \text{ecuaciones de restricciones}$$

$$x \geq 0 \quad (3) \quad \rightarrow \quad \text{condición de no negatividad}$$

En la función lineal " $Z=cx$ ", " c " es el vector de precios, " x " el vector de variables por resolver. " A " es una matriz de coeficientes conocidos, y " b " vector de coeficientes conocidos.

La programación lineal es utilizada en la formulación de raciones, donde se busca minimizar el costo de la mezcla de alimentos, denominándose a estas, raciones de mínimo costo.

En la ecuación (1):

Z = representa el costo de la ración a minimizar.

c = constituye el costo de cada ingrediente.

x = representan los ingredientes o alimentos en la ración a minimizar.

⁶⁰ <http://www.monografias.com/metodosdeformulacionderaciones>

En la ecuación (2):

A = es la matriz que contiene la composición nutricional de los alimentos.

b = es el vector que representa los requerimientos nutricionales de los animales.

En la ecuación (3):

Condición de no negatividad, indica que la cantidad a aportar de cada alimento sea mayor o igual a cero.

Ejemplo:

Un ejemplo de utilización de la técnica se presenta a continuación, siendo los nutrientes aportados por los alimentos: Energía metabolizable y Proteína cruda. La ración será para ponedoras 7-18 semanas, los ingredientes a utilizar son: Maíz amarillo y Torta de soja.

Composición nutricional y costo de los alimentos			
Nutrientes	Maíz amarillo (X1)*	Torta soya (X2)	
Energía M. (Mcal/kg)	3.37	2.43	
Proteína C. (kg/kg)	0.088	0.44	
Costo (\$/kg)	0.75	1.20	
* Letras y números que representan a los alimentos en las ecuaciones.			
Requerimientos nutricionales de los animales y cantidad de ración a formular			
Límites	Cantidad (kg)	EM (Mcal/kg)	PC (kg/kg)
Mínimo	1	2.85	0.16
Máximo	1		0.17

El objetivo de la formulación es determinar la cantidad de alimento X1 y X2 que debe ser mezclado para cumplir los requerimientos de los animales y minimizar el costo (Z) de la ración, entonces se procede a plantear el problema de programación lineal.

Se establece la ecuación que representa la función objetivo:

$$\text{Min } Z = 0.75X1 + 1.20X2 \quad (4)$$

Las ecuaciones de restricciones a las cuales se sujetan la función objetivo son:

$$X1 + X2 = 1.00 \quad (5)$$

$$3.370X1 + 2.43X2 \geq 2.85 \quad (6)$$

$$0.088X1 + 0.44X2 \geq 0.16 \quad (7)$$

$$0.088X1 + 0.44X2 \leq 0.17 \quad (8)$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Método Gráfico

Una forma de resolver problemas de programación lineal es a través del *método gráfico*. El método es eficiente para solucionar problemas con dos restricciones para n alimentos o dos alimentos para n restricciones. Obteniéndose así modelos bidimensionales, si se agrega otra variable se obtiene un modelo tridimensional más complejo. Como el problema tiene dos variables (X_1 y X_2), la solución es bidimensional.

Si se consideran las desigualdades (6, 7 y 8) en igualdades, se tendrá:

$$3.370X_1 + 2.43X_2 = 2.85 \quad (9)$$

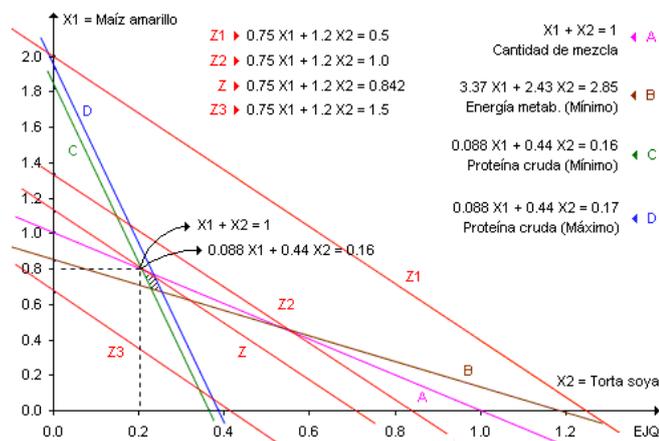
$$0.088X_1 + 0.44X_2 = 0.16 \quad (10)$$

$$0.088X_1 + 0.44X_2 = 0.17 \quad (11)$$

Seguidamente se obtiene el valor de X_1 y X_2 en cada una de las expresiones matemáticas. El valor de X_1 y X_2 en las ecuaciones de restricción se calcula dando valor de cero a una de ellas cuando se calcula la otra y viceversa tal como se muestra en el cuadro siguiente:

Recta A (ec. 5)		Recta B (ec. 9)		Recta C (ec. 10)		Recta D (ec. 11)	
X_1	X_2	X_1	X_2	X_1	X_2	X_1	X_2
1	0	0.85	0	1.82	0	1.93	0
0	1	0	1.17	0	0.36	0	0.39

Con esta información es posible graficar en un eje de coordenadas el valor de X_1 y X_2 de cada una de las expresiones matemáticas, las rectas que se forman se muestran en el gráfico siguiente:



Es posible calcular los valores de las variables X_1 y X_2 resolviendo el sistema de ecuaciones formado por el vértice de solución, que son:

$$X_1 + X_2 = 1.00$$

$$0.088X_1 + 0.44X_2 = 0.16$$

$$\text{Resolviendo este sistema se tiene: } X_1 = 0.795 \quad X_2 = 0.205$$

Estos valores obtenidos son casi los mismos al logrado con el gráfico. Asimismo, los resultados de las variables, están expresadas en función a 1Kg. por tanto para una mejor expresión se debe llevar a porcentaje, siendo el Maíz amarillo = 79.5% y la Torta de soja = 20.5%.

La ecuación de costos es la siguiente:

$$Z = 0.75X_1 + 1.20X_2$$

$$Z = 0.75 (0.795) + 1.20 (0.205)$$

$$Z = S/. 0.842$$

La ración balanceada tiene un costo mínimo de S/. 0.842.

Comprobando si la solución satisface las igualdades y desigualdades establecidas, se tiene:

$$X_1 + X_2 = 1.00 \quad (5)$$

$$0.795 + 0.205 = 1.00$$

$$1.00 = 1.00$$

$$3.37X_1 + 2.43X_2 \geq 2.85 \quad (6)$$

$$3.37 (0.795) + 2.43 (0.205) = 3.18$$

$$3.18 > 2.85$$

$$0.088X_1 + 0.44X_2 \geq 0.16 \quad (7)$$

$$0.088(0.795) + 0.44 (0.205) = 0.16$$

$$0.16 = 0.16$$

$$0.088X_1 + 0.44X_2 \leq 0.17 \quad (8)$$

$$0.088(0.795) + 0.44 (0.205) = 0.16$$

$$0.16 < 0.17$$

Los modelos matemáticos formulados con la programación lineal se pueden resolver en forma gráfica y matemática. Para la solución matemática, el *simplex* es el método empleado comúnmente.

2.1 Hipótesis General

La implementación de un software personalizado, acorde a las necesidades del Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, permitirá mejorar y agilizar el proceso de formulación de raciones alimenticias para los animales de granja, además de reducir el costo y aumentar la productividad animal.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Estudio

Para este proyecto es de importancia fundamental que los hechos y relaciones que establece y los resultados obtenidos tengan el grado máximo de exactitud y confiabilidad; para ello se considera conveniente realizar un estudio descriptivo, que utiliza el método de análisis, mediante el cual se logrará caracterizar el proceso para formular raciones alimenticias, que se realiza actualmente en la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia (descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual).

Además es necesario realizar un estudio explicativo, que requiere la combinación de los métodos analítico y sintético en conjugación con el deductivo y el inductivo, debido a que se podrá determinar las problemáticas por las que atraviesa actualmente la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia y que dificulta ejecutar un proceso de formulación más eficiente; así mismo, ese tipo de estudio permitirá identificar indicadores o variables relevantes que estén relacionadas con el problema a investigar.

3.1 Población, Muestra y Unidades de Observación

Población

La población que constituye el presente proyecto está dada por todos los Médicos Veterinarios que laboran como docentes en la carrera y sus respectivos estudiantes, ya que sólo ellos pueden darnos una opinión más correcta respecto a la utilización de un

software personalizado, con el que se pueda contar para la formulación de raciones alimenticias.

Muestra

Atendiendo a algunas prioridades dentro del proyecto, la muestra seleccionada se realizará al azar, por cuanto el número de docentes especialistas en nutrición animal que laboran en la institución es reducido y no se considera necesario utilizar una fórmula estadística para observar los resultados. En el caso de los estudiantes, la muestra se establecerá en base a la siguiente fórmula:

$$n' = \frac{s^2}{V^2}$$
$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

n' = tamaño de la muestra sin ajustar.

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

V^2 = varianza de la población

s^2 = varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia.

Unidades de Observación

- Proceso para calcular las raciones alimenticias de acuerdo a cada especie animal.
- Producto final que se debe generar una vez realizado el cálculo.
- Velocidad de cálculo, tiempo de respuesta.
- Requerimientos de las diferentes especies animales.
- Consumo esperado de los alimentos.
- Materia prima existente en el medio
- Otros procesos actuales que pudieran ser automatizados

3.2 Métodos e Instrumentos

3.3.1 Métodos

Para el desarrollo del sistema propuesto se ha considerado adoptar diversos métodos, tanto científicos como de software. Entre los métodos científicos se pueden destacar:

- a. el método deductivo, que sigue un proceso sintético - analítico, es decir, se examinarán casos particulares relacionados con las actividades, inconvenientes, causas y posibles alternativas de solución respecto del proceso que se realiza actualmente para formular raciones alimenticias.
- b. para obtener la información de la institución se utilizará el método inductivo, que es un proceso analítico – sintético, mediante el cual se podrán determinar todos los requerimientos que servirán para el desarrollo del nuevo sistema.

Desde el punto de vista del software, la metodología a seguir es la Iconix que maneja tanto los modelos estáticos (modelo del dominio, diagrama de clases) como los modelos dinámicos (casos de uso, secuencia, robustez); algunas características de esta metodología son: reiterativa e incremental, lo que permite lograr un alto nivel de refinamiento; alto grado de seguimiento, al consultar repetidamente los requerimientos, este proceso no permite desviarse de las necesidades de los usuarios. Además se utilizará la programación lineal y el método simplex como base para la resolución de los modelos matemáticos planteados.

3.3.2 Instrumentos

Una vez definidos los métodos a seguir para la ejecución de este proyecto, se hace necesario seleccionar las técnicas necesarias para construir los instrumentos que permitan extraer los datos de la realidad; una de estas técnicas es la Observación Científica, con la que se podrá obtener información referente a la forma en que realizan el cálculo de raciones alimenticias, el manejo de los datos, los recursos con los que cuenta la institución, entre otros.

La información obtenida a través de esta técnica será registrada de forma no estructurada, en cuadernos de notas, pues resulta muy flexible en cuanto a la adaptación frente a sucesos inesperados y de no pasar por alto ningún aspecto importante que pueda producirse.

Otra técnica que se utilizará para recolectar datos más específicos será la Entrevista Guiada, la misma que estará elaborada en base a preguntas relacionadas con las actividades, datos, proceso, control y volumen de la información que manejan para llevar a cabo el proceso de formulación de raciones alimenticias dentro de la institución;

dicho instrumento nos ayudará a identificar los inconvenientes que se les presentan actualmente, así como determinar los requerimientos que tendrá el nuevo sistema.

3.3.3 Procedimientos

En esta sección, se indican las actividades principales a seguir para cumplir a cabalidad todos los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA
Optimizar el proceso de cálculo de las raciones, mediante la aplicación de modelos de programación lineal, para obtener un producto a bajo costo y en el menor tiempo posible.	Análisis detallado del proceso actual para calcular raciones alimenticias	Recopilar datos como entradas, salidas, criterios y restricciones del proceso en ejecución.
	Formulación del Problema	Representación matemática del problema que se desea resolver
	Identificar las variables que intervienen en el proceso	Consultar al especialista sobre los datos, uso y manejo, que sirven de base para el cálculo de raciones alimenticias.
	Establecer las restricciones del problema	En cuanto a materia prima, tiempo, recursos financieros, requerimientos de producción, etc.
	Construcción del modelo del Problema	Establecer la forma estándar del modelo, es decir, expresar la función objetivo y sus respectivas restricciones.
	Métodos de solución del problema.	Mediante la aplicación del método simplex para encontrar la solución óptima de los modelos.
Construir modelos matemáticos precisos que involucren todas las variables de la formulación de raciones (alimentos, necesidades nutricionales, etapa productiva, etc.), de tal	Formulación de los modelos matemáticos	Definición de variables y parámetros (función objetivo, variables de decisión, restricciones, etc.).
	Resolución de los modelos matemáticos	Obtener valores numéricos para las variables de decisión. Se elegirán

manera que se generen resultados válidos	<p>Pruebas de modelos</p> <p>Validación de modelos</p> <p>Modificación de los modelos</p> <p>Codificación de los modelos matemáticos</p> <p>Pruebas del sistema</p>	<p>técnicas a emplear para resolver el problema (método simplex).</p> <p>Antes de usar el modelo debe probarse exhaustivamente para intentar identificar y corregir todas las fallas que se puedan presentar.</p> <p>En consenso con el especialista se varían los valores de los parámetros de entrada y/o de las variables de decisión, y comprobando que los resultados de modelo se comporten de una manera factible.</p> <p>Si la solución no puede llevarse a cabo, debe regresarse a la etapa de formulación del problema y modificar el modelo tal que refleje mejor el problema real.</p> <p>Una vez validados los resultados que generen los modelos, se procederá a la codificación mediante la herramienta de programación seleccionada.</p> <p>En consenso con los especialistas en nutrición se realizará la introducción de datos reales al sistema, realizar pruebas para su procesamiento, examinar resultados para poder detectar posibles errores.</p>
Formular un alimento debidamente balanceado a través de un módulo de formulación de raciones que permitirá la asignación	<p>Establecer la información requerida para la formulación de raciones</p> <p>Diseño de la interfaz</p>	<p>Análisis minucioso de manuales, reportes y secuencia de procesos.</p> <p>Determinar la manera más</p>

<p>eficiente de recursos (alimentos, necesidades nutricionales, tipo de ración, etc.) para cada especie animal.</p>	<p>Establecer la información de salida</p> <p>Codificación de los métodos para formulación de raciones</p>	<p>adecuada para introducir la información.</p> <p>Analizar los datos más relevantes que el usuario requiere y que el sistema debe mostrar.</p> <p>Programar los algoritmos para la formulación de raciones: programación lineal y método simplex en base a los modelos matemáticos anteriormente desarrollados.</p>
<p>Ayudar a los usuarios (profesionales, estudiantes de veterinaria, productores agropecuarios) en la toma de decisiones respecto a la alimentación de animales de granja, por medio de una evaluación económica y nutricional de las raciones</p>	<p>Diseñar una interfaz amigable en base a los requerimientos del usuario</p> <p>Programar el sistema</p> <p>Proveer información sintetizada y de interés para el usuario</p>	<p>El diseño se plasma en diagramas, tablas y símbolos.</p> <p>Proporcionar al usuario diferentes opciones que permitan facilitar el uso del sistema y generen resultados claros.</p> <p>Mostrar sólo los datos que sean necesarios para apoyar la toma de decisiones por parte de los usuarios.</p>
<p>Desarrollar un módulo para la administración de materias primas disponibles en la zona que permita mantener un registro actualizado de las mismas.</p>	<p>Establecer la información que será almacenada</p> <p>Restringir opciones para manejo de la información de acuerdo al nivel de usuario</p> <p>Diseñar una interfaz amigable en base a los requerimientos del usuario</p> <p>Codificación del módulo</p>	<p>De acuerdo a los requerimientos especificados por el usuario.</p> <p>En base al tipo de usuario se limita las opciones para el uso del sistema.</p> <p>Establecer los campos para ingreso de información que será almacenada.</p> <p>Proporcionar al usuario diferentes opciones que permitan facilitar el uso del sistema.</p>

<p>Desarrollar un módulo para la administración de especies animales que permita disponer y actualizar toda la información referente a cada especie.</p>	<p>Establecer la información que será almacenada</p> <p>Restringir opciones para manejo de la información de acuerdo al nivel de usuario</p> <p>Diseñar una interfaz amigable en base a los requerimientos del usuario</p> <p>Codificación del módulo</p>	<p>De acuerdo a los requerimientos especificados por el usuario.</p> <p>En base al tipo de usuario se limita las opciones para el uso del sistema.</p> <p>Establecer los campos para ingreso de información que será almacenada.</p> <p>Proporcionar al usuario diferentes opciones que permitan facilitar el uso del sistema.</p>
<p>Implementar un módulo para realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables que intervienen en la formulación de raciones.</p>	<p>Determinación de variables sensibles</p> <p>Diseño de la interfaz de usuario</p> <p>Codificación del módulo</p> <p>Pruebas del sistema</p> <p>Presentación de resultados relevantes y precisos</p>	<p>Análisis minucioso de las variables esenciales que intervienen en la formulación de raciones.</p> <p>Determinar la manera más adecuada para introducir la información. Proveer de opciones que faciliten el manejo de la información.</p> <p>Programar el sistema para que resuelva el análisis de sensibilidad mediante el método gráfico o el simplex.</p> <p>Ingresar datos reales para validar el correcto funcionamiento del sistema.</p> <p>Mostrar la información almacenada de acuerdo a las diferentes opciones.</p>
<p>Generar reportes actualizados que permita a los usuarios tener una perspectiva sobre la participación nutricional de</p>	<p>Seleccionar los datos que van a ser emitidos en los reportes</p>	<p>Buscar en los reportes actuales los campos de información necesarios y añadir los que se necesitan y no se encuentran.</p>

los ingredientes por ración y su costo.	<p>Diseño de la estructura del reporte</p> <p>Implementar claves de acuerdo al nivel de información</p>	<p>Establecer la manera más adecuada de introducir para presentación de los datos.</p> <p>Organizar la información por niveles de acceso e implementar las claves necesarias.</p>
Proporcionar seguridad en el acceso a la información mediante un módulo de administración que definirá niveles de acceso para cada tipo de usuario.	<p>Definir los niveles de acceso que tendrá el sistema</p> <p>Organizar la información por niveles de acceso</p> <p>Diseño y Codificación del módulo</p> <p>Implementación de claves de acceso</p>	<p>Identificación de los posibles usuarios del sistema y limitaciones de acceso.</p> <p>Establecer la información a la que se permitirá acceder a los usuarios.</p> <p>Empleando las herramientas de desarrollo se construye una interfaz amigable.</p> <p>Asignar clave personalizada según el tipo de usuario.</p>
Generar un archivo histórico de las raciones alimenticias válidas y sus modificaciones de manera que se puedan realizar estudios estadísticos.	<p>Seleccionar la información que será almacenada</p> <p>Proveer opciones al usuario para Gestionar las raciones</p> <p>Mostrar la información almacenada de acuerdo a criterios de selección</p>	<p>Organizar los datos más relevantes que permitirán llevar un archivo.</p> <p>De acuerdo a las opciones seleccionadas por el usuario se almacenarán los datos en la BD.</p> <p>Facilitar opciones al usuario que ayuden a visualizar la información a necesitarse.</p>

3.4 Plan de Tabulación y Análisis de la Información

La manera propuesta para la tabulación de los resultados que se obtengan mediante la aplicación de las entrevistas (ver Anexo 1A), se hará mediante dos tipos de análisis: cuantitativo y cualitativo, esto para cada una de las preguntas planteadas.

3.4.1 Análisis Cuantitativo

Este tipo de análisis permitirá establecer el número de coincidencias de criterios que tengan las diferentes personas a quienes se les hayan aplicado los instrumentos de recolección de información, además organizar de mejor manera dichos criterios y así obtener una información más completa.

Ejemplo:

Pregunta 1.

Variable	Cantidad	%
Total de casos		

3.4.2 Análisis Cualitativo

El resultado obtenido con este análisis proporcionará información detallada, acerca de la manera en que se efectúa la formulación de raciones alimenticias dentro de la carrera. La información estará relacionada con: los datos requeridos para formular raciones, la manera cómo fluye la información entre los distintos departamentos, cómo se almacena y el lugar en dónde se almacena dicha información, los resultados que se generan, quiénes y con qué finalidad utilizan estos resultados, además las cualidades y deficiencias del proceso actual y las seguridades establecidas para acceder a la información, así como también los nuevos requerimientos de información que se presentan.

Por otra parte, los resultados de este análisis también ayudarán a identificar los requerimientos que serán la base para la construcción del nuevo sistema; estos requerimientos abarcan: el diseño de una interfaz amigable, controles de seguridad para acceder a la información y el tipo de almacenamiento necesario, además los datos que serán generados por el sistema y que estarán en la realización de los diferentes cálculos alimenticios.

3.5 Elaboración o Redacción del Informe y de las Alternativas de Solución

El contenido del informe para el proyecto se desarrollará manteniendo, básicamente, la siguiente estructura:

1. Proceso para realizar la formulación de raciones alimenticias para los animales de granja.
2. Consideraciones sobre los diversos componentes de la ración y sus restricciones.
3. Consideraciones sobre los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en el animal.
4. Inconvenientes al realizar el proceso de formulación de raciones alimenticias
5. Inconvenientes al generar la información
6. Inconvenientes durante el flujo de la información.
7. Requerimientos para el desarrollo del nuevo sistema
8. Alternativas de solución a los inconvenientes detectados en los procesos.
 - El sistema permitirá obtener raciones a mínimo costo,
 - Permitirá el mejor aprovechamiento de materias primas disponibles en la zona.
 - Brindará la facilidad para modificar ciertos valores en las materias primas de una ración ya formulada y que siga siendo óptima.
 - Mediante las raciones balanceadas que genere ayudará a mejorar la productividad animal.
9. Conclusiones
10. Recomendaciones.

4. Organización y Gestión de la Investigación

Para lograr un desarrollo eficiente del sistema propuesto se ha tomado en consideración el aporte de los recursos humanos, económicos, materiales y técnicos que se detallan a continuación:

4.1 Recursos

4.1.1 Humanos

El personal que se requiere para lograr un nivel de comprensión adecuado del proceso actual y de desarrollo del proyecto es el siguiente:

- Médico Veterinario especialista en Nutrición Animal
- Tutor /Asesor
- Analista
- Programador

4.1.2 Económicos

Es importante indicar que los recursos económicos requeridos tanto para el desarrollo como para la implementación del sistema, provienen del capital propio, además de la adquisición de algunos materiales que sean requeridos.

PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	# HORAS	V/U	V/T
Recursos Humanos				
Médico Veterinario	1	200	---	---
Tutor / Asesor	1	40	15.00	600
Investigador	1	800	6.00	4800
Recursos Técnicos				
<i>Hardware</i>				
PC Qbex: Pentium 4, disco 160GB, 1.60 GHz, 512MB RAM	1	--	900	900
Flash Memory 1GB.	1	--	40	40
Impresora Lexmark Z35.	1	--	45	45
Scanner HP	1	--	70	70
<i>Software</i>				
Visual Studio .NET 2005.	1	--	--	--
MySQL 5.0	1	--	--	--
PowerDesigner 11.0	1	--	--	--
Internet.	---	70	0.80	56
Recursos materiales				
Carpetas.	3	--	0.45	1.35
Fotocopias	--	--	0.02	25
Esferos	2	--	0.40	0.80
Resmas de Papel.	2	--	3.55	7.10
Cartuchos de tinta.	3	--	4.00	12
Caja CD	1	--	0.80	8
Otros				
Transporte	--	--	0.25	25
Subtotal				6590.25
Imprevistos 5%				329.51
Total				6919.76

4.1.3 Materiales

Los materiales a utilizarse para la elaboración de este proyecto son:

Carpetas
Fotocopias
Esferos
Papel de impresión.
Cartuchos de tinta.
Discos compactos CD

4.1.4 Tecnológicos o Técnicos.

Los recursos tecnológicos que serán utilizados para la construcción del sistema son:

Computadora
Flash Memory
Impresora
Scanner
Software Visual Studio .NET 2005 (Licencia ya adquirida, existente o estudiantil)
Software MySQL 5.0 (Licencia de entorno libre.)
Software PowerDesigner 11.0 (Licencia existente o de entorno libre)
Internet.

4.2 Bibliografía

Libros:

- Leonard A. Maynard, John K. Loosli, Harold F. Hintz, Richard G: Wagner; Nutrición Animal; 4^{ta} edición; editorial McGraw – Hill
- M. E. Ensminger, C. G. Olentine; Alimentación Y Nutrición De Los Animales; editorial “El Ateneo”; 1983
- D. C. Church, W. G. Pond; Fundamentos De Nutrición Y Alimentación De Animales; editorial Noriega – Limusa

- Frank B. Morrison; Compendio De La Alimentación Del Ganado; editorial Hispano-Americana
- M. Jesús Fraga Fernández; Alimentación Práctica De Bovinos; ediciones Mundi-Prensa; 1984; Madrid

Sitios WEB:

- <http://www.webestilo.com/mysql/intro.phtml>
- <http://www.software-shop.com/Productos/MySQL/mysql.html>
- http://es.tldp.org/Manuales-LuCAS/manual_PHP/manual_PHP/mysql/mysql.htm
- <http://www.raona.com/Actius/VisualStudio2005/tabid/140/Default.aspx>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio
- <http://www.programmersheaven.com/2/Features-of-Visual-Studio-2005#temp>
- <http://manuals.sybase.com/onlinebooks/group-pd/pdd1100e/bwug>
- <http://www.phpsimplex.com/pages/teoria.htm#msimplex>
- <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2001CAPI.pdf>
- <http://www.usc.es/biogrup/cyta-4-2003-122-131.pdf>
- http://www.portalagrario.gob.pe/rrnn/rrnn_ga_vacuno_a.shtml
- <http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/SanMiguel/pdfs/apuntes/Nutrici%C3%B3n%20animal%20texto%202006.pdf>
- http://www.foyel.com/cartillas/27/el_cobayo_-_alimentacion.html
- http://www.foyel.com/cartillas/27/el_cobayo_-_cavia_porcellus.html
- <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/alimen/pdf/53%20-20nutrici%C3%B3n.pdf>
- http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s45.htm#P1_23
- http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s49.htm#P1_23
- http://www.misanimales.com/consejos/aves/index.cfm?pagina=consejos_aves_016_016
- <http://www.portalveterinaria.com/modules.php?name=Articles&file=print&sid=245>
- http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/64-formulacion_raciones.pdf

4.3 Anexos

Anexo 1A. Formato para Entrevista

Entrevista Guiada

I.-

1. ¿En la actualidad, cómo se efectúa el proceso para formular raciones alimenticias para los animales de granja?
2. ¿Qué información se requiere para realizar el cálculo de raciones alimenticias?
3. ¿La recepción de la información cómo se efectúa?, ¿Cómo se almacena?
4. ¿Qué datos se deberían almacenar para realizar de manera eficaz el proceso?
5. ¿Qué información genera el proceso actual para formular raciones alimenticias y quién (es) la utilizan? Reportes, informes, cuadros estadísticos
6. ¿Qué datos hacen falta con mayor frecuencia?
7. ¿Qué personal realiza este proceso?
8. ¿Existe una persona encargada de supervisar y administrar el proceso?
9. ¿Qué criterios se emplean para medir y evaluar el desempeño?

II.-

1. ¿Cuáles son los pasos a seguir para realizar la formulación de raciones alimenticias?
2. ¿Existen dificultades durante el proceso de formulación de raciones?, ¿Cuáles son?
3. ¿Qué soluciones daría para resolver estas dificultades?
4. ¿Qué tiempo tarda en realizar la formulación de raciones alimenticias?, ¿Qué factores intervienen?

III.-

1. ¿Se utiliza actualmente algún método de control para resguardar la información almacenada?
2. ¿Existen mecanismos que permitan descubrir si la información ha sido manipulada?
3. ¿Se requiere adicionar otros controles de seguridad para acceder a la información?

IV.-

1. ¿La(s) actividad(es) actual se realiza en forma manual o computarizada?
2. ¿Cómo desearía que se realicen las actividades? manual o computarizada

3. ¿Se utiliza algún formato para almacenar o registrar los datos?
 - a. SÍ. ¿Está de acuerdo con ese formato?
 - b. NO. ¿Cómo le gustaría que fuese el formato?
4. ¿Cuál es el volumen de información que maneja?
5. ¿Con qué frecuencia ocurre este proceso?

Anexo 2A. Matriz de Consistencia General

ENUNCIADO DE LA PROBLEMÁTICA: La carencia de un sistema que permita la formulación de raciones alimenticias de manera óptima, es decir, minimizando su costo y evitando realizar procesos repetitivos.					
TEMA	PROBLEMA GENERAL	OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL
Sistema para la formulación de raciones alimenticias para animales de granja	Carencia de un sistema que permita formular raciones alimenticias a menor costo	Software personalizado para formular raciones alimenticias para animales de granja	Desarrollar un Sistema para la Formulación de Raciones Alimenticias de animales de granja, para la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, con el fin de mejorar el proceso alimenticio a un mínimo costo.	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar el proceso de cálculo de las raciones, mediante la aplicación de modelos de programación lineal, para obtener un producto a bajo costo y en el menor tiempo posible. • Construir modelos matemáticos precisos que involucren todas las variables de la formulación de raciones (alimentos, necesidades nutricionales, etapa productiva, etc.), de tal manera que se generen resultados válidos. • Formular un alimento debidamente balanceado a través de un módulo de formulación de raciones que permitirá la asignación eficiente de recursos (alimentos, necesidades nutricionales, tipo de ración, etc.) para cada especie animal. • Ayudar a los usuarios (profesionales, estudiantes de veterinaria, productores agropecuarios) en la toma de decisiones respecto a la alimentación de animales de granja, por medio de una evaluación económica y nutricional de las raciones. • Desarrollar un módulo para la administración de materias primas disponibles en la zona que permita 	La implementación de un software personalizado, acorde a las necesidades del Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, permitirá mejorar y agilizar el proceso de formulación de raciones alimenticias para los animales de granja, además de reducir el costo y aumentar la productividad animal.

				<p>mantener un registro actualizado de las mismas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un módulo para la administración de especies animales que permita disponer y actualizar toda la información referente a cada especie. • Implementar un módulo para realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables que intervienen en la formulación de raciones. • Generar reportes actualizados que permitan a los usuarios tener una perspectiva sobre la participación nutricional de los ingredientes por ración y su costo. • Proporcionar seguridad en el acceso a la información mediante un módulo de administración que definirá niveles de acceso para cada tipo de usuario. • Generar un archivo histórico de las raciones alimenticias válidas y sus modificaciones de manera que se puedan realizar estudios estadísticos. 	
--	--	--	--	---	--

Anexo 3A. Matriz de Consistencia Específica

OBJETIVO ESPECÍFICO	PROBLEMA ESPECÍFICO	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	SISTEMA CATEGORIAL
Optimizar el proceso de cálculo de las raciones, mediante la aplicación de modelos de programación lineal, para obtener un producto a bajo costo y en el menor tiempo posible.	El proceso actual para la formulación de raciones se realiza de forma manual lo cual genera retrasos en el proceso ya que los cálculos son largos, tediosos y los resultados que genera son imprecisos y los programas utilizados no cumplen las necesidades de los usuarios.	Mediante la automatización de los procesos manuales y la construcción de un nuevo sistema se logrará formular, de manera óptima, una ración a bajo costo.	Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Bases de Datos, modelos matemáticos, programación lineal, método simplex.
Construir modelos matemáticos precisos que involucren todas las variables de la formulación de raciones (alimentos, necesidades nutricionales, etapa productiva, etc.), de tal manera que se generen resultados válidos.	Los procesos actuales no permiten formular raciones de manera óptima, y no satisfacen los requerimientos de los usuarios.	Representar la situación real de formulación raciones, en relaciones matemáticas que permitan generar alimentos a un bajo costo.	Modelos matemáticos, variables que intervienen en la formulación de raciones
Formular un alimento debidamente balanceado a través de un módulo de formulación de raciones que permitirá la asignación eficiente de recursos (alimentos, necesidades nutricionales, tipo de ración, etc.) para cada especie animal.	Los procesos actuales de formulación de raciones son ineficaces y no permiten una reducción óptima de costos.	Implementar un módulo con el que se pueda disponer de toda la información necesaria que facilite formular raciones alimenticias atendiendo los requerimientos nutricionales de cada especie.	Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Bases de Datos, programación Lineal, método simplex.
Ayudar a los usuarios (profesionales, estudiantes de veterinaria, productores agropecuarios) en la toma de decisiones respecto a la alimentación de animales de granja, por medio de una evaluación económica y nutricional de las raciones.	El proceso actual de formulación de raciones no provee al usuario de información precisa y oportuna para realizar una rápida y correcta toma de decisiones.	Programar el sistema para que muestre la información necesaria que sea requerida por el usuario. Evaluar las raciones indicando excesos o deficiencias nutritivas.	Análisis de Sensibilidad, Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Bases de Datos

Desarrollar un módulo para la administración de materias primas disponibles en la zona que permita mantener un registro actualizado de las mismas.	Las aplicaciones que se utilizan no tienen un registro real de las materias primas locales y sus costos, lo que dificulta el proceso de formulación.	Programar el sistema con opciones que faciliten la manipulación de datos de las materias primas que se puedan encontrar en el mercado nacional.	Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Bases de Datos
Desarrollar un módulo para la administración de especies animales que permita disponer y actualizar toda la información referente a cada especie.	El manejo de este tipo de información se realiza de forma manual por lo que el proceso de formulación de raciones se toma lento.	Crear un módulo mediante el cual se pueda registrar la información completa de las diferentes especies animales para las cuales se va a formular raciones.	Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Bases de Datos
Implementar un módulo para realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables que intervienen en la formulación de raciones.	No se disponen de opciones personalizadas que puedan apoyar el proceso de toma de decisiones para los usuarios del sistema.	Diseñar un módulo con el que se puedan apreciar de forma clara las variaciones ocurridas en la ración final al modificar los valores de las variables sensibles.	Análisis de sensibilidad, lenguaje de programación orientado a objetos
Generar reportes actualizados que permita a los usuarios tener una perspectiva sobre la participación nutricional de los ingredientes por ración y su costo.	Falta de una opción que facilite al usuario obtener la información de manera personalizada.	Programar el sistema para que genere reportes con información actualizada y detallada de las raciones alimenticias.	Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Bases de Datos
Proporcionar seguridad en el acceso a la información mediante un módulo de administración que definirá niveles de acceso para cada tipo de usuario.	No existen controles de seguridad que eviten que la información almacenada sea manipulada y por lo tanto los resultados que generen los procesos sean erróneos.	Programar el sistema para que permita el manejo de la información tomando en cuenta el tipo de usuario que utilizará el sistema.	Lenguaje de programación orientado a objetos, modelo entidad-relación, gestión de Bases de Datos
Generar un archivo histórico de las raciones alimenticias válidas y sus modificaciones de manera que se puedan realizar estudios estadísticos.	No se dispone de registros que permitan mantener toda la información debidamente organizada y actualizada.	Programar el sistema con opciones que ayuden al usuario con el manejo de la información almacenada y pueda utilizar estos datos con fines estadísticos.	Lenguaje de programación orientado a objetos, gestión de Base de Datos, modelo entidad-relación

Anexo 4A. Matriz de Operatividad

OBJETIVO ESPECÍFICO: Optimizar el proceso de cálculo de las raciones, mediante la aplicación de modelos de programación lineal, para obtener un producto a bajo costo y en el menor tiempo posible.							
N°	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Análisis detallado del proceso actual para calcular raciones alimenticias	Recopilar datos como entradas, salidas, criterios y restricciones del proceso en ejecución	17/01/2008	23/01/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Conocimiento de los inconvenientes que presenta el proceso actual.
2	Formulación del Problema	Representación matemática del problema que se desea resolver	24/01/2008	30/01/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Función objetivo
3	Identificar las variables que intervienen en el proceso	Consultar al especialista sobre los datos, uso y manejo, que sirven de base para el cálculo de raciones alimenticias.	31/01/2008	06/02/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Variables controlables, no controlables, restricciones, otros parámetros.
4	Establecer las restricciones del problema	En cuanto a materia prima, tiempo, recursos financieros, requerimientos de producción, etc.	07/02/2008	13/02/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Restricciones a las que está sujeta la función objetivo
5	Construcción del modelo del Problema	Establecer la forma estándar del modelo, es decir, expresar la función objetivo y sus respectivas restricciones.	14/02/2008	22/02/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Forma estándar del modelo de programación lineal
6	Métodos de solución del problema	Mediante la aplicación del método simplex para encontrar la solución óptima de los modelos.	25/02/2008	29/02/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Solución óptima a los modelos planteados.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Construir modelos matemáticos precisos que involucren todas las variables de la formulación de raciones (alimentos, necesidades nutricionales, etapa productiva, etc.), de tal manera que se generen resultados válidos.							
Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Formulación de los modelos matemáticos	Definición de variables y parámetros (función objetivo, variables de decisión, restricciones, etc.)	03/03/2008	07/03/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Variables dependientes, función objetivo, restricciones
2	Resolución de los modelos matemáticos	Obtener valores numéricos para las variables de decisión. Se elegirán técnicas a emplear para resolver el problema (método simplex)	10/03/2008	14/03/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Valores de las variables dependientes, asociadas a las componentes controlables del sistema con el propósito de optimizar
3	Pruebas de modelos	Antes de usar el modelo debe probarse exhaustivamente para intentar identificar y corregir todas las fallas que se puedan presentar	17/03/2008	21/03/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Fallas en los modelos matemáticos
4	Validación de modelos	En consenso con el especialista se varían los valores de los parámetros de entrada y/o de las variables de decisión, y comprobando que los resultados de modelo se comporten de una manera factible.	24/03/2008	28/03/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Inconsistencias en los modelos
5	Modificación de los modelos	Si la solución no puede llevarse a cabo, debe regresarse a la etapa de	31/03/2008	04/04/2008	Andrea Escudero	\$ 30.00	Modelos matemáticos mejorados

		formulación del problema y modificar el modelo tal que refleje mejor el problema real.					
6	Codificación de los modelos matemáticos	Una vez validados los resultados que generen los modelos, se procederá a la codificación mediante la herramienta de programación seleccionada.	07/04/2008	23/04/2008	Andrea Escudero	\$ 100.00	Modelos matemáticos codificados
7	Pruebas del sistema	En consenso con los especialistas en nutrición se realizará la introducción de datos reales al sistema, realizar pruebas para su procesamiento, examinar resultados para poder detectar posibles errores.	24/04/2008	02/05/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Fallas del sistema

OBJETIVO ESPECÍFICO: Formular un alimento debidamente balanceado a través de un módulo de formulación de raciones que permitirá la asignación eficiente de recursos (alimentos, necesidades nutricionales, tipo de ración, etc.) para cada especie animal.

Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Establecer la información requerida para la formulación de raciones	Análisis minucioso de manuales, reportes y secuencia de procesos.	05/05/2008	07/05/2008	Andrea Escudero	\$ 10.00	Información precisa respecto de la nutrición para cada especie animal
2	Diseño de la interfaz	Determinar la manera más adecuada para introducir la información	08/05/2008	12/05/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Interfaz del módulo para formulación de raciones.

3	Establecer la información de salida	Analizar los datos más relevantes que el usuario requiere y que el sistema debe mostrar.	13/05/2008	14/05/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Presentación de resultados
4	Codificación de los métodos para formulación de raciones	Programar los algoritmos para la formulación de raciones: programación lineal y método simplex en base a los modelos matemáticos anteriormente desarrollados	15/05/2008	30/05/2008	Andrea Escudero	\$ 100.00	Módulo para la formulación de raciones alimenticias

OBJETIVO ESPECÍFICO: Ayudar a los usuarios (profesionales, estudiantes de veterinaria, productores agropecuarios) en la toma de decisiones respecto a la alimentación de animales de granja, por medio de una evaluación económica y nutricional de las raciones.

Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Diseñar una interfaz amigable en base a los requerimientos del usuario	El diseño se plasma en diagramas, tablas y símbolos	02/06/2008	04/06/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Interfaces gráficas de usuario
2	Programar el sistema	Proporcionar al usuario diferentes opciones que permitan facilitar el uso del sistema y generen resultados claros	05/06/2008	20/06/2008	Andrea Escudero	\$ 100.00	Evaluación de las mezclas de alimentos
3	Proveer información sintetizada y de interés para el usuario	Mostrar sólo los datos que sean necesarios para apoyar la toma de decisiones por parte de los usuarios	23/06/2008	25/06/2008	Andrea Escudero	\$ 00.00	Costo, excesos o deficiencias nutritivas de las raciones

OBJETIVO ESPECÍFICO: Desarrollar un módulo para la administración de materias primas disponibles en la zona que permita mantener un registro actualizado de las mismas.							
N°	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Establecer la información que será almacenada	De acuerdo a los requerimientos especificados por el usuario	26/06/2008	27/06/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Información completa de materias primas
2	Restringir opciones para manejo de la información de acuerdo al nivel de usuario	En base al tipo de usuario se limita las opciones para el uso del sistema.	30/06/2008	01/07/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Niveles de manipulación para la información
3	Diseñar una interfaz amigable en base a los requerimientos del usuario	Establecer los campos para ingreso de información que será almacenada	02/07/2008	04/07/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Interfaz de usuario
4	Codificación del módulo	Proporcionar al usuario diferentes opciones que permitan facilitar el uso del sistema.	07/07/2008	18/07/2008	Andrea Escudero	\$ 100.00	Módulo de Administración de Materias Primas

OBJETIVO ESPECÍFICO: Desarrollar un módulo para la administración de especies animales que permita disponer y actualizar toda la información referente a cada especie.							
N°	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Establecer la información que será almacenada	De acuerdo a los requerimientos especificados por el usuario	21/07/2008	22/07/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Información completa de especies animales

2	Restringir opciones para manejo de la información de acuerdo al nivel de usuario	En base al tipo de usuario se limita las opciones para el uso del sistema.	23/07/2008	24/07/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Niveles de manipulación para la información
3	Diseñar una interfaz amigable en base a los requerimientos del usuario	Establecer los campos para ingreso de información que será almacenada	25/07/2008	29/07/2005	Andrea Escudero	\$ 20.00	Interfaz de usuario
4	Codificación del módulo	Proporcionar al usuario diferentes opciones que permitan facilitar el uso del sistema.	30/07/2008	12/08/2008	Andrea Escudero	\$ 100.00	Módulo de Administración de Especies Animales

OBJETIVO ESPECÍFICO: Implementar un módulo para realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables que intervienen en la formulación de raciones.

Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Determinación de variables sensibles	Análisis minucioso de las variables esenciales que intervienen en la formulación de raciones	13/08/2008	20/08/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Variables de la función objetivo, variables de las restricciones
2	Diseño de la interfaz de usuario	Determinar la manera más adecuada para introducir la información. Proveer de opciones que faciliten el manejo de la información	21/08/2008	23/08/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Interfaz de usuario
3	Codificación del módulo	Programar el sistema para que resuelva el análisis de sensibilidad mediante el método gráfico o el simplex.	25/08/2008	12/09/2008	Andrea Escudero	\$ 100.00	Módulo para Análisis de Sensibilidad

4	Pruebas del sistema	Ingresar datos reales para validar el correcto funcionamiento del sistema	15/09/2008	19/09/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Fallas del sistema
5	Presentación de resultados relevantes y precisos	Mostrar la información almacenada de acuerdo a las diferentes opciones.	22/09/2008	23/09/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Variabes sensibles, intervalos de valores, raciones óptimas con nuevos valores (si se aplica)

OBJETIVO ESPECÍFICO: Generar reportes actualizados que permita a los usuarios tener una perspectiva sobre la participación nutricional de los ingredientes por ración y su costo.

Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Seleccionar los datos que van a ser emitidos en los reportes	Buscar en los reportes actuales los campos de información necesarios y añadir los que se necesitan y no se encuentran	24/09/2008	25/09/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Campos de datos necesarios para el diseño de los reportes
2	Diseño de la estructura del reporte	Establecer la manera más adecuada de introducir para presentación de los datos	26/09/2008	30/09/2008	Andrea Escudero	\$ 10.00	Estructura de los reportes
3	Implementar claves de acuerdo al nivel de información	Organizar la información por niveles de acceso e implementar las claves necesarias	01/10/2008	03/10/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Acceso a datos por niveles

OBJETIVO ESPECÍFICO: Proporcionar seguridad en el acceso a la información mediante un módulo de administración que definirá niveles de acceso para cada tipo de usuario.							
Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Definir los niveles de acceso que tendrá el sistema	Identificación de los posibles usuarios del sistema y limitaciones de acceso	06/10/2008	08/10/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Niveles de acceso al sistema
2	Organizar la información por niveles de acceso	Establecer la información a la que se permitirá acceder a los usuarios	09/10/2008	11/10/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Información específica de acuerdo al nivel
3	Diseño y Codificación del módulo	Empleando las herramientas de desarrollo se construye una interfaz amigable	13/10/2008	24/10/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Modulo de Administración
4	Implementación de claves de acceso	Asignar clave personalizada según el tipo de usuario	27/10/2008	29/10/2008	Andrea Escudero	\$ 20.00	Claves de acceso

OBJETIVO ESPECÍFICO: Generar un archivo histórico de las raciones alimenticias válidas y sus modificaciones de manera que se puedan realizar estudios estadísticos.

Nº	ACTIVIDADES O TAREAS	METODOLOGÍA	INICIO	FINAL	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	SALIDAS ESPERADAS
1	Seleccionar la información que será almacenada	Organizar los datos más relevantes que permitirán llevar un archivo.	30/10/2008	03/11/2008	Andrea Escudero	\$ 0.00	Datos necesarios para crear el archivo histórico
2	Proveer opciones al usuario para Gestionar las raciones	De acuerdo a las opciones seleccionadas por el usuario se almacenarán los datos en la BD.	04/11/2008	07/11/2008	Andrea Escudero	\$ 10.00	Organización de las raciones para almacenarlas en la BD.
3	Mostrar la información almacenada de acuerdo a criterios de selección	Facilitar opciones al usuario que ayuden a visualizar la información a necesitarse.	10/11/2008	13/11/2008	Andrea Escudero	\$ 10.00	Información ordenada de las raciones alimenticias

Anexo 2. Pruebas aplicadas al sistema