

Selección genética de conejos gers

Omar Reyna, Juan Noguez, Diana Hernández, Gabriel Cortés

O. Reyna, J. Noguez, D. Hernandez, G. Cortés.
Universidad Politécnica de Francisco I Madero. Carretera Tepatepec-San Juan Tapa, Km 2. Francisco I Madero,
Hidalgo. C.P. 42660.
oreyna@upfim.edu.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The selection of specimen for breeding stock is an extremely important activity for the producers of rabbits, according to the National Institute of Statistics and Geography (INEGI by its name in Spanish) in Mexico there are at least 22,000 producers, the states of Mexico, Puebla and Hidalgo are the main ones. They have a need for the rabbit breeders to have a tool that helps them to choose the best specimen to increase the production and business profitability. Therefore, a research about the suitability to develop software that can perform these activities was done, and also to administer the specimen food consumption and the evolution of them in terms of weight gain and feed conversion in the case of the males; with the females the prolificacy and the ability to breed the young rabbits. After doing the research, a business plan was carried out to determine the economic feasibility and the return on the required investment to finance the project. Finally, a functional software prototype was developed with the purpose of piloting it directly with the rabbits' producers and to receive feedback.

20 Introducción

La Cunicultura en México

En los últimos años las diferentes dependencias e instituciones de educación así como organizaciones de cunicultores, han impulsado el crecimiento de la cunicultura como una actividad rentable y sustentable en el sector pecuario. Como ejemplo tenemos el primer congreso de cunicultura para las Américas promovido por el Colegio de Posgraduados (Texcoco, 1998), la Asociación Nacional de Cunicultores de México en el periodo 2002- 2009 ha promovido siete encuentros nacionales de cunicultura, los ciclos a nivel internacional de cunicultura empresarial promovidos por la Universidad Autónoma Chapingo, el congreso mundial de cunicultura promovido por la Asociación Científica Mundial de Cunicultura (Puebla, 2004), la integración del Comité Nacional del Sistema Producto Cunícola presidido por la SAGARPA (2003), los foros nacionales promovidos por empresas relacionadas con la actividad (Toluca, 2005; Texcoco, 2006; Morelia, 2008 y Tlaxcala 2009) y los encuentros estatales de cunicultores.

Los principales estados productores son: Puebla, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Oaxaca, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Jalisco y Estado de México. Con unidades de producción dedicadas principalmente a la producción de carne.

La cunicultura en México se desarrolla en tres sistemas de producción:

Sistema familiar o de traspatio (80 % de la población animal). El número de animales oscila entre los 10 y 20 reproductores. La producción está destinada al autoconsumo, se carece de tecnificación; los animales son producidos a nivel de piso o en jaulas hechas con material no adecuado para la especie. La alimentación se basa en productos agrícolas y desperdicios de casa (pan, tortilla, cáscaras de fruta o verdura); no existe control sanitario alguno. No hay control productivo ni reproductivo.

Sistema semindustrial (15 % de la población). Se considera un mínimo de 50 hembras; se lleva un manejo reproductivo, productivo y sanitario controlado. En este sistema se pueden utilizar tecnología adaptadas a las condiciones de producción, aunque los resultados no sean los esperados. La alimentación que reciben se basa en alimento concentrado.

Su producción se comercializa, generalmente, por medio de intermediarios o de manera directa a clientes fijos (restaurantes, carnicerías), además se utiliza la venta al consumidor de manera directa.

Sistema industrial (5 % de la población). En este sistema se cuenta con un número de 100 a 200 o más hembras reproductoras; algunos productores utilizan inseminación artificial y manejo en bandas; el manejo reproductivo, productivo y sanitario es estricto. Se hace indispensable el uso de registros y la utilización de alimentos concentrados. La producción que se obtiene se destina principalmente a restaurantes y centros comerciales.

20.1 Genética y selección de conejos en México

En la mayoría de los sistemas de producción cunícula, no se cuenta con un sistema de registro de parámetros productivos para la selección de los posibles progenitores ni mucho menos con una base de datos para realizar la selección de las características deseables. El mejoramiento genético influye en la eficiencia y productividad de los sistemas de producción al aumentar el número de crías por parto y utilizar el alimento eficazmente, aumentar la producción de carne o permitir la adaptación de los animales a los diferentes sistemas de producción y condiciones ambientales.

El Mejoramiento Genético Animal (MGA) consiste en aplicar principios biológicos, económicos y matemáticos, con el fin de encontrar estrategias óptimas para aprovechar la variación genética existente en una especie de animales en particular para maximizar su mérito. Esto involucra tanto la variación genética entre los individuos de una raza, como la variación entre razas y cruza. El MGA involucra procesos de evaluación genética y difusión del material genético seleccionado, en los cuales se pueden usar tecnologías reproductivas artificiales tales como la inseminación artificial (AI), la ovulación múltiple y transferencia embrionaria (OMTE), la fertilización *in vitro* de embriones, así como el uso de marcadores de ADN.

La herramienta que más ha impactado el mejoramiento animal en el mundo es el control de producción. La medición objetiva de la producción de los animales sirve para hacer evaluaciones de los mismos para la selección, evaluar las razas y cruza, estimar los **parámetros** requeridos para los programas, medir aspectos económicos y optimizar el proceso (Montaldo y Barría, 1998).

Los rasgos cuantitativos son las características comercialmente importantes, tales como fertilidad, crecimiento y eficiencia alimenticia, producción de leche, resistencia a enfermedades, calidad de la canal. Los rasgos cualitativos incluyen la acción de pocos genes, mientras que los rasgos cuantitativos son influenciados por 10 pares de genes o más. Un ejemplo de un rasgo cualitativo es el color del pelo y el tipo de genes que ocupa el tipo de sangre. Por tanto, es más fácil seleccionar un animal por sus rasgos cualitativos que por sus rasgos cuantitativos.

Las dos herramientas primordiales del MGA son la selección (determinar **cuáles** individuos van a dejar descendencia) y los sistemas de apareamiento (determinar **cómo** los individuos seleccionados serán apareados) (Montaldo y Barría, 1998).

El éxito para el mejoramiento genético por medio de la selección está basado en la heredabilidad del rasgo o rasgos que serán seleccionados, así como por la relación genética entre los rasgos. La selección de líneas ha sido la principal estrategia de mejoramiento genético en conejos para carne. Las líneas paternas son seleccionadas por ganancia diaria pos - destete o peso a la edad de faena, ambas relacionadas con el índice de conversión.

Para las líneas maternas prevalece como criterio de selección el tamaño de la camada al nacimiento o al destete y, más recientemente, métodos indirectos como la tasa de ovulación (Antonini y Cordiviola, 2010).

La mejora genética del conejo se basa en nociones básicas relativamente sencillas, cuyo uso racional permite ciertas ganancias o, más concretamente, una mejor adecuación del material animal en el entorno de producción al que está destinado.

20.2 Selección de progenitores

Las aptitudes maternas de la hembra son complejas, por lo general se trabajan sobre dos grandes tipos: prolificidad y capacidad de criar a los gazapos, estos caracteres se verán sometidos a los efectos genéticos aditivos y a los efectos genéticos de interacción, lo que implica que el criador deberá disponer de una hembra resultante de dos cepas seleccionadas sobre sus aptitudes maternas.

Los caracteres elegidos para la selección de un macho se someten de manera reducida a los efectos genéticos de interacción, la etapa denominada de multiplicación en un esquema de selección de hembra no existe, por lo general, los seleccionadores constituyen sus familiares de base a partir de varias cepas y a continuación seleccionan en circuito cerrado para constituir una cepa que les sea propia. Los machos resultantes de esta cepa son directamente comercializados entre los criadores o centros de inseminación artificial (Tudela, 2006).

Las características en la fase de cría tienden a presentar mayores valores de heredabilidad que las relacionadas con la etapa de engorde, pues los índices de heredabilidad encontrados para los caracteres 'peso al sacrificio', 'peso de la canal' y 'rendimiento en canal' son bajos (menores de 0,11), por lo que su inclusión en un programa de selección tendría bajo impacto sobre el progreso genético (Vasquezet. al., 2007).

La evaluación de animales en base de datos de mediciones (fenotipo) y pedigrí para calcular los valores genéticos estimados (VGEs), siguen siendo la base del mejoramiento animal. Se esperan mejoras en los métodos para ponderar económicamente diferentes características para la selección y para maximizar la respuesta a los programas genéticos, controlando costos y consanguinidad con nuevas herramientas de análisis y optimización de problemas complejos y no-lineales como los algoritmos genéticos y la inteligencia artificial (Montaldo y Barría, 1998).

Objetivo

Diseñar, desarrollar y comercializar una aplicación informática en plataforma que almacene información de los parámetros productivos en una población de conejos permitiendo seleccionar a los mejores ejemplares, con el fin de mejorar la rentabilidad en las unidades de producción al agilizar la selección de los mejores ejemplares en líneas maternas y paternas, minimizando el margen de error que se pueda producir si se realiza de forma manual.

20.3 Metodología

En cuanto al trabajo global el plan de acción a seguir se muestra en la Tabla 20, ahí se especifica la actividad a realizar y la meta esperada.

Tabla 20 Plan de Acción de GERS

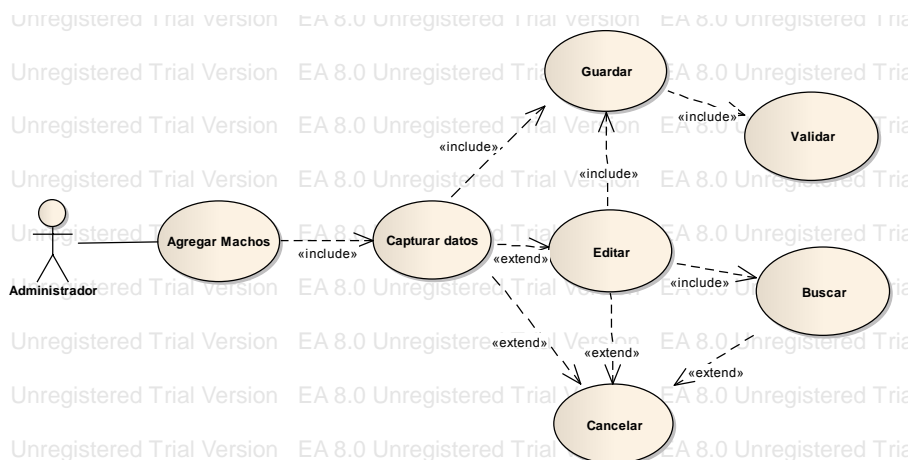
Actividad	Meta
Consultar a especialistas en el tema, realizar investigación documental y de campo	Evaluar la pertinencia del proyecto
Análisis del marco referencial, estado del arte, y requerimientos del sistema	Determinar los requerimientos de la aplicación basados en las necesidades de los productores y en opiniones de expertos en tema.
Planear las actividades a realizar para la creación del producto	Obtener un plan de desarrollo global del software.
Analizar las características de distintas herramientas de desarrollo de software en ambiente web y de administración de base de datos.	Determinar las herramientas a utilizar para el desarrollo de la aplicación
Diseñar el software requerido.	Generar el diseño de la base de datos, del flujo de datos e interfaces del software
Desarrollar un prototipo del software	Retroalimentar en análisis y diseño del sistema a partir de la evaluación de productores y expertos en el tema.
Efectuar Plan de negocios	Determinar la viabilidad financiera y funcional del producto

20.4 Metodología de Desarrollo

La metodología utilizada para llevar a cabo el software es la de prototipos en espiral ya que era necesario contar con una primera versión para poder ser evaluada por productores, investigadores y expertos en la producción de conejos y en la selección de ejemplares para pie de cría.

Las etapas que se realizaron para el desarrollo del prototipo fueron Definición de Alcances, Análisis de requerimientos y obtención de los requerimientos funcionales. Esto se realizó utilizando diagramas UML de Casos de Uso y Narrativas de Casos de Uso.

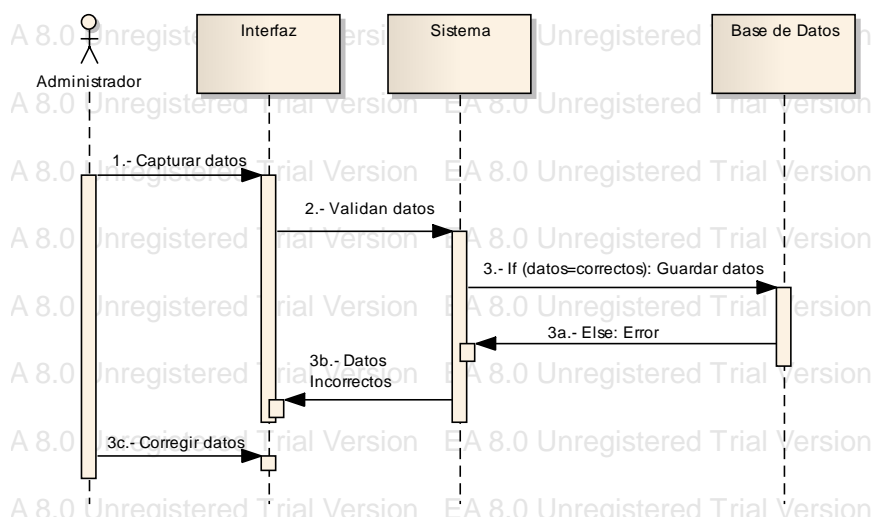
En la Figura 20 se muestra el diagrama de caso de uso para agregar un macho al software y en la Tabla 20.1 se muestra la narrativa de ese caso de uso.

Figura 20 Diagrama de Caso de Uso Agregar Machos**Tabla 20.1** Narrativa del Caso de Uso Agregar Macho

NOMBRE	CS- Agregar Macho
OBJETIVO	Poder registrarlos datos de un ejemplar macho.
PRECONDICIÓN	Tener los datos del ejemplar.
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador captura los datos del ejemplar macho. 2. El administrador valida y guarda los datos del Ejemplar macho <<include>> CS-Guardar. 3. El Administrador puede editar los datos introducidos <<extends>> CS-Editar.
FLUJO ALTERNATIVO	<ol style="list-style-type: none"> 2a.- El administrador corrige lo datos 2b.- El administrador validan y guarda los datos 2c. El administrador cancela la captura de los datos <<extends>> CS-Cancelar.
POSTCONDICIÓN	Realizar consultas.

La siguiente etapa fue el diseño, tanto de la base de datos como del flujo de los mismos. El diseño de la base de datos se realizo en el modelo entidad relación y en el modelo relacional, para el flujo de datos se utilizaron diagramas de secuencia, en la Figura 2 se muestra el diagrama para agregar machos al software.

Figura 20.1 Diagrama Secuencia Agregar Machos



La última etapa fue el desarrollo de la base de datos, de la aplicación y la conexión entre ambas. Fue desarrollada utilizando software libre en su totalidad, ya que para la base de datos se utilizó el manejador MYSQL y para desarrollar la aplicación el lenguaje Java, esto tiene grandes ventajas las cuales se listan a continuación:

- Software de desarrollo libre de licencia
- Base de Datos y Aplicación se pueden desarrollar y funcionar bajo cualquier plataforma (distintos sistemas operativos, arquitecturas)
- La base de datos es centralizada pero con la capacidad de soportar varios clientes a la vez.
- La aplicación puede funcionar de manera local o distribuida sobre una red lan.

El GERS tiene un módulo de gestión, que permite al administrador controlar y administrar evaluadores, evaluaciones, conejos y generar respaldos de la base de datos para evitar pérdida de información. Las pruebas que se han realizado han sido funcionales de manera integral.

20.5 Resultados

Se creó un software diseñado para la evaluación de conejos a partir de sus características y así apoyar la mejora genética en las futuras crías. Se basa en la automatización de las evaluaciones de los conejos a partir de distintas características que el evaluador elige y decide a cuáles les dará mayor prioridad. Mantiene una base de datos a los conejos con las características evaluables y a partir de una selección de características a evaluar el sistema informa cuál es el mejor conejo acorde a la evaluación.

El GERS permite realizar la evaluación y selección no solo por las características, sino también de acuerdo al sexo ya que las características a evaluar pueden ser diferentes, como la fertilidad de las hembras.

Por ejemplo de un número determinado de conejos se puede determinar cuál es el o la mejor en cuanto a piel, o la mejor en cuanto a fertilidad. Se puede dar el resultado considerando solo el mejor o los mejores 10, 5 o los que requiera el evaluador. Esto puede apoyar entre otras cosas a mejorar la calidad de piel de las futuras crías, o mejorar el peso si eso es lo que se requiere. De igual manera el sistema permite tomar en cuenta para la evaluación y selección a más de un criterio, es decir una combinación de características, dejando al evaluador la decisión de a que elemento le da más prioridad.

Cuenta con un modulo que almacena y administra el historial de la alimentación de cada conejo lo cual es importante para evaluar la ganancia de peso del animal y la conversión alimenticia.

Las interfaces de GERS son amigables e intuitivas y permite un fácil manejo del mismo como se muestra en las siguientes figuras, cabe mencionar que solo se muestran algunas de las interfaces desarrolladas. En la Figura 3 se muestra la interfaz que se utiliza para capturar y administrar los datos de los conejos.

Figura 20.2 Interfaz para Administrar Machos

En la Figura 20.2. Se observa la interfaz que se utiliza para realizar la baja de algún ejemplar macho, la baja se puede dar por muerte o por venta regularmente.

Figura 20.3 Interfaz para Baja de Machos

Clave	motivo	fecha Sacrificio	Fecha Baja
2	sacrificio	2012-09-17	2012-09-18
3	gr	2012-09-11	2012-09-16
6	sacrifio	2012-09-17	2012-09-18
7	sacrificio	2012-09-17	2012-09-18
9	Sacrificado	2012-09-17	2012-09-18
11	Vendido		2012-09-17

La Figura muestra la pantalla que se ocupa para registrar y administrar los servicios de una hembra. Un servicio es un intento para que una hembra quede gestante.

Figura 20.4 Interfaz para Administrar Servicios de Hembras

The screenshot shows a web interface titled "SERVICIOS". At the top, there are two buttons: "Nuevo" and "Editar". Below these are four input fields: "Coneja:" (text), "Numero de Servicio:" (text), "Fecha:" (calendar icon), and "Servicio Exitoso:" (dropdown menu with "Si" selected). To the right of these fields are two buttons: "Buscar" and "Actualizar". Below the input fields are two buttons: "Guardar" and "Cancelar". On the right side, there is a small image of a rabbit. At the bottom left, there is a "Filtro:" label, an empty text input field, and a "Limpiar" button. At the bottom right, there is a "Cerrar" button.

Un elemento importante para los productores es la administración del peso de los ejemplares, ya que la ganancia de peso es una característica que se busca sobre todo en los machos. En la Figura 6 se muestra la interfaz con la que se lleva el control de las variaciones de peso en los ejemplares.

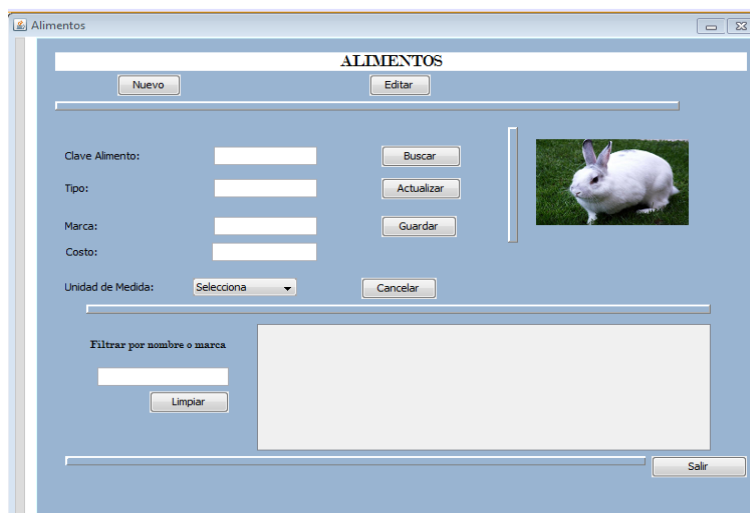
Figura 20.5 Interfaz para Administrar Pesos del Producto

The screenshot shows a web interface titled "CONSULTAR" within a window labeled "Reporte". At the top, there are four buttons: "Nuevo", "Editar", "Buscar", and "Actualizar". Below these are several input fields: "Clave:" (text, value: 2), "Peso Inicial:" (text, value: 250), "Peso Final:" (text, value: 300), "Ofrecido:" (text, value: 200), "Rechado:" (text, value: 50), "Consumo:" (text, value: 150), "Consumo Alimenticio:" (text, value: 150), "Conversion Alimenticia:" (text, value: 15), and "GPD:" (text, value: 10). To the right of these fields is a small image of a rabbit. Below the input fields are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar". At the bottom left, there is a "Filtrar" label, an empty text input field, and a "Limpiar" button. At the bottom right, there is a "Salir" button.

Conejo	Fecha	Tipo	Valor	Num. de Peso
2	2012-09-12	Nacimiento	200	1
2	2012-09-01	Pubertad	250	2
2	2012-09-05	otro	300	3

En la Figura se muestra la interfaz que se utiliza para registrar y administrar los alimentos que consumen los ejemplares y así poder tener control sobre el gasto realizado en ese rubro.

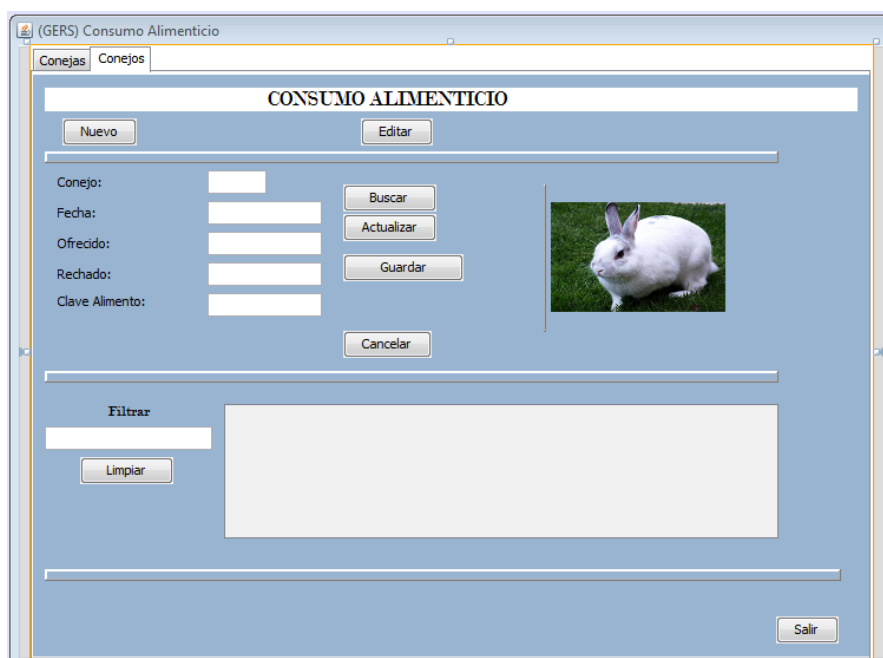
Figura 20.6 Interfaz para Administrar Alimentos que Consumen los Ejemplares



The screenshot shows a web application window titled 'Alimentos'. The main heading is 'ALIMENTOS'. At the top, there are two buttons: 'Nuevo' and 'Editar'. Below this, there are several input fields: 'Clave Alimento:', 'Tipo:', 'Marca:', and 'Costo:'. To the right of these fields are buttons for 'Buscar', 'Actualizar', and 'Guardar'. Below the input fields is a dropdown menu for 'Unidad de Medida:' with the option 'Selecciona' selected, and a 'Cancelar' button. On the right side of the form, there is a small image of a white rabbit. At the bottom left, there is a section for filtering: 'Filtrar por nombre o marca' with an input field and a 'Limpiar' button. At the bottom right, there is a 'Salir' button.

El consumo alimenticio de cada ejemplar debe administrarse para poder obtener la ganancia de peso, la interfaz que se ocupa para ese proceso se observa en la Figura 8

Figura 20.7 Interfaz para Administrar el Consumo de Alimentos de los Ejemplares



The screenshot shows a web application window titled '(GERS) Consumo Alimenticio'. The main heading is 'CONSUMO ALIMENTICIO'. At the top, there are two buttons: 'Nuevo' and 'Editar'. Below this, there are several input fields: 'Conejo:', 'Fecha:', 'Ofrecido:', 'Rechado:', and 'Clave Alimento:'. To the right of these fields are buttons for 'Buscar', 'Actualizar', and 'Guardar'. Below the input fields is a dropdown menu for 'Unidad de Medida:' with the option 'Selecciona' selected, and a 'Cancelar' button. On the right side of the form, there is a small image of a white rabbit. At the bottom left, there is a section for filtering: 'Filtrar' with an input field and a 'Limpiar' button. At the bottom right, there is a 'Salir' button.

La Figura presenta la interfaz utilizada para realizar la selección de conejos

Figura 20.8 Interfaz para Seleccionar Ejemplares

Características del Software

La aplicación fue desarrollada utilizando software libre en su totalidad, ya que para la base de datos se utilizó el manejador MySQL y para desarrollar la aplicación el lenguaje Java, esto tiene grandes ventajas las cuales se listan a continuación:

- Software de desarrollo libre de licencia
- Base de Datos y Aplicación se pueden desarrollar y funcionar bajo cualquier plataforma (distintos sistemas operativos, arquitecturas)
- La base de datos es centralizada pero con la capacidad de soportar varios clientes a la vez.
- La aplicación puede funcionar de manera local o distribuida sobre una red lan.

El GERS tiene un módulo de gestión, que permite al administrador controlar y administrar evaluadores, evaluaciones, conejos y generar respaldos de la base de datos para evitar pérdida de información.

20.6 Conclusiones y Trabajos a Futuro

GERS Permite seleccionar de manera automatizada a los mejores ejemplares al considerar los parámetros productivos de cada ejemplar de acuerdo a los requerimientos de los cunicultores. Es una aplicación con impacto en un número significativo de clientes potenciales ya que puede estar disponible en internet, teniendo la proyección de migrarlo a futuro a una plataforma móvil. Es un proyecto viable y rentable que en caso de implementarlo como una idea de negocio recupera su inversión en el corto plazo; este producto es innovador ya que no existe un software con características similares, intuitivo y con ambiente amigable.

Después de haber aplicado técnicas de presupuesto de capital, elaborado flujos de efectivo y estados financieros proforma, el valor presente neto del proyecto es viable de acuerdo a los criterios de decisión el proyecto vale más de lo que cuesta. Y se determinó a través del punto de equilibrio que se necesitan vender 30 licencias del software para absorber el total de costos y gastos. La proyección de los estados financieros proforma se efectuó a 5 periodos.

Trabajos a futuro

La tecnología con la cual fue desarrollado el GERS permite que se le puedan agregar más módulos y por otro lado también es factible migrarlo a una plataforma móvil, a continuación presentamos los principales trabajos planeados para fortalecer el GERS.

- Migrar la aplicación para que funcione vía internet e incluso bajo plataformas móviles.
- Desarrollar un módulo que administre costos de alimentación y manutención de los conejos.
- Consultar con un experto en genética que aporte elementos para que el GERS pueda incluso predecir las características de futuras crías.

20.7 Referencias

López, José (2010). Domine PHP y MYSQL. 2da Ed, Alfaomega Ra-ma

Pérez Cesar (2010), Mysql para Windows y Linux 2da Ed, Alfaomega Ra-ma

Montaldo V.H.H., N. Barría P. (1998). Mejoramiento genético de animales. Ciencia al día. No. 2. Vol. 1:

Tudela, F. (2006). Mejora Genética del conejo Importancia y Modos de reemplazos en una explotación cunícola. In: IV Ciclo Internacional de Conferencias en Cunicultura Empresarial. 4 de octubre. Chapingo México. P 143-153.

Ortega Castro Alfonso(2002), Introducción a las Finanzas 2da Ed, Mc. Graw Hill

Vázquez R., R. Martínez, C. Manrique y Y. Rodríguez. (2007). Evaluación genética del comportamiento productivo y reproductivo en núcleos de conejos de las razas Nueva Zelanda y Chinchilla. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 8: 69-74.