

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Programación paralela y distribuida
Recibido: 16/11/2015 | Aceptado: 15/07/2016

Herramienta en un entorno web para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería

Tool in a web environment for the diagnosis and prognostic of illnesses in the cattle

Neilys González Benítez ^{1*}, Vivian Estrada Sentí ², Antonio Romillo Tarke ²

¹Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, Cuba. Calle colón 106 entre Antonio Maceo y Ceferino Fernández, Pinar del Río. CP.:20100. {neilysgonzalezbenitez}@gmail.com

²Universidad de las Ciencias Informáticas. C.P.:19370. {vivian, romillo}@uci.cu

*Autor para correspondencia: neilysgonzalezbenitez@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se describe la herramienta en un entorno web para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería, herramienta que posee entre sus objetivos de trabajo el proceso de gestión de la información que se genera en los departamentos de vigilancia epizootiológica para ejecutar diagnóstico y pronóstico del comportamiento de enfermedades en la ganadería. Se basa en un modelo bajo el paradigma de la gestión de la información y la construcción de redes bayesianas. Presenta opciones adicionales tales como la realización de análisis estadísticos, confección de reportes, importación de datos, de bases de datos externas, creación de bases de casos para los diferentes análisis. La base de datos con la que trabaja se creó a través del gestor de bases de datos MySQL, encontrándose esta base de datos normalizada, por lo que puede utilizarse sin restricciones de lenguaje y plataforma. La herramienta se creó en un entorno web cliente-servidor, en su implementación se utilizaron los lenguajes de programación PHP y como servidor web, Apache. La misma constituye un instrumento de trabajo donde se gestiona, almacena y analizan los datos que frecuentemente afectan la ganadería, su gran utilidad radica en el apoyo a la toma de decisiones para que los especialistas de salud animal accedan con tratamientos y controles que ayuden a disminuir las afectaciones que las enfermedades ganaderas ocasionan a la economía del país.

Palabras claves: Diagnóstico y pronóstico, gestión de la información, toma de decisiones.

Abstract

In this paper, it is described the web tool for the diagnosis and prognosis of livestock disease, capable of providing information with a greater degree of certainty to support decision-making. The tool is based on the information generated System Epizootologic information and Surveillance of Animal Health departments. For interaction with external applications the system implements the process through algorithms where all the information generated is managed and then stored in a database previously created which is normalized to use it without language and platform restrictions. The tool was built on a client-server web environment that has the facility to manage information in the database related diseases causing greater involvement in livestock. For the creation of the database was selected manager database MySQL; for the implementation were used PHP programming languages and as web server, Apache. The tool is used in the Department of Epidemiological surveillance and management positions of agricultural institutions in the province of Pinar del Rio, for animal health specialists, in order to reduce damages that livestock diseases causes to the economy.

Key words: *Diagnosis and prognosis, information management, decision making.*

Introducción

Con el avance de la ciencia y la técnica, el auge exponencial de la informatización en la Medicina Veterinaria y las empresas agropecuarias se ha podido llevar a cabo los procesos de diagnóstico y pronóstico de enfermedades ganaderas, con resultados favorables para la toma de decisiones y así disminuir afectaciones económicas que son causadas por aquellas enfermedades ganaderas de mayor impacto en el sector agropecuario.

En ese sentido, se han automatizado en gran medida diferentes procesos para llevar ejecutar diagnóstico y pronóstico del comportamiento de enfermedades ganaderas, teniendo en cuenta la gestión de la información, la cual contribuye a la toma de decisiones en las instituciones agropecuarias.

Entre las principales funciones de la herramienta, se encuentra la de gestionar toda la información que se genera en los departamentos de Información y Vigilancia Epizootiológica, esta información se encuentra relacionados con el control, la supervisión, el diagnóstico y pronóstico.

Para lograr una adecuada eficiencia en las tareas de diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería, se hace necesario buscar mecanismos para llevar a cabo tales procesos y que los especialistas de salud animal comprendan los resultados cuando los mismos se han consolidado con respecto a la información que se procesa para que la misma sea transmitida de forma adecuada y entendible.

Actualmente existen herramientas que viabilizan el proceso de diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería, dentro de las más importantes se encuentran las desarrolladas bajo el paradigma de las redes bayesianas (RB), las cuales se han utilizado con éxito para el análisis de datos complejos de enfermedades en los animales, un ejemplo de esto es el que explica con la creación de una RB para el diagnóstico de la diarrea bovina, trabajo desarrollado por Lewis y *otros.* (2011), RB para el diagnóstico de enfermedades tropicales bovinas, desarrollado por

McKendrik y *otros*. (2000). RB para la especie porcina, donde se destacan dos trabajos relevantes, el primero desarrollado por (Otto y Kristensen 2004) se evalúan los riesgos de infección por micoplasma en cerdos y el segundo trabajo para el análisis de la fiebre porcina en piaras desarrollado por (Geenen y Van der Gaad, 2005).

Estas redes bayesianas para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería solo cubren parte del ciclo de vida de las RB, se han desarrollado para un único fin, su principal limitación se encuentra en que no pueden ser utilizadas para otros fines que para las que fueron diseñadas.

Basado en lo antes planteado se ha desarrollado un herramienta en un entorno Web, la cual contribuye a minimizar las dificultades en cuanto a la gestión, procesamiento, almacenamiento y análisis de la información, esta herramienta se desarrolló teniendo en cuenta la interacción con los datos almacenados en bases de datos relacionados con una enfermedad específica en la ganadería y con la facilidad de poderla extender hacia otros dominios, además soporta que los médicos veterinarios accedan a ella e introduzcan datos para su posterior análisis de diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería.

La herramienta desarrollada en un entorno Web que facilita el proceso de diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería presenta opciones adicionales tales como la realización de análisis estadísticos, confección de reportes, importación de datos, de bases de datos externas, creación de bases de casos para los diferentes análisis. Ofrece un servicio mediante el cual los expertos (especialistas de salud animal) pueden interactuar con los datos y construir diagnóstico y pronóstico de enfermedades desde la observación de los síntomas de una enfermedad observada en el rebaño, así como acceder a otros diagnósticos y pronósticos de diferentes enfermedades en la ganadería previamente creados.

Materiales y métodos

La herramienta desarrollada es capaz de realizar diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería, cumple con los estándares mundiales de este tipo de aplicaciones, su utilización no se restringe, debido a las licencias de software las que se encuentran preparadas para ejecutarse sobre un entorno web.

Metodología y lenguaje de modelado

Después de realizarse un estudio de la metodología más usada para el desarrollo de aplicaciones Web (Mateu, 2004) se decide utilizar WampServer, el cual es un completo paquete al estilo ‘apachefriends’ que permite instalar y

configurar fácilmente en su sistema lo último del servidor Web Apache, el lenguaje de programación PHP y el servidor de base de datos MySQL.

Para el lenguaje de modelado se utilizó el lenguaje de programación PHP, el cual es un lenguaje multiplataforma, completamente orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una Base de Datos, el código fuente escrito en PHP es invisible al navegador y al cliente ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable, además el lenguaje PHP posee capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL y tiene capacidad de expandir su potencial utilizando la enorme cantidad de módulos, permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos, no requiere definición de tipos de variables aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución.

Lenguaje y herramienta de programación

La herramienta al estar desarrollada en un entorno web, necesita la utilización de tecnologías del lado del cliente y del lado del servidor. El lado del cliente se escribió utilizando lenguaje HTML5, CCS3 y JavaScript donde se utilizó como marco de trabajo Ext.js 4.3 por ser una biblioteca de JavaScript para el desarrollo de aplicaciones Web interactivas (Villalobos, Sánchez y Gutiérrez, 2010). El lado del servidor se desarrolló mediante código PHP, para lo cual se utilizó CodeIgniter como marco de trabajo, (Velo, 2011).

Base de Datos

Como gestor de base de datos se utilizó MySQL, por su libertad de licencia y su adaptación con el lenguaje PHP, además en las aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones.

Arquitectura de la aplicación

Basado en la arquitectura de la aplicación propuesta por (Bomate, Roman, Rodríguez, Delgado y Cortés, 2014) en la presente investigación se asume esta arquitectura para el desarrollo de la herramienta que contribuya al diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería, por basarse en una arquitectura Cliente – Servidor. La herramienta utiliza como estilo arquitectónico una variable de patrón Modelo – Vista – Controlador (MVC), capaz de separar los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. El estilo de llamada y retorno MVC, se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de

datos dinámicos a la página. El modelo es el Sistema de Gestión de Base de Datos y la Lógica de negocio, y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.

En la figura 1 se aprecia la relación Modelo – Vista – Controlador (MVC), donde el Modelo es el objeto que representa los datos, maneja los datos y controla todas sus transformaciones. El modelo no tiene conocimiento específico de los Controladores o de las Vistas, ni siquiera contiene referencias a ellos. Es el propio sistema el que tiene encomendada la responsabilidad de mantener enlaces entre el Modelo y sus Vistas, y notificar a las Vistas cuando cambia el Modelo. La Vista es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el Modelo. Genera una representación visual del Modelo y muestra los datos al usuario. Interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo. El Controlador es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el Modelo. Cuando se realiza algún cambio, entra en acción, bien sea por cambios en la información del Modelo o por alteraciones de la Vista. Interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo.

La herramienta basa su funcionamiento en las aplicaciones descritas por el patrón MVC, pero se le adiciona una capa del lado del cliente llamada Caché, que según refiere (Teruel, 2011) esta capa se utiliza para la persistencia de los datos del lado del cliente, lo cual garantiza que todas las interacciones de la aplicación se realizan sin tener que interactuar con el servidor, por lo que se mejora el tiempo de respuesta de la herramienta.

Toda la lógica de la aplicación se realiza del lado del cliente y solo en el servidor se almacena la configuración de un estado de la aplicación, en la base de datos, (Bahit, 2011) refiere que con estas pluralidades de arquitectura se reproducen características que siempre han sido parte de los procesos en las aplicaciones de escritorio sobre la web.

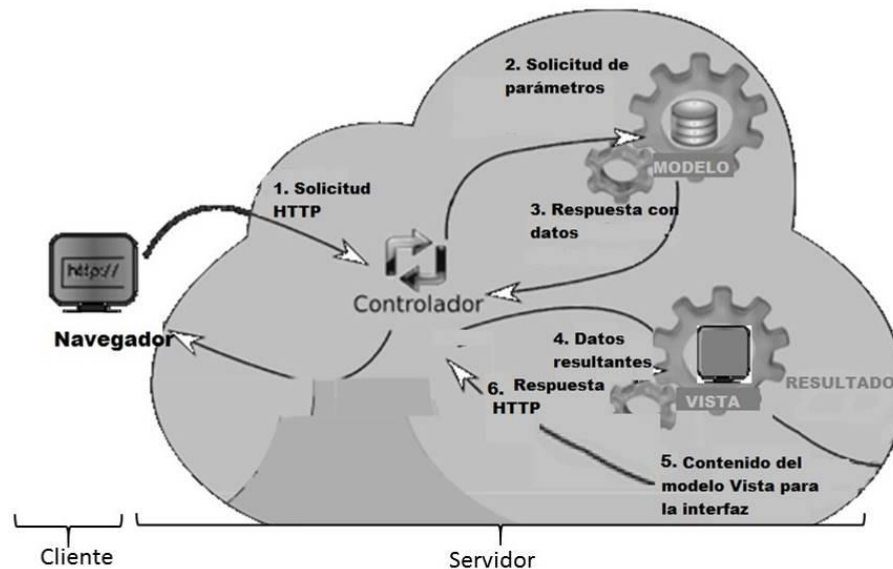


Figura 1. Arquitectura MVC y funcionamiento de la herramienta informática en la red.

Funcionamiento general de la aplicación

La herramienta desarrollada para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería consta de 2 versiones, una de ellas está confeccionada usando el modelo para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería. El sistema tiene la ventaja de interactuar con una base de datos que contiene información sobre el seguimiento de las enfermedades ganaderas que mayor afectación económica ocasionan, en ella se muestran: nombre de la enfermedad, cantidad de animales susceptibles, enfermos, muertos y sacrificados. La información proviene de los Sistemas de Información y Vigilancia Epizootiológica y Sistema Estadístico Veterinario, donde sus datos se encuentran en ficheros, documentos Excel, a través de la herramienta informática para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería se gestiona toda la información y se almacena en la base de datos establecida para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades desde los datos almacenados.

La herramienta desarrollada posee una interfaz amigable y configurable. El marco de trabajo para construir la interfaz de la herramienta se seleccionó a partir de la interacción de los componentes de gestión de la información y selección inteligente de información.

La herramienta permite crear diagnóstico y pronóstico de cualquiera de las enfermedades guardadas en la base de datos. Está diseñada bajo los principios de interoperabilidad permitiendo que la información que viaje desde el punto donde se proporciona hasta el punto donde se consume se estandarice, sin importar las diferencias de la tecnología en

que están desarrolladas las aplicaciones consumidoras. Se ha comenzado a utilizar como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el cuidado y conservación de la masa ganadera. Entre los principales beneficios que se obtienen en la versión de esta herramienta es la posibilidad de incluir las funcionalidades relacionadas con la gestión de la información en los procesos de aplicaciones informáticas.

Fases del sistema

Diseño: a partir de las entidades involucradas en la base de datos es posible construir la red bayesiana seleccionada en aquellos campos a los cuales se les desea aplicar un criterio determinado y está dividido de la siguiente manera:

Criterio de selección: cuenta con un listado de los campos seleccionados, así como un conjunto de funciones matemáticas y condicionales que deseen aplicar a los mismos.

Criterio de agrupamiento: dado el criterio de selección, es posible definir la forma en que será agrupada la información resultante.

Criterio de ordenamiento: se especifica el orden de la selección que será mostrada, la misma puede ser ascendente o descendente.

Generación: proceso en el cual se ejecuta la red bayesiana diseñada y se generan los diagnósticos y pronósticos de una enfermedad que sea necesaria analizar por la afectación que está provocando en un momento determinado.

Resultado de la consulta en lenguaje MySQL: al generar la red bayesiana se muestra en una vista la consulta realizada en lenguaje MySQL.

Resultado en la consulta en lenguaje natural: al generar la red bayesiana se muestra en una vista la consulta realizada en lenguaje natural, que puede comprenderse por cualquier persona sin conocimiento de programación.

Configuración: posee un conjunto de componentes en los cuales será mostrada la información con la facilidad de personalizar todos los componentes para acceder a ello de forma rápida y fácil. Cada uno de estos elementos se añade al área de configuración y a través de sus propiedades se configuran. En una misma red bayesiana se pueden crear tantos modelos de visualización como sean necesarios.

Opciones adicionales: luego de contar con toda la información de la red bayesiana, es posible exportar la red bayesiana en imágenes y formatos como HTML, PDF, Excel. Además, ofrece un servicio mediante el cual las aplicaciones externas pueden utilizar la red bayesiana creadas por el sistema para realizar otros análisis en otras áreas del conocimiento.

Guardar redes bayesianas: se brinda la posibilidad de guardar la red bayesiana, o los nuevos cambios que se realicen sobre la misma.

Eliminar red bayesiana: el usuario encargado de configurar la red bayesiana podrá eliminar la red bayesiana.

Editar red bayesiana: en caso de que se necesite efectuar algún cambio sobre un análisis, el usuario responsable de esta tarea podrá seleccionarlo y actualizar la información en la misma.

Compartir red bayesiana: el usuario según los permisos administrativos que posea puede especificar si su red bayesiana será compartida o no. La red bayesiana compartida será visualizada para un conjunto de usuario definidos por el administrador del sistema, mientras que la red bayesiana propia, solo será visualizada por el usuario que posea un permiso determinado.

Imprimir información: el sistema permite imprimir el comportamiento de las enfermedades ganaderas en cuanto a cantidad de animales enfermos, muertos y sacrificados, así como el diagnóstico y pronóstico de una determinada enfermedad, analizada a través de las redes bayesianas creadas para ese fin.

La herramienta basa sus políticas de seguridad en niveles de permisos basados en roles. Un usuario en que trabaje con esta herramienta puede ser:

- Administrador de la herramienta: es el encargado de gestionar toda la información, realizando las opciones de inserción, actualización y eliminación de datos, también puede modificar diseños de redes bayesianas y configuraciones de forma general en la herramienta, tales como la administración de todas las cuentas de aquellos usuarios que interactúen con la herramienta, para lo cual otorga y elimina permisos a los mismos, cuyos permisos no necesariamente tienen que ser iguales para todos los usuarios. Además, realiza tareas de exportación e importación de datos para realizar diagnóstico y pronóstico de una enfermedad ganadera dada y a su vez exportarla en diferentes formatos para su análisis por parte de los especialistas de salud animal. Definirá si el uso de estos análisis será compartido o no.
- Usuario simple: cualquier usuario que interactúe con los diagnósticos y pronósticos de enfermedades en la ganadería construidos en la aplicación sin permisos administrativos. Estos tipos de usuarios son los que realizan análisis sobre la información mostrada a través de la red bayesiana para el diagnóstico y pronóstico.

La herramienta para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería se implementa con filtros para prevenir ataques informáticos, además posee entre sus funciones el limpiado y verificación del tipo de variables que se utilicen en la herramienta.

- **Principales funcionalidades**

Las funcionalidades de la herramienta para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería se dividen de acuerdo con los permisos que posean los usuarios que interactúen con el sistema. A continuación, se describen las principales funcionalidades por usuarios.

Funcionalidades del administrador de cuentas.

1. Gestión de cuentas de los usuarios que interactúan con la herramienta para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería.
2. Asignación de usuarios a la herramienta para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería.
3. Manejo de permisos.

Funcionalidades del administrador de los diagnósticos y pronósticos de enfermedades ganaderas.

1. Gestión de los diagnósticos y pronósticos.
2. Diseño, generación y configuración de los diagnósticos y pronósticos.
3. Exportación de diagnósticos y pronósticos de enfermedades ganaderas a los formatos HTML, PDF, Excel y a otros como PNG o JPG.

Funcionalidades de los usuarios simples

1. Visualización de consultas dinámicas sobre los datos representados en la red bayesiana relacionada con una enfermedad ganadera dada, siempre y cuando tenga los permisos para realizar esta función.
2. Búsqueda de información partir de diferentes criterios de los especialistas de salud animal, relacionados con el diagnóstico y pronóstico de una enfermedad ganadera dada.
3. Vinculación de los diagnósticos y pronósticos de enfermedades ganaderas y sus características creados por la herramienta con aplicaciones externas, a través de exportaciones con el fin de comparar los resultados en cuanto al grado de certeza relacionado con la cantidad de focos, animales susceptibles a la enfermedad, enfermos, muertos y sacrificados.

Resultados y discusión

La herramienta se utiliza en las instituciones agropecuarias de la provincia de Pinar del Río, como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones y de análisis del comportamiento de enfermedades ganaderas con el fin de disminuir las afectaciones que provocan estas enfermedades en el sector agropecuario en Cuba, minimiza el tiempo de gestión con

los datos para realizar análisis que deriven del conocimiento del comportamiento de una enfermedad dada en la ganadería para proteger la salud animal en la ganadería. Los resultados que se han obtenido son positivos, valorada esta herramienta con análisis de factibilidad del 93 %.

Validación de la herramienta

Para la validación de la herramienta se aplicaron encuestas a los clientes que trabajan con ella, particularmente se les aplicó a los especialistas de salud animal, productores de campo, especialistas de las clínicas veterinarias, técnicos de laboratorios de la red de diagnóstico veterinaria que requieren de análisis efectivo de la información favorable para estudio sobre el comportamiento de las enfermedades ganaderas que mayor afectación ocasionan en la ganadería cubana para ejecutar diagnóstico y pronósticos de una determinada enfermedad. Para la validación de la efectividad de la herramienta se aplicaron 5 preguntas relacionadas con la caracterización y utilidad de la herramienta, luego de aplicar las encuestas y recogida la Base de Datos (BD) que contiene los datos relativos a cantidad de focos de las enfermedades ganaderas, así como el seguimiento de las mismas, en particular cantidad de animales susceptibles, enfermos, muertos y sacrificados y los síntomas clínicos correspondientes a cada enfermedad, para verificar la validez de la herramienta se utiliza el paquete estadístico SPSS, (Castañeda, Cabrera, Navarro y DE Vries, 2010). El análisis estadístico se sustentó en 5 preguntas, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

La pregunta 1 fue para evaluar la utilidad de la herramienta para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería, las respuestas posibles eran: Muy bueno, bueno, aceptable, regular o malo, donde las respuestas obtenidas de los encuestados oscilaban entre los valores muy bueno y bueno con un porcentaje del 85,5 % para el primer caso y un 14,5 % para el segundo.

La pregunta 2 fue para evaluar el proceso de obtención de RB desde los datos para ejecutar diagnósticos y pronósticos de enfermedades, en cuanto a la forma de diseño para interactuar con los datos del Sistema de Información y Vigilancia Epizootiológica y el Sistema Estadístico Veterinario, las respuestas posibles eran muy bueno, bueno, regular o malo, obteniéndose respuestas de muy bueno y bueno, con un porcentaje del 90,2 % para el primer caso y de 7,8 % para el segundo caso.

La pregunta 3 fue en cuanto a la novedad del sistema, las respuestas posibles eran, novedoso, necesita mejoras, es igual o es más malo, el resultado que se obtiene es del 92,3 % de las respuestas que es novedoso.

La pregunta 4 fue relacionada con las ventajas que presenta la herramienta para la toma de decisiones ante epizootias severas en la ganadería que provocan elevadas afectaciones económicas, donde la respuesta de mayor peso fue que la herramienta es ventajosa ya que contribuye al diagnóstico y pronóstico de enfermedades para la ayuda a la toma de

decisiones de los especialistas de salud animal, en ese sentido el porcentaje de aceptación de la herramienta fue del 93 %.

La pregunta 5 fue relacionada para otorgarle una evaluación a la herramienta, con valores dese 1 hasta 5, siendo 5 la máxima calificación. Se obtuvo como resultado que el 4, 5 % de los encuestados le otorgaron 4 puntos y el 95, 5 % de 5 puntos. La media fue de 4,95, lo que indica que la tendencia de evaluación de la herramienta por parte de los clientes es de una máxima puntuación.

Conclusiones

La herramienta para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería es una plataforma que puede ser usada sin pagos de licencia, se ejecuta bajo un entorno web, lo que facilita la interacción de los usuarios con la misma y es multi-plataforma, ampliando su utilización para todos los sistemas operativos.

La utilización de RUP como metodología para guiar el proceso de construcción de la herramienta informática garantiza un desarrollo organizado y una completa documentación del producto terminado, la herramienta es fácil de mantener en cuanto a cambios que se puedan incorporar en ella, esto no requiera un alto grado de complejidad.

El uso de PHP como lenguaje del lado del servidor, MySQL como gestor de base de datos y marcos de trabajo del lado del cliente y del servidor como CodeIgniter, unido a un serio trabajo en la implementación de los requisitos funcionales, hacen de la herramienta una solución robusta.

La seguridad basada en roles garantiza que cada usuario pueda tener acceso solo a las funcionalidades para el cual su rol tiene permiso. La prevención de ataques por inyecciones SQL y JavaScript asegura que no se violen las políticas de usuarios y la integridad de los mismos permanezca intacta.

Las características tecnológicas de la herramienta, unidas al conjunto de funcionalidades que esta ofrece, hacen de ella una excelente solución para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades en la ganadería para construir reportes dinámicos que cumplan con las necesidades del mercado mundial en este tipo de aplicaciones.

Referencias

BAHIT, E. El paradigma de la Programación Orientada a Objeto en PHP con el patrón arquitectónico MVC. [En línea]. Bubok Publishing S.L., 2011. [Consultado el 25 de octubre de 2013]. Disponible en <http://www.bubok.es/libros/205199/POO-y-MVC-en-PHP>

BOMATE, RAFAEL. F., ROMÁN, Y., RODRIGUEZ, C., DELGADO, CARLOS. M., & CORTES, M. GeReport: Sistema de Gestión de Reportes Dinámicos, 2014. [En línea]. Revista Cubana de Ciencias Informática, Vol. 8 No. 4 octubre – diciembre, 2014 p. 83-90. Disponible en <http://rcci.uci.cu>

CASTAÑEDA, MARIA, B., CABRERA, ALBERTO F., NAVARRO, Y. & DE VRIES, W. Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS. Un libro práctico para investigadores y administradores educativos. EDIPUCRS, 2010.

CONALLEN. Modeling Web Application Architectures with UML, 1999. Disponible en: http://www.rational.com/media/uml/resources/documentation/27662_webapps.pdf

GEENEN, P. L. & VAN DER GAAG L. C. Developing a Bayesian network for clinical diagnosis in veterinary medicine: from the individual to the herd. In Proceeding of the Third Bayesian Modelling Applications Workshop: Edinburgh, 2005.

GÓMEZ, FERMÍN, LOLY, V., MORENO, POGGIO, TOMÁS, R. Propuesta de modelo en cinco capas para aplicaciones web. Saber vol.26 no.2 Cumaná jun. 2014, versión impresa ISSN 1315-0162, 2014.

LEWIS, F. I., BRÜLISAUER F. & GUNN G.J., Structure discovery I Bayesian networks: An analytical tool analyzing complex animal health data, Preventive veterinary medicine, 100(2): 109 -115, 2011.

MCKENDRICK, I. J., GETTINBY G., GU Y., REID S. W. J., & REVIE C. W. Using a Bayesian belief network to aid differential diagnosis of tropical bovine diseases. Preventive Veterinary Medicine, 47(3):141-156, 2000.

MATEU, C. Desarrollo de aplicaciones Web. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya, Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona. Primera edición: marzo 2004.

OTTO, L. & KRISTENSEN, C. S. A biological network describing infection with Mycoplasma, Hyponeumoniae in swine herds. Oreventive veterinary medicine, 66(1):141-161, 2004.

TERUEL. A. Introducción a la arquitectura de capas. [En línea]. Introducción a la arquitectura de capas, 2011. [Consultado el: 23 de marzo de 2012] Disponible en <http://www ldc.usb.ve/~teruel/ci3715/clases/argCapas.html>.

TESTILLANO, R. e-Planning. Estudio de frameworks para la creación de interfaces gráficas, Versión del documento: (1.0): 5, 2007.

VELO, F. CodeIgniter 2.1.0. Guía de usuario en español. [En línea]. Diseño y programación Web, 2011. [Consultado el 7 de Octubre de 2011]. Disponible en <http://www.etnassoft.com>

VILLARROEL ACEVEDO, R. & RIOSECO REINOSO, C. Una comparación de metodologías para el modelado de aplicaciones web, 2011. [En línea]. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. [Consultado el: 5 de febrero de 2012] Disponible en: <http://rcci.uci.cu>

VILLALOBOS, SÁNCHEZ, & GUTIÉRREZ. Diseño de framework web para el desarrollo dinámico de aplicaciones, 2010. Scientia et Technica 1.44 (2010): 178-183.