

## ARTÍCULO ORIGINAL

**El diagnóstico de la Fasciolosis bovina basado en redes bayesianas*****The diagnosis of the Fasciolosis bovine based on cast a net bayesians*****Neilys González Benítez<sup>1</sup>, Vivian Estrada Sentí<sup>2</sup>, Antonio Romillo Tarke<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica. Especialista del Centro Meteorológico provincial en Pinar del Río. Colón 106 entre Maceo y Virtudes, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 778446. Correo electrónico: [neilys.gonzalez@pri.insmet.cu](mailto:neilys.gonzalez@pri.insmet.cu)

<sup>2</sup>Doctor(a) en Ciencias Técnicas, profesora Titular de la Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba. Correo electrónico: [vivian@uci.cu](mailto:vivian@uci.cu) ; [tonyromillo@gmail.com](mailto:tonyromillo@gmail.com)

---

**RESUMEN**

El diagnóstico de una enfermedad es un proceso cognitivo complejo que implica capacitación, experiencia, reconocimiento de patrones y cálculo de probabilidad condicional, entre otros componentes menos comprendidos. En las últimas décadas se han realizado esfuerzos por aplicar el análisis predictivo en los sistemas de salud, así como lanzar sistemas de aprendizaje automático para facilitar el diagnóstico. En la actualidad la medicina utiliza innumerables adelantos que involucran el uso intensivo de alta tecnología como el diagnóstico por imágenes, la robótica, entre otros, especialmente la aplicación de métodos que aprovechan los datos disponibles y la experiencia clínica. Entre los métodos que utilizan son las redes

bayesianas, en particular haciendo uso de la inferencia probabilista, la cual es especialmente adecuada para el modelado de conocimiento incierto, capaz de describir de manera concisa un problema, modelándolo a través de un conjunto de variables relacionadas entre sí. El empleo de las redes bayesianas en estos casos es útil, y máxime para la enfermedad que se estudia, la Fasciolosis bovina, la cual cursa con síntomas, signos y factores de riesgo similares con otras enfermedades ganaderas, además, a través del cuadro clínico que presentan los bovinos cuando presentan las primeras evidencias de la enfermedad no es posible decidir en presencia de qué enfermedad se encuentran los animales; en ese sentido es el objetivo de la investigación. El diagnóstico de enfermedades a priori resultó favorable con este método para apoyar la toma de decisiones de los especialistas de salud animal, con el fin de cuidar la salud animal y conservar la masa ganadera.

**Palabras clave:** Diagnóstico de enfermedades, Redes Bayesianas, Inferencia probabilista, Fasciolosis bovina.

---

## **ABSTRACT**

The diagnosis of a disease is a complex cognitive process involving training, experience, pattern recognition and conditional probability calculus, among other components less understood. In the last decades, efforts have been made to apply predictive analysis in health systems, as well as to launch automatic learning systems to facilitate diagnosis. At present the medicine uses countless advances that involve the intensive use of high technology such as diagnostic imaging, robotics, among others, especially the application of methods that take advantage of available data and clinical experience. Among the methods used are Bayesian networks, in particular making use of probabilistic inference, which is especially suitable for the modeling of uncertain knowledge, able to describe in a concise way a problem, modeling it through a set of related variables between yes. The use of the Bayesian networks in these cases is useful, and especially for the disease being studied, bovine Fasciolosis, which courses with symptoms, signs and similar risk factors with other livestock diseases, in addition, through the clinical picture that They present the bovine when they present the first evidences of the disease it is not possible to decide in the presence of what illness the animals are; In that sense it is the objective of the investigation. The diagnosis of a priori diseases was favorable with this method to support the decision-making of animal health specialists, in order to care for animal health and to conserve livestock.

**Key words:** Diagnosis of illnesses, Bayesians nets, probabilistic inference, Fasciolosis bovine.

## INTRODUCCIÓN

La medicina enfrenta el reto de adquirir, analizar y aplicar una gran cantidad de conocimiento necesario para resolver problemas clínicos complejos. Se han desarrollado programas que ayudan al clínico a formular un diagnóstico, tomar decisiones terapéuticas y predecir el pronóstico o resultado final, y que asisten el aprendizaje médico a partir de la década de 1980 (Patel, 2008). Algunos de los abordajes más utilizados que han demostrado mayor efectividad, incluyen: redes neuronales artificiales, métodos de razonamiento basado en casos (Chuang, 2011), así como los clasificadores bayesianos (Tenorio et al., 2011).

El desarrollo tecnológico actual ha permitido alcanzar grandes niveles en el almacenamiento de la información y así incrementar las posibilidades para desarrollar sistemas que permitan clasificar adecuadamente un diagnóstico, facilitar el diagnóstico diferencial y formular el pronóstico y riesgo, basado en el procesamiento de la información.

Para el cuidado y conservación de la salud animal, Cuba cuenta con herramientas para el procesamiento de la información respecto a las enfermedades más recurrentes en la ganadería, obteniéndose finalmente una estadística del comportamiento de dichas enfermedades. Esta estadística está sustentada en el procesamiento de numerosos datos los cuales poseen problemas de almacenamiento, de calidad del dato, de gestión y análisis, por lo que se requiere de herramientas que contribuyan a mejorar estos procesos, para contribuir a un análisis más eficiente de la información y así poder extraer conocimiento útil desde ellos para apoyar la toma de decisiones.

Una de las enfermedades ganaderas que mayor afectación ocasiona es la Fasciolosis, esta es una enfermedad parasitaria que afecta a gran cantidad de animales, es una zoonosis causada por el trematodo *Fasciola hepática*, la infección se adquiere debido a la ingesta de diversos vegetales acuáticos crudos, algunos terrestres, o agua contaminados con metacercarias, (Zumaquero, Sarracent, Rojas, Martínez et al., 2013). En Cuba esta enfermedad presenta una elevada incidencia, donde alcanza nacionalmente casi el 30% de los bovinos sacrificados, destacándose la provincia de Pinar del Río, en las que la incidencia sobrepasa el 40 %.

Es de destacar que el proceso de diagnóstico de una enfermedad no se basa solamente en un síntoma, o en la conclusión que arroja una prueba diagnóstica, como lo es en los «Diagnósticos mediante pruebas clínicas» y «Diagnóstico médico», sino que es el resultado de observar toda la evidencia, es decir todos los síntomas de la enfermedad y las relaciones que estos tienen con otras enfermedades, además de considerar los antecedentes de dichas enfermedades en los animales enfermos.

En la provincia de Pinar del Río, el ganado bovino presenta una elevada afectación producto a diferentes enfermedades parasitarias como la Fasciolosis bovina, el Parasitismo Intestinal, entre otras, lo que provoca baja productividad en cuanto a la producción de leche y carne, además existen reducidos recursos para mejorar la producción y conservar la salud animal en la especie bovina, con un diagnóstico a priori, de enfermedades en la ganadería bovina,

es posible disminuir las pérdidas antes mencionadas, apoyar la toma de decisiones y contribuir a cuidar la salud animal y conservar la masa ganadera.

Dado que la Fasciolosis bovina presenta síntomas, signos y factores de riesgo comunes entre diferentes enfermedades que afectan la ganadería bovina y con mayor similitud, al Parasitismo Intestinal, es factible realizar estudios profundos desde los datos previamente analizados y pre-procesados, con el fin de buscar la enfermedad más probable que presentan los bovinos. Para este estudio resulta favorable el uso de las redes bayesianas, las cuales son especialmente adecuadas para el modelado de conocimiento incierto, son capaces de describir de manera concisa un problema, modelándolo a través de un conjunto de variables relacionadas entre sí, su formalismo facilita una representación eficiente y un razonamiento riguroso ante situaciones en las que se dispone de conocimiento incierto, según refieren, (Koski, Noble, 2009).

Por todo lo antes planteado se propone como principal objetivo ejecutar diagnóstico a priori de la enfermedad más probable que padecen los animales enfermos ante evidencias no confirmatorias de una determinada enfermedad (*Fasciolosis bovina*) que contribuya con la aplicación de tratamiento preventivo; dígase desparasitación, así como con la disminución del sobrepastoreo que en ocasiones está presente en los bovinos, todo lo cual ayuda a la protección de la masa ganadera expuesta a condiciones que favorecen el desarrollo de la parasitosis, con el fin de disminuir las afectaciones que se presentan en la masa ganadera bovina.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para ejecutar el proceso de diagnóstico de la Fasciolosis bovinas y otras enfermedades ganaderas que requieran de este tipo de análisis, es necesario determinar la presencia o ausencia de los síntomas que se presentan los animales enfermos. Para ello se cogen los síntomas reportados al Sistema de Información y Vigilancia Epizootiológica (SIVE), así como los resultados de las pruebas de laboratorio, en caso que se hayan realizado, y se tienen en cuenta además los factores de riesgo que inciden directamente para el desarrollo de una determinada enfermedad ganadera, cuyos factores de riesgo son los relacionados con las condiciones climáticas, en particular estos datos se encuentran almacenados en bases de datos pertenecientes al departamento de Sanidad Animal en la provincia de Pinar del Río, en el período comprendido de 2007- 2016.

Entre los métodos utilizados para el diagnóstico de la Fasciolosis bovina se destacan los métodos teóricos, en particular se emplea el método histórico - lógico y el dialéctico para el estudio crítico de los trabajos anteriores y utilizar estos estudios como puntos de referencia y comparación de los resultados alcanzados; por otra parte se utiliza el método de modelación que contribuye al desarrollo del diagnóstico de enfermedades en la ganadería bovina, específicamente para la Fasciolosis bovina y su implementación; por otro lado se utiliza el

método analítico-sintético con el fin de descomponer el problema en elementos por separado y profundizar en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la solución propuesta; también se utiliza la inducción-deducción con el fin de reflejar los elementos comunes entre los fenómenos estudiados, establecer generalizaciones y analizar cada uno de los detalles hasta establecer las relaciones existentes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales variables aleatorias más comunes o frecuentes entre el Parasitismo Intestinal y la Fasciolosis bovina, representaron los principales antecedentes a tener en cuenta para el análisis con redes bayesianas: «Antecedentes de desnutrición» (D), «Parasitismo Intestinal» (P), «Fasciolosis bovina» (F), «Ícteros» (I) y «Prueba de laboratorio» (L), con sus respectivos conjuntos de valores mutuamente exclusivos y exhaustivos, representados en la *tabla 1*, valores que se encuentran almacenados en bases de datos, y que conforma la base de casos que se utiliza actualmente para realizar el diagnóstico de enfermedades en la ganadería.

**Tabla 1.** Síntomas, signos y factores de riesgo relacionados con la Fasciolosis bovina.

Variable	Valor	La variable toma el valor
D	d1 d2	Hay antecedentes de desnutrición No hay antecedentes de desnutrición
P	p1 p2	Parasitismo Intestinal presente Parasitismo Intestinal ausente
F	f1 f2	Fasciolosis bovina presente Fasciolosis bovina ausente
I	i1 i2	Ícteros presente Ícteros ausente
L	l1 l2	Prueba de laboratorio positiva Prueba de laboratorio negativa

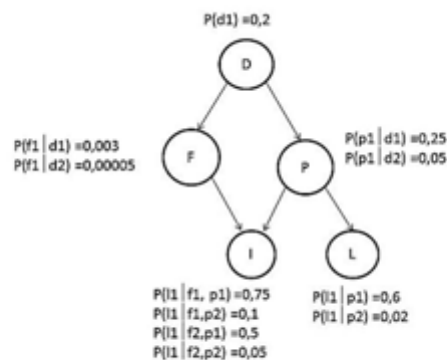
Luego se identificaron las influencias directas entre las variables del problema a resolver, como;  $D \rightarrow P$  debido a que los antecedentes de desnutrición tienen influencia directa con la presencia o ausencia de Parasitismo Intestinal; del mismo modo,  $F \rightarrow L$  debido a que la presencia o ausencia de Fasciolosis bovina tiene una influencia directa con el resultado de una prueba de laboratorio. No existe un enlace entre  $D$  y  $L$ , ya que para determinar que los bovinos tienen desnutrición no es necesario realizar pruebas de laboratorio, y si para determinar la sospecha de Fasciolosis bovina la cual tiene influencia directa con las pruebas de laboratorio. Al obtener todas las influencias del problema, se pudo realizar la representación cualitativa de la red bayesiana, después se adquirió la parte cuantitativa; al calcular las probabilidades que tuvieron los valores de las variables aleatorias, es decir, se determinó las probabilidades a priori, las cuales se calcularon sobre la base de los principios básicos de la teoría general

de las probabilidades, en este sentido la probabilidad a priori que se calculó fue; ( $P(D)$ ) y luego se calcularon las probabilidades condicionales, conocidas como las verosimilitudes, también sobre la base de la teoría general de las probabilidades, específicamente basado en las probabilidades condicionales e independencia dados dos eventos; en particular se calcularon para la presente investigación, las probabilidades condicionadas de; ( $P(P|D)$ ,  $P(F|D)$ ,  $P(I|P, F)$  y  $P(L|P)$ ), las que se obtuvieron, mediante análisis y estudio de datos estadísticos relacionados con las enfermedades en la ganadería bovina y la experiencia de los expertos. Las probabilidades que se obtuvieron teniendo en cuenta los aspectos antes citados, se muestran en la *tabla 2*.

**Tabla 2.** Probabilidades a priori y verosimilitudes de las variables aleatorias del problema a resolver.

P(di) = 0.2			
	P(p1   d1) = 0.25	P(p1   d2) = 0.05	
	P(f1   d1) = 0.003	P(f1   d2) = 0.00005	
P(i1   p1, f1) = 0.75	P(i1   p1, f2) = 0.1	P(i1   p2, f1) = 0.5	P(i1   p2, f2) = 0.05
	P(l1   p1) = 0.6	P(l1   p2) = 0.02	

El resultado del cálculo de las probabilidades a priori y condicionadas, se representó mediante una red bayesiana que se denota **G**, (*figura 1*); esta red bayesiana fue construida con la anuencia de los expertos de salud animal.



**Figura 1.** Red bayesiana G de Parasitismo Intestinal-Fasciolosis bovina.

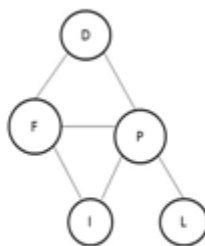
Obtenidas las variables aleatorias, probabilidades a priori y verosimilitudes, del problema a resolver se procedió con el proceso de inferencia bayesiana o razonamiento bayesiano, donde las evidencias u observaciones se emplearon para actualizar o inferir la probabilidad de que una hipótesis pueda ser cierta o no; en la presente investigación la inferencia bayesiana se ejecutó a través del uso de los árboles de unión, los cuales son estructuras más simples que se obtienen tras manipular la red bayesiana original, y tienen como fin; facilitar el cálculo de

las probabilidades deseadas de la enfermedad que presentan los bovinos, dado que tienen síntoma, signos y factores de riesgo similares entre las enfermedades de Fasciolosis bovina y Parasitismo Intestinal.

El problema que se presenta, en la presente investigación, se relaciona con la obtención de nuevo conocimiento, ya que se hace necesario determinar la enfermedad más probable que están padeciendo los bovinos enfermos dadas las evidencias similares entre el Parasitismo Intestinal ( $b_1$ ) y Fasciolosis bovina ( $c_1$ ), y teniendo en cuenta, además, los antecedentes de desnutrición ( $d_1$ ), Ícteros ( $i_1$ ) y pruebas de laboratorio positiva ( $l_1$ ), que se les han realizado a los bovinos en determinados períodos.

Para obtener respuesta del problema, se calcularon las probabilidades condicionadas de:  $P(P = p_1 | D = d_1, I = i_1, L = l_1)$  y  $P(F = f_1 | D = d_1, I = i_1, L = l_1)$ , a partir del árbol de unión obtenido de la red bayesiana que se representó en la *figura 1*.

Para conseguir resultados como el que se presenta a través del uso de árboles de unión, según refieren, Nagarajan, Scutari, Lébre (2013), se siguió una secuencia de pasos hasta obtener el resultado final, en ese sentido; el primer paso, es el que se corresponde con la construcción de la gráfica moral **M**, la cual se obtuvo desde la red bayesiana **G**, lo que facilitó distinguir de manera gráfica las dependencias entre los padres a través de los vértices que conforman los árboles de unión, cuyas dependencias se obtuvieron después de añadir aristas entre cada par de vértices con algún hijo en común y remover la direccionalidad de los arcos, según se muestra en la *figura 2*.



**Figura 2.** Gráfica moral **M** de la Red Bayesiana **G**.

Ejecutado el primer paso para obtener el árbol de unión del problema a resolver, se procedió con el proceso hasta conseguir la gráfica triangular **T**, que se obtuvo desde la gráfica moral **M**; esta gráfica triangular **T**, es una gráfica no dirigida, representada por una red bayesiana que tiene como características fundamental, que todos los bucles de longitud mayor o igual que cuatro contienen al menos una cuerda de bucle, teniendo en cuenta que en una gráfica no dirigida cuando hay un bucle y una arista que une dos vértices que no pertenecen al bucle se le denomina cuerda del bucle. En el caso particular, la gráfica triangular **T** es la misma gráfica que se muestra en la *figura 2*, ya que no hay bucles con longitud mayor o igual que cuatro.

Concebida la gráfica triangular **T** se identificaron los elementos de los bucles de longitud menor o igual que tres, que son los que representan los vértices del árbol de unión (cliques),

los cuales constituyen el subconjunto **V** que se muestra como:  $\{D, P, F\}$ ,  $\{P, F, I\}$  y  $\{F, L\}$ , procedimiento que se corresponde con el tercer paso para obtener el árbol de unión.

Tras este procedimiento se obtuvo el árbol de unión que se representó mediante la gráfica **JT**, en la *figura 3*; cuyo árbol de unión agrupa en cada uno de sus vértices un conjunto de vértices que formaron un bucle de longitud menor o igual que tres, reduciéndose así la estructura inicial de la gráfica y facilitando la obtención de cálculos locales, donde cada clique es un vértice, y los cliques adyacentes se encuentran unidos mediante arcos no dirigidos, razones que justificaron que se cumple con la propiedad de árbol de unión.

De acuerdo con lo antes referido la gráfica **JT** de la *figura 3*, que se obtuvo para el caso de estudio, posee tres vértices y dos intersecciones entre ellos, que son;  $\{D, F, P\} \gg \{F, P, I\} = \{P, L\}$ ,  $\{D, F, P\} \gg \{P, L\} = \{P\}$ ,  $\{F, P, I\} \gg \{P, L\} = \{P\}$ .

Estos vértices que representan el árbol de unión, se ordenaron a través de cliques, quedando como:

1. Clique 1;  $C1 = \{D, F, P\}$
2. Clique 2;  $C2 = \{F, P, I\}$
3. Clique 3;  $C3 = \{P, L\}$

Es de destacar que si los cliques se hubieran ordenados de otro modo no se cumple la propiedad de árbol de unión, por otra parte, los separadores (*S*) del árbol de unión fueron las intersecciones entre los cliques vecinos, es decir;

1.  $S1 = C1, 2 = \{F, P\}$
2.  $S2 = C2, 3 = \{P\}$ .



**Figura 3:** Árbol de unión **JT** para el diagnóstico de Parasitismo Intestinal-Fasciolosis bovina.

Construido el árbol de unión **JT**, se concluyó la parte cualitativa del árbol de unión y se comenzó el análisis cuantitativo para el diagnóstico de la enfermedad. En ese sentido, se consideraron las tablas de probabilidades obtenidas, las cuales se obtuvieron desde los datos almacenados en la base de datos previamente creada y representada sus valores en la red bayesiana de la *figura 1*.

Tras obtener las probabilidades a priori desde los datos, las cuales fueron representadas en la red bayesiana **G**, de la *figura 1*, y obtener el árbol de unión **JT**, con sus respectivos cliques **C** y separadores **S**, se obtuvieron las funciones potenciales de los cliques y los separadores del árbol de unión mostrado en la *figura 3*.



La función potencial de cada clique **C** y cada separador **S** son aquellas que utiliza las probabilidades de la red bayesiana inicial para obtener la probabilidad conjunta, teniendo en cuenta, según la teoría general de las probabilidades, que la distribución de probabilidad conjunta se define a partir de dos variables aleatorias, definidas en un mismo espacio muestral, por lo que estas probabilidades conjuntas en el árbol de unión **JT** se obtuvieron a partir de las variables de los cliques, al multiplicar las probabilidades condicionales de las variables de **C** (**o S**) y sus padres, las cuales se representan como; Tras Lue

$YDFP = P(D) P(P | D) P(P|D)$ ,  $fFP = 1$ ,  $YFPI = P(I | F, P)$ ,  $P = 1$ ,  $YPL = P(L | P)$ . Luego mediante la fase de recolección hacia el clique  $\{D, F, P\}$  comenzando por el clique inferior, se obtuvieron las probabilidades deseadas.

Posteriormente se adquirieron las probabilidades conjuntas del primer clique,  $YDFP$ , dada las evidencias de antecedentes de desnutrición, ícteros y pruebas de laboratorio positivas, luego, basado en los valores de probabilidades conjuntas que se calcularon dada las mismas evidencias, fue posible obtener los valores de probabilidades de que los bovinos estén enfermos por Parasitismo Intestinal o Fasciolosis bovina, las cuales se calcularon como:

$$(P=p1 \ 1/2 D=d1, I=i1, L=l1) = (P(p1, d1, i1, l1))/(P(d1, i1, l1)) \quad (1)$$

Donde;

$$(p1, d1, i1, l1) = \ll (P=p1) f* DFP = .0000675 + .0000997 = 0.0001672$$

$$P(d1, i1, l1) = \ll (D=d1) f* DFP = 0.00045175$$

Entonces,

$$P(P=p1 \ 1/2 D=d1, I=i1, L=l1) = 0.0001672 / 0.00045175 = 0.3701162$$

De igual forma que se calculó la probabilidad de que los bovinos estén enfermos de Parasitismo Intestinal, se realizó el cálculo para obtener la probabilidad de infestación por Fasciolosis bovina, la cual se calculó como:

$$P(F=f1 \ 1/2 D=d1, I=i1, L=l1) = (P(f1, d1, i1, l1))/(P(d1, i1, l1)) \quad (2)$$

Donde;

$$P(d1, i1, l1) = \ll (D=d1) f * DFP = 0.00045175$$

Entonces;

$$P(F=f1 \ 1/2 D=d1, I=i1, L=l1) = 0.0002025 / 0.00045175 = 0.4482568$$

Obtenidos los resultados calculados a través de las ecuaciones 1 y 2 respectivamente, se pudo decir entonces, que la probabilidad de que los bovinos estuviesen enfermos por Parasitismo Intestinal, dado que presenta antecedentes de desnutrición ( $d1$ ), Ícteros ( $i1$ ) y pruebas de laboratorio positiva ( $l1$ ) fue aproximadamente del 37%, mientras que la probabilidad de que

estuviesen enfermos por Fasciolosis bovina dadas las mismas evidencias fue, aproximadamente, del 45%. Concluyendo que es más probable que los bovinos estén enfermos por Fasciolosis dadas dichas evidencias.

Los resultados de la implementación del procedimiento utilizado para el diagnóstico a priori de la Fasciolosis bovina a través de las redes bayesianas, teniendo en cuenta los autores citados y validado en el estudio, confirman esta vía como un método novedoso de apoyo a la toma de decisiones en el diagnóstico de la enfermedad.

## **CONCLUSIONES**

En la presente investigación se obtuvieron y modelaron las Redes Bayesianas para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería a partir de los datos almacenados en base de datos, se realizó el modelado y análisis de la enfermedad de Fasciolosis bovina, los resultados obtenidos están de acuerdo a los reportados en la literatura para el análisis epizootiológico que se lleva a cabo en las instituciones de salud animal. De forma general los resultados que se obtuvieron con el análisis realizado para diagnosticar que la enfermedad es más probable ante síntomas, signos y factores de riesgo que presentan los bovinos enfermos, con evidencias similares a padecer de Parasitismo Intestinal, muestra que la propuesta de diagnóstico basado en redes bayesianas, brinda resultados certeros que favorecen la toma de decisiones ante situaciones como la que se ha estudiado.

Por otra parte, este análisis hace contribuciones favorables en la ganadería bovina para aumentar el cuidado de la salud animal, conservar la masa ganadera y ayudar a los especialistas en salud animal a dar seguimiento de una observación antes de confirmar que existe la enfermedad, además favorece al ahorro de medicamentos, y otros recursos que posibilitan aumentar la productividad y determinar los impactos asociados con la misma.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Chuang, C. L. (2011). Case-based reasoning support for liver disease diagnosis. *Artif. Intell. Med.*, 53(1), 15-23. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21757326>
- Haigh, J. (2005). *Probability Models, Springer Undergraduate Mathematics Series, UK.*
- Nagarajan, R.; Scutari, M.; Lébre, S. (2013). *Bayesian Networks in R with Applications in Systems Biology, Springer, USA.*
- Koski, T., Noble, J. (2009). *Bayesian Networks: An introduction. Wiley, UK.*
- Patel, V.L.; Shortliffe, E.H.; Stefanelli, M.; Szolovits, P.; Berthold M.R.; Bellazzi R.; Abu-Hanna, A. (2009). The coming of age of artificial intelligence in medicine. *Artif. Intell. Med.*, 46(1), 5-17. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18790621>

Tenorio, J. M.; Hummel, A.D.; Cohrs, F.M.; Sdepanian, V.L.; Pisa, I.T.; de Fátima Marin, H. (2011). Artificial intelligence techniques applied to the development of a decision - support system for diagnosing celiac disease. *Int. J. Med. Inf.*, 80(11), 793-802. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21917512>

Zumaquero, J. L.; Sarracent, J.; Rojas, R.; Rojas, L.; Martínez, Y.; Valero, M.A.; Mas, S. (2013). Fascioliasis and Intestinal Parasitoses Affecting Schoolchildren in Atlixco, Puebla State, Mexico: Epidemiology and Treatment with Nitazoxanide. *PLoS Negl Trop. Dis.*, 7(11), 25-53. doi: 10.1371/journal.pntd.0002553.

Recibido: diciembre 2016

Aprobado: febrero 2017

*Ing. Neilys González Benítez.* Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica. Especialista del Centro Meteorológico provincial en Pinar del Río. Colón 106 entre Maceo y Virtudes, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 778446. Correo electrónico: [neilys.gonzalez@pri.insmet.cu](mailto:neilys.gonzalez@pri.insmet.cu)