

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Tecnologías de la información y las telecomunicaciones
Recibido: 31/08/2021 | Aceptado: 13/09/2021

AliCuba: software de gestión de composición de alimentos para el ganado en Cuba

AliCuba: software of management of composition of food for the livestock in Cuba

Feisy Pérez Amores ^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-8561-1438>

Oscar Romero Cruz ² <https://orcid.org/0000-0003-4601-4937>

Alicia Centurión Fajardo ³ <https://orcid.org/0000-0003-1572-2631>

¹ Universidad de Las Tunas. Departamento de Informática. Avenida 30 de noviembre S/N, Reparto Aurora. CP. 75200, Las Tunas, Cuba. feisypa@ult.edu.cu

² Universidad de Granma. Centro de Estudios de Producción Animal. Apartado Postal 21, Bayamo 85100, Granma, Cuba. oromeroc@udg.co.cu

³ Universidad de Granma. Departamento de Matemática Sede Central. Apartado Postal 21, Bayamo 85100, Granma, Cuba. acenturionf@udg.co.cu

*Autor para la correspondencia. (feisypa@ult.edu.cu)

RESUMEN

Las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado, juegan un papel fundamental para la formulación de piensos compuestos y raciones. En nuestro país se ha venido trabajando en la actualización de sus tablas a partir de la información cubana que aparece publicada en las revistas cubanas arbitradas y otras fuentes de información, debidamente organizada y procesada. El objetivo de este trabajo fue el

desarrollo de una herramienta informática destinada a recopilar, procesar y resumir la información proveniente de diferentes fuentes bibliográficas, con el fin de actualizar las tablas cubanas. Para el diseño del software se utilizó la metodología *Extreme Programming*. La programación se realizó con el lenguaje *Borland International C++ Builder 2010*. El gestor de base de datos utilizado fue el de *Microsoft Office Access*. El programa AliCuba resulta una herramienta útil para investigadores, profesores y otros responsabilizados con la elaboración y actualización de las tablas.

Palabras clave: tabla; alimento; composición; nutritivo; nutriente; ganado; animales.

ABSTRACT

Nutritional composition tables of cattle feeds play a fundamental role in the formulation of compound feeds and rations. In our country, we have been working in the updating of its tables from the Cuban information that appears published in the arbitrated Cuban magazines and other sources of information, properly organized and processed. The objective of this work was the development of a computer tool destined to compile, process and summarize the information coming from different bibliographic sources, in order to update Cuban tables. The Extreme Programming methodology was used for the software design. The programming was carried out with the Borland International C++ Builder 2010 language. The database manager used was Microsoft Office Access. The program AliCuba is a useful tool for researchers, teachers and others responsible for the development and updating of the tables.

Keywords: table; food; composition; nutritious; nutrient; livestock; animals.

Introducción

El balance de raciones constituye una herramienta fundamental para la producción animal, pues esta determina en gran medida la eficiencia y productividad de esta actividad. Aquello que finalmente se traduce en una serie de cálculos matemáticos donde se equilibran los requerimientos del ganado con el aporte de los alimentos para acercarse lo más posible a que los animales expresen su potencial productivo con la máxima eficiencia económica derivada del costo de alimentación (Cisneros, y otros, 2015; Cardinal, y otros, 2018).

Las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado, juegan un papel fundamental, pues la información que contienen es la base para la formulación de piensos compuestos y raciones (Pérez, 2016).

Para satisfacer todos los nutrientes que demanda el animal para el cual se destina es necesario tener en cuenta las variabilidades de estos (Urquiza, 2018). Dentro de los problemas en la formulación, se cometen errores por exceso o defecto de nutrientes, lo que ocasiona que algunos afecten la utilización del otro. Además, la no consideración de la incertidumbre asociada a los datos calculados hace que se queden por debajo de las necesidades de los animales en el 50% de los casos (Pérez, 2016). Una magnífica solución para este problema es la utilización de métodos de formulación de raciones que consideren esta variabilidad (Soler, y otros, 2018).

Las tablas cubanas (García y Pedroso, 1989; Cáceres, y otros, 2002; MINAG, 2009) de alimento animal que son utilizadas para la formulación de raciones necesitan ser actualizadas, con el objetivo de añadir nuevos alimentos y réplicas de los existentes que se han publicado, así como para renovar conceptos y enfoques desarrollados. Además, incorporar la variabilidad, ya que estas sólo aportan datos medios (Pérez, 2016).

En Cuba se ha venido trabajando en la actualización de las tablas a partir de la información cubana relacionada con la composición nutritiva de los alimentos para el ganado, que aparece publicada en las revistas cubanas arbitradas y otras fuentes de información, debidamente organizada y procesada.

El objetivo de este trabajo es describir el diseño e implementación de la herramienta informática AliCuba destinada a recopilar, procesar y resumir la información proveniente de diferentes fuentes bibliográficas cubanas, con el fin de actualizar las tablas cubanas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado.

Métodos o Metodología Computacional

Diseño de la base de datos

Para el diseño y elaboración de la base de datos se requirió el estudio y caracterización de las tablas cubanas e internacionales de composición nutritiva de los alimentos para el ganado con el objetivo de establecer los elementos de datos que se incluirían, las interrelaciones que existen entre ellos y las restricciones que se aplican a los valores de los datos. Según las exigencias del cliente, de que el software cumpliera las facilidades de ser portable, se selecciona el gestor de bases de datos *Microsoft Office Access*.

Para la construcción de bases de datos de alimentos para animales el método común es el indirecto pese a que hay autores que desaconsejan el uso de información bibliográfica por carecer de datos precisos de las características de los alimentos evaluados (Greenfield y Southgate, 2003). Sin embargo, también se han utilizado el método directo. En nuestro caso se aplicó el método combinado pues es el que mantiene una mejor relación calidad-costos (Pérez, 2016). El cual consistió en la recopilación de investigaciones existente en fuentes diversas como la literatura científica, los datos no publicados de laboratorios entre otros.

Tras una serie de procesos previos, se hizo necesario establecer los metadatos para la homogenización de la información que describe una muestra de un determinado alimento, así como para la información relativa a sus características analíticas y nutritivas. Esta es la única forma de que la información resumida que se incluya en la base de datos pueda ser interpretada de forma inequívoca (Maldonado, y otros, 2018).

Diseño y programación del software

Como propuesta de solución se plantea el desarrollo de una herramienta informática que permita recopilar, procesar y resumir la información, sobre la composición nutritiva de los alimentos para el ganado, proveniente de diferentes fuentes bibliográficas cubanas. Para ello se definen un conjunto de objetivos para el software, se identifican los requisitos conocidos y con base en estos se desarrolla un prototipo que posteriormente evalúa el cliente utilizándolo y ayudando a refinar de nuevo los requisitos del software a

desarrollar; este proceso se repite hasta que el usuario quedo satisfecho con el desarrollo del software (Carrizo, 2018; Zumba y León, 2018).

A partir de los principios de diseño de la interfaz, se identifican los objetos y acciones de ésta y luego se crea una plantilla de pantalla que constituye la base del prototipo de la interfaz de usuario (Álvarez, 2017; Morejón, 2020). Se empleó la metodología *Extreme Programming* por ser ágil en el desarrollo de aplicaciones, en la comunicación y la realimentación del código desarrollado (Verret, 2018; Al-Saqq, y otros, 2020; Saeedi y Visvizi, 2021). La programación se realizó con el lenguaje *Borland International C++ Builder* 2010.

Resultados y discusión

Diseño de la base de datos

La caracterización de las tablas cubanas (García y Pedroso, 1989; Cáceres, y otros, 2002; MINAG, 2009) de alimentos existentes arrojó que el tipo de documento que las contiene, así como su soporte, ha limitado el acceso a las mismas, además por los años que tienen de publicadas ameritó ser reformadas. A continuación, se detallan los principales problemas encontrados:

1. Los metadatos generales son insuficientes para localizar adecuadamente los alimentos, lo cual no sigue la tendencia internacional de origen, parte y proceso (Pérez, 2016). En la tabla 1 se especifican el diseño implementado para resolver esta problemática.
2. No se incluyen algunos elementos importantes que hacen variar la composición nutritiva de un alimento, como se ha demostrado en diversas publicaciones (Castañeda, y otros, 2017; Pérez, y otros, 2018; Mireles, y otros, 2019; Silva, y otros, 2019) como influye la edad, la fertilización, la época, entre otros en el comportamiento productivo o nutricional de estos. Los metadatos definidos para los factores se presentan en la tabla 1. Estos permitirán establecer categorías coherentes desde un punto de vista de uso y estadísticamente diferentes en cuanto a su valor nutritivo.

3. Aunque contienen un número apreciable de alimentos, muchos de los que se utilizan actualmente no aparecen, lo cual dificulta identificar los recursos disponibles a nivel local, con potencialidades para la alimentación y el manejo de los animales (Milera, y otros, 2020). Igualmente mejorar la producción ganadera, minimizando los impactos ambientales, y en particular las emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero.
4. La carencia de mucha información sobre la composición nutritiva de los alimentos es una debilidad importante de estas tablas y algunos de los nuevos conceptos que se usan en relación al valor nutritivo de los alimentos no aparecen reflejados (McDonald, y otros, 2010; Muñoz y Canto, 2019).
5. No aparece tampoco la estadística descriptiva lo que impide el uso de métodos avanzados de formulación de raciones con esta información (Cardinal, y otros; Soler, y otros, 2018; 2018; Urquiza, 2018).

Tabla 1 - Información que se almacena en la base de datos sobre los metadatos de los alimentos.

Generales	Pastos y forrajes	Otros alimentos
Nombre común, nombre científico, variedad, parte, proceso, clasificación	Presentación, destino, mezcla, región, provincia, meses (inicio y fin), época, riego, fertilización, nivel de fertilización, N-P-K (kg/ha/a), N (kg/ha/e), fertilización orgánica, corte, rango de edad (días), edad (días), tecnología, tratamiento, calidad, otras características	Presentación, destino, mezcla, región, provincia, tecnología, tratamiento, importación, calidad, otras características

Las fuentes que se utilizaron para captar la información para la base de datos se encuentra los tres documentos que contienen las tablas cubanas de alimentos mencionadas anteriormente, la información sobre composición nutritiva de los alimentos contenida en las principales revistas vinculadas a la producción animal en Cuba (Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, Revista de Pastos y Forrajes, Revista de Producción Animal, Revista de Producción Porcina y Revista de Avicultura), la información de tesis de doctorado, libros de zootecnia y registros de laboratorios de bromatología seleccionados.

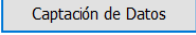
Diseño y programación del software




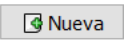
El programa computacional se titula “AliCuba”. El sufijo “Ali” en el nombre significa alimentos. Este posee una interfaz interactiva que se divide en dos módulos. Para su correcta utilización debe poseer como


requerimientos mínimos de memoria RAM 512 MB, un procesador Pentium IV, espacio libre en disco duro 4.35 MB y el gestor de base de datos *Microsoft Office Access 2007*. En la fig. 1 muestra la pantalla de presentación del programa computacional. A continuación, se describen las principales características.




Fig. 1 - Pantalla de presentación del programa computacional.

Al dar clic en el botón  se accede al módulo “Captación de Datos” (fig. 2). Este tiene todas las facilidades para registrar las informaciones contenidas sobre la composición nutritiva de una referencia consultada. Para ello debe seguir los siguientes pasos:

1. Las referencias están organizadas por grupo, por lo que debe seleccionar el grupo al que pertenece (parte izquierda de la fig. 2). Para realizar la gestión de los grupos sólo debe utilizar los botones (  ) establecidos para esto o dirigirse al menú “Grupos” y realizar todas las operaciones de agregar, editar y eliminar.
2. Dar clic en el botón  y definir en detalle la fuente de información que se desea registrar, la cual puede ser informes, artículos de revista científica, libros, capítulos de libros y tesis. Si se

desea editar la referencia sólo debe dirigirse a la parte derecha, como muestra la fig. 2 y en caso de eliminar una referencia dar clic en el botón .

3. Dar clic en el botón  para ejecutar la ventana (fig. 3) que permite completar la información de los metadatos (tabla 1) y la composición nutritiva de los alimentos de la referencia agregada.

Las referencias pueden ser exportadas o importadas a una hoja de cálculo de Excel, para ello deben acceder al menú “Archivo” y seleccionar la opción “Exportar a Excel” o “Importar datos de Excel”.

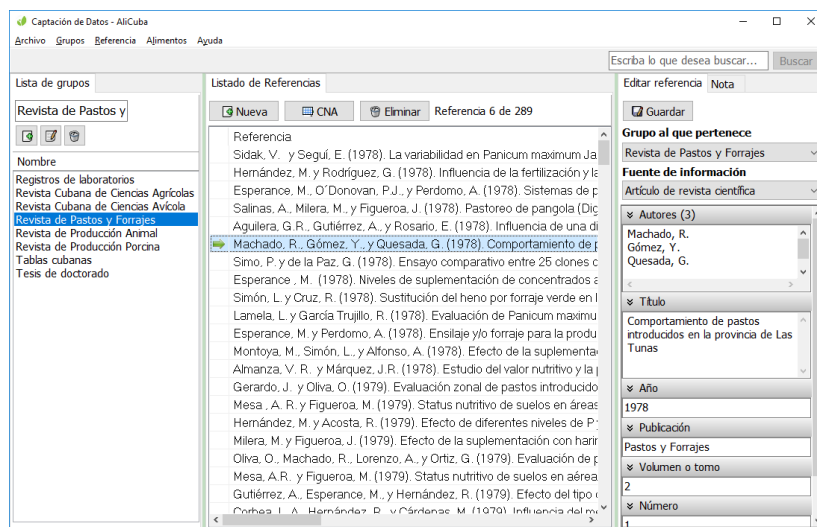


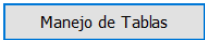
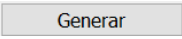


Fig. 2 - Procedimiento para registrar las informaciones contenidas sobre la composición nutritiva de los alimentos de una referencia consultada.

Para realizar el procedimiento para completar los datos de la composición nutritiva de los alimentos de una referencia seleccionada (fig. 3), se debe seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

1. Dar clic en el botón  para ejecutar la ventana “Alimentos”, para definir el alimento según los metadatos generales (tabla 1) que se describen en la referencia.
2. Completar el resto de los metadatos del alimento según la tabla 1 (parte derecha de la fig. 3).

- Definir los valores de la composición química y valor nutritivo del alimento. Para realizar este procedimiento se debe seleccionar el “Tipo de análisis” publicado y luego dar clic en el botón , lo cual ejecuta una ventana destinada a definir los valores de los nutrientes.

Desde la pantalla de presentación (fig. 1) se puede acceder al módulo de “Manejo de Tablas” (fig. 4) al dar clic en botón , la cual permite generar un resumen de todas las informaciones de los alimentos almacenadas hasta ese momento. Para realizar este proceso se debe definir el nombre y dar clic en el botón . Al ejecutar este procedimiento el software genera todas las combinaciones posibles, de acuerdo a los factores (tabla 1) que influyen en la composición nutritiva de un alimento y luego calcula los valores mínimos, máximos, varianza y desviación estándar de cada combinación. Una vez concluido el sistema brinda la posibilidad de exportarlo a una hoja de cálculo de Excel.

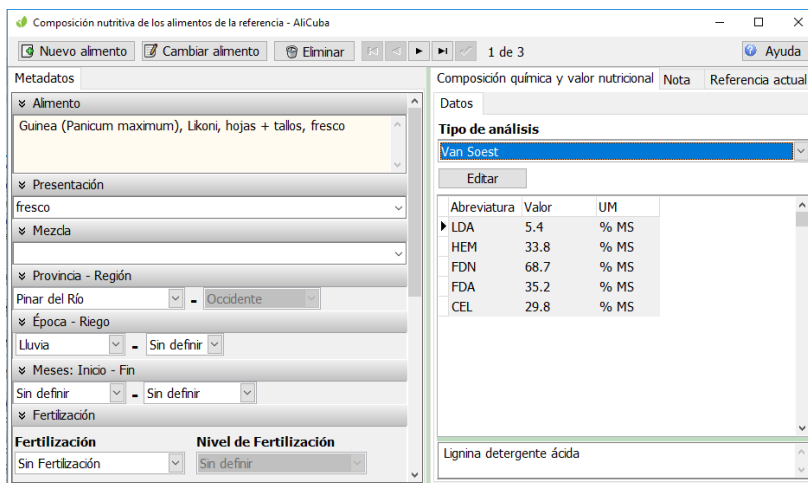


Fig. 3 - Procedimiento para definir los metadatos y la composición nutritiva de los alimentos.

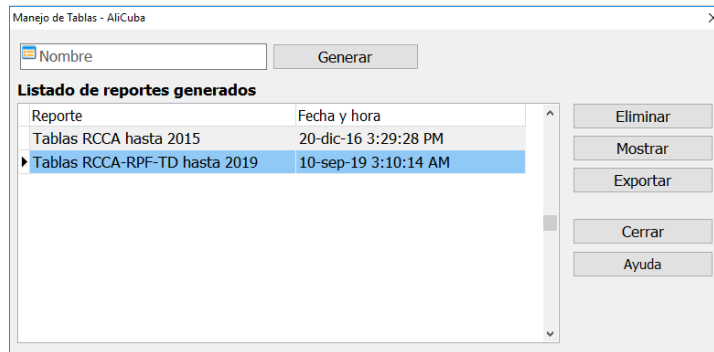


Fig. 4 - Procedimiento para gestionar los reportes de las informaciones captadas

En la tabla 2 se muestra la composición nutritiva de un alimento a partir de un reporte generado por software. Se puede apreciar el uso de etiquetas para mostrar la estructura de los metadatos para el alimento, la cual además de identificarlo, resume sus características y los factores que hacen variar su calidad.

Tabla 2 - Tabla de composición nutritiva de la Guinea, Uganda, *Panicum máximum*, hojas + tallos, fresco [Occ-Sec-SDRie-AFer-30a60].

Indicador	Media	DS	Máx	Mín	N
MS, %	27.44	4.60	34.50	22.00	5
MO, % MS	88.68	0.83	87.40	85.60	5
PB, % MS	5.82	1.99	9.30	4.40	5
FB, % MS	32.88	1.89	34.70	30.70	5
EDB, Mcal/kg MS	2.07	0.70	2.58	0.86	5
EMB, Mcal/kg MS	1.94	0.16	2.14	1.78	5
ENBg Mcal/kg MS	1.00	0.14	1.17	0.86	5
ENBl, Mcal/kg MS	1.08	0.11	1.22	0.96	5
CMSB, g/kg MS	127,62	18.76	141.60	96.40	5
ICB, UC	0.87	0.13	0.97	0.66	5
CMSO, g/kg PM	59.06	12.02	68.00	39.10	5
ICO, UC	0.83	0.17	0.96	0.55	5
DAITMSO, %	52.90	3.29	57.00	49.60	5
DAITMOO, %	56.18	4.23	61.40	51.80	5
DAITPBO, %	42.26	11.33	62.40	35.70	5
DAITFBO, %	54.08	5.54	62.80	48.80	5

Fuente: AliCuba

MS: materia seca, MO: materia orgánica, PB: proteína bruta, FB: fibra bruta, EDB: energía digestible en bovino, EMB: energía metabolizable en bovino, ENBg: energía neta en bovino ganancia, ENBl: energía neta en bovino de leche, CMSB: consumo de materia seca en bovino, ICB: índice de consumo bovino, CMSO: consumo de materia seca en ovino, ICO: índice de consumo ovino, DAITMSO: digestibilidad aparente in vitro de materia seca en ovino, DAITMOO: digestibilidad aparente in vitro de materia orgánica en ovino, DAITPBO: digestibilidad aparente in vitro de proteína bruta en ovino, DAITFBO: digestibilidad aparente in vitro de fibra bruta en ovino.

En la información de los metadatos se incluyen la variedad, la parte del producto y el proceso que recibió. Además, contienen la información sobre la época, el riego, la fertilización y la edad del producto, dicha información aparece entre corchetes, representando la base de las diferentes combinaciones presentadas para cada recurso.

La época representa el período del año dónde se tomó la muestra del producto, a saber, período de lluvia (Llu), período de seca (Sec), ambos períodos (LLSe) o período sin definir (SDEpo). Sobre el riego se informa si el cultivo estuvo bajo riego (Rie), si no se regó (SRie) o riego sin definir (SDRie).

De la fertilización se incluye su uso en diferentes niveles en el cultivo, fertilización baja (BFer), menos de 150 kg N/ha/a, fertilización media (MFer), entre 150 y 300 kg N/ha/a, fertilización alta (AFer), más de 300 kg N/ha/a, sin fertilización (SFer) y fertilización sin definir (SDFer). Sobre la edad del cultivo se incluyen diferentes rangos, menos de 30 días de edad (Men30), entre 30 y 60 días de edad (30a60), entre 60 y 90 días de edad (60a90), más de 90 días de edad (Más90) y edad sin definir (SDEd).

Para un grupo de alimentos en la etiqueta se incluyen entre paréntesis otros factores que influyen en su composición química y valor nutritivo, entre ellos, su mezcla con otros productos, la tecnología de elaboración, los tratamientos aplicados, en caso de que sean importados, de dónde provienen los mismos, su calidad, entre otros.

Conclusiones

1. A partir de las tablas cubanas e internacionales de alimentos evaluadas, se diseñó una base de datos destinada a recopilar la información requerida para el proceso de actualización, en la que se destaca su estructura de metadatos, que permite controlar y mejorar la calidad de la información ofrecida.
2. El software diseñado y programado resultó una herramienta útil para investigadores, profesores y otros responsabilizados con la elaboración y actualización de las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado.

Referencias

- Al-Saqqah, S.; Sawalha, S., et al. Agile Software Development: Methodologies and Trends. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 2020, 14 (11): 246-270.
- Álvarez, C. Principios de diseño de interfaz de usuario. [En línea] OpenWebinars, 2017. [Consultado el: 2 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/principios-de-diseno-de-interfaz-de-usuario/>
- Cáceres, O.; Ojeda, F., et al. Valor nutritivo de recursos forrajeros tropicales para los rumiantes. Matanzas, Editorial Universitaria EEPF IH, 2002.
- Cardinal, K. M.; Benavides, J. L., et al. Princípios básicos na formulação de rações. *PUBVET*, 2018, 13 (9): 1-7.
- Carrizo, D. y Rojas, J. Metodologías, técnicas y herramientas en ingeniería de requisitos: un mapeo sistemático. *Revista chilena de ingeniería*, 2018, 26 (3): 473-485.
- Castañeda, L., Olivera, Y., et al. Evaluación agronómica y selección de accesiones de *Brachiaria* spp. en suelos de mediana fertilidad. *Pastos y Forrajes*, 2017, 40 (4): 290-295.
- Cisneros, M. V.; LA O, P., et al. Recomendaciones para el trabajo técnico en alimentación del ganado bovino. Granma, Editorial Dimitrov, 2015. 91 p.
- García, R. y Pedroso, D. M. Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo. La Habana, Editorial EDICA. 1989. 40 p.

- Greenfield, H., y Southgate, D. A. T. Food composition data: production, management and use. Second edition, Italia, FAO Publishing Management Service. 2003. 288 p.
- Maldonado, P. P., Velasco, J. L., et al. SI_Ciaam: Sistema de información de composición de ingredientes para la alimentación animal en México. Agro Productividad, 2018 11 (6): 135-142.
- McDonald, P.; Edwards, R. A., et al. Animal nutrition. 7.^a ed. England, Pearson. 2010. 692 p.
- Milera, M. C., Sánchez, T., et al. Recursos forrajeros multipropósitos. Matanzas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, 2020.
- Minag. Tablas de especificaciones nutricionales de los piensos y composición nutritiva y límites de inclusión de las materias primas. La Habana, UECAN, 2009.
- Mireles, S., Moreno, E., et al. Edad de corte y valor nutritivo de harina de follaje de morera (*Morus alba*) para cerdos Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 2019, 53 (3): 263-269.
- Morejón, S. Principios del proceso de diseño de interfaz de usuario. Revista cubana de transformación digital, 2020, 1 (3): 143-155.
- Muñoz, C. y Canto, F. Nutrición y alimentación de rumiantes. [En línea] Osorno: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2019. [Consultado el: 27 de enero de 2020]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6874>
- Pérez, F. AliCuba: software para actualizar las tablas cubanas de valor nutritivo de los alimentos para los animales de granja. Tesis presentada en opción al grado de Máster en Nutrición Animal, Universidad de Granma, Granma, 2016.
- Pérez, Y., Navarro, M., et al. Efecto del estrés hídrico en la germinación de semillas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. UDG-110. Pastos y Forrajes, 2018, 41 (4): 285-294.
- Saeedi, K. y Visvizi, A. Software Development Methodologies, HEIs, and the Digital Economy. Education Sciences, 2021, 11, 73.
- Silva, L. M., Acosta, J. I., et al. Calidad de los forrajes *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne* en forma de heno a diferentes edades de rebrote. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 2019, 53 (3): 299-306.
- Soler, Y.; Ramírez, W., et al. Sistemas informáticos para el balance alimentario animal. Revista electrónica de Veterinaria, 2018, 19 (4): 1-9.

Urquiza, R. Perfeccionamiento del sistema informático nacional de formulación industrial de raciones de uso zootécnico. Tesis presentada en opción al grado de Máster en Informática Aplicada, Universidad de Las Tunas, Las Tunas, 2018.

Verret, J. Implementing Agile Methodology: Challenges and Best Practices. Oregon, Spring, 2018.

Zumba, J. P. y León, C. A. Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. INNOVA Research Journal, 2018, 3 (10): 20-33.

Conflicto de interés

Los autores autorizan la distribución y uso de su artículo.

Contribuciones de los autores

1. Conceptualización: Feisy Pérez Amores, Oscar Romero Cruz y Alicia Centurión Fajardo
 2. Curación de datos: Feisy Pérez Amores
 3. Análisis formal: Alicia Centurión Fajardo
 4. Adquisición de fondos: Feisy Pérez Amores
 5. Investigación: Feisy Pérez Amores, Oscar Romero Cruz y Alicia Centurión Fajardo
 6. Metodología: Feisy Pérez Amores
 7. Administración del proyecto: Feisy Pérez Amores
 8. Recursos: Feisy Pérez Amores, Oscar Romero Cruz y Alicia Centurión Fajardo
 9. Software: Feisy Pérez Amores
 10. Supervisión: Oscar Romero Cruz
 11. Validación: Feisy Pérez Amores, Oscar Romero Cruz y Alicia Centurión Fajardo
 12. Visualización: Feisy Pérez Amores
 13. Redacción – borrador original: Feisy Pérez Amores
 14. Redacción – revisión y edición: Oscar Romero Cruz
- La investigación la financian las universidades cubanas de Las Tunas y Granma