



Reseña

Procedimiento para elaborar nuevas tablas de composición nutritiva de los alimentos para rumiantes

Procedure to create new composition tables nutritious feed for ruminants

Feisy Pérez Amores *, Oscar Romero Cruz **, Alicia Centurión Fajardo **

*Universidad de Las Tunas, Las Tunas, Cuba.

**Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba.

Correspondencia: feisypa@ult.edu.cu

Recibido: Octubre, 2023; Aceptado: Diciembre, 2023; Publicado: Enero, 2024.

RESUMEN

Antecedentes. Las tablas de composición de alimentos se vuelven obsoletas debido a las nuevas prácticas de producción, las investigaciones genéticas de las plantas, los cambios en los métodos analíticos y la caracterización e introducción de nuevos alimentos. Por ello, es necesario actualizar las tablas cubanas existentes. **Objetivo.** Implementar un procedimiento que posibilite procesar datos sobre los alimentos, provenientes de la literatura, con el interés de elaborar tablas confiables de composición nutritiva de los alimentos para animales rumiantes. **Materiales y Métodos:** Se utilizó el software AliCuba para generar tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado, a partir de la recopilación y procesamiento de resultados de las investigaciones publicadas en diversas fuentes bibliográficas. Se estableció un procedimiento que norma las etapas a transitar, con el auxilio de este software, para obtener tablas confiables de composición nutritiva de los alimentos. Para determinar los datos atípicos se emplearon técnicas univariantes. Los valores ausentes se estimaron a través de ecuaciones. Se aplicó un remuestreo bootstrap con un intervalo de confianza de tipo percentil. Se validó el procedimiento con las informaciones referentes al *Megathyrus maximus* cv. *Likoni* (hojas y tallos, fresco, región occidental, sin precisar época del año, ni el riego, con fertilización y de 30 a 60 días de edad). **Resultados:** El procedimiento implementado siguiendo sus diferentes etapas, resultó adecuado para identificar y ajustar las anomalías de la base de datos, como errores de entrada de datos, unidades de medida incorrectas, errores analíticos, identificación errónea de alimentos, etc., evidenciándose su validez para asegurar la calidad de la información. **Conclusión:** Se implementó un procedimiento que permite perfeccionar el proceso de elaboración de las tablas de composición nutritiva de los alimentos para los animales rumiantes. **Palabras claves:** base de datos, distribución normal, ganado, intervalos de confianza, software (*Fuente: DeCS*)

Como citar (APA) Pérez Amores, F., Romero Cruz, O., & Centurión Fajardo, A. (2024). Procedimiento para la creación de nuevas tablas de composición de piensos nutritivos para rumiantes. *Revista de Producción Animal*, 35 (3). <https://rpa.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4587>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

ABSTRACT

Background: Food composition tables become obsolete due to new production practices, plant genetic research, changes in analytical methods, and the characterization and introduction of new foods. Therefore, it is necessary to update the existing Cuban tables. **Aim.** Implement a procedure that makes it possible to process data on foods, coming from the literature, with the interest of developing reliable tables of nutritional composition of foods for ruminant animals. **Materials and Methods:** AliCuba software was used to generate tables of nutritional composition of livestock foods, based on the compilation and processing of research results published in various bibliographic sources. A procedure was established that regulates the stages to be followed, with the help of this software, to obtain reliable tables of the nutritional composition of foods. Univariate techniques were used to determine outlier data. Missing values were estimated through equations. Bootstrap resampling was applied with a percentile confidence interval. The procedure was validated with information regarding *Megathyrus maximus* cv. Likoni (leaves and stems, fresh, western region, without specifying time of year or irrigation, with fertilization and 30 to 60 days old). **Results:** The procedure implemented following its different stages was adequate to identify and adjust database anomalies, such as data entry errors, incorrect units of measurement, analytical errors, misidentification of foods, etc., demonstrating its validity. to ensure the quality of the information. **Conclusion:** A procedure was implemented that allows perfecting the process of preparing nutritional composition tables of foods for ruminant animals. **Keywords:** database, normal distribution, cattle, confidence intervals, software (*Source: DeCS*).

INTRODUCCIÓN

Las tablas de alimento se vuelven obsoletas debido a las nuevas prácticas de producción, los cambios en la genética de las plantas, las modificaciones de los métodos analíticos y la introducción de nuevos alimentos (Schlageter-Tello *et al.*, 2020).

Tran *et al.* (2020) indicaron que conocer las estimaciones precisas de la variabilidad de los ingredientes en las dietas permite reducir el riesgo de deficiencias de nutrientes. Además para satisfacer las exigencias nutricionales del ganado e indicadores productivos y reducir los costos de producción, es fundamental utilizar la optimización estocástica tal como lo plantean Vitoriano y Ramos (2023). Por tanto, las tablas de alimentos precisan proporcionar más información que las concentraciones promedio, como las desviaciones estándar (DS) y los intervalos de confianza (IC) en la composición de nutrientes.

Las tablas cubanas de alimentos para los animales rumiantes elaboradas hasta el presente (Cáceres *et al.*, 2002 y García-Trujillo y Pedroso, 1989) carecen de los datos de la DS y los IC. Además, muchos de los resultados de trabajos investigativos realizados en Cuba no están incluidos, lo cual dificulta identificar los recursos disponibles a nivel local, con potencialidades para la alimentación del ganado.

Para resolver esta situación, se diseñó e implementó la herramienta informática AliCuba (Pérez *et al.*, 2021) que permite crear las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el

ganado, a partir de la recopilación y procesamiento de las informaciones que aparecen publicadas en diferentes fuentes bibliográficas.

Schlageter-Tello *et al.* (2020) indicaron los importantes desafíos que representan el desarrollo de tablas de composición de alimentos, ya que los datos proporcionados por diferentes fuentes tienden a tener identificaciones erróneas de los alimentos, malos procedimientos de muestreo, pequeñas muestras y otras complicaciones que podrían causar estimaciones inexactas de los promedios y la desviación estándar.

Por lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo fue implementar un procedimiento que ayude a procesar datos provenientes de la literatura sobre los alimentos, con el interés de elaborar tablas confiables de composición nutritiva de los alimentos para los animales rumiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Funcionamiento del Software AliCuba

Para elaborar las tablas cubanas de composición nutritiva de los alimentos con el auxilio del software AliCuba, versión 8 (Pérez *et al.*, 2021), hay que cumplimentar tres etapas:

(1) Captación de la información.

Se almacenan las tablas de composición nutritiva de los alimentos obtenidas de las fuentes de datos seleccionadas. Para ello, se organiza un adecuado sistema de registro de los alimentos que consideran lo relativo a su clasificación, su nombre común y científico, la variedad, la parte, el procesamiento, la manera que son suministrados a los animales y los elementos que influyen en su valor nutritivo (región, época del año, riego, fertilización, edad, entre otros). También se añaden las ecuaciones que permiten estimar los valores faltantes.

(2) Revisión y evaluación de la información captada.

Durante esta etapa, se generan las tablas de composición nutritiva de los alimentos junto a un análisis estadístico descriptivo de dispersión (media, mediana, desviación estándar, mínimo, máximo, varianza, error estándar y coeficiente de variación) y de distribución (curtosis y asimetría) de cada nutriente. También se utilizan dos procedimientos estadísticos para identificar los valores atípicos, los k rangos intercuartiles y los k desviación estándar, según lo indicado por Figueroa-Mata *et al.* (2012). Estos análisis son representados a través de los diagramas de cajas y los gráficos de desviación estándar respectivamente.

Los diagramas de cajas se obtuvieron a través de la biblioteca `spssjavaplugin.jar` del paquete estadístico SPSS (2019). En cambio, los reportes de los gráficos de desviación estándar son generados a partir de un procedimiento incorporado al software, complementado con una tabla que contiene todos los valores de las muestras, junto a la tipificación de los valores atípicos y la referencia bibliográfica a la que pertenece. Los umbrales de DS establecidos son 2 y 3.

(3) Elaboración de las tablas de composición de alimentos.

Primero se realizan las estimaciones de valores, a partir de las ecuaciones registradas en el software, luego se aplica un remuestreo bootstrap uniforme (Fernández *et al.*, 2023) a todos los nutrientes que contienen al menos cinco muestras y por último se generan las tablas de composición nutritiva de los alimentos.

En este proceso, se empleó la librería Jep 4.0 (Singular Systems, 2021) para el análisis léxico, sintáctico y evaluación de las expresiones matemáticas que se utilizaron para la estimación de valores. El intervalo de confianza obtenido en el remuestreo bootstrap se calculó por el método percentil básico tal como lo plantean Cao y Fernández (2021). También se efectúa un sistema de etiquetado de los alimentos que contribuye a describir de forma sencilla y clara todas las informaciones relativas a su origen, la parte, la forma de presentación y los elementos que influyen en su valor nutritivo.

Procedimiento para elaborar las tablas

Explorar, deducir y evaluar la calidad de los datos es una condición previa antes de crear las tablas de alimentos. Un análisis minucioso permite identificar posibles errores (datos incorrectamente introducidos, detectar la ausencia de valores o una mala codificación de las variables), revelar la presencia de valores atípicos y realizar un análisis descriptivo de los datos. Por tanto, se trabajó en un procedimiento que norma las etapas a transitar, con el auxilio del software AliCuba, para obtener tablas confiables de composición nutritiva de los alimentos. Para ello, se valoraron los criterios expresados por Schlageter-Tello *et al.* (2020) y se consideraron las metodologías empleadas por Yoder *et al.* (2014) y Tran *et al.* (2020).

Validación del procedimiento

La validación del procedimiento se realizó con información sobre la composición nutritiva del *Megathyrus maximus*, la cual fue obtenida de las investigaciones publicadas en las revistas siguientes: Revista Cubana de Ciencia Agrícola (ICA, 2019) desde 1967 hasta el 2019, Revista Pastos y Forrajes (EPPF IH, 2019) desde 1978 hasta el 2019, Revista de Producción Animal (UC, 2019) desde 1985 hasta el 2019 y Revista Computarizada de Producción Porcina (IIP, 2015) desde 1994 hasta el 2015. También se incluyeron datos de las tablas cubanas elaboradas hasta el presente (Cáceres *et al.*, 2002; García-Trujillo y Pedroso, 1989; MINAG, 2009).

Se generaron las tablas de composición nutritiva con todas las informaciones referentes al *Megathyrus maximus*. Los metadatos de los factores considerados corresponden a la variedad, la región, la época, el riego, la fertilización, la edad y el tratamiento. Para validación se seleccionó el cv. *Likoni*, con las siguientes características: los estudios que se hicieron en la región occidental sobre las hojas y tallos frescos, donde no se especificó la época del año, ni el riego, con fertilización y que la edad estuviera entre 30 y 60 días. Se aplicó el método bootstrap a 10000 remuestreos de los datos, con un intervalo de confianza de tipo percentil al 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procedimiento para elaborar las tablas

Un error común en las bases de datos de alimentos es la codificación errónea de las variables, lo cual traerá como consecuencia que se afecte las estadísticas de población según el número de observaciones identificadas incorrectamente. En opinión de Schlageter-Tello *et al.* (2020) y Vila (2020), para obtener estadígrafos precisos se debe identificar de manera adecuada qué datos son anómalos y cuáles no.

Para comprobar la correcta codificación de los metadatos y valores nutritivos se implementa el procedimiento que se observa en la Fig. 1. Su ejecución tiene que necesariamente transitar por tres estados para asegurar la calidad de la información incorporada a las tablas de composición nutritiva de los alimentos. De este modo, el usuario que interactúa con el software AliCuba realiza los análisis y ajustes necesarios a medida que recorre cada una de sus fases.

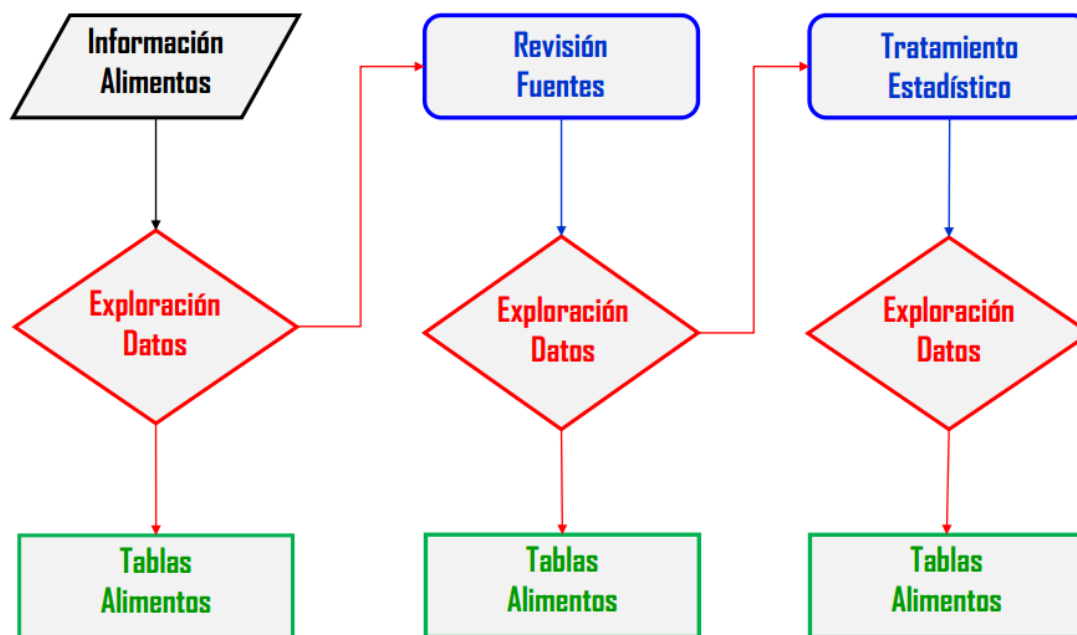


Figura 1. Representación gráfica del procedimiento para elaborar las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado.

En un primer momento se crean todas las tablas de alimentos y luego, con el propósito de identificar cualquier anomalía, se comienza a realizar un proceso exploratorio de los datos. Durante este paso, se obtiene una representación del conjunto de los datos, de modo que se puede detectar el patrón de comportamiento general de la distribución de las variables. También, se efectúan los análisis con los diagramas de cajas y los gráficos de desviación estándar.

Para cada valor atípico identificado se verifica la causa que lo origina. Para ello, se examinan las referencias bibliográficas donde se originan estas anomalías, para comprobar que cada variable esté almacenada con el tipo de valor que le corresponde.

Procedimiento para elaborar nuevas tablas de composición nutritiva de los alimentos para rumiantes

Cada decisión tomada con los valores atípicos demanda la aplicación nuevamente de la metodología, con o sin los valores inusuales, para poder medir su efecto en los resultados obtenidos. Si el efecto es mínimo, se elimina o sustituyen. Por el contrario, si es importante, se analizan nuevamente las causas.

Por último, se estiman los valores faltantes según las ecuaciones que se puedan calcular y se realiza el remuestreo con el método bootstrap. Antes de ser admitida cada tabla concluyente, se efectúa nuevamente un análisis exploratorio de los datos.

Validación del procedimiento

Se examinaron un total de 6052 artículos en las revistas pecuaria seleccionadas. En el caso del *Megathyrus maximus* tuvo un total de 1165 registros que proceden de 140 referencias bibliográficas, de los cuales se generaron 143 tablas de composición nutritiva según los metadatos considerados.

Al iniciar el procedimiento para elaborar la tabla de composición nutritiva del alimento evaluado se evidencian que la MS, FB y PB contienen valores atípicos (tabla 1), ya que estos presentan elevada DS. Entonces para determinar el origen de estas anomalías se procede a realizar un análisis exploratorio de los datos.

Tabla 1. Reporte inicial de la tabla de composición nutritiva del alimento evaluado.

| Variables | N | Media | DS | Mín | Máx | Var | EE | Observaciones |
|------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------------------------|
| MS, % | 9 | 27,2 | 3,93 | 20,34 | 34,5 | 15,44 | 1,31 | Contiene Valores Atípicos |
| Cen, % MS | 2 | 9,11 | 0,18 | 8,99 | 9,24 | 0,03 | 0,12 | |
| FB, % MS | 7 | 28,58 | 10,03 | 7,4 | 37,45 | 100,7 | 3,79 | Contiene Valores Atípicos |
| MO, % MS | 2 | 91,33 | 0,04 | 91,3 | 91,35 | | 0,02 | |
| PB, % MS | 8 | 10,06 | 8,8 | 5,8 | 31,6 | 77,39 | 3,11 | Contiene Valores Atípicos |
| Ca, % MS | 2 | 0,81 | 0,01 | 0,8 | 0,81 | | | |
| P, % MS | 2 | 0,28 | 0,02 | 0,27 | 0,3 | | 0,02 | |
| EMB, Mcal/kg MS | 2 | 1,99 | 0,22 | 1,84 | 2,15 | 0,05 | 0,15 | |
| EMO, Mcal/kg MS | 1 | 2 | | | | | | |
| CMSO, g/kg PM | 1 | 60,2 | | | | | | |
| DMOO (vv-rec), % | 1 | 58,9 | | | | | | |

MS: materia seca; Cen: ceniza; FB: fibra bruta; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; Ca: calcio; P: fósforo; EMB: energía metabolizable en bovino; EMO: energía metabolizable en ovinos; CMSO: consumo de materia seca en ovino; DMOO (vv-rec): digestibilidad aparente *in vivo* rectal de la materia orgánica en ovinos.

Con el diagrama de caja se identifican dos valores atípicos en la MS (3: 34,5 y 6: 20,34). Sin embargo, al realizar el análisis de desviación estándar estos no son reportados, ya que todos los valores se encuentran dentro de la zona de variación, como se muestran en la figura 2.

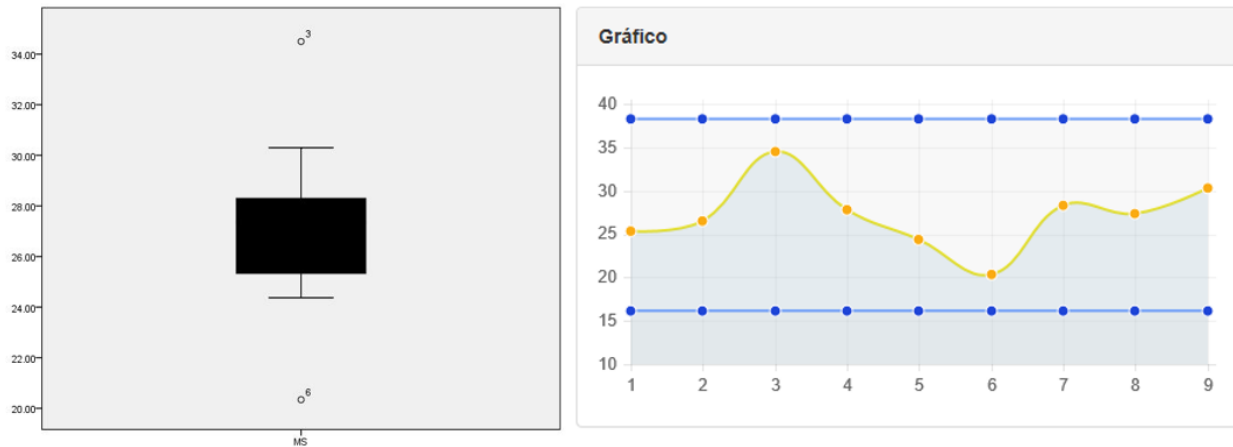


Figura 2. Diagrama de caja y gráfico de desviación estándar para identificar los valores atípicos en la MS.

Luego de examinadas las referencias que corresponden a los valores anómalos detectados en la MS, se comprobó que no hay error en la introducción de los datos. La causa de estas desviaciones pudiera estar relacionada por la no consideración de la época del año, ya que este factor genera una variabilidad en el valor nutritivo del forraje (López-Vigoa *et al.*, 2019). De igual forma, Milera *et al.* (2017) indican que aunque la *Megathyrus maximus* se caracteriza por su adaptación a una amplia gama de suelos, hay algunos que deciden su nivel productivo.

Los valores atípicos identificados en la FB y PB (figura 3) corresponden a la misma referencia (Ojeda, 1994), la cual fueron publicados con los valores invertidos y estos fueron captado exactamente como estaban. Por lo que se procedió a subsanar el error.

Procedimiento para elaborar nuevas tablas de composición nutritiva de los alimentos para rumiantes

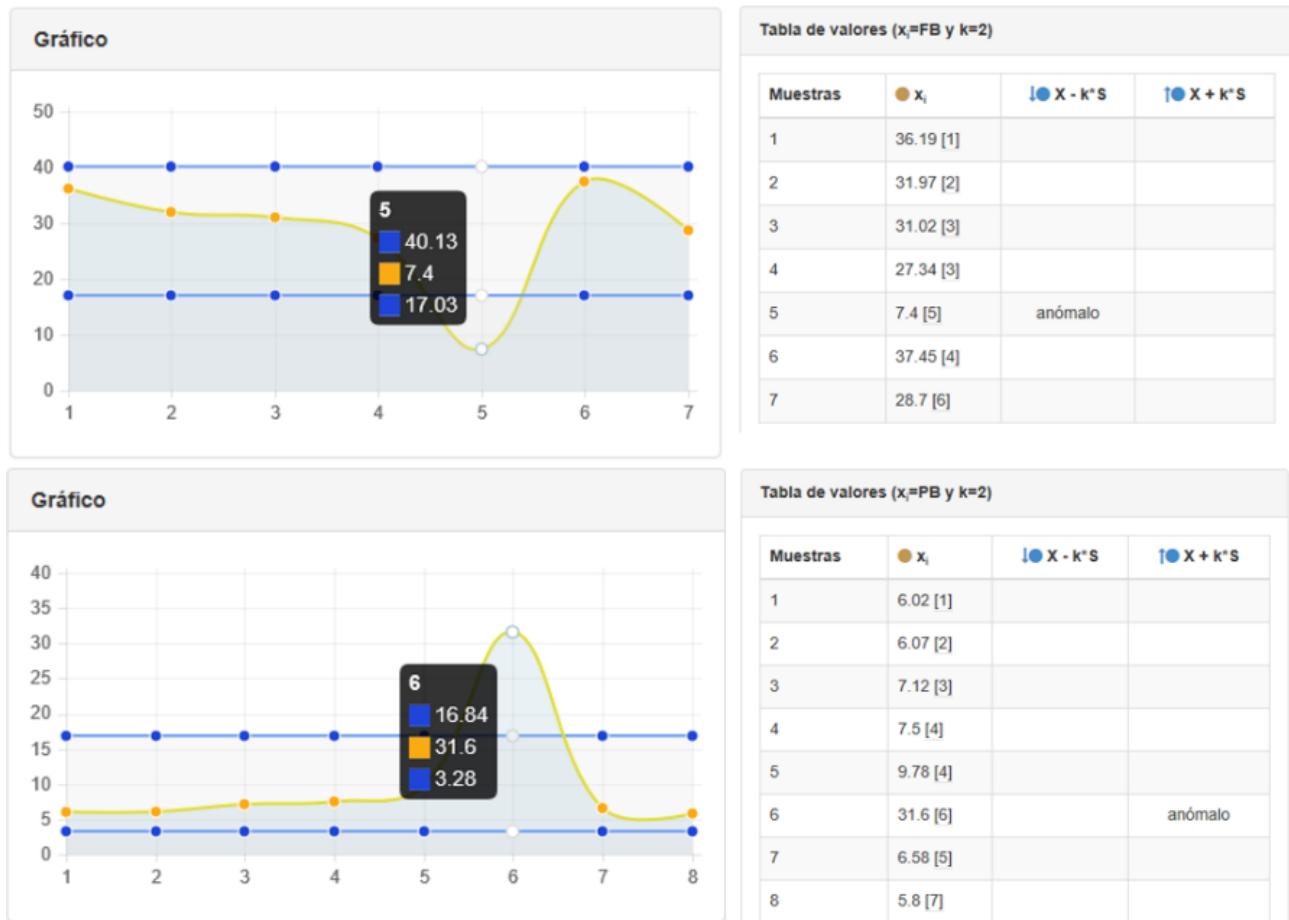


Figura 3. Análisis de desviación estándar para identificar los valores atípicos en FB y PB.

Una vez concluidas las transformaciones realizadas, se crea nuevamente la tabla de composición nutritiva del alimento evaluado. En el nuevo análisis realizado a los valores de los nutrientes se evidencian que la MS y la FB siguen reportándose con elevada DS (3,93 y 3,67 respectivamente).

El análisis aplicado a la FB se determinó que no existen valores anómalos, sin embargo al analizar las referencias se comprueba que el valor de 27,34 de la FB (caso 4 de la figura 3) es uno de los que influyen en la desviación y este está relacionado con unos de los valores atípicos de la MS (20,34) de la publicación de Otero y Esperance (1994). Esto es coherente con lo planteado por estos autores y Ojeda-García *et al.* (2020) que el estado de madurez de este forraje (40 días de edad) influye en su valor nutritivo (contiene menor contenido de MS y FB, así como un mayor tenor de PB).

Una vez aprobado la veracidad de los datos almacenados, se procedió a realizar las estimaciones de los valores faltantes a partir de las ecuaciones incorporadas al software. Como resultado de este proceso son obtenidos un mayor número de observaciones en Cen, MO, PB y EMO. Además, son reportados el N, PBDB y la EDO. En la tabla 2 se muestra el reporte final de la información nutricional del alimento evaluado.

Tabla 2. Reporte final de la tabla de composición nutritiva del alimento evaluado.

| Variables | N | Media | DS | Mín | Máx | Var | EE | Observaciones |
|------------------|----|-------|------|-------|-------|------|------|---------------------|
| MS, % | 9 | 27,21 | 1,25 | 24,8 | 29,72 | 1,55 | 0,01 | Se Aplicó Bootstrap |
| Cen, % MS | 6 | 8,97 | 0,09 | 8,78 | 9,16 | 0,01 | | Se Aplicó Bootstrap |
| FB, % MS | 7 | 32,05 | 1,3 | 29,61 | 34,64 | 1,69 | 0,01 | Se Aplicó Bootstrap |
| MO, % MS | 6 | 91,18 | 0,09 | 90,99 | 91,33 | 0,01 | | Se Aplicó Bootstrap |
| PB, % MS | 16 | 7,03 | 0,3 | 6,49 | 7,67 | 0,09 | | Se Aplicó Bootstrap |
| N, % MS | 8 | 1,12 | 0,07 | 1,01 | 1,27 | | | Se Aplicó Bootstrap |
| Ca, % MS | 2 | 0,81 | 0,01 | 0,8 | 0,81 | | | |
| P, % MS | 2 | 0,28 | 0,02 | 0,27 | 0,3 | | 0,02 | |
| EMB, Mcal/kg MS | 2 | 1,99 | 0,22 | 1,84 | 2,15 | 0,05 | 0,15 | |
| PBDB, % | 8 | 3,77 | 0,37 | 3,14 | 4,57 | 0,14 | | Se Aplicó Bootstrap |
| EMO, Mcal/kg MS | 2 | 2,02 | 0,02 | 2 | 2,03 | | 0,02 | |
| EDO, Mcal/kg MS | 1 | 60,27 | | | | | | |
| CMSO, g/kg PM | 1 | 60,2 | | | | | | |
| DMOO (vv-rec), % | 1 | 58,9 | | | | | | |

MS: materia seca; Cen: ceniza; FB: fibra bruta; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; N: nitrógeno; Ca: calcio; P: fósforo; EMB: energía metabolizable en bovino; PBDB: Proteína bruta digestible en bovinos; EMO: energía metabolizable en ovinos; EDO: energía digestible en ovinos; CMSO: consumo de materia seca en ovino; DMOO (vv-rec): digestibilidad aparente *in vivo* rectal de la materia orgánica en ovinos.

Se evidencian la validez el procedimiento ejecutado, pues permitió identificar y ajustar las anomalías identificadas en la base de datos. Además, se redujo como promedio un 16,06 % la DS, especialmente los que tenían una concentración de nutrientes superior a 3,5 unidades de DS de la media (MS: de 3,93 a 1,25; FB: de 10,03 a 1,3; PB: de 8,8 a 0,3).

Los resultados descritos en este trabajo confirman lo indicado por Obaid y Jasim (2021) que se debe realizar un proceso exploratorio de los datos antes de decidir que tratamiento se deben dar a los valores atípicos. De igual forma, se comprueban las ventajas de aplicar el método de remuestreo bootstrap, pues se obtuvo mejores indicadores en la DS y los IC. Además, se ha demostrado que el intervalo de confianza bootstrap percentil presenta ventajas teóricas sobre el intervalo normal estándar y un mejor comportamiento en la práctica.

La desviación estándar casi siempre fue menor después de aplicado el remuestreo bootstrap. Nos obstante, el uso de los métodos de detención de valores atípicos contribuyó a identificar principalmente los errores simples de entrada de datos, unidades de medida incorrectas, errores analíticos, identificación errónea de alimentos y alimentos correctamente registrados pero que representan poblaciones diferentes debido a la genética, el procesamiento o la región.

CONCLUSIONES

Se implementó un procedimiento que contribuye a perfeccionar el proceso de elaboración de las tablas de composición nutritiva de los alimentos para los animales rumiantes.

La aplicación del procedimiento desarrollado proporcionó estimaciones más precisas de la desviación estándar y los intervalos de confianza en la composición de nutrientes, que son importantes en la programación estocástica y en la valoración económica de los alimentos.

REFERENCIAS

- Cáceres, O., Ojeda, F., González, E., Arece, J., Milera, M., Lamela, L., Esperance, M., Montejo, I. L., & Soca, M. (2002). *Valor nutritivo de recursos forrajeros tropicales para los rumiantes*. Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/proyecto/tablavalor nutritivo/tbn.pdf>
- Cao Abad, R., & Fernández Casal, R. (2021). *Técnicas de Remuestreo*. https://rubenfcasal.github.io/book_remuestreo
- EEPF IH. (2019). *Revista Pastos y Forrajes*. Editorial de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. <https://payfo.ihatuey.cu>
- Fernández Casal, R., Cao, R., & Costa, J. (2023). *Técnicas de Simulación y Remuestreo*. <https://rubenfcasal.github.io/simbook/Simulacion.pdf>
- Figueroa-Mata, G., Carrera, E., & Jiménez, A. (2012). *Análisis de Componentes Principales en Paralelo*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2910/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García-Trujillo, R., & Pedroso, D. M. (1989). *Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo*. EDICA.
- ICA. (2019). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Editorial del Instituto de Ciencia Animal del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. <https://cjascience.com>
- IIP. (2015). *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. Editada por el Instituto de Investigaciones Porcina de la República de Cuba. <http://www.iip.co.cu>
- López-Vigoa, O., Lamela-López, L., Sánchez-Santana, T., Olivera-Castro, Y., García-López, R., Herrera-Villafranca, M., & González-Ronquillo, M. (2019). Evaluación del valor nutricional de los forrajes en un sistema silvopastoril. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 57-67. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942019000100057
- Milera, M. C., Machado, R. L., Simón, L. R., García Trujillo, R., Mesa Sardiñas, A. R., González Rosado, Y., Hernández Chávez, M. B., Pérez Vargas, A., Remy López, V. A., Ojeda García, F., Esperance Matamoros, M. J., Lamela López, L., Hernández Torrecilla, D., Cáceres García, O., Paretas Fernández, J. J., López Gutiérrez, M., Machado Martínez, H. C., Seguí Cartaya, E., Martín Martín, G. J., & Miret Prieto, R. (2017). *Tecnologías, metodologías y resultados generados por la EEPFIH* (M. C. Milera y T. Sánchez (eds.)). Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/proyecto/2017electronicos/tecnologias.pdf>
- MINAG. (2009). *Tablas de especificaciones nutricionales de los piensos y composición nutritiva y límites de inclusión de las materias primas*. UECAN.

- Obaid Merza, E., & Jasim AL-Anber, N. (2021). Formas rápidas de detectar valores atípicos. *Revista de Técnicas*, 3(1), 66-73. <https://doi.org/10.51173/jt.v3i1.287>
- Ojeda-García, F., Esperance-Matamoros, M., Milera-Rodríguez, M. C., & Cáceres-García, O. (2020). Capítulo 12. Conservación de pastos y forrajes en zonas tropicales. En M. C. Milera, T. Sánchez, y M. Hernández (Eds.), *Recursos forrajeros multipropósitos* (pp. 251-277). Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. https://biblioteca.ihatuey.cu/link/nuestraspublicaciones/recursos_forrajeros_multipropositos2020.pdf
- Ojeda, F. (1994). Evaluación de la interacción conservante-miel final sobre la calidad fermentativa de los ensilajes de la guinea cv. Likoni. *Pastos y Forrajes*, 17(3), 267-276. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1164>
- Otero, M., & Esperance, M. (1994). Estudio de la ensilabilidad de la guinea likoni (*P. maximum* Jacq.) según el índice azúcar/capacidad tampón. *Pastos y Forrajes*, 17(3), 277-281. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1165>
- Pérez, F., Romero, O., & Centurión, A. (2021). AliCuba : software de gestión de composición de alimentos para el ganado en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(4), 15-28. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=download&path%5B%5D=2059&path%5B%5D=889>
- Schlageter-Tello, A., Fahey, G. C., Freel, T., Koutsos, L., Miller, P. S., & Weiss, W. P. (2020). ASAS-NANP Symposium: Ruminant/nonruminant feed composition: Challenges and opportunities associated with creating large feed composition tables. *Journal of Animal Science*, 98(8), 1-13. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa240>
- Singular Systems. (2021). *Java Math Expression Parser*. <http://www.singularsys.com/jep>
- SPSS. (2019). *Statistical Package for the Social Sciences (Versión 27.0.0.0) [Programa de ordenador]*. IBM Corporation. <http://www.ibm.com>
- Tran, H., Schlageter-Tello, A., Caprez, A., Miller, P. S., Hall, M. B., Weiss, W. P., & Kononoff, P. J. (2020). Development of feed composition tables using a statistical screening procedure. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3786-3803. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16702>
- UC. (2019). *Revista de Producción Animal*. Editada por Ediciones Universidad de Camagüey del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa>
- Vila, S. D. (2020). *Detección de outliers en grandes bases de datos* [Tesis de maestría].

Universidade da Coruña.

http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto_1780.pdf

Vitoriano, B., & Ramos, A. (2023). *Programación matemática: Métodos de optimización*. Universidad Complutense. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2023/02/MM_PMII_I_IIb.pdf

Yoder, P. S., St-Pierre, N. R., & Weiss, W. P. (2014). A statistical filtering procedure to improve the accuracy of estimating population parameters in feed composition databases. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5645-5656. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7724>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: FPA, ORC, ACF; análisis e interpretación de los datos: FPA, ORC, ACF; redacción del artículo: FPA, ORC, ACF.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.