

REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

VOLUMEN 12 NÚMERO 2 AÑO 2021

EDITORIAL

El valor nutricional de los alimentos que componen las raciones, es un factor primordial en los sistemas de producción animal, la digestibilidad es una de las metodologías utilizadas para evaluar esa calidad debido a que no es suficiente un buen contenido de proteína, energía, minerales y vitaminas, sino que es necesario que estos nutrientes sean biodisponibles, para que los animales aprovechen de manera eficiente para sus funciones orgánicas de mantenimiento y producción. Las pruebas de digestibilidad que pueden realizarse utilizando varias técnicas como: *in vitro*, *in situ* o *in vivo*, constituyen un parámetro para definir que alimentos deben ser parte de una dieta, la cual está relacionada no solo con la especie animal, que tiene requerimientos nutricionales diferentes, sino que también, con sus etapas de crecimiento y procesos fisiológicos productivos, que necesitan suplir estas demandas nutricionales. Para lograr esto es preciso tener en cuenta los distintos sistemas digestivos de los animales porque son monogástricos o poligástricos y cada especie tiene características específicas para consumir y asimilar los alimentos, además ciertas enzimas encargadas de degradar los alimentos en el tracto digestivo presentan una actividad diferente de acuerdo al nutriente que están hidrolizando y al tipo de alimentación suministrada como: forrajes y concentrados. La digestibilidad es la cantidad de alimento que fue absorbido en el intestino y no fue excretado, por lo tanto, en las heces aparecen alimentos no digeridos y componentes como células epiteliales, microorganismos y enzimas, principalmente. Este campo del conocimiento es investigado de manera permanente por la ciencia de la nutrición y alimentación animal, no solamente en animales de granja, sino también en los de compañía; por tal motivo, es necesario conocer la calidad y digestibilidad de las materias primas, con las cuales se fabrican los alimentos balanceados, puesto que de esto depende en gran medida el rendimiento y el bienestar para los animales.

Z. MSc. Esp. MARÍA LIGIA ROA VEGA

Caracterización de los parámetros bioquímicos para transaminasas hepáticas (AST, GGT, fosfatasa alcalina y proteínas plasmáticas totales) de caballos cocheros en Florencia, Caquetá

Characterization of the biochemical parameters for liver transaminases (AST, GGT, alkaline phosphatase and total plasma proteins) of paddle horses from Florencia, Caquetá

Caracterização dos parâmetros bioquímicos das transaminases hepáticas (AST, GGT, fosfatase alcalina e proteínas plasmáticas totais) de cavalos de carruagem em Florencia, Caquetá

Quintero Herrera Claudia Johana ¹; Valencia Hernández Andrés Felipe ²; Sánchez Arevalo Diana Cristina ³; Noriega Vargas Yessica Andrea ⁴; Bahamón Cabrera Cristina Elodia ⁵

¹ MVZ, Universidad de la Amazonia. Florencia, Colombia.

² MV., MSc. Docente Universidad de la Amazonia, Grupo de investigación GIPSA, Línea de Investigación en Salud Pública veterinaria. Florencia, Colombia.

³ MV., ES. Docente Universidad de la Amazonia. Grupo de investigación FAUNA SILVESTRE, Línea de Investigación en Salud Pública veterinaria. Florencia, Colombia.

⁴ MVZ. Esp. Docente Universidad de la Amazonia. Florencia, Colombia. Línea de Investigación en Salud Pública veterinaria.

⁵ MVZ., Esp. Docente Universidad de la Amazonia. Grupo de Investigación GIPSA. Florencia, Colombia. Línea de Investigación en Salud Pública veterinaria.

a.valencia@udla.edu.co

Recibido 15 de julio 2021, Aceptado 22 de diciembre 2021

RESUMEN

El departamento del Caquetá cuenta con 63.666 equinos, de los cuales 439 semovientes se encuentran en el municipio de Florencia dedicados al trabajo como caballos cocheros, pues este trabajo significa el sustento económico de muchas familias. El objetivo de esta investigación fue determinar los parámetros bioquímicos de referencia para las transaminasas hepáticas (Aspartato

Aminotransferasa, Gamma Glutamil Transferasa, Fosfatasa Alcalina y Proteínas Plasmáticas Totales) de los caballos cocheros del municipio de Florencia Caquetá. El Laboratorio Clínico Veterinario del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de la Amazonia, colectó 79 muestras sanguíneas, de las cuales 23 pertenecían a equinos hembras y 56 a equinos machos. Se realizó análisis descriptivo de cada una de las variables, mediante las medidas de tendencia central (media y mediana). Posteriormente, se aplicó la prueba comparativa t para medias de dos muestras emparejadas entre hembras y machos. El valor de referencia y desviación estándar de cada una de las variables fue (AST: $217,1 \pm 47,07$; GGT: $11,7 \pm 3,09$; FA: $293,2 \pm 108,05$; PPT: $72,7 \pm 7,45$). Por consiguiente, No se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre hembras y machos. Los valores generados en el presente estudio pueden ser considerados como referencia para el caballo cochero del municipio de Florencia, Caquetá y son una muestra de las condiciones fisiológicas y ambientales de los equinos.

Palabras clave: Equinos de tracción, patología clínica, enzimas hepáticas.

ABSTRACT

The department of Caquetá has 63,666 horses, which 439 of them are in Florencia's municipality. They are dedicated to working as driver horses, as this work is the economic support of many families in the country. This research study's objective was to determine the biochemical reference parameters for liver transaminases (Aspartate aminotransferase, Gamma-glutamyltransferase, Alkaline phosphatase, and total plasma proteins) of horses traction from municipality of Florencia, Caquetá. The Veterinary Clinical Laboratory of the Veterinary Medicine and Zootechnics program of Amazonia's university collected 79 blood samples. These samples belonged to 23 female equines and 56 male equines. This study used descriptive analysis of each of the variables through central tendency (mean and median). Subsequently, the comparative t-test was applied for means of two paired samples between females and males equines. The reference value and standard deviation (SD) of each of the variables were (AST: 217.1 ± 47.07 ; GGT:

11.7 ± 3.09; ALP: 293.2 ± 108.05; TPP: 72.7 ± 7.45). Finally, the researchers did not find significant differences ($P > 0.05$) between females and males. The values generated in this study can be considered as a reference for the driver horse of Florencia municipality, and they are a sample of the equines' physiological and environmental conditions.

Keywords: Horse traction, clinical pathology, liver enzymes.

RESUMO

O departamento de Caquetá possui 63.666 equídeos, dos quais 439 animais estão no município de Florencia dedicados a trabalhar como cavalos de carruagem, já que este trabalho significa o sustento econômico de muitas famílias. O objetivo desta pesquisa foi determinar os parâmetros bioquímicos de referência para as transaminases hepáticas (Aspartato Aminotransferase, Gamma Glutamil Transferase, Fosfatase Alcalina e Proteínas Plasmáticas Totais) de cavalos de treinador no município de Florencia Caquetá. O Laboratório Clínico Veterinário do programa de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidad de la Amazonia coletou 79 amostras de sangue, das quais 23 pertenciam a equídeos fêmeas e 56 a equídeos machos. Foi realizada uma análise descritiva de cada uma das variáveis, utilizando as medidas de tendência central (média e mediana). Posteriormente, foi aplicado o teste t comparativo para médias de duas amostras pareadas entre mulheres e homens. O valor de referência e desvio padrão de cada uma das variáveis foi (AST: 217,1 ± 47,07; GGT: 11,7 ± 3,09; FA: 293,2 ± 108,05; PPT: 72,7 ± 7,45). Portanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($P > 0,05$) entre mulheres e homens. Os valores gerados neste estudo podem ser considerados como referência para o cavalo de treinamento no município de Florencia, Caquetá, e são uma amostra das condições fisiológicas e ambientais dos equinos.

Palavras-chave: Cavalos de tração, patologia clínica, enzimas hepáticas.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país en vía de desarrollo, cuenta en su gran mayoría con personas de escasos recursos que utilizan los equinos como herramienta de trabajo en las diferentes zonas urbanas del país. Tradicionalmente son utilizados como medio de tracción y transporte (de víveres y materiales), ya que este trabajo significa el sustento económico para muchas familias, siendo este el derivado de la actividad diaria con estos animales (Castillo et al., 2017; Patiño et al., 2017). Ahora bien, según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2019), la población equina en el país se constituye aproximadamente por 1.603.679 animales, de los cuales el departamento del Caquetá cuenta con 63.666 equinos (3,97%) y específicamente el municipio de Florencia con 3.648 equinos (0,22%). ICA (2016) citado por Patiño et al. (2017, p. 2), menciona que, para la tracción en el área urbana del mismo municipio (439 semovientes se encuentran reportados por la secretaria de tránsito y movilidad, Alcaldía de Florencia).

Estos caballos normalmente tienen un manejo y alimentación diferente, puesto que son expuestos a extensas jornadas de trabajo (entre 10 y 12 horas/día), caminan largos recorridos (entre 15 y 40 km/día), las dietas no son balanceadas, siendo difícil cumplir con los requerimientos nutricionales, y viéndose reflejado en las bajas condiciones corporales (Patiño et al., 2017; Salado, Cepero, Pentón, Silveira, 2006). Para Guevara (2013) “la mayoría de estos équidos no reciben los cuidados médicos básicos indispensables como la desparasitación periódica, vacunas y buen herraje reflejándose en una disminución de la vida útil del animal” (p. 2). Como resultado, por el conjunto de estas variaciones, en el momento de hacer la valoración e interpretación clínica de las pruebas analíticas como las transaminasas hepáticas, los valores resultan diferentes a los internacionales (Washington y Van Hoosier, 2012).

En efecto, para la valoración clínica de los caballos cocheros, se adoptan los valores internacionales como base de interpretación de pruebas de laboratorio como es el caso de análisis correspondientes a las transaminasas hepáticas. Si se

considera que son valores referenciales tomados en otros países, también se debe tener en cuenta que son animales sometidos a diferentes condiciones de manejo y apoyo nutricional (Hernández, 2017). De este modo, vale destacar la importancia de obtener datos que permitan caracterizar estos parámetros bioquímicos en los caballos cocheros, con énfasis en las funciones hepáticas, debido a que este órgano interfiere en el metabolismo del esfuerzo físico que se genera en un caballo debido a sus características de trabajo (Trigo, 2010).

Dicho lo anterior, el hígado tiene compromiso en gran cantidad de procesos metabólicos, es el órgano más importante para el mantenimiento de la homeostasis y demás procesos como secreción, excreción, almacenamiento y detoxificación del organismo (Ruiz et al., 2010; Picon, s.f). Al estar involucrado en todos estos procesos, también está expuesto a muchas lesiones de diferentes orígenes.

La enfermedad hepática en los caballos puede tener graves consecuencias, debido a que los signos a menudo son inespecíficos y se pueden observar habitualmente en otras enfermedades (Hackett et al., 2016; Picon, s.f). La mayoría de los signos de insuficiencia hepática aparecen generalmente después de la pérdida de más del 75% de la capacidad funcional del hígado (West, 1996). A pesar de que este órgano tiene una gran capacidad funcional brindada por los hepatocitos, los cuales tienen gran facilidad de regeneración permitiendo que el hígado cumpla sus funciones en presencia de un daño importante (Ruiz et al., 2010), la tasa de mortalidad equina puede ser elevada, como ejemplo, se presentan diferentes estudios retrospectivos. West (1996), en su estudio realizado en el Reino Unido, indicó un 60% de mortalidad, así mismo Parraga et al., (1995) en California, EE.UU, indicó un 68% de mortalidad y Finalmente, McGorum et al., (1999), en su estudio llevado a cabo en la escuelas de veterinaria de Edinburgh y Gascow en Reino Unido, un 72% de mortalidad; es por eso que debe haber monitoreo constante de la funcionalidad hepática por medio de pruebas

bioquímicas, las cuales son imprescindibles cuando se intenta diagnosticar enfermedad hepática (DeNotta y Divers, 2019).

La evaluación clínica hepática o diagnóstico de alteraciones hepáticas que afectan a los equinos requiere de pruebas laboratoriales que evalúen parámetros bioquímicos sanguíneos con el fin de obtener información rápida y certera para que el médico veterinario actúe de manera oportuna a los resultados de dichas pruebas. Por lo anterior, la Universidad de la Amazonia ubicada en Florencia, (Caquetá), cuenta con un Laboratorio Clínico Veterinario, en el cual se realizan diferentes métodos diagnósticos dentro de las cuales encontramos parámetros bioquímicos como AST, GGT, FA y PPT. Si bien es cierto, existen parámetros bioquímicos establecidos para la especie equina, sin embargo, estos no han considerado las variaciones climatológicas, raza, alimentación y condición física en que se pueden encontrar los caballos cocheros. Es por eso que la propuesta planteada propone caracterizar los parámetros bioquímicos para las transaminasas hepáticas (AST, GGT, fosfatasa alcalina y proteínas plasmáticas totales) de los caballos cocheros del municipio de Florencia, Caquetá.

METODOLOGÍA

Ubicación De Estudio

El presente estudio se realizó a partir del desarrollo de una brigada animal realizada por el programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el segundo semestre del año 2017. El municipio de Florencia se encuentra ubicado al noroeste del departamento del Caquetá Colombia, con una altitud de 257 metros sobre el nivel del mar (msnm) y una temperatura que oscila entre los 19° C y 26° C. Todos los equinos muestreados pertenecen a la zona urbana del municipio, utilizados como medio de trabajo y transporte. La Universidad de la Amazonia cuenta con los permisos estatales para ejecutar este tipo de actividades de brigadas animales, así mismo todos los animales vinculados con este estudio se les garantizó el principio de bienestar animal contemplado en las leyes nacionales.

Muestras biológicas y su procesamiento

Muestras sanguíneas de 79 caballos cocheros, de raza criolla sin edad específica, de los cuales 23 eran hembras y 56 machos. Para el presente trabajo se tomaron datos que habían sido recolectados previamente en el segundo semestre del año 2017 por parte del Laboratorio Clínico Veterinario de la Universidad de la Amazonia. Este estudio incluyó datos de caballos cocheros aparentemente sanos de los cuales 23 eran hembras y 56 machos del municipio de Florencia, Caquetá, mediante el examen físico general realizados por médicos veterinarios durante la brigada realizada por el programa Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de la Amazonía. Estas muestras fueron procesadas con reactivos para pruebas: AST, GGT, Fosfatasa alcalina, Proteínas plasmáticas totales; utilizando la técnica de espectrofotometría, por medio de química húmeda.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la presente investigación, en primera instancia se analizarán los datos por medio del software Microsoft Excel, que contiene hojas de cálculo que permiten analizar datos de forma organizada y clasificar información de acuerdo con diferentes variables. Posteriormente se realizará análisis descriptivo de cada una de las variables, mediante las medidas de tendencia central media y mediana. Se realizó también una prueba T para dos muestras independientes y dos colas con el fin de establecer diferencias significativas entre machos y hembras, y se realizaron graficas de dispersión de los datos con el fin de verificar si distribuyen normalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios y la desviación estándar encontrados en cada parámetro bioquímico (AST, GGT, FA y PPT) (Ver tabla 1), muestran que para la enzima AST, el valor promedio general (\bar{x}) y su desviación estándar (\pm) fue de (\bar{x} 217,1 \pm 47,07). De acuerdo con la prueba T, se estableció que para esta enzima no existe

diferencia estadísticamente significativa ($P=0,87$) entre machos ($\bar{x} 217 \pm 44,73$) y hembras ($\bar{x} 215,7 \pm 53,65$). En la figura 1 se observa el diagrama de dispersión para AST.

Tabla 1. Medias y desviación estándar de los parámetros bioquímicos sanguíneos (AST, GGT, FA y PPT) de los caballos cocheros de Florencia.

SEXO	AST (UI/L) MEDIA \pm SD	GGT (UI/L) MEDIA \pm SD	FA (UI/L) MEDIA \pm SD	PPT (G/dL) MEDIA \pm SD
MACHOS	217,6 \pm 44,73	11,8 \pm 3,10	286,0 \pm 104, 18	73,3 \pm 6,97
HEMBRAS	215,7 \pm 53,65	11,6 \pm 3,14	310,6 \pm 117,51	71,1 \pm 8,47
PROMEDIO GENERAL	217,1 \pm 47,07	11,7 \pm 3,09	293,2 \pm 108,05	72,7 \pm 7,45

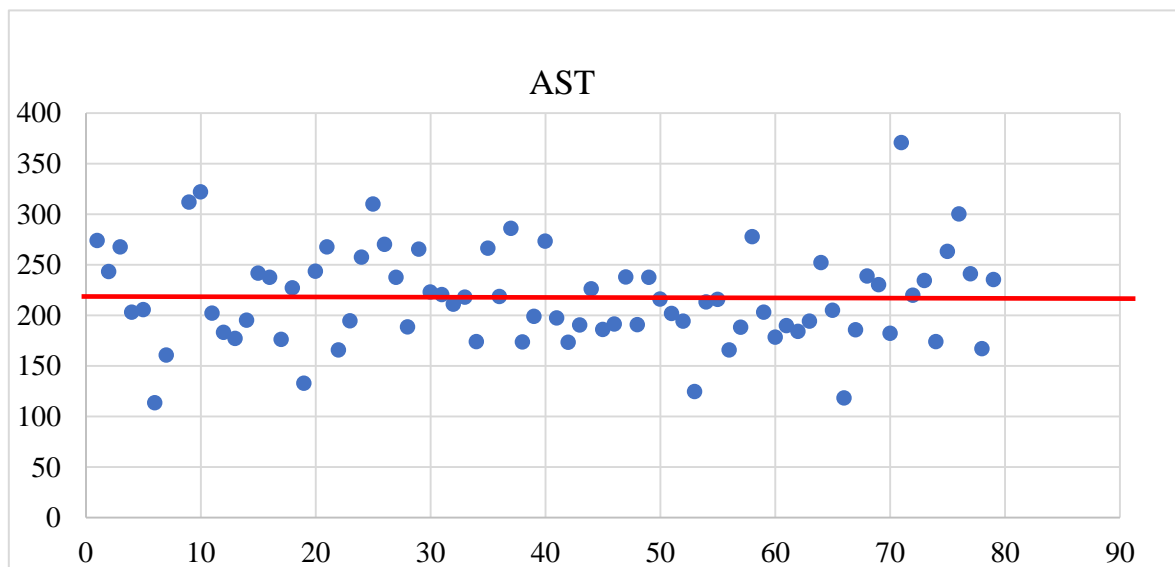


Figura 1. Diagrama de dispersión para valores séricos de la enzima Aspartato Aminotransferasa en caballos cocheros de Florencia.

En el departamento del Caquetá, la caracterización de parámetros bioquímicos para transaminasas hepáticas como AST, GGT, FA y PPT en caballos cocheros, está empezando a generarse, pues no existen reportes ni investigaciones al respecto. A nivel de la enzima AST el valor promedio para caballos cocheros fue de $(217,1 \pm 47,07)$, este valor se encuentra dentro del rango reportado para la especie (138-409 y 189-385) según Smith, (2010) y Engelking, (2011)

respectivamente. Aunque, considerablemente inferior a lo reportado en caballos criollos colombianos con valor promedio de $(306,05 \pm 83,4 \text{ UI/L})$, Ruiz et al, 2010) y en caballos peruanos de paso, donde el promedio general fue de $(321 \pm 72 \text{ UI/L})$, Diaz et al, 2011). Considerándose así que no existe alteración hepática o muscular, que comprometa una elevación de la enzima, a pesar del esfuerzo físico que genera halar una carreta. Esto posiblemente debido a factores adquiridos a través del tiempo, influenciados por la raza, alimentación y al tipo de actividad física existente en los equinos (Lacerda et al, 2006).

Para la enzima GGT el valor promedio encontrado en este estudio fue de $(11,7 \pm 3,09)$ (tabla 2). De acuerdo con la prueba T, se estableció que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P=0,81$) entre machos $(11,8 \pm 3,10)$ y hembras $(11,6 \pm 3,14)$. En la figura 2 se observa el diagrama de dispersión para GGT.

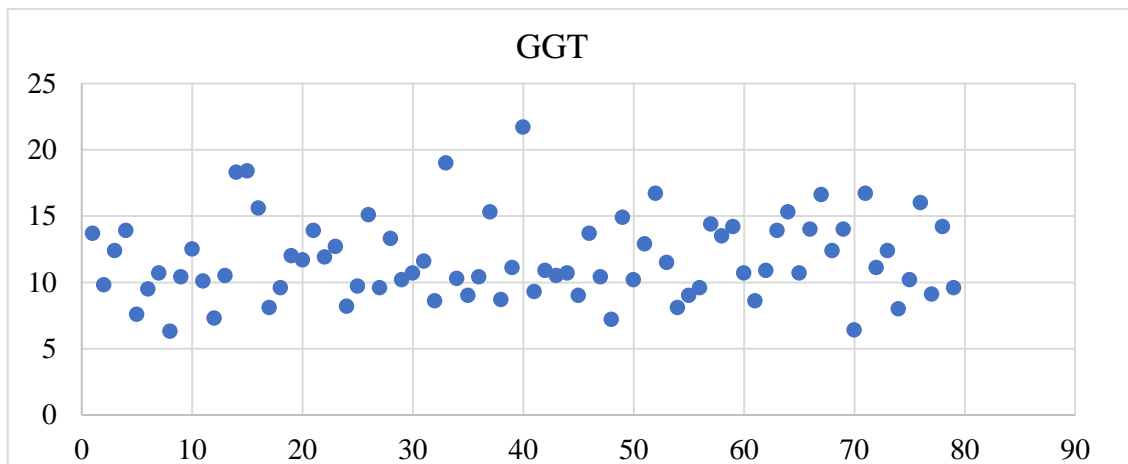


Figura 2. Diagrama de dispersión para valores séricos de la enzima Gamma Glutamil Transferasa en caballos cocheros de Florencia.

Estos datos se encuentran dentro del rango reportado por Engelking (2011) de $(5-24 \text{ UI/L})$ y Smith (2010) de $(8-22 \text{ UI/L})$ en sus investigaciones para la especie equina. Por otro lado, el valor promedio de este estudio para la enzima GGT está ligeramente más alto a lo reportado por Diaz et al, (2011) en caballos peruanos de paso $(8,04 \pm 3,24 \text{ U/L})$ y levemente más bajo a lo reportado por Takasu et al, (2013) en el caballo Kiso japonés $(15,0 \pm 5,4 \text{ U/L})$. Finalmente, (Ruiz et al, 2010) también reporta valores ligeramente más altos en el caballo criollo colombiano con

un valor promedio de $(16,2 \pm 9,7 \text{ UI/L})$. De esta manera se demuestra que existen diferencias de los promedios entre los distintos estudios con las diferentes razas, siendo una razón importante para la implementación de valores diferenciados, tal como lo afirma (Diaz et al., 2011) en su estudio.

Para la enzima FA, el valor promedio general fue de $(293,2 \pm 108,05)$. De acuerdo con la prueba T, se estableció que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P=0,36$) entre machos $(286,0 \pm 104,18)$ y hembras $(310,6 \pm 117,51)$.

En la figura 3 se observa el diagrama de dispersión para FA.

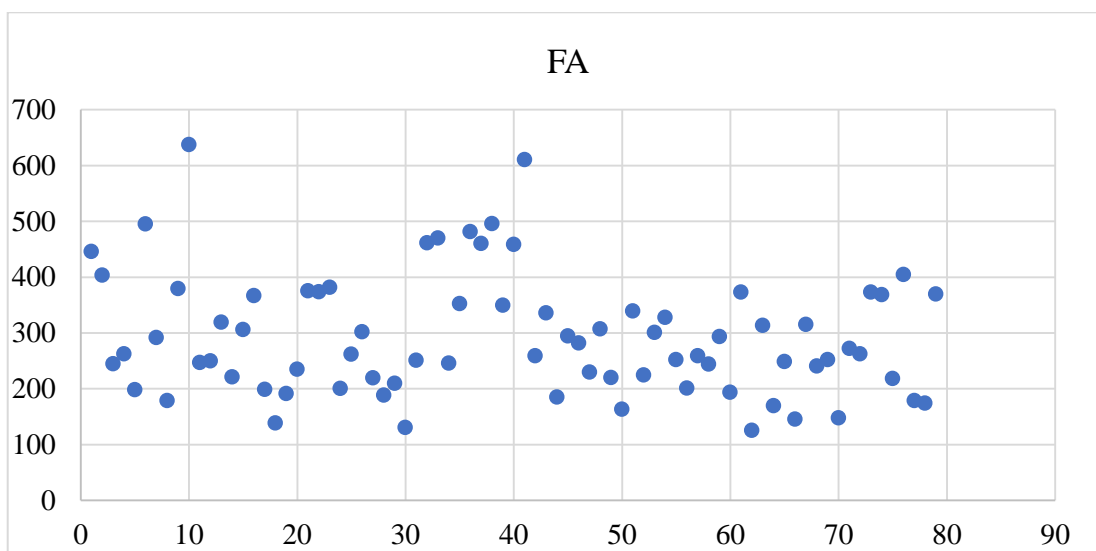


Figura 3. Diagrama de dispersión para valores séricos de la enzima Fosfatasa Alcalina en caballos cocheros de Florencia.

A nivel de la enzima FA, se encontraron valores muy similares a lo reportado por otros autores, tal es el caso de Souza (2016) quien indica un promedio de $(284,32 \pm 53,33)$ para la raza Campeiro de Brasil, y Carlson (2002) quien plantea un rango de $(86 - 285 \text{ U/L})$ para equinos. Valores que se encuentran estrechamente relacionados a los resultados obtenidos en este estudio, con promedio y desviación estándar de $(293,2 \pm 108,05)$. Sin embargo, la literatura también reporta valores con diferencias significativas respecto a este estudio. Es el caso de los equinos pura sangre de carrera de un año en Chile, para los cuales se reportó un rango de $(707,44 - 764,42 \text{ U/L})$, Rebolledo, 2016), observándose una marcada diferencia en los valores, respecto a este estudio y a los mencionados

anteriormente. Esto debido a que la FA es una enzima que se presenta en casi todos los tejidos del organismo, pero con mayor presencia en hígado, vías biliares y huesos, siendo este último una de las mayores fuentes de FA, por eso en individuos en desarrollo óseo esta enzima está normalmente elevada (Kaneko et al., 1997), corroborando así la diferencia existente entre el actual estudio y lo reportado por Rebolledo, (2016). Para esta enzima se observó una gran DE, por lo tanto, para esta variable se considera que existe una amplia dispersión de datos. Esto puede ser debido al tipo de trabajo y de alimentación que reciben los ejemplares del presente estudio, pues como es bien sabido, no son las más adecuadas.

Para las proteínas plasmáticas totales, el valor promedio fue de $(72,7 \pm 7,45)$. De acuerdo con la prueba T, se estableció que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P=0,23$) entre machos $(73,3 \pm 6,97)$ y hembras $(72,7 \pm 7,45)$. En la figura 4 se observa el diagrama de dispersión para PPT.

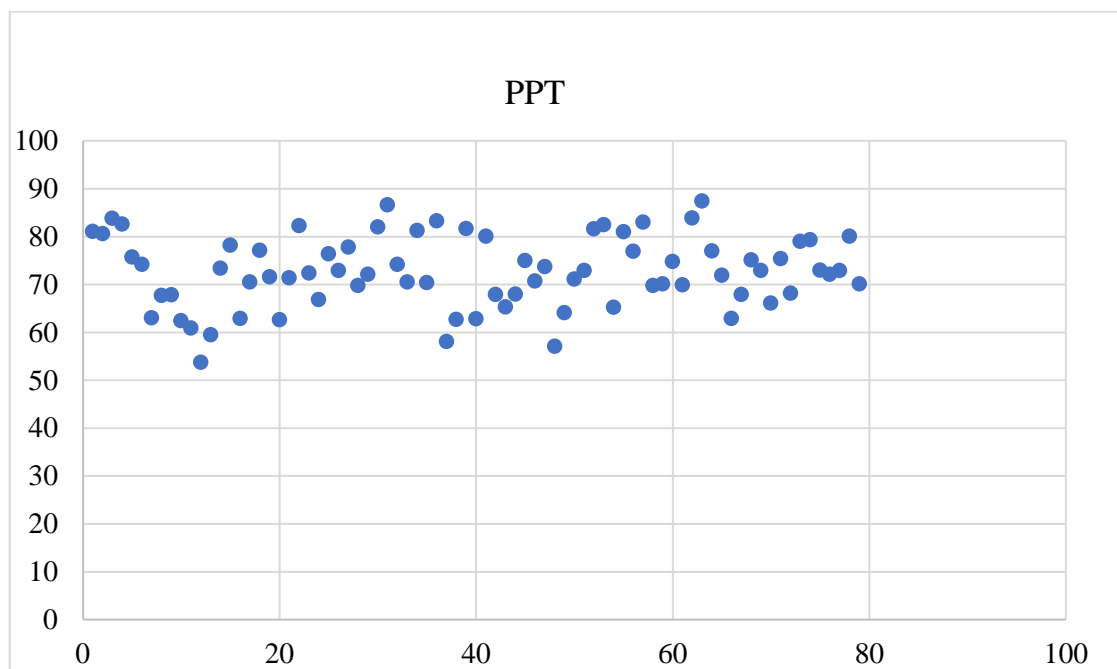


Figura 4. Diagrama de dispersión para valores séricos de Proteínas Plasmáticas Totales en caballos cocheros de Florencia.

Este valor resulta similar, pero siempre al extremo superior de lo reportado por diversos autores como (Smith, 2010) con $(5.8 - 7.7 \text{ g/Dl})$ y Engelking, (2011) con

(5.6 – 7.0) para equinos. Por otro lado, Rebolledo, (2016) y Jerez, (1979) en sus estudios con el equino fina sangre de carrera (FSC), reportan valores más bajos ($6,07 \pm 0,29$ g/dL; $67,50 \pm 3,40$ g/l) respectivamente, en comparación a lo descrito en este estudio, significando un aumento leve de las PPT o hiperproteinemia. Esto posiblemente debido a un deficiente estado nutricional o a una deshidratación causada por una reducción en la ingesta de líquidos o por pérdida excesiva de fluidos (Smith, 2010; Trigo 2011).

Estas dos causales se atribuyen puesto que la labor de tracción en equinos genera largas jornadas de trabajo sin la retribución debida en alimento y líquidos, a diferencia de caballos como el FSC, que se encuentran constantemente en competencia y con los cuidados necesarios. Sin embargo, cabe resaltar que, para Smith, (2010), la deshidratación en grandes animales se espera cuando la concentración de PPT se sitúa por encima de 8 g/dl (Smith, 2010). Por lo tanto, los valores para PPT que arrojó este estudio, se atribuyen como características intrínsecas del caballo cochero de Florencia, siendo así una variable guía para las próximas pruebas de laboratorio. Los resultados de las medias y desviación estándar en relación con el sexo (hembras y machos) para las cuatro variables (AST, GGT, FA y PPT) fueron muy similares, lo cual indicó que no se reflejaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

CONCLUSIONES

Mediante la metodología analítica y estadística empleada fue posible caracterizar los parámetros bioquímicos para AST, GGT FA y PPT de los caballos cocheros del municipio de Florencia. Los valores caracterizados en este estudio de caballos cocheros de Florencia, no reflejaron diferencias estadísticamente significativas según la variable sexo. El valor hallado en la caracterización de la enzima AST, se encuentra dentro de lo reportado por la literatura (Smith, 2010; Engelking, 2011). Se encontró diferencias poco marcadas en el valor promedio de la enzima GGT, respecto a la literatura (Díaz et al, 2011; Takasu et al, 2013; Ruiz et al, 2010).

El valor promedio caracterizado para la enzima FA se encontró estrechamente relacionado a lo reportado por Souza (2016) y Carlson (2002), sin embargo, la literatura también reportó valores con diferencias estadísticamente significativas; esto debido a que eran equinos de un año, donde el desarrollo óseo es marcado (Rebolledo, 2016). El valor de las proteínas plasmáticas totales, reflejaron un aumento en comparación con la literatura (Rebolledo, 2016; Jerez 1979; Engelking, 2011), lo que fue atribuido como una característica intrínseca del caballo cochero de Florencia. La caracterización de estos parámetros bioquímicos generados en el presente estudio puede ser considerados como base para futuras investigaciones con una cantidad de muestras estadísticamente representativa, que permitan establecer valores de referencia para los caballos cocheros del municipio de Florencia, Caquetá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adrados P. (s.f). Hemograma y perfil bioquímico. EQUISAN Veterinaria Equina Integral. Disponible en: <http://www.equisan.com/images/pdf/anasan.pdf>
2. Alzate P. Evaluación de los hallazgos de laboratorio clínico obtenidos de los caballos carreteros dados en custodia a la clínica veterinaria Universitaria U.D.C.A. (Trabajo de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales), 2015. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/508>
3. Carlson G. Large Animal Internal Medicine. 3a ed. Usa: Mosby.
4. Castillo C, Jiménez S, Pérez M, Mira J. Parasitismo gastrointestinal y pulmonar en caballos cocheros del municipio de Caldas, Antioquia, Colombia. Journal of agriculture and animal sciences, 2002;4(1), 19-25.
5. De Notta S, Divers J. Clinical Pathology in the Adult Sick Horse: The Gastrointestinal System and Liver. Veterinary Clinics: Equine Practice, 2020;36(1),105-120. DOI: 10.1016/j.cveq.2019.11.004.
6. Díaz G, Li E, Tió G. Valores hematológicos, bilirrubinemia y actividad enzimática sérica en caballos peruanos de paso del valle de Lurín, Lima. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2011;22(3),213-222.
7. Díaz D. Determinación de la funcionalidad hepática en equinos fina sangre (FSC) mediante pruebas de coagulación, 2006.(Trabajo de grado, Universidad de Chile) Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130853/Determinaci%C3%B3n-de-funcionalidad-hep%C3%A1tica-en-equinos-%20fina-sangre-de->

- [carrera-%28fsc%29-mediante-pruebas-de-coagulaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)
8. Divers J, Barton M. Disorders of the Liver. En Reed, S. M., Bayly, W. M. & Sellon, D. C. Equine Internal Medicine, 2018,(4):843–887. USA: Elsevier. DOI: 10.1016/b978-0-323-44329-6.00013-9
 9. Engelking R. Textbook of Veterinary Physiological Chemistry. 2da ed. USA: Elsevier. 2011.
 10. Evans O. Animal Clinical Chemistry. 2da ed. United States of America: Acid-Free Paper. (Ed). 2009.
 11. Guevara A. Indicadores de bienestar animal en équidos carretoneros de la zona urbana de Veracruz. (Trabajo de grado, Universidad Veracruzana). 2013. Disponible en: <https://docplayer.es/33644866-Universidad-veracruzana.html>
 12. Gutiérrez M. Evaluación de eugenol (extracto del clavo de olor) como profilaxis de la carga bacteriana bucal en equinos en la parroquia de Machachi canton Mejía. (Trabajo de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi). 2013. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2848>
 13. Hackett E, Twedt D, Gustafson D, Schultheiss P. Enfermedad hepática de los caballos en el oeste de Estados Unidos. Revista de Ciencias Veterinarias Equinas, 2016;(45),32-38.
 14. Hernández E. Determinación de los valores de referencia en el hemograma de los caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región litoral del Ecuador. (Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador) 2017. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13169>
 15. Ida M. Clinical Biochemistry and Hematology. The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents, 2012;57-116.
 16. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2019). Censo Pecuario Nacional, censo equino colombiano. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
 17. Kaneko J, Harvey J, Bruss M. Clinical Biochemistry Of Domestic Animals, 1997; 5a ed. USA: Academic Press.
 18. Kawamura S. Textbook of Veterinary Internal Medicine, Large Animal Practice. Bun-Eido Publishing Co., Ltd., 2011. Tokyo (Japan).
 19. Lacerda L, Campos R, Sperb M., Soares E, Barbosa P, Godinho E, Gonzalez F. Hematologic and biochemical parameters in three high performance horse breeds from Southern Brazil. Archives of Veterinary Science, 2006;11(2),40.
 20. Lucas V. 2003. El caballo y las razas. Disponible en: http://www.monografias.com/usuario/perfiles/maria_victoria_lucas
 21. Martín G, Molina A. Transaminasas: Valoración y significación clínica. Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica SEGHNPAEP, 2010;267-275. Disponible en: <http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/transaminasas.pdf>

22. McGorum C, Murphy D, Love S, Milne E. Clinicopathological features of equine primary hepatic disease: a review of 50 cases. *Revista Vet Record*, 1999;145,134-139.
23. Parraga E, Carlson G, Thurmond M. Serum protein concentrations in horses with severe liver disease: a retrospective study and review of the literature. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 1995;9(3),154-161.
24. Patiño A, Silva V, López P, Rojas J, Alarcón J. Comparación metabólica de tres grupos de yeguas de trabajo del municipio de Florencia Caquetá. *Revista Electrónica Veterinaria*, 2017;18(1),1-12.
25. Patiño B, Baldrich E, Malambo A, Parra D, Ortiz M, Patiño A. Reporte de parasitosis gastrointestinales y equinos positivos a anemia infecciosa equina en la brigada de salud animal en el año 2014 en el municipio de Florencia-Caquetá. *Revista Electrónica Veterinaria*, 2017;18(9),1-10.
26. Peplow E. (Ed). (1998 o 2002). *Encyclopedia of the Horse*.
27. Pfeiffer P, Carrillo R, Kalajzic M. Efecto de la funcionalidad hepática en equinos alimentados con grasas micronizadas de origen marino. 2008. Trabajos científicos presentados en 2008 en el congreso Mexicano de Veterinarios Especialistas en Equinos (AMMVEE).
28. Picon M. (s.f). El hígado del Caballo. *EQUISAN Veterinaria Equina Integral*. Disponible en: <https://www.equisan.com/index.php/25-aparato-digestivo/241-el-higado-del-caballo>
29. Rebolledo J. Determinación de intervalos de referencia para valores sanguíneos de potrillos Fina Sangre de Carrera de un año de edad de la Región Metropolitana. (Trabajo de grado, Universidad de Chile), 2016.
30. Rudolph W, Nuñez I, Godoy A. Isoenzimas de fosfatasa alcalina en el suero de potrillos Fina Sangre de Carrera Inglés obtenidas por electroforesis en gel de agarosa y neuraminidasa. *Arch. Med. Vet*, 1996;28(2),27-34.
31. Rudolph W, Planella J, Bernal A, Correa J, Salazar J. Variación diurna de los ácidos biliares totales sanguíneos en el Equino: efecto del ayuno. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 1998;13(1),16-20.
32. Ruiz J, Zuluaga D, Ruiz O, Estrada J. Medición de las enzimas AST y GGT en diferentes estados reproductivos y/o edades en caballos Criollo Colombiano en el Valle de Aburrá, Antioquia. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2010;5(2),55-60.
33. Salado J, Cepero O, Pentón H, Silveira A. Caballos de tracción: Comportamiento en la ciudad de Sancti Spiritus, Cuba. *Revista Electrónica Veterinaria*, 2006;7(11),1-14.
34. Siciliano D, Lawrence M, Danielsen K, Powell M, Thompson N. Effect of conditioning and exercise type on serum creatine kinase and aspartate aminotransferase activity. *Equine Veterinary Journal*, 1995;27(18),243-247.
35. Smith P. *Medicina Interna de Grandes Animales*. [Traducido al español de *Large Animal Internal Medicine*], 4ta ed. España: Elsevier. 2010.
36. Souza F, Schade J, Kunz R, Ramos F, Albuquerque M, Fontequé V, Fontequé H. Perfil bioquímico sérico de equinos clínicamente sanos da raça Campeiros. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2016;68(4),839-844.

37. Takasu M, Nagatani N, Tozaki T, Kakoi H, Maeda M, Murase T, Mukoyama H. Hematological and Biochemical Reference Values for the Endangered Kiso Horse. *Journal of Equine Science*, 2013;24(4),75-78.
38. Trigo P. Fisiopatología del ejercicio en el caballo de resistencia. (Tesis doctoral, Universidad de Córdoba), 2011. Disponible en: <http://www.uco.es/cemedede/wp-content/uploads/tesis-pablo-trigo1.pdf>
39. Ussa N, Salgado A. Determinación de hematocrito (Hto). Proteínas plasmáticas totales (ppt) y albumina (Alb) en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en Bogotá. (Trabajo de grado, Universidad de la Salle). 2009.
40. Vidal G. Determinación de los ácidos biliares séricos en equinos pura sangre chilenos. (Trabajo de grado, Universidad de Chile), 2011. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131494>
41. Viu J. (s.f). Diagnóstico de Alteraciones Hepáticas. Trabajo presentado en el I Congreso Solidario de Clínica Equina del Departamento de Medicina y Cirugía animal, Universidad Autónoma Barcelona.
42. West J. Clinical and pathological studies in horses with hepatic disease. *Equine Veterinary Journal*, 1996;28(2),146–156.
43. Zapata E. Determinación de la prevalencia de Anemia Infecciosa Equina (A.I.E) en Trece Predios de los Cantones: Guano, Penipe, Chambo y Riobamba. (Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2873>

**Desarrollo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones controladas en el
Piedemonte llanero**

**Development of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under controlled conditions in
the Colombian foothills**

**Desenvolvimiento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições
controladas no sopé colombiano**

Castro Perilla Rubén Leonardo, Reina Bejarano Joussan Raphael¹ García Ramírez
Dayra Yisel² Herrera Baquero Carlos Alberto³

¹Ingenieros Agrónomos Universidad de los Llanos.²Ingeniera Agrónoma Msc,
docente Universidad de los Llanos,³Ingeniero Agrónomo, Esp Msc.

dgarcia@unillanos.edu.co

Recibido 02 de agosto 2021. Aceptado 22 de diciembre 2021

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar los diferentes componentes de rendimiento y comportamiento de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones controladas, identificar problemas fitosanitarios que afecten el normal crecimiento y desarrollo de los genotipos de frijol, determinar la viabilidad económica de genotipos con potenciales de rendimientos. Se aplicó el diseño de bloques completos al azar, en el cual se evaluaron 8 tratamientos. El manejo agronómico se realizó de forma convencional y bajo criterios técnicos basados en análisis físico químico del suelo, la preparación del terreno será de forma mecanizada y su siembra será sobre materas en sitio específico, depositando un grano de semilla por sitio. Las evaluaciones de componentes fenológicos y estados fitosanitarios de los diferentes genotipos se realizaron cada ocho días de forma consecutiva hasta el punto de madurez fisiológica, las labores culturales se realizaron de forma manual. Para el análisis estadístico se tomaron los datos obtenidos en las mediciones y se realizara un análisis de varianza (ANAVA) y una prueba de comparación de medias (DMS) al 5%. Las variables tomadas en esta investigación fueron el porcentaje de germinación, número de días de emergencia, días de floración, altura de la planta, numero

de hojas de la planta y por último el rendimiento en kg por hectárea. Los materiales evaluados no presentaron un grado de susceptibilidad frente a los patógenos de mayor importancia, sin embargo se presentaron grados intermedios de *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum lindemuthianum*. El 87,5 % de los materiales evaluados presentaron un rendimiento superior a la media departamental, con rendimientos de 1.8 ton ha, demostrando un buen potencial de producción en condiciones de suelos evolucionados, lo cual indica que el cultivo de frijol procedente de materiales genéticamente mejorados representa una alternativa para ser cultivados y realizar un mejor aprovechamiento del uso del suelo.

Palabras clave: leguminosas, fenotipos, frijol, rendimiento

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the different components of performance and behavior of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under controlled conditions, identify phytosanitary problems that affect the normal growth and development of bean genotypes, determine the economic viability of genotypes with yield potentials. The randomized complete block design was applied, in which 10 treatments were evaluated. The agronomic management was carried out in a conventional way and under technical criteria based on physical-chemical analysis of the soil, the preparation of the land will be mechanized and its sowing will be on pots in a specific place, depositing one grain of seed per site. The evaluations of phenological components and phytosanitary states of the different genotypes were carried out every eight days consecutively until the point of physiological maturity, the cultural tasks were carried out manually. For the statistical analysis, the data obtained in the measurements were taken and an analysis of variance (ANOVA) and a test of comparison of means (DMS) at 5% were performed. The variables taken in this research were the percentage of germination, number of days of emergence, days of flowering, height of the plant, number of leaves of the plant and finally the yield in kg per hectare. The evaluated

materials did not present a degree of susceptibility to the most important pathogens, however intermediate degrees of *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* and *Colletotrichum lindemuthianum* were present. 87.5% of the evaluated materials presented a yield higher than the departmental average, with yields of 1.8 ton ha, demonstrating good production potential under evolved soil conditions, which indicates that the cultivation of beans from genetically improved materials represents an alternative to be cultivated and make better use of land use.

Keywords: legumes, phenotypes, beans, yield

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os diferentes componentes de desempenho e comportamento de genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições controladas, identificar problemas fitossanitários que afetam o crescimento e desenvolvimento normal de genótipos de feijão, determinar a viabilidade econômica de genótipos com produtividade potencial. Aplicou-se o delineamento de blocos completos casualizados, no qual foram avaliados 8 tratamentos. O manejo agrônômico foi realizado de forma convencional e sob critérios técnicos baseados em análises físico-químicas do solo, o preparo da terra será mecanizado e sua semeadura será em vasos em local específico, depositando um grão de semente por local. As avaliações dos componentes fenológicos e dos estados fitossanitários dos diferentes genótipos foram realizadas a cada oito dias consecutivos até o ponto de maturidade fisiológica, as tarefas culturais foram realizadas manualmente. Para a análise estatística, foram coletados os dados obtidos nas medidas e realizada uma análise de variância (ANAVA) e um teste de comparação de médias (DMS) a 5%. As variáveis tomadas nesta investigação foram a porcentagem de germinação, número de dias de emergência, dias de floração, altura da planta, número de folhas da planta e finalmente o rendimento em kg por hectare. Os materiais avaliados não apresentaram grau de suscetibilidade contra os patógenos mais importantes, porém graus intermediários de *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Colletotrichum*

lindemuthianum estiveram presentes. 87,5% dos materiais avaliados apresentaram rendimento superior à média departamental, com rendimentos de 1,8 ton ha⁻¹, demonstrando um bom potencial de produção em condições de solo evoluídas, o que indica que o cultivo de feijão a partir de materiais geneticamente melhorados representa uma alternativa a ser cultivadas e aproveitar melhor o uso da terra.

Palavras-chave: leguminosas, fenótipos, feijão, produtividade

INTRODUCCIÓN

La horticultura a nivel mundial es un sector económicamente importante, según datos estimados por la FAO a nivel mundial se cultivan anualmente 52 millones de hectáreas, con China, India, Turquía, Italia, Egipto, España, Brasil, México y Rusia entre los diez principales países productores de hortalizas frescas y procesadas. Del total de esta superficie, aproximadamente el 22% (12 millones de hectáreas) está relacionado con agricultura protegida, y de éstas, el 10% (1,2 millones de hectáreas) lo constituyen estructuras permanentes o invernaderos, siendo los cultivos que más se producen el tomate y el chile (FAO, 2008). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es reconocido como un producto importante para alimentación humana por su alto contenido de proteína y elementos minerales esenciales, además se caracteriza por ser uno de los cultivos de ciclo corto más predominante en la economía de muchas regiones del país, contando con aproximadamente 120.000 pequeños productores en Colombia (Arias et al., 2007).

El desarrollo de cultivares adaptados a estas condiciones es una opción posible para contribuir a la seguridad alimentaria de una población creciente que requiere incrementos significativos en la producción de alimentos (Polanía et al., 2009). El frijol es la leguminosa más importante para la alimentación en el trópico de América Latina, África Oriental y Meridional. La implementación de un proyecto productivo en el cultivo de frijol busca contribuir con la solución de problemáticas

tales como la dependencia en cultivos de arroz, maíz y soja etc., Identificando el cultivo de frijol como fuente de ingresos alternativa, una de las ventajas de la implementación es el ciclo corto que se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la región del piedemonte Llanero. Además, se pueden implementar nuevas alternativas tecnológicas que mejoren la producción, con un buen sistema de siembra que optimice el uso del recurso suelo. Con base en lo anterior, el propósito de esta investigación fue evaluar los diferentes componentes de rendimiento y comportamiento de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en condiciones controladas en el piedemonte Llanero.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es la leguminosa más importante para la alimentación en el trópico de América Latina y África oriental y meridional. El frijol es actualmente cultivado en estas regiones por pequeños agricultores, con frecuencia en condiciones no favorables y de mínimo uso de insumos (Beebe et al., 2001), donde constituye una fuente económica de proteína y calorías para la población.

La implementación de un proyecto productivo en el cultivo de frijol busca contribuir con la solución de problemáticas tales como la dependencia en cultivos de arroz, maíz y soja etc., Identificando el cultivo de frijol como fuente de ingresos alternativa, una de las ventajas de la implementación es el ciclo corto que se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la región del piedemonte Llanero. Además, se pueden implementar nuevas alternativas tecnológicas que mejoren la producción, con un buen sistema de siembra que optimice el uso del recurso suelo. Los fuertes periodos de lluvia y largos periodos de sequía presentes en el piedemonte Llanero generan condiciones no favorables para el desarrollo del cultivo de frijol, el (CIAT) Centro Internacional de Agricultura Tropical a través de diferentes procesos de investigación en mejoramiento y acondicionamiento de variedades, ha desarrollado genotipos que toleren estas condiciones climáticas y se logren establecer en esta región.

El desarrollo de cultivares adaptados a estas condiciones es una opción posible para contribuir a la seguridad alimentaria de una población creciente que requiere

incrementos significativos en la producción de alimentos (Polanía et al., 2009). Es un hecho cierto que el progreso en los programas de mejoramiento depende de la selección precisa de los genotipos poco frecuentes que poseen atributos nuevos o mejorados (Sorrells, 2007), lo cual significa que una caracterización fenotípica adecuada seguirá siendo uno de los pilares del mejoramiento.

El ambiente protegido se define como las estructuras o construcciones cerradas con materiales transparentes a la radiación solar y dentro de los cuales se mantiene un microclima artificial (Marín, 2015). Además, permite aumentar al máximo la capacidad de producción de un cultivo, optimizando el ambiente, el manejo de la planta, el riego, la nutrición y la sanidad desde la germinación hasta la cosecha.

Miembros de dicha comisión establecen que la agricultura protegida es definida como una forma única y especializada de agricultura, que, mediante el uso de infraestructura, permite algún grado de control sobre los factores ambientales y la nutrición mineral.

La planta de frijol se desarrolla de forma adecuada en temperaturas promedio entre 15 y 27°C, considerando que largos periodos con altas temperaturas aceleran el crecimiento de las plantas y las bajas lo retardan, causando daños irreversibles cuando son extremas. Teniendo en cuenta que el frijol es una especie de días cortos, la siembra en épocas adecuadas permite limitar la influencia de días de más de 6 horas de luz, que podrían retardar su proceso de floración y madurez (Díaz & Santana, 2004). El cultivo de frijol se desarrolla de manera adecuada en suelos franco-limosos y franco-arcillosos, bien drenados y profundos, que permitan un buen desarrollo radicular. El pH del suelo, debe estar entre 5,5 a 6,5, en la tabla 1 se especifica (Arias et al., 2007).

Tabla 1. Exigencias minerales del cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L.

Componentes de la cosecha	Cantidades (kg / ha)					
	N	P	K	CA	Mg	S
Vainas	32	4	22	4	4	10
Tallos	65	5	71	50	14	15
Total	97	9	93	54	18	25

Fuente: Arias et. al, 2007.

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva. Las etapas de desarrollo del frijol son diez: cinco de desarrollo vegetativo y cinco de desarrollo reproductivo, requiriéndose de 62 a 77 días después de la siembra para completar la madurez. La planta del frijol se caracteriza por sus hábitos de crecimiento arbustivo y voluble, los cuales se relacionan con el periodo de maduración de la plántula; el arbustivo presenta un tiempo de maduración corto mientras el voluble es por etapas; es decir, en lapsos de tiempo (Fernández et al., 1986)

Se debe tomar como iniciación de la etapa VO, el día en que la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación. La semilla absorbe agua inicialmente y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones.

Posteriormente emerge la radícula (generalmente por el lado del hilum). Luego esta se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias y las raíces terciarias. El hipocótilo también crece hasta que los cotiledones quedan al nivel del suelo (Fernández et al 1986).

La etapa V1 se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, se considera que un cultivo de frijol inicia la etapa V1 cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones a nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando este se encuentra completamente erecto, los cotiledones quedan

por encima del nivel del suelo, comienzan a separarse y se nota que el epicotilo ha empezado a desarrollarse.

Luego aparecen y comienza el despliegue de las hojas primarias; las táminas empiezan a separarse y a abrirse hasta desplegarse totalmente (Rosas 2003).

La etapa V2 comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica (Rosas 2003).

Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas se encuentran generalmente en posición horizontal, aunque no han alcanzado su tamaño máximo. En esta etapa los cotiledones pierden su forma arqueándose y arrugándose. La primera hoja trifoliada comienza su crecimiento y continúa su desarrollo hasta desplegarse completamente.

La etapa V3 se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50 % de las plantas de un cultivo presenta la primera hoja trifoliada desplegada, se inicia en éste la etapa V3.

Se considera que la hoja está desplegada cuando las láminas de los folíolos se ubican en un plano. La hoja no ha alcanzado aún su tamaño máximo y son aún cortos tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, como el peciolo de la hoja trifoliada; por esta razón, cuando se inicia la etapa V3, la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.

Luego el peciolo y el entrenudo crece y la primera hoja trifoliada se superponen a las hojas primarias; la segunda hoja trifoliada ya ha aparecido y los cotiledones se han secado completamente y por lo general, han caído. El tallo sigue creciendo, la segunda hoja trifoliada se abre y la tercera hoja trifoliada se despliega (Fernández et al., 1986).

La etapa V4 comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia la etapa V4 cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. De igual manera que para la primera y segunda hoja trifoliada, ésta se considera desplegada cuando las láminas de los folíolos se encuentran en un solo plano; se puede observar que la hoja se encuentra aún debajo de la primera y segunda hoja trifoliada.

Es a partir de esta etapa que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas, y otras hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las triadas de yemas que se encuentran en las axilas de las hojas de la planta, incluso de las hojas primarias y de los cotiledones. Las yemas de los nudos inferiores de la planta generalmente se desarrollan produciendo ramas. El tipo de ramificación y el número y la longitud de las ramas dependen, entre otros factores, del genotipo y de las condiciones de cultivo. La primera rama generalmente comienza su desarrollo cuando la planta inicia la etapa V3 o sea cuando la planta tiene la primera hoja trifoliada desplegada. Cuando en el tallo principal se encuentra un promedio de tres o cuatro hojas trifoliadas desplegadas, la primera rama presenta generalmente la primera hoja trifoliada. La etapa V4, empieza cuando está desplegada la cuarta hoja trifoliada del tallo principal en la planta o en el 50% de las plantas de un cultivo de frijol (Fernández et al., 1986 y Rosas 2003).

Cuando las yemas apicales de las plantas de hábito de crecimiento determinado se desarrollan en botones florales y en las yemas axilares de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado se desarrolla el primer racimo, termina la fase vegetativa y empieza la fase reproductiva de la planta.

En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. En el hábito de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, o sea que la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que en las plantas de hábito de crecimiento determinado, al empezar la fase reproductiva, cesa el

desarrollo de nuevas estructuras vegetativas (Fernández et al., 1986 y FAO, 2002).

La etapa de floración se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores.

La floración en los tallos ocurre en el mismo orden que en el tallo; Es decir, es descendente en el hábito determinado y ascendente en el Indeterminado. Dentro de cada racimo, la floración empieza en la primera inserción floral y continúa en la siguiente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento como consecuencia del crecimiento de la vaina, la corola marchita cuelga o se desprende. La etapa R7 se Inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presentan esta característica.

En las plantas de hábito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo; por el contrario, en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado las primeras vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás ocurre en forma ascendente.

La formación de la vaina inicialmente comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas La etapa R7 se Inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presentan esta característica.

En las plantas de hábito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo; por el contrario, en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado las primeras vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás ocurre en forma ascendente. La formación de la vaina inicialmente comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas (Fernández et al., 1986 y FAO, 2002).

Cuando el 50% de las plantas del cultivo de frijol empiezan a llenar la primera vaina, comienza entonces el crecimiento activo de las semillas, vistas por las suturas o de lado, las vainas presentan abultamientos que corresponden a las semillas en crecimiento. La vaina se alarga hasta los 10 ó 12 días después de la floración. El peso de las valvas aumenta hasta 15nó 20 días después de la floración. El peso de los granos sólo aumenta marcadamente cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo; los granos alcanzan su peso máximo 30 a 35 días después de la floración. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir las características de la variedad. En gran número de variedades ocurre entonces la pigmentación de la semilla. La pigmentación aparece primero alrededor del halo y luego se extiende a toda la testa. La maduración se considera como la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración, e caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado. Estos cambios en la coloración de las vainas indican el inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y la caída de las hojas y todas las partes de la planta se secan; las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar un 15%, momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica, aunque

esta puede cambiar durante el almacenamiento, según la variedad (Fernández et al., 1986 y FAO, 2002).

Existen diversos tipos de sustratos utilizados para ambientes protegidos, dentro de los cuales se ha seleccionado la fibra de coco como el material idóneo para esta investigación. Este material se extrae del coco donde la proporción del peso total de la semilla de coco, consiste en 65% de la nuez, y el 35% restante corresponde a la parte fibrosa. Este sustrato tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y densidad aparente de 200kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee. El valor principal de la cáscara de coco estriba precisamente en su contenido de fibra, que es una fuente valiosa de potasio y una cobertura muerta útil para la conservación de la humedad (Beltrano y Giménez, 2015).

La fibra de coco se obtiene del mesocarpio fibroso del fruto. Estructuralmente es una de las fibras más duras, y en comparación con otras es más corta. El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1mm. La gran utilidad de ésta radica en su capacidad para estirarse. Además, su flotabilidad y resistencia a la acción de las bacterias y al agua salina, que la hacen una fibra única. Se estima que el 10% de la producción anual de cáscaras de coco son utilizados para obtener fibra. Su producción en el año 1996 ascendió a 480.000t, aunque sólo el 20% de esta cantidad entró en el mercado internacional (López et al., 2008).

La condición porosa existente favorece el vigor de las raíces. Es capaz de retener altos niveles de humedad sin llegar a saturarse, drenando los excesos y manteniendo una adecuada relación aire-agua. El sustrato de fibra de coco se puede utilizar en forma íntegra durante tres a cinco años, según el manejo, sin perder contenido ni características de longitud de fibras. En su calidad de material orgánico, puede ser reciclado como mejorador del suelo una vez que cumple su vida útil. La industria aplica una serie de tecnologías de proceso para lograr un producto estabilizado. Se somete a selección, compostaje, trituración, cribado,

lavado (eliminación de sales) y secado. Además, se controla la calidad en aspectos de granulometría, conductividad eléctrica y pH (Boudet et al., 2017). El objetivo del presente trabajo fue evaluar los diferentes componentes de rendimiento y comportamiento de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones controladas en el piedemonte Llanero Colombiano.

METODOLOGÍA

El ensayo experimental se realizó en las instalaciones de la granja de la universidad de los llanos ubicada en la vereda Barcelona, km 12 de la vía Villavicencio- Puerto López, del municipio de Villavicencio, Meta, Colombia. Coordenadas: (4°04'33.78"N 73°34'49.50"O). Altura sobre el nivel del mar: 465 m.s.n.m. Precipitación anual: 3250 mm / año. Temperatura media anual: 27 °C. Humedad relativa: 75%. Horas brillo solar anual: 4,5 horas.

El área total del ensayo fue de 70 m² distribuidos en 100 unidades, con 10 tratamientos y 10 repeticiones, siendo separadas a un metro de distancia entre bloques y 0.50 m entre parcela. El diseño a emplear fue bloques completos al azar (BCA), en el cual se evaluaron 8 fenotipos o tratamientos: DAA, 24 DAN, 15 DAB, 525 DAA, 09 DAA, 122 DAA, SAB 560 y D. Calima.

El manejo agronómico se realizó de forma convencional y bajo criterios técnicos basados en análisis físico químico del suelo, la preparación del terreno será de forma mecanizada y su siembra será sobre materas en sitio específico, depositando un grano de semilla por sitio.



Ilustración 1. Toma de datos experimentales
Fuente: autores

Las evaluaciones de componentes fenológicos y estados fitosanitarios de los diferentes genotipos se realizaron cada ocho días de forma consecutiva hasta el punto de madurez fisiológica, las labores culturales se harán de forma manual, dependiendo el estado de las repeticiones. Para el análisis estadístico se tomaron los datos obtenidos en las mediciones y se realizara un análisis de varianza (ANAVA) y una prueba de comparación de medias (DMS) al 5%.

Se cuantificaron las variables fenológicas, rendimiento y fitosanitarias teniendo en cuenta los diferentes estados el desarrollo de la planta durante su ciclo fenológico y de esta manera identificar los genotipos con mejores condiciones de comportamiento y rendimiento durante su establecimiento, estas variables fueron: porcentaje de germinación de semillas, altura de planta (cm), número de hojas, días a floración, días a madurez fisiológica y ciclo vegetativo, las de rendimiento fueron: número de vainas por planta, número de granos por vaina, número total de granos por planta, peso de granos por vaina y peso total de granos por planta y peso de 100 granos y las fitosanitarias observadas fueron: incidencia de enfermedades y de plagas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada uno de los tratamientos se realizó un análisis de varianza, y una prueba de test de Tukey de un nivel de significación de 0.05; con la finalidad de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos, determinándose por medio de la regla de decisión "Si el valor de la p-valor en los tratamientos es menor a 0.05, entonces existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Esta prueba detecta cual o cuales de los tratamientos están provocando estas diferencias (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza, prueba de Tukey en las variables evaluadas en el frijol

Tratamientos	% G	DE	DF	DC	AP	HP
DAA,	90 ^{ab}	7 ^{ab}	38,2 ^{abc}	70 ^b	40 ^b	13,1 ^a
4 DAN	90 ^{ab}	7 ^{ab}	34,5 ^{bc}	70 ^b	38 ^b	13,1 ^a
15 DAB,	90 ^{ab}	6 ^b	32,5 ^c	60 ^d	35,7 ^b	10,2 ^b
525 DAA,	80 ^b	8 ^a	34,2 ^{bc}	60 ^d	38,4 ^b	12,5 ^{ab}
09 DAA,	100 ^a	8 ^a	32,7 ^c	65 ^c	38,2 ^b	12 ^{ab}
122 DAA,	80 ^b	7 ^{ab}	39,5 ^{ab}	70 ^b	40 ^b	14,1 ^a
SAB 560	100 ^a	7 ^{ab}	34 ^{bc}	65 ^c	36 ^b	13,4 ^a
D. Calima.	90 ^{ab}	6 ^b	42,5 ^a	85 ^a	46,8 ^a	12,6 ^{ab}
P	0,0008	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004

Leyenda: **%G** (Porcentaje de germinación), **DE** (días a emergencia), **DF** (días a floración), **DC** (días a cosecha), **AP** (Altura de la planta en centímetros a los 60 dds), **HP** (hojas por planta 33 dds), **CV** (Coeficiente de variación), **P** (probabilidad para $p \leq 0,05$), **DMS** (Desviación media estándar).

El porcentaje de germinación de los genotipos evaluados mostraron diferencias significativas en el ANOVA, esta variable indica que el tratamiento 1y 3 presentaron los mayores porcentajes de germinación con valores del 100 % \pm 14,9, frente al tratamiento 2, que presento el menor porcentaje de germinación con un valor de 80 % \pm 14, 9, estableciendo diferencias altamente significativas ($p = 0,0008$).

Sin embargo, se puede concluir que los porcentajes de germinación no representan un valor negativo frente a los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que el material vegetal proviene de un banco de semillas almacenadas durante varios meses. “La emergencia de una plántula depende de las características fisiológicas y bioquímicas de las semillas, de su reacción a las condiciones externas a ella, y de la eficiencia al usar sus reservas durante la germinación” (Morales, et al., 2013).

En la variable de número de días a emergencia los tratamientos 4 y 6 presentaron un precoz rompimiento de la testa a los 6 \pm 1,36 dds, “considerándose la emergencia exitosa cuando los cotiledones se observaron al nivel de suelo” (Fernández et al., 1986). Para los tratamientos 5 y 7 se

registraron valores de $8 \pm 1,36$ dds, estableciendo un efecto del bajo porcentaje de germinación del tratamiento 8 relacionado directamente con el prolongado tiempo de emergencia.

A pesar de que se encuentran diferencias altamente significativas entre los tratamientos en número de días a emergencia dds ($P= 0,0003$), la formación de la primera hoja trifoliada que ocurre en la etapa V3 fue uniforme respecto a todos los tratamientos. Esta causa puede estar influenciada en el manejo uniforme realizado a la unidad experimental.

Los días a floración entre los tratamientos mostraron una diferencia altamente significativa oscilando entre los $32 \pm 5,85$ y $42 \pm 5,85$ dds para alcanzar el 50 % de la población con flor abierta. Los tratamientos que menos días tardaron en llegar a floración son 1 y 7 manifestado una similitud de 32 días a floración. Es importante resaltar que los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas ($P= 0,0001$), con diferencias tardías de 10 días, en el caso del tratamiento 5 quien registro el mayor número de días a llegar a floración, $42 \pm 5,85$ dds.

“El tiempo a la floración se puede afectar gravemente por el largo del día y la temperatura; aumentando los días a la floración con temperaturas bajas y días cortos, esto puede implicar cambios en el comportamiento de los materiales de acuerdo a zonas y épocas de siembra” (Lamz et al., 2017). Es muy importante resaltar que la temperatura promedio donde se desarrolló la unidad experimental fue de 27°C .

Para los días a cosecha se presentaron tratamientos con un alto grado de precocidad y de ciclo tardío, donde todos los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas ($P = 0,0001$) con un número de días a cosecha que oscila de $60 - 85 \pm 4,24$ dds, los tratamientos DAB 525 Y DAA 09 requieren menor número de días a llegar a cosecha $60 \pm 4,24$ dds; Mientras el tratamiento D. Calima requiere el mayor número de días para llegar a cosecha.

Se consideran que las temperaturas óptimas para el cultivo del frijol son de 18 a 24°C, sin embargo, las temperaturas medias históricas informadas para el primer semestre del año 2019 fueron de 27 y 28 °C respectivamente, en el territorio donde se desarrolló este experimento, “cuando las temperaturas son ligeramente superiores a las óptimas requeridas para el cultivo, puede haber un acortamiento del ciclo biológico del cultivar” (Lamz et al., 2017).

La precocidad es una característica genotípica del material vegetal y es vista por los investigadores como una característica favorable en cuanto al rápido desarrollo del cultivo y al retorno de la inversión realizada, en este caso se logran establecer diferencias de 25 días, lo cual hace más costoso el mantenimiento del cultivo.

Para la variable altura de planta se tomaron tres medidas, una a los 20 dds, 45 dds y 60 dds, en todas las mediciones se logran identificar diferencias significativas y se toma como valor de importancia la altura de 60 dds, donde el 90 % de los genotipos evaluados presentan la etapa R 9 de su ciclo reproductivo. En la variable de altura de planta a los 60 dds, se presentan diferencias altamente significativas ($P = 0,0001$), valores que oscilan entre 35 y $46 \pm 4,83$ cm de altura, desde la base del suelo, hasta la formación de la última hoja trifoliada. Donde el material 5 es el único tratamiento que presenta la mayor altura con una alta diferencia significativa, los demás tratamientos no presentan diferencias significativas, su valor de altura oscila entre 35 y $40 \pm 4,83$ cm.

La altura de las plantas es una variable de crecimiento de gran importancia durante el manejo agronómico del cultivo, en el desarrollo de la investigación se presentaron velocidades de viento de hasta 8 km h, causando volcamiento de las plantas del tratamiento 5.

“Las diferencias de altura de la planta o longitud del tallo de cada uno de los genotipos estudiados pueden deberse a las diferencias en la longitud entre los

entrenados de cada cultivar, lo cual puede estar determinado por las características genéticas, así como por el efecto que ejerce el ambiente sobre la expresión de este carácter en cada uno de los cultivares” (Polanía et al., 2009).

En la figura 1 se encuentran registrados los valores de la variable de número de hojas por planta, se realizaron dos cuantificaciones, la primera a los 20 dds en su etapa V4 donde inicia la formación de la tercera hoja trifoliada y a los 33 dds en la etapa R5, donde inicia la formación del primordio floral.

En la cuantificación de número de hojas a los 33 dds se obtienen diferencias significativas ($p = 0,0004$), con valores que oscilan entre 10 y $14 \pm 2,49$ hojas.

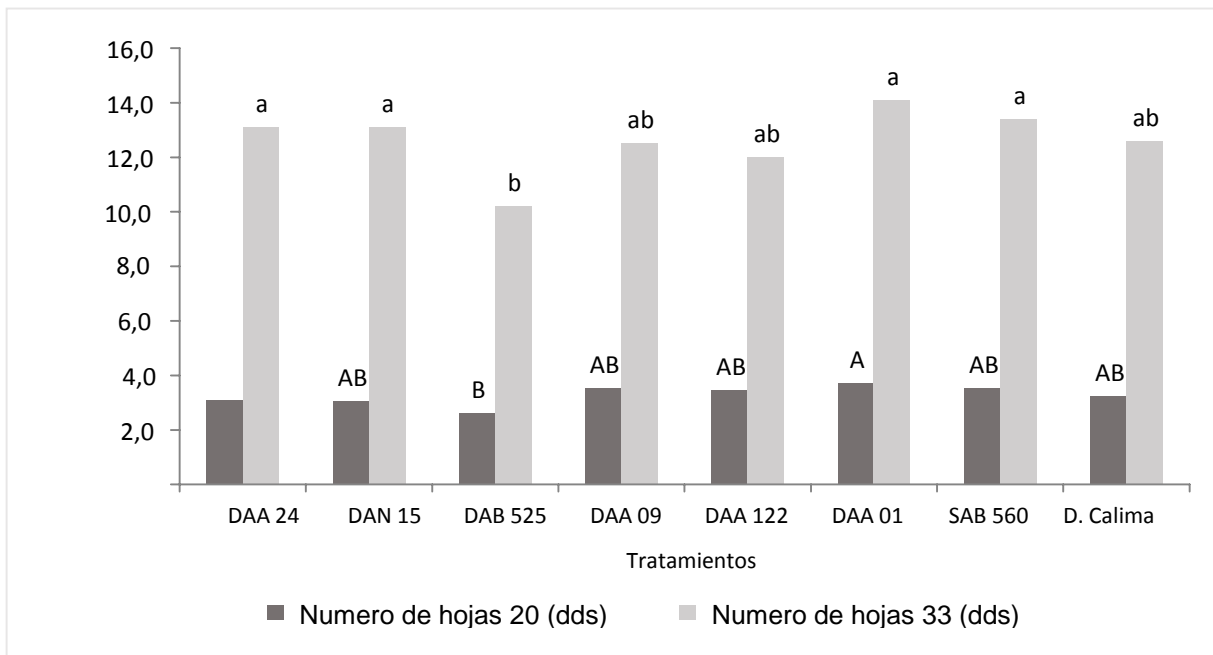


Figura 1. Registro de número de hojas por planta

De acuerdo al sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol, los tratamientos 1, 4, 5, 7, 9 y 2 son clasificados de acuerdo a su peso en granos grandes, por registrar valores $>$ a 40 gramos (figura 2).

Los tratamientos 1 y 10 son clasificados en granos medianos, al registrar valores entre 25 y 40 gramos. En la evaluación de los ocho genotipos no se presentaron granos de tamaño mediano, debido a que son clasificados aquellos que presenten un peso < a 25 gramos.

El rendimiento de kg ha está relacionado directamente con la producción de número de vainas por planta, el tratamiento 3 mostro un valor de $21 \pm 4,92$, vainas planta con un tamaño de grano grande y mayor peso de granos por planta, de igual manera el peso de 100 granos registro un valor superior a $42,5 \pm 1,66$ gramos, estas variables morfométricas permitieron identificar el mejor tratamiento en producción de grano, logrando un rendimiento de 1.853 kg/ha.

Algunos autores han señalado que, efectivamente, el rendimiento final de grano seco, “presenta un alto coeficiente de correlación con el componente número de vainas por planta, lo que indica la participación directa de dicho componente del rendimiento en la producción final para cada uno de los cultivares” (De la Fé Montenegro et al., 2016).

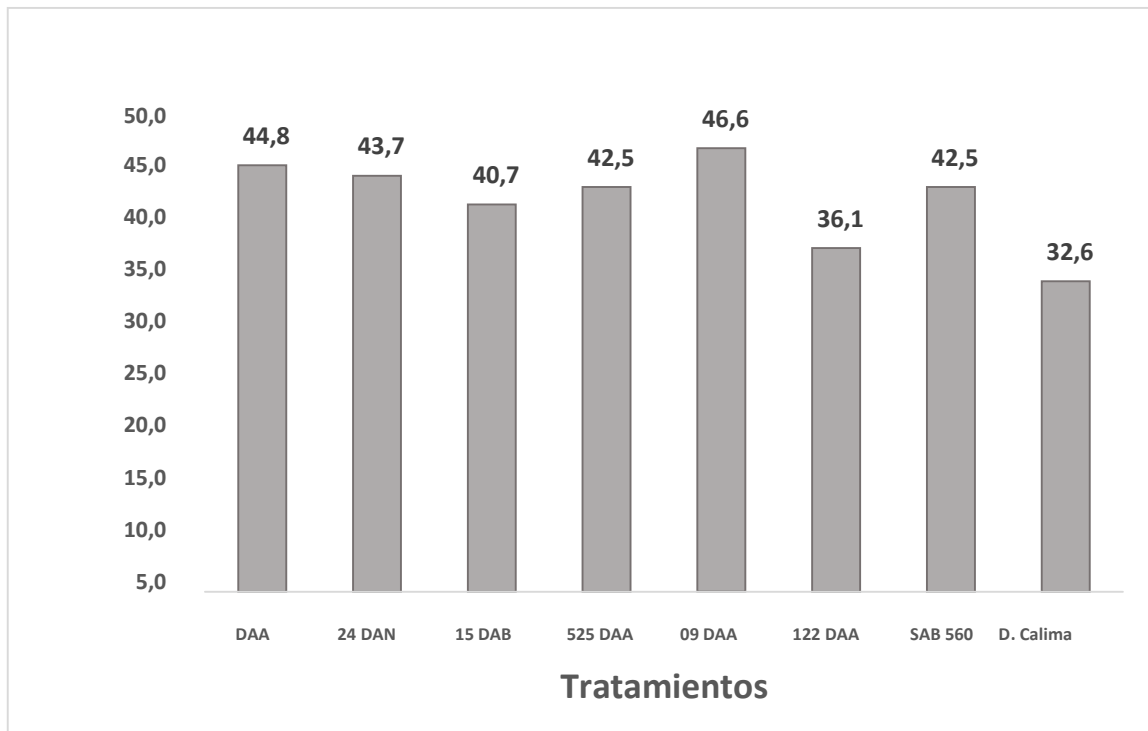


Figura 2. Tamaño (cm) y peso de grano (g)

Referente al comportamiento sanitario, para una mejor comprensión de este tema, conviene tener presente la diferencia entre tolerancia y resistencia a las enfermedades así: “resistencia es la habilidad de la planta para limitar la penetración, el desarrollo y la reproducción del patógeno invasor, mientras que tolerancia es la habilidad de la planta para mantener su propio crecimiento y producción a pesar del ataque de la enfermedad” (Ramírez y Rodríguez, 2012).

Se logra identificar que los tratamientos 4, 2, 9, 1, 7, 6 presentan un grado de incidencia a *Fusarium* en las etapas V1, V4 y R5, las cuales ocurren durante el inicio de la etapa vegetativa y el inicio de la etapa reproductiva, sin embargo de acuerdo a su incidencia los reportes indican un grado de afectación intermedio.

Es importante resaltar que la baja incidencia de enfermedades pueda estar relacionada con el historial del lote donde se desarrolló la unidad experimental, de acuerdo a información suministrada por personal administrativo de la granja, en los últimos dos años se han establecido cultivos de arroz y maíz con periodos de descanso.

Estas condiciones posiblemente fueron favorables al no presentarse fuentes de inóculo en residuos de cosecha de cultivos de plantas leguminosas, presentando condiciones favorables al desarrollo del cultivo. Otro factor importante es que durante el desarrollo del cultivo se realizó una fertilización oportuna de elementos mayores y menores, de acuerdo a los requerimientos nutricionales y un respectivo análisis de suelo que permitió establecer un plan de fertilización.

Las deducciones anteriores son confirmadas de acuerdo a mecanismos de acción de la nutrición sobre la relación planta patógeno, donde “un suministro balanceado de nutrientes que permita el crecimiento óptimo de los cultivos se considera también óptimo para que las plantas resistan el ataque de los patógenos” (Ramírez y Rodríguez, 2012).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los materiales diferentes presentaron un normal desarrollo en las etapas vegetativas y reproductivas frente a las condiciones de la unidad experimental, mostrando un ciclo precoz del 87,5 % de los genotipos evaluados.

Los materiales evaluados no presentaron un grado de susceptibilidad frente a los patógenos de mayor importancia, sin embargo se presentaron grados intermedios de *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum lindemuthianum*.

El 87,5 % de los materiales evaluados presentaron un rendimiento superior a la media departamental, con rendimientos de 1.8 ton ha, demostrando un buen potencial de producción en condiciones de suelos evolucionados, lo cual indica que el cultivo de frijol procedente de materiales genéticamente mejorados representa una alternativa para ser cultivados y realizar un mejor aprovechamiento del uso del suelo.

Someter los genotipos evaluados a diferentes densidades de siembra para lograr establecer las condiciones ideales frente a suelos altamente evolucionados, identificando su potencial máximo de producción para lograr evaluar diferencia en datos con respecto al cambio climático.

Realizar un ensayo que permita evaluar y analizar los comportamientos de los genotipos en diferentes épocas de siembra y mediante un diagnóstico de plagas y enfermedades establecer fechas ideales para el establecimiento del cultivo.

Se recomienda implementar un ensayo con diferentes fuentes minerales y establecer un paquete tecnológico en fertilización de frijol arbustivo de hábito determinado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias J, Jaramillo M, Rengifo T. Manual Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble. FAO. Colombia. 2007. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12691>
2. Beebe S, Rengifo J, Gaitán E, Duque MC, Tohme J. Diversity and origin of Andean landraces of common bean. *Crop Sci*, 2001;41:854–862.
3. Beltrano J, Giménez O. *Cultivo en hidroponía*. Libros de Cátedra. Buenos Aires, Argentina: Universidad de la Plata, 2015. 181 páginas. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46752>
4. Boudet A, Fabré T, Durán R, Meriño Y. Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. *Centro Agrícola*, 2017;44(4),37-42.
5. Diaz G, Santana E, compiladores. Variedades comerciales de Frijol (*Phaseolus vulgaris*). Proyecto: Mejoramiento genético para el manejo del virus del mosaico común, la antracnosis y la ascochyta limitantes al cultivo del frijol en la zona andina, 2004. <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35565/Variedades%20Comerciales%20de%20Frijol%20compilador.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. De la Fé Montenegro C, Lamz A, Cárdenas R, Hernández J. Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) de reciente introducción en cuba. *Cultivos Tropicales*, 2016;37(2):102-107. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193246554012/html/>
7. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002. Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Roma. <https://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm#Contents>
8. FAO. Organización De Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2008. Anuario estadístico de la FAO. Producción de frutas y hortalizas y su proporción a nivel mundial. 67-70pp. <https://www.fao.org/statistics/es/>
9. Fernández C, Gepts P, Marceliano M. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Cali, Colombia, 1986. 34 p. iluso. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf
10. Kaplan L, Lynch E, Smith J. Early cultivated beans (*Phaseolus vulgaris*) from an inter montane Peruvian valley. *Science*, 1793;193:76-77.
11. Lamz A, Cárdenas R, Ortiz R, Alonzo L, Sandino A. Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) promisorios para siembras tempranas en melena del sur. *Cultivos Tropicales*, 2017;38(4):111-118.
12. Linares J. El cultivo del frijol legumbre, enfermedades plagas, control, fertilización, malezas. Corporación de desarrollo de la región zuliana. Zuliana. Venezuela. 2005.
13. López J, Gálvez A, Rodríguez C, Conesa E, Ochoa J, González A. Utilización

de la fibra de coco como sustrato alternativo a las turbas en cultivo de clavel para maceta. Departamento de Horto fruticultura. VIII Congreso científico de SEAE. "Agricultura y Alimentación Ecológica" 2008. https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/9%20P.%20FER/13.pdf

14. Marín F. *Cuantificación y valoración de estructuras procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica*. Informe Final Proyecto FITTACORI F-02-08. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional, 2015. 36 páginas. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/bibliotecavirtual/a00290.pdf
15. May C, Pérez A, Ruiz E, Ic-Caamal E, García, A. Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Capsicum chinense* Jac q. y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaci* Genn. *Trop. Subtrop. Agroecosyst*, 2011;14:1039-1045.
16. Morales E, Peña C, García A, Aguilar G, Kohashi J. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*, 2017;51(1):43-62.
17. Papa R, Gepts L. Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. *The or. Appl. Genet*, 2003;106:239-250.
18. Polanía A, Rao M. Beebe S, García R. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema de tubos con suelo. *Agronomía Colombia*. 2009;27(1):25-32. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a04.pdf>
19. Ramírez M, Rodríguez A. Mecanismos de defensa y respuestas de las plantas en la interacción micorrícica. *Revista Colombiana Biotecnología*, 2012;9(1):271-284. [v14n1a25.pdf \(sciELO.org.co\)](http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v14n1a25.pdf)
20. Ríos M. Quirós J. Restrepo J. Frijol: Recomendaciones generales para su siembra y manejo. *Corpoica. Editorial Impresos Begón Ltda*. Bogotá. Colombia. 2003, Págs. 3-15.
21. Rosas J. El cultivo del frijol común en América Tropical. Honduras, 2003. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/91694ffc-ed4c-40afb278-bae70644eb01/content>
22. Sorrells, E. Application of new knowledge, technologies, and strategies to wheat improvement. *Euphytica*, 2007;157:299-306.

Implementación de un Meliponario en la Finca Las Dos Palmas en Florencia - Caquetá

Implementation of a Meliponario at Finca Las Dos Palmas in Florencia - Caquetá

Implementação de um Meliponario na Finca Las Dois Palmas em Florencia - Caquetá

Santos Arias Andrés Felipe¹, Rodríguez Barón Tania Alejandra¹, Muñoz Bedoya Edgar Alejandro¹

¹ Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá.

lizamube@hotmail.com

Recibido 22 de septiembre 2021, aceptado 31 de mayo 2021

RESUMEN

La apicultura es una tradición agropecuaria milenaria que consiste en alojar un enjambre de abejas en colmenas, obteniendo de ellas la miel y otros productos naturales como propóleos, polen, jalea real y medicinas, y al mismo tiempo es amigable con el medio ambiente, pues permite la conservación de las diferentes especies vegetales, protegiendo la biodiversidad de una región o zona en particular. En Colombia la Cadena Productiva de las Abejas y Apicultura (CPAA) informa que la miel no es vista competitivamente en el sector agropecuario del país, pese a que se lleva a cabo por instituciones públicas y privadas, cooperativas, empresas y asociaciones. Las abejas sin aguijón o meliponas son nativas del continente americano y propias de áreas tropicales y subtropicales, de las cuales se han identificado más de 350 especies, dentro de las cuales algunas producen una miel de alta calidad y sirven como polinizadores para las flores de numerosas especies, en bosques nativos y campos de agricultura. Actualmente estas abejas están amenazadas por la destrucción de los bosques nativos dada por la expansión de la agricultura y la ganadería, por el daño ocasionado por personas que desconocen sobre su cría, la forma de obtener su miel y por ello destruyen colonias enteras. Este trabajo muestra cómo implementar un sistema sencillo de meliponicultura ofreciendo dentro de las mismas oportunidades de

ocupación laboral, afianzar el conocimiento sobre las abejas meliponas para su conservación e investigación y generación de ingresos por venta de productos naturales, conservación ecológica, alimentación sana y alternativas medicinales.

Palabras claves: Abejas, apicultura, meliponas, miel, meliponario.

ABSTRACT

Beekeeping is a millenary agricultural tradition that consists of housing a swarm of bees in hives, obtaining from them honey and other natural products such as propolis, pollen, royal jelly and medicines, and at the same time it is friendly to the environment, since it allows the conservation of different plant species, protecting the biodiversity of a particular region or area. In Colombia the Productive Chain of Bees and Apiculture (CPAA) reports that honey is not seen competitively in the country's agricultural sector, despite the fact that it is carried out by public and private institutions, cooperatives, companies and associations. Stingless bees or meliponas are native to the American continent and typical of tropical and subtropical areas, of which more than 350 species have been identified, among which some produce high quality honey and serve as pollinators for the flowers of numerous species, in native forests and agricultural fields. Currently these bees are threatened by the destruction of native forests caused by the expansion of agriculture and livestock, by the damage caused by people who do not know about their brood, the way to obtain their honey and therefore destroy entire colonies. This work shows how to implement a simple meliponiculture system offering within the same job opportunities, consolidate knowledge about melipon bees for their conservation and research and generation of income from the sale of natural products, ecological conservation, healthy food and medicinal alternatives.

Keywords: Bees, beekeeping, meliponas, honey, meliponario.

RESUMO

A apicultura é uma tradição agrícola milenar que consiste em alojar um enxame de abelhas em colmeias, obtendo delas mel e outros produtos naturais como própolis, pólen, geleia real e medicamentos, e ao mesmo tempo amiga do ambiente, uma vez que permite a conservação das diferentes espécies vegetais, protegendo a biodiversidade de uma determinada região ou zona. Na Colômbia, a Cadeia Produtiva das Abelhas e Apicultura (CPAA) informa que o mel não é visto de forma competitiva no setor agrícola do país, apesar de ser realizadas por instituições públicas e privadas, cooperativas, empresas e associações. As abelhas sem ferrão ou meliponas são nativas do continente americano e típicas de áreas tropicais e subtropicais, das quais mais de 350 espécies foram identificadas, algumas das quais produzem mel de alta qualidade e servem como polinizadores para as flores de muitas espécies. florestas nativas e campos agrícolas. Atualmente essas abelhas estão ameaçadas pela destruição das matas nativas devido à expansão da agricultura e pecuária, devido aos danos causados por pessoas que desconhecem sua criação, como obter seu mel e conseqüentemente destroem colônias inteiras. Este trabalho mostra como implementar um sistema de meliponicultura simples oferecendo, dentro de uma mesma oportunidade de trabalho, o fortalecimento do conhecimento sobre as abelhas meliponas para sua conservação e pesquisa e geração de renda a partir da venda de produtos naturais, conservação ecológica, alimentação saudável e alternativas medicinais.

Palavras-chave: Abelhas, apicultura, meliponas, mel, meliponário.

INTRODUCCIÓN

La apicultura, definida por Pérez (2007) como una "...actividad agrícola que contribuye a la protección del ambiente y a la producción agroforestal mediante la acción polinizadora de las abejas" (p. 2), es una tradición agropecuaria milenaria que consiste en alojar un enjambre de abejas en colmenas, obteniendo de ellas la miel y otros productos naturales como propóleos, polen, jalea real y medicinas (Ospina, 2019, p.

24). Es pues, una actividad amigable con el medio ambiente, dado que permite proteger la biodiversidad de una región o zona en particular, debido a que las abejas realizan un trabajo de vital importancia para la conservación de las diferentes especies vegetales (Apolo, 2019), a través de la polinización realizada por estas al transportar los granos de polen de flor en flor, entre plantas (Mancera y Sánchez, 2019, p. 1).

En Colombia la Cadena Productiva de las Abejas y Apicultura (CPAA) se basa en la producción de miel principalmente, además de polen, propóleo, cera, jalea y larvas. Sin embargo, la miel no es vista competitivamente en el sector agropecuario del país, a pesar de ser benéfica para el medio ambiente. Esta Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura, se encuentra integrada por instituciones públicas y privadas, cooperativas, empresas y asociaciones que llevan a cabo esta actividad o tienen injerencia en alguno de los eslabones de la cadena (Ospina, 2019).

Las abejas sin aguijón o meliponas son un grupo de insectos sociales nativos del continente americano y propios de áreas tropicales y subtropicales, de las cuales se han identificado más de 350 especies y dentro de estas, algunas producen una miel de alta calidad y sirven como polinizadores para las flores de numerosas especies, tanto en los bosques nativos como en los campos de agricultura (Baquero y Stamatti, 2007). Actualmente estas abejas están amenazadas tanto por la destrucción de los bosques nativos dada por la expansión la agricultura y la ganadería, como por el daño ocasionado por personas que desconocen sobre su cría y la forma de obtener su miel y por ello destruyen colonias enteras (Pat et al., 2018).

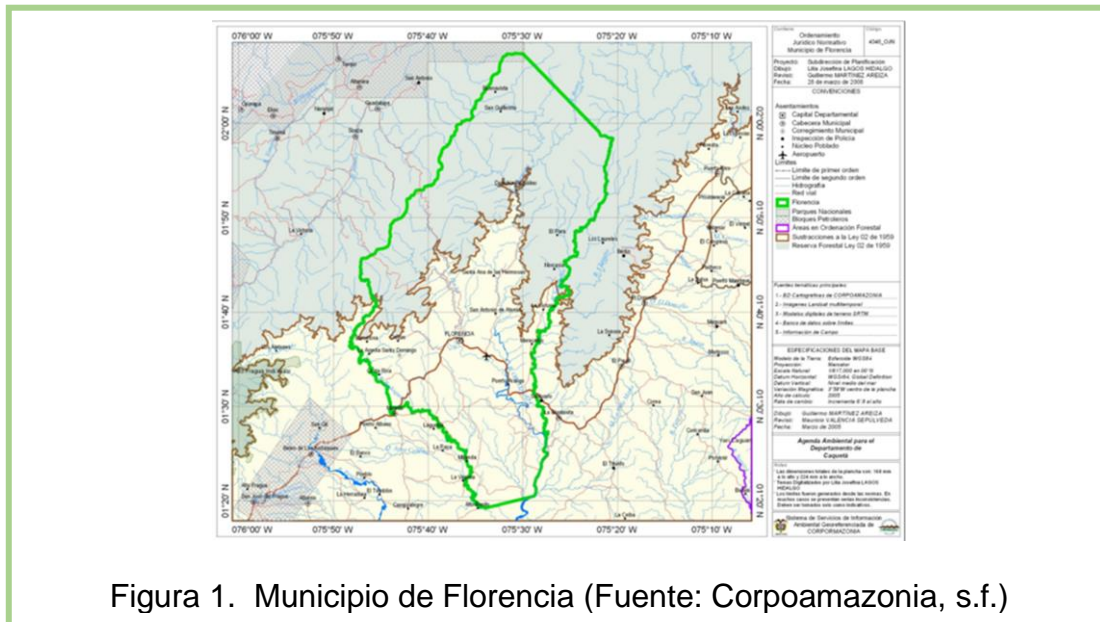
El objetivo de este trabajo fue implementar un sistema sencillo de meliponicultura ofreciendo dentro de las mismas oportunidades de ocupación laboral, generación de ingresos por venta de productos naturales, conservación ecológica, alimentación sana y alternativas medicinales.

METODOLOGÍA

Ubicación

El municipio de Florencia, departamento de Caquetá, es un municipio cuya superficie total es de 2.433,6 km², de los cuales cerca del 40% están localizados en el paisaje de

Cordillera por encima de los 900 msnm, pertenece a la Reserva Forestal de la Amazonia creada por la Ley 2ª de 1959 y el área restante, localizada en el Piedemonte y la Llanura Amazónica (Figura 1).



Del total de la extensión territorial corresponden al área urbana:14.56 km² y al área rural:2.277 Km² (Corpoamazonia, s.f.). La altitud de la cabecera municipal es de 242 msnm, con una temperatura media de 27° C (colombiamania.com, 2017). Sus coordenadas geográficas son: Latitud: 1.61389, Longitud: -75.6128, Latitud: 1° 36' 50" Norte, Longitud: 75° 36' 46" Oeste (municipio.com.co, 2018). Esta investigación se desarrolló en la Finca Las Dos Palmas, a la cual se llega por la vía pavimentada que de Florencia conduce a Morelia, desviándose por el antiguo Incoder por la carrera 27, ya destapada, que pasa por la piscícola Pirarucú, aproximadamente 1.5 km (Figura 2).



Figura 2. Finca las Dos Palmas. Vista satelital (Fuente: google.com/maps/, 2021)

Población y muestra.

Inicialmente se recopiló información sobre el conocimiento y cultura de consumo de miel y otros productos apícolas a través de una encuesta tipo cerrado, la cual estuvo dirigida a consumidores y apicultores de la región. Con todo lo anterior más el mismo conocimiento de la zona en la que se realizó la investigación, se empleó el análisis F.O.D.A., el cual permitió realizar un cuadro de la situación actual de la meliponicultura, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso para tomar decisiones coherentes con los objetivos formulados y examinar las ventajas y desventajas de las características particulares del negocio y el entorno en el cual éste se va a desarrollar (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz FODA

Matriz FODA	Fortalezas	Debilidades
	F1. Se cuenta con un terreno propio. F2. Las condiciones	D1. Falta de mano de obra calificada.

	<p>medioambientales son propicias.</p> <p>F3. La mayor parte de los insumos los provee la misma finca.</p> <p>F4. Los costos de producción son mínimos.</p>	
Oportunidades	Estrategia FO	Estrategia DO
<p>O1. Consumo de productos apícolas en ascenso</p> <p>O2. Ventas on line</p> <p>O3. Crecimiento en producción dentro de la misma área.</p> <p>O4. Capacitación a estudiantes y personas interesadas.</p> <p>O5. Base de proyectos de investigación.</p>	<p>Ofertar, hacer marketing de los productos con sus beneficios, para promover su consumo y ampliar la venta de los mismos.</p> <p>Abrir sitio web.</p> <p>Aprovechar el terreno para la implementación de más panales y promover proyectos de investigación.</p>	<p>Brindar capacitación a personas interesadas, aprovechando el personal universitario y del SENA.</p>
Amenazas	Estrategia FA	Estrategia DA
<p>A1. Otros apicultores venden a menor precio.</p> <p>A3. Aparición en el mercado de productos adulterados.</p> <p>A3. Importaciones.</p> <p>A5. Variaciones climáticas</p> <p>A6. Plagas</p>	<p>Brindar un producto de calidad a excelente precio.</p> <p>Buscar vendedores puerta a puerta, en almacenes y tiendas.</p> <p>Brindar sanidad permanente al meliponario.</p>	<p>Capacitar personal de la región, jóvenes recién graduados del colegio, por ejemplo, lo que abriría fuentes de empleo.</p>

Desarrollo del meliponario

En Colombia se reconocen 13 géneros y 10 subgéneros de Meliponini con cerca de 120 especies identificadas hasta ahora y conocidas vulgarmente como: angelitas, perreras, candela, guare. Se ubican desde el nivel del mar hasta los 3400 m de altitud, pero principalmente en los bosques secos y húmedos tropicales y bosques muy húmedos premontanos, y muy pocas (6.9%) a las zonas altoandinas, representada por

nueve especies que viven desde los 2000 hasta los 3400 msnm (Nates, 2001; meliponasdecolombia, 2020).



Figura 3. Abeja sin aguijón *M. beecheii* (Fuente: Arnold et al., 2018)

En la región amazónica se han registrado varias especies de abejas nativas (Figura 3), aunque no todas son aprovechables debido a que algunas son poco productivas, otras no se adaptan bien a las cajas tecnificadas, y hay las que emplean excrementos o carroña y su miel es desagradable y hasta perjudicial para el ser humano. De acuerdo a resultados obtenidos en cuanto a la adaptabilidad, la abundancia y la productividad de las abejas nativas, las que se recomiendan para criar en el departamento del Caquetá son: *Melipona ebúrnea*, *M. nebulosa*, *M. grandis*, *M. titania*, *M. crinita*, *Tetragonisca angustula* y *Scaptotrigona sp* (The Nature Conservancy, 2020).

La fase de Nidificación se estableció en casi cualquier cavidad que encuentren disponible, acondicionándola de acuerdo a sus necesidades, ya sean agujeros en árboles (Figura 4), piso o paredes, nidos abandonados de cerambícidos o nidos vivos de *Nasutitermes* y hormigas (*Monacis bispinosa*), hasta en tumbas en los cementerios. Algunas nidifican en subterráneos hasta 4 m bajo tierra, como la *Geotrigona* o completamente expuestos, colgando de ramas de árboles (*Paratrigona*) o sobre paredes de edificios (*Partamona*) (Nates, 2001).

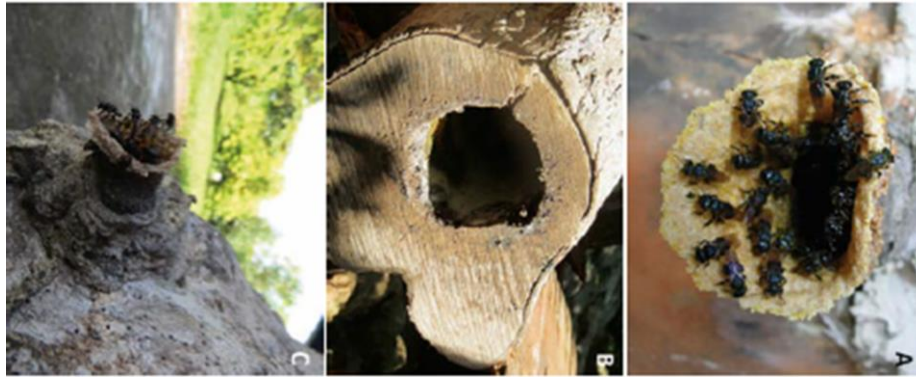


Figura 4. Nido en árbol de abejas meliponas (Fuente: Salazar et al. 2017)

La entrada al nido suele ser un tubo de cera recto (como en *Scaptotrigona*, *Nannotrigona* o *Tetragonisca*) o en forma de trompeta (*Tetragona*) o un orificio por donde solo cabe una abeja (algunas especies de *Melipona*). Las celdas de cría son cilíndricas, agrupadas formando panales, preparados horizontalmente, uno sobre otro; estos panales están apartados por pequeñas columnas de cerumen, con suficiente espacio para la circulación de las abejas; la zona de cría está protegida por delgadas capas de cera (involucro); el alimento es acumulado en recipientes de cerumen ubicados alrededor de la zona de cría (Nates, 2001). Las celdas más oscuras contiene huevos y larvas, mientras que en las más iluminadas hay estadios evolutivos más desarrollados (pupas); construyendo los recipientes de polen alrededor de la cámara de cría y los de miel un poco más alejados de la misma (Lóriga et al., 2015) (Figura 5).

El nido de las abejas *Meliponas* como la abeja angelita (*Tetragonisca angustula*) está integrado por la reina que es la hembra fértil dedicada a la reproducción, por consiguiente, es la única que pone huevos; las obreras que son quienes realizan los trabajos de recolección de néctar, polen, agua, resinas vegetales, semillas, arcillas usadas para la edificación del nido y alimentación; y los zánganos, cuya única función es la de fecundar a las nuevas reinas (Arnold et al., 2018).



Figura 5. Colonia de abejas *M. beecheii* (Fuente: Arnold et al., 2018)

Los panales de cría, fabricados con cerumen, conformados por varios alveolos dispuestos de modo horizontal, unos sobre otros. Los alveolos son elipsoidales y dispuestos lateralmente cada uno y en forma ordenada, separados por columnas hechas de cerumen. Allí se ubican los huevos, larvas y pupas, de donde saldrán las abejas jóvenes. Primeramente, las operarias depositan el alimento suficiente para el desarrollo de las larvas y posteriormente la reina ovoposita en cada alveolo que será luego sellado por otras operarias hasta que las abejas emerjan o nazcan.

Los discos o panales de cría de tono oscuro contienen crías inmaduras, mientras que los discos que tienen una tonalidad más clara indican que las abejas están próximas a emerger (Cría madura). Se encuentran también alveolos más grandes ubicados en los bordes de los panales, que contendrán los huevos de las princesas o futuras reinas. (Figura 6).

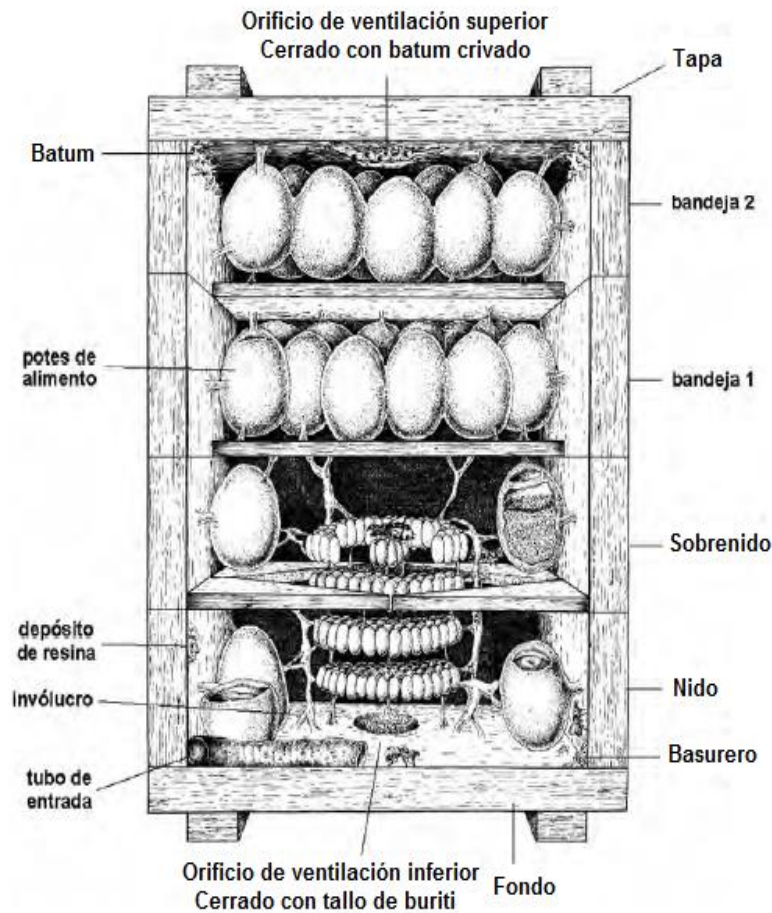


Figura 6. Nido de Crianza en caja tradicional (Fuente: Venturieri, 2008)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Encuestas

A continuación, se presentan las repuestas y la interpretación de cada una, ante la encuesta sobre conocimientos de meliponicultura, realizados aleatoriamente en población adulta del municipio de Florencia, en la cual participaron 24 personas (8 hombres y 16 mujeres). Es importante resaltar que las personas encuestadas se encontraban en un rango de edad entre 20 y 61 años, corresponden a diversos estratos socioeconómicos, con algún grado de estudios hasta gerentes de empresas, siendo muy heterogéneo y por lo tanto los resultados son muy variables e interesantes para el análisis y comprensión.

Pregunta 1. ¿Consume usted productos de las colmenas de abejas sin aguijón?

En la figura 7 se observa que en total 14 personas (58%), respondieron que no consumen algún producto de las abejas, mientras que el 42% (10 personas) contestaron afirmativamente.

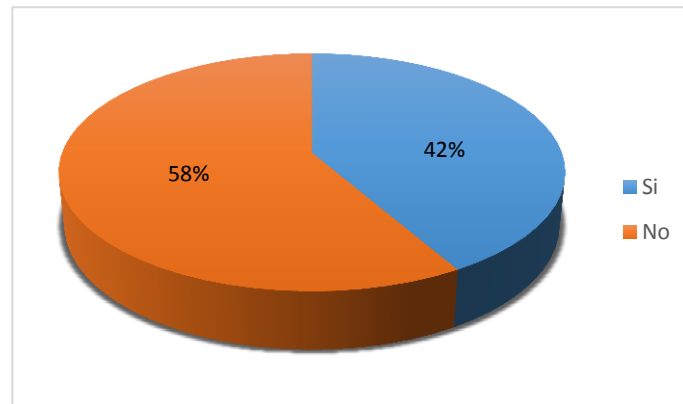


Figura 7. ¿Consume usted productos de las colmenas de abejas sin aguijón?

Se observa entonces que en términos generales es más la gente que no la utiliza. En este caso, se pudo determinar que, al hacer esta pregunta, se asimiló que se conoce la miel como producto de estos insectos, y que es interesante ver que no existe una cultura sobre el consumo de este tipo de alimento, lo que evidencia la falta de información y de impulso de este mercado.

Pregunta 2. En el caso de que haya contestado SI, ¿Qué producto consume usted?

En la Figura 8 se detalla que entre las personas que respondieron que sí consumen productos de abejas sin aguijón, cinco consumen solo miel (50%), cinco: miel y propóleo (40%), y una consume miel, propóleo y cera (10%); En cuanto a los demás productos ninguno mencionó algo al respecto. Está claro que el producto estrella de las abejas es la miel, y en este caso entre los que respondieron que sí, solo cinco (45%) la consumen sin otro subproducto, mientras que otros cinco (46%) lo hacen junto con propóleo y de estos cinco últimos, uno consume miel, propóleo y cera (9%); la tendencia siempre es la miel, además se sabe que es lo que más se oferta y conoce,

además no es tan costosa como los otros subproductos. En cuanto a los demás productos ninguno mencionó algo al respecto.

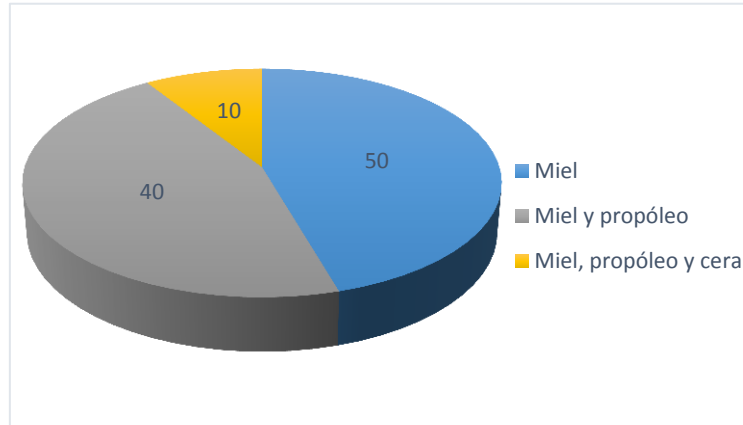


Figura 8. En el caso de que haya contestado SI, ¿qué producto consume usted?

Pregunta 3. ¿Con qué frecuencia lo hace?

De las 10 personas que consumen algún producto de las abejas, seis de ellas que corresponden al 60%, lo hacen esporádicamente, y las otras cuatro (40%), con una periodicidad mensual. Al parecer no existe una tendencia o costumbre al consumo de estos productos, que como se ha observado tradicionalmente suelen ser adquiridos mediante oferta puerta a puerta, más que en almacenes grandes o de cadena, sumado a que se reporta mucha adulteración o disminución de la calidad de estos alimentos.

Esto evidencia más aún, la poca cultura o costumbre del consumo de productos derivados de la apicultura (Figura 9).

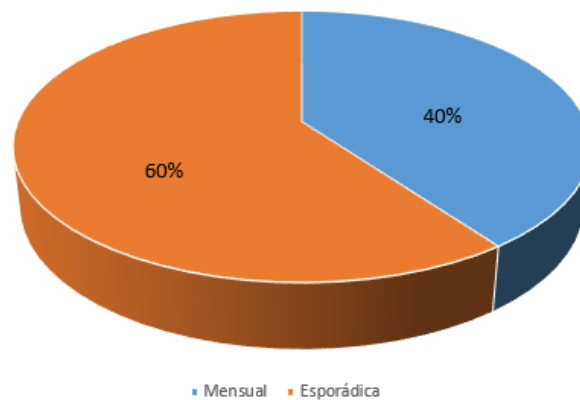


Figura 9. ¿Con qué frecuencia lo hace? (%)

Implementación del Meliponario

Se procede a la implementación del meliponario según figura 10.



Figura 10. Meliponario establecido

Elección de área con sus respectivas zonas de ingreso y egreso, techo, zona de disposición de desechos, almacenamiento, y la caja colmena previamente fabricada con base en las especificaciones señaladas. Se ubicó ceca al bosque y/o jardín, bien ventilado y protegido de los vientos fuertes, cerca de una fuente de agua y retirado de los criaderos de otros animales. Los materiales usados para la construcción fueron del medio. En un área de 3x3m se ubica el meliponario con un techo a 2 m de altura, la base para las colmenas a 1.10 cm del suelo. La colmena se fabricó con madera de la zona, preferentemente de materiales donde la abeja construye su nido, separadas 50 cm unas de otras, la entrada orientada en dirección a la salida del sol, buscando que la orientación corresponda a la del nido natural (por ejemplo, si la orientación del nido natural es vertical, la posición de la colmena deberá ser vertical).

La captura de nido natural y traslado a caja colmena, se hizo extrayendo el nido del tronco con cuidado de no dañarlo o maltratarlo, temprano en la mañana para lograr que todas estén allí, es decir, antes que salgan. Se ubica a la reina y con sumo cuidado se aloja en una pequeña caja o en una celda hecha de cera y luego se saca el conjunto de panales o área de cría y los potes de alimento, se colocan junto a la cámara de cría dentro de la colmena. Finalmente se cosechan por separado las ollas de miel y polen

del interior del nido natural, para colocarlos en un recipiente. Se trasladan todas las abejas del nido original siempre con precaución y las manos limpias, ya que las más jóvenes aún no pueden volar al nuevo nido. Además, la nueva colmena se tapa en la noche, para garantizar que todas estén dentro del nido cuando se realice el sellado con cinta de papel, pues solo debe quedar la entrada para ellas y evitar cualquier otra que pueda ser aprovechada por enemigos. Esto se hace sellando todas las secciones de la colmena.

Se realizan inspecciones externas diarias durante los días siguientes al traspaso, para observar la actividad de las abejas en la entrada del nido y tomar las medidas de control si se evidencia la presencia de hormigas o moscas.

Para la prevención y control de plagas inicialmente se ha protegido el meliponario con techo, y cuidar que no llegue algún otro animal como insectos, aves, reptiles o mamíferos que no solo consuman la miel, sino que puedan destruir la colmena o matar a las abejas. Se deben mantener limpios para no atraer plagas, o construir trampas en la base del meliponario para las hormigas o moscas parásitas (fóridos). La cosecha de miel, cera y polen, se parte del principio que aproximadamente a los cuatro meses de establecido el panal, ya se puede iniciar la cosecha (Recolección). Dependiendo de las especies y las condiciones ecológicas propias de cada región, los promedios (en litros por colonia al año) varían entre 1 y 4 para abejas del género *Melipona*; entre 500 y 1 litro para *T. angustula*, y entre 0,4 y 8 litros para otras especies, y se puede llegar hasta de 10 litros de miel cuando las condiciones son muy favorables, como floraciones abundantes, asegurando suministro permanente de alimento a las abejas (Ascencio, 2014).

CONCLUSIONES

La cría y el aprovechamiento de abejas nativas en el pasado fue una práctica muy bien instaurada por muchas comunidades y actualmente se viene retomando y fortaleciendo dado su gran aporte a la sustentabilidad y sostenibilidad de los agroecosistemas a través de la polinización y control biológico realizado por estos insectos, junto con los beneficios como empresa y que reporta ingresos, así como una nutrición sana y

benéfica al ser humano. Es muy importante conocer y enseñar las diferencias entre las abejas nativas, también llamadas “meliponas” y las abejas europeas o africanas (*Apis mellifera*), empezando porque las meliponas tienen como principal característica la de no presentar un aguijón con veneno como mecanismo de defensa, son más peludas y robustas (exceptuando a las abejas angelitas) y generalmente sus alas son más cortas que su cuerpo. Las meliponas son abejas silvestres cuya miel es sabrosa, de muy alta calidad, muy valorada económicamente y con propiedades medicinales. Este tipo de explotaciones permitirá contribuir al crecimiento y divulgación científica mediante proyectos de extensión e investigación particular o grupal, de comunidades educativas o científicas, como valor medioambiental, cultural, económico y social.

La implementación de un meliponario no es un trabajo dispendioso y además resulta económico, ya que las abejas se pueden encontrar en el tronco de un árbol en la misma finca, al igual que los materiales para la fabricación del cobertizo y las colmenas artificiales, lo cual permite también su cría en zonas rurales y urbanas. El uso de materiales provenientes de la misma finca permite aumentar las posibilidades de adaptación de la abeja al nuevo ambiente y por ende habrá mejor producción de miel. El establecimiento en una finca de una nueva alternativa de producción no solo será favorable para sus dueños, sino que además precisará de mano de obra que se puede conseguir en la misma zona o ayudando a capacitar desde otros puntos como a través de charlas o talleres pedagógicos en instituciones educativas del departamento. Realmente es muy poca la gente que consume productos apícolas, y los pocos que lo hacen conocen sus propiedades alimenticias y medicinales. La gran mayoría de la población no conoce los nombres científicos y vulgares de estos insectos, sólo saben que son abejas, y que producen miel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Apolo. *Polinización y Biodiversidad: estado actual de conocimiento*. 2019. Disponible en: <http://apolo.entomologica.es/index.php?d=polbiodiv>
2. Arnold N, Ayala R, Mérida J, Sagot P, Aldasoro M, Vandame R. Registros nuevos de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) para los estados de Chiapas y Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2018;89(3):651–665.
3. Ayala D. Pantoja J. Evaluación de la implementación de un modelo de cría y manejo de

- abejas sin aguijón (Meliponini apidae) en un sistema agroforestal del Quindío (Colombia). *Revista Agroforestería Neotropical*, 2017; 1(7):49–62.
4. Baquero L. Stamatti G. Cria y manejo de abejas sin aguijón. *Ediciones Del Subtrópico*, 2007; 1:1–38.
 5. Baquero S. Baquero C. Proyecto productivo de apicultura para la población víctima del conflicto armado en el municipio de Tibacuy Cundinamarca. *Corporación Universitaria Minuto de Dios*, 2015;94.
 6. Campocolombia. (s.f.). *Especies de ANSA (Abejas Nativas Sin Aguijón)*. Disponible en: <https://www.campocolombia.com/especies-de-ansa/>
 7. Colciencias, Minagricultura, y Corpoica. *Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación del sector agropecuario colombiano (Pectia) 2017-2027*;161. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12759/109429_67478.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 8. Colombia.inaturalist. (s.f.). *Tierreras (género Partamona)*. Disponible en: <https://colombia.inaturalist.org/taxa/252772-Partamona>
 9. Colombiamania.com. *Florenia*. 2017. Disponible en: <http://www.colombiamania.com/ciudades/florenia.html>
 10. Congreso de la República de Colombia. *Ley 57 de 1887*. Título IV. De la Ocupación. Artículo 695 y 696. Por los cuales se dictan los lineamientos la propiedad de animales bravíos y de las abejas. 1887. Disponible en: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=39535
 11. Congreso de la República de Colombia. *Proyecto de Ley del Senado Colombia 145 de 2017*. Por medio del cual se reglamenta la protección de las abejas, el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras disposiciones. (Radicado). 2017. Disponible en: <https://n9.cl/fjyzq>
 12. Corpoamazonia.gov.co. (n.d.). *Municipio de Florenia*.
 13. Cortes D, Olarte O. Meliponario Sipass - Una experiencia con la abeja angelita *Tetragonisca Angustula* con dos tipos de colmenas racionales en el CEAD de Acacias. *ECAPMA Working Paper*, 2019;53(9),1689–1699. Disponible en: <https://n9.cl/go4sw>
 14. Cpaabeejascolombia. *Reconocimiento CPAA - Resolución 282 DE 2012*. Mediante la cual El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural reconoce a la Organización de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura. 2012. Disponible en: <https://n9.cl/987jl>
 15. Ecured.cu. *Abeja*. 2019. Disponible en: https://www.ecured.cu/Abeja#Clasificaci.C3.B3n_de_la_abeja
 16. Estrada, C. *Producción De Miel Cerrará El Año 2020 En 4.000 Toneladas*. 2020. Disponible en: <https://n9.cl/lf74v>
 17. FAO. Consultoría para el manejo y aprovechamiento de la meliponicultura en la RFI. *Organizacion De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentacion*, 2018; 15:2. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Venezuela/TDR/PDFAV2018-014.pdf
 18. Icontec.org. *Miel de Abejas*. 2007. Disponible en: <https://www.icontec.org/rules/miel-de-abejas/>
 19. Icontec. *Cera de abejas y cera sintética para la industria de cosméticos*. 1998. Disponible en: <https://docplayer.es/63828145-Norma-tecnica-colombiana-1466.html>
 20. Impulso verde. Informe de gestión 2019. *Impulso Verde*, 2019;1:74. Disponible en: <https://impulsoverde.org/wp-content>
 21. Isaacs P. *La biodiversidad en el marco de la sostenibilidad de los paisajes ganaderos*. 2020. Disponible en: <https://n9.cl/39vh2>
 22. Jannet D, Tuso A. *Evaluación de los cambios pre y postcosecha de la miel de especies de abejas sin aguijón*. 1–208. 2014. Disponible en: <https://n9.cl/77yzu>
 23. Lexbase.co. *Decreto 2333 de 1982, 2 de agosto*. Por el cual se reglamenta parcialmente

- el Título V de la ley 9ª de 1979, en cuanto a las condiciones sanitarias de las fábricas, depósitos y expendios de alimentos; de los alimentos; del transporte y la distribución de los mismos, y se dictan otras disposiciones. 1982. Disponible en: <https://www.lexbase.co/lexdocs/decretos/1982/d2333de1982>
24. Londoño A, Cuellar F, Cely M, Nat G. *Abejas sin aguijón en Colombia*. 2020. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap2/206/#seccion4>
 25. Lóriga W, Álvarez D, Fonte L, Demedio J. Población inmadura y reservas de alimentos en colonias naturales de *Melipona beecheii* Bennett (Apidae: Meliponini) como factores básicos para su salud. *Revista de Salud Animal*, 2015;37(1),47–51. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v37n1/rsa07115.pdf>
 26. Mancera R, Diego A, Sánchez S. *Propuesta: apicultura como estrategia de gestión del servicio ecosistémico de polinización en dos fincas apícolas en los municipios de Guasca y Guatavita, Cundinamarca*. 2019;96. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/2098>
 27. Maps G. *Florencia*. 2021. Disponible en: <https://www.google.com/maps/@1.6155543,-75.6267448,1347m/data=!3m1!1e3>
 28. Meliponasdecolombia.com. *Meliponas de Colombia*. 2021. Disponible en: <https://www.meliponasdecolombia.com/especies/>
 29. Minagricultura. *Resoluciones*. 1976. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Resoluciones.aspx>.
 30. Minagricultura. *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de las abejas y la apicultura en Colombia con énfasis en miel de abejas*. 2010. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Normatividad/Agenda Prooespectiva.pdf>
 31. Minagricultura. *MinAgricultura socializa Proyecto de Ley con el que se busca proteger la apicultura*. 2018. Disponible en: <https://n9.cl/3kvuw>
 32. Minagricultura. *Cifras sectoriales. Cadena de las abejas y la apicultura*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020;2–24. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2020-03-31 Cifras Sectoriales.pdf>
 33. Minsalud. *Ley 09 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias*. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Normatividad Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf>
 34. Minsalud. *Resolucion 2674 de 2013. Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones*. 2013. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
 35. Mintic. *Decreto 624 de 1989 (Marzo 30) Modificado*. Por el cual se expide el Estatuto Tributario de los impuestos administrados por la Dirección General de Impuesto Nacionales. 1989. Disponible en: <https://n9.cl/tgccn>
 36. Municipio.com.co. *El Municipio de Florencia*. 2018. Disponible en: <https://www.municipio.com.co/municipio-florencia-caq.html#city>
 37. Nates G, Rosso J. Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 2013;18(3):415–426.
 38. Nates G. Las abejas sin aguijón (Hymenoptera : Apidae :Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2001;2(3):233-248.
 39. Ospina D. *Plan estratégico de mercadeo periodo 2019-2020 empresa mercadeo industrial* (Vol. 2507, Issue 1). 2019. Disponible en: <http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1580>
 40. Pat L, Hernandez P, Pat J, Guizar F, Ramos R. *Cría y manejo tradicional de la abeja Melipona beecheii (ko'olel kaab) en comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México* (Ecosur (ed.); Primera). 2018. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/325722425>

41. Peña A, Restrepo C, Salgado W. *Propuesta de un proyecto apícola como alternativa productiva para los habitantes de la vereda Peñas Blancas del Parque Nacional Natural Farallones de Cali* (Vol. 8, Issue 5). 2019. Disponible en: <https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1797>
42. Perez J. *Las abejas y el medio ambiente*. 2007. Disponible en: <https://rebellion.org/las-abejas-y-el-medio-ambiente/>
43. Salazar H, Pérez J, Debernardi H, Real N, Hidalgo J, De La Rosa R. Meliponario para la crianza de abeja sin aguijón (Scaptotrigona mexicana Guérin-Meneville). *Agroproductividad*, 2017;10(1):73–79.
44. Semana. *Así funciona el negocio de las abejas sin aguijón*. 2019. Disponible en: <https://n9.cl/q3k22>
45. Semana. *Colmenas de abejas en Colombia crecen, pero el peligro se mantiene*. 2020. Disponible en: <https://www.dinero.com/empresas/articulo/situacion-de-la-apicultura-en-el-pais-segun-fedeeabejas/304337>
46. Semana. *La apicultura crece en Colombia*. 2020. Disponible en: <https://abejasenagricultura.org/la-apicultura-crece-en-colombia/>
47. Sioc.minagricultura. *Cadena abejas y apicultura. Tercer trimestre 2019*. 2019. Disponible en: <https://n9.cl/1b4k>
48. Suin-juriscol.gov.co. *Decreto Numero 2373 de 1974 (octubre 31)*. Por el cual se dictan normas para el pago del subsidio familiar a los trabajadores del campo. 1974. Disponible en: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30000303>
49. The Nature Conservancy. *Guía práctica para la Implementación de la meliponicultura en la Amazonia Colombiana* (.Puntoaparte Bookvertising (ed.)). 2020. Disponible en: <https://n9.cl/p8omc>
50. Uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/Biologia_abejas. (n.d.). *Reina, obreras y zánganos*. Disponible en: http://www.uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/Biologia_abejas/Imagen_video_main.html
51. Vasquez R, Camargo E, Ortega N, Maldonado W. Implementación de buenas prácticas apícolas y mejoramiento genético para la producción de miel y polen. *Implementación de Buenas Prácticas Apícolas y Mejoramiento Genético Para La Producción de Miel y Polen*, 2015;1–88.
52. Venturieri G. *Criação de abelhas indígenas sem ferrão*. (Embrapa (ed.)). 2008. Disponible en: <https://www.embrapa.br/documents/1355163/40485433/0919>
53. Vita L. *La miel de abejas, por su versatilidad y propiedades, se ha convertido en un negocio fashion*. 2020. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/la-miel-de-abejas-por-su-versatilidad-y-propiedades-se-ha-convertido-en-un-negocio-fashion-2969468>
54. Zapata L, Rivera L. *Análisis de la evolución histórico-jurídica del sector apícola y la afectación a los consumidores en Barranquilla*. (Trabajo de pregrado, Universidad de la Costa – CUC). 2019. Disponible en: <https://n9.cl/wl81q>

Evaluación de la digestibilidad in vivo de tres dietas diferentes en ovinos de la Universidad de los Llanos (Meta, Colombia).

Evaluation of digestibility in vivo of three different diets in sheep from the University of Los Llanos (Meta, Colombia).

Avaliação da digestibilidade in vivo de três dietas diferentes em ovinos da Universidad de los Llanos (Meta, Colômbia).

Acevedo Juan José¹, Peñalosa Juliana¹

¹Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos.

juan.acevedo@unillanos.edu.co

Recibido 06 de julio 2021, aceptado 22 de diciembre 2021

RESUMEN

Actualmente los productores agropecuarios tienen una predilección por los sistemas de producción ovina, debido a su gran variabilidad en cuanto a producción y demanda, ya que de estos animales se obtiene carne, leche, lana y genética, es por esto por lo que las investigaciones con esta especie tienen un valor productivo para el medio. Ahora bien, se sabe que la nutrición es uno de los aspectos más básicos e importantes que se debe tener en cuenta en una producción y que los valores de digestibilidad tienen repercusiones monetarias para la rentabilidad de estos productores. De esta manera es como esta investigación busca analizar y comparar la calidad nutricional y digestibilidad in vivo de 3 fuentes de alimento diferentes, la gramínea conocida como King grass (*Pennisetum purpureum*), el Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y un ensilaje realizado con King grass, melaza y salvado de trigo, en 3 ovinos de raza criolla.

El estudio se llevó a cabo en la granja de la Universidad de los Llanos sede Barcelona, ubicada en el kilómetro 12 Vía a Puerto López (Villavicencio, Meta). A cada uno de los ovinos se les suministró un solo tipo de alimento durante 6 días, donde se realizó un periodo de adaptación de 3 días y una toma de datos de los siguientes 3 días. Luego de esto, en el día 7 se llevó al horno una muestra de heces con el fin de estimar sus coeficientes de digestibilidad y la distribución de la energía.

En este se determinó el valor nutricional y los coeficientes de digestibilidad de la fibra cruda (FC), la materia seca (MS), la proteína cruda (PC) y la grasa (GR). Además, se estimó el extracto no nitrogenado (ENN), el porcentaje de nutrientes digestible totales (NDT), la energía bruta (EB), la energía digestible (ED) y la energía metabólica (EM). A partir de estos datos se realizaron análisis a la luz de la teoría y la comparación de los datos, es de esta manera como se pudo concluir que el alimento con mejores resultados nutricionales, de los tres suministrados, fue el Botón de oro y que en general los tres alimentos son de buena calidad al compararlos con la teoría.

Palabras clave: Digestibilidad, ovinos, King grass, Botón de oro, ensilaje.

ABSTRACT

Currently, agricultural producers have a predilection for sheep production systems, due to their great variability in production and demand, since these animals obtain meat, milk, wool and genetics, which is why research with this species. They have a productive value for the guild. However, it is known that nutrition is one of the most basic and important aspects that must be taken into account in a production and that digestibility values have monetary implications for the profitability of these producers. This is how this research seeks to analyze and compare the nutritional quality and digestibility in vivo of 3 different food sources, the grass known as King grass (*Pennisetum purpureum*), the (*Tithonia diversifolia*), known as Boton de oro in Colombia, and a silage made with King grass, molasses and Wheat bran, in 3 Creole sheep.

The study was carried out in the farm of the University of Los Llanos, Barcelona neighborhood, located at kilometer 12 way to Puerto López (Villavicencio, Meta). Each of the sheep was feed with only one type of food for 6 days, where an adaptation period of 3 days and a data collection of the next 3 days was made. After this, on the seventh day a stool sample was taken to the oven in order to estimate its digestibility coefficients and energy distribution. In this, the nutritional value and digestibility coefficients of crude fiber (FC), dry matter (MS), raw protein (PC) and fat (GR) were determined. In addition, the non-nitrogenous extract (NNS), the percentage of total digestible nutrients (NDT), gross energy (EB), digestible energy

(ED) and metabolic energy (MS) were estimated. From these data, analyzes were carried according to the theory and the comparison of the data, it is in this way that it was concluded that the food with the best nutritional results, of the three foods, was the Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) and that in. In general the three foods are of good quality when compared to the theory.

Keywords: Digestibility, sheep, King grass, Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), silage.

RESUMO

Atualmente, os produtores agrícolas têm uma predileção pelos sistemas de produção de ovinos, devido à sua grande variabilidade em termos de produção e procura, uma vez que destes animais são obtidos carne, leite, lã e genética, razão pela qual a investigação com esta espécie tem valor produtivo para o ambiente. Agora, sabe-se que a nutrição é um dos aspectos mais básicos e importantes que devem ser levados em consideração em uma produção e que os valores de digestibilidade têm repercussões monetárias para a lucratividade desses produtores. É assim que esta pesquisa busca analisar e comparar a qualidade nutricional e digestibilidade in vivo de 3 diferentes fontes alimentares, a gramínea conhecida como capim-rei (*Pennisetum purpureum*), Buttercup (*Tithonia diversifolia*) e uma silagem feita com capim-rei, melaço e farelo de trigo, em 3 ovinos crioulos.

O estudo foi realizado na fazenda da Universidad de los Llanos, sede de Barcelona, localizada no quilômetro 12 da Via a Puerto López (Villavicencio, Meta). Cada uma das ovelhas recebeu um único tipo de alimento por 6 dias, onde foi realizado um período de adaptação de 3 dias e coleta de dados para os 3 dias seguintes. Após isso, no dia 7, uma amostra de fezes foi levada à estufa para estimar seus coeficientes de digestibilidade e distribuição de energia. Neste, foram determinados o valor nutricional e os coeficientes de digestibilidade da fibra bruta (FC), matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura (GR). Além disso, foram estimados o extrato não nitrogenado (ENN), a porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), a energia bruta (EG), a energia digestível (ED) e a energia metabólica (EM). A partir destes dados, foram realizadas análises à luz da teoria e a comparação dos dados, é desta forma que foi possível concluir que o alimento com melhores

resultados nutricionales, dos três fornecidos, foi o Buttercup e que em geral, os três alimentos são de boa qualidade quando comparados com a teoria.

Palavras-chave: Digestibilidade, ovinos, capim-rei, Buttercup, silagem.

INTRODUCCIÓN

La nutrición en un sistema productivo de rumiantes es un factor fundamental para mejorar la productividad y el bienestar de los animales, sobre todo en países tropicales como Colombia en el que la composición, producción y calidad de las pasturas, como principal fuente de alimento, se ven afectadas por las fluctuaciones climáticas, condiciones de suelo y por el manejo agroquímico. Lo anterior repercute en un consumo de alimento bajo en valor energético y contenido proteico, es decir que hay un aprovechamiento insuficiente de nutrientes digeribles debido a una fermentación microbiana deficiente que se refleja en un flujo y una absorción de nutrientes inferior a los requeridos para el mantenimiento y producción en los rumiantes (Apráez, Delgado y Narváez 2012); incluso cuando los ovinos y caprinos son los transformadores más eficientes de forraje de baja calidad en productos alimenticios de alta calidad (Lombardi 2005). Cuando se presenta esta problemática se toman medidas tales como la suplementación para mejorar las condiciones del suelo en uso, la asociación de gramíneas con leguminosas y en última medida la introducción de leguminosas arbustivas en sistemas de silvopastoreo o bancos forrajeros (Vilma 2016).

El King grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) es un híbrido entre *Pennisetum purpureum* y *P. tyoides*. Normalmente se utiliza para corte y acarreo, barreras vivas, ensilaje y pastoreo. Es una especie perenne, usualmente alta de 2 a 3 m, la variedad Enano alcanza 1.5 m. Las hojas tienen de 30 a 70 cm de largo; la panícula es parecida a una espiga dura y cilíndrica de 30 cm de largo, forma macollas y tiene rizomas. Crece bien desde el nivel del mar hasta 2200 m, con temperaturas de 18 a 30 °C, con el óptimo a 24°C, su mejor comportamiento se observa hasta los 1500 m.s.n.m. (la variedad Taiwán tolera alturas hasta 2300 m.s.n.m.). Se comporta bien en suelos ácidos a neutros, resiste sequía y humedad alta y una precipitación entre 800 y 4000 mm anuales. En cuanto a productividad y valor nutritivo, su producción promedio por corte es de 40 a 50 toneladas de MS/ha/año, con rendimientos mucho menores en condiciones desfavorables. El King grass tiene rendimiento entre 80 a

120 t/ha/año. La calidad es media con un contenido de proteína de 7 –10% y una digestibilidad entre 50 y 60%. En cuanto a la producción de semilla, su propagación se hace principalmente en forma vegetativa. (Peters et al. 2011).

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es una planta herbácea perteneciente a la familia de las compuestas, su altura oscila entre 1,2 a 4,5m, posee grandes hojas con bordes aserrados y pedúnculos que pueden variar de 4 a 20cm de largo. Su inflorescencia se presenta en capítulos y es de color amarillo. Tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo (Roldan 2011). Es una planta originaria de Centro América y puede tolerar condiciones de suelo poco fértiles. No es una leguminosa pero la cantidad de proteína en sus hojas va desde 20 a 30 %, dependiendo del manejo que se le brinde al banco forrajero. Se puede utilizar en alimentación de vacas, cerdos, ovejas, cabras y aves. En las vacas se debe tener cuidado que no pase de un 25% de la dieta consumida, al igual que en los ovinos (Goyenaga 2016).

El método de ensilaje es un método de conservación que consiste en el almacenamiento de forrajes frescos o parcialmente secos, finamente picados y guardados rápidamente mediante la compactación, para sacar el aire y propiciar cambios químicos de fermentación anaeróbica, es decir, en ausencia de oxígeno; Los cambios que sufre el alimento tienen que ver principalmente con la fermentación de azúcares solubles y su transformación en ácidos orgánicos, alcoholes y la proteína en aminoácidos. En este proceso se dan tres fases: Fase aeróbica, fase anaeróbica y fase de vaciado del silo. Sabiendo lo anterior, es necesario recordar que “El Ensilaje es un método para preservar los nutrientes de la planta forrajera y no un métodos para mejorarla, en general no es un concentrado, ni un alimento completo para la alimentación de rumiantes” (Tapiero, Bueno, Mojica & Pardo, 2004, p.9), por lo que se recomienda suministrarlo solo en periodos de escasez para el mantenimiento de la producción animal desencantando la idea de obtener altos incrementos en los parámetros productivos.

Con el fin de determinar la calidad nutricional de los tratamientos aplicados se utilizaron las pruebas de digestibilidad, siendo esta la base de las metodologías de evaluación de los alimentos. Según la describe Carulla et al. (2004) la digestibilidad es la proporción de un alimento que es absorbido en el tracto intestinal del animal y

está relacionada con la cantidad y el valor energético efectivo del alimento que realmente utiliza el animal. La importancia de precisar la digestibilidad de un alimento radica en que es un valor variable entre distintos alimentos y posee un valor práctico; una digestión incompleta frecuentemente representa pérdidas en la cadena productiva (Londoño 1993). Tal como se hizo en este estudio, la digestibilidad in vivo de un alimento se puede medir directamente con el uso de animales experimentales, pero se requiere hacer un registro exacto del consumo de forraje o dietas suministradas y la excreción fecal del animal sometido a dicho tratamiento en un período de tiempo dado, como desventaja de este método, puede existir contaminación entre excretas y orina, además el confinamiento de los animales reduce el tono muscular y probablemente disminuye el tránsito de ingesta, pudiéndose sobreestimar la digestibilidad con respecto a los animales no alojados en jaulas (Church et al. 1990; Nieves et al. 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad de los Llanos, en la sede Barcelona, ubicada en el kilómetro 12 Vía a Puerto López, Villavicencio, Meta. Esta Universidad se encuentra ubicada a una altura de 465 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 27°C, unas precipitaciones anuales de 4050 mm y una humedad relativa del 80% (IDEAM 2014). Los animales usados en el experimento hacen parte del sistema de producción ovino de la granja de la Universidad, cuyos fines son netamente para el desarrollo de actividades académicas y de investigación, teniendo en cuenta las leyes de bienestar animal que se deben garantizar en actividades curriculares con animales domésticos.

Para el desarrollo del proyecto se implementó el uso de dos forrajes y un ensilaje, como única alimentación de los individuos a investigar, los cuales fueron: King grass (*Pennisetum purpureum*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), y ensilaje preparado por los estudiantes. El King grass y el Botón de oro se obtuvo de las parcelas de la granja de la Universidad, fue cortado en las mañanas y suministrado a los animales entero, es decir sin ser picado. En cuanto al ensilaje, se realizó a base de King grass, melaza y salvado de trigo, en cuya preparación fue necesario el almacenamiento en un recipiente libre de aire, fermentando durante aproximadamente 30 días, controlando el crecimiento de bacterias patógenas, hasta

que estuviera listo y fuera apto para el consumo. El suministro de los forrajes y el ensilaje fue racionado en dos porciones diarias de 1500 gramos cada una, para un total de 3000 kilos al día, durante los 6 días, que fue el periodo de desarrollo del experimento. El espacio en donde se desarrolló el estudio fue un aprisco con malla metálica que contaba con 9 espacios, cada uno de alrededor de 2m de largo por 1m de ancho, en donde se utilizaron 3 para alojar a los individuos experimentales, cada uno contaba con su bebedero y comedero, que eran baldes plásticos o recipientes hechos en llanta.

Fueron sometidos a un periodo de adaptación de 72 horas, esto con el fin de tener un periodo de acostumbramiento por parte del organismo del animal a los tratamientos suministrados y para que los animales se familiarizaran con la infraestructura del lugar de estudio. Luego de estos tres días, se procedió a la toma de datos durante los tres días siguientes. En estos tres días se recolectaron las heces y se pesaron en la mañana, al igual que el alimento que se iba a suministrar y los rechazos del día anterior, cabe resaltar que todos los datos fueron registrados en tablas, como se observa en los resultados. Al finalizar los días de muestreo, se recolectó una muestra de 100 gramos de heces de cada ovino (tratamiento) y se llevaron al horno para obtener la materia seca. Es importante resaltar que los datos utilizados del análisis proximal de las excretas fueron proporcionados por la docente a cargo del experimento. Finalmente los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, y con estos se realizaron las gráficas para comparar los resultados entre los diferentes alimentos y de esta manera llegar a las conclusiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor nutritivo de un pasto hace referencia a la capacidad de los forrajes para producir leche o carne, puede variar dependiendo de la especie, madurez de la planta, altitud en la que se encuentre y del manejo. Se puede expresar en términos de consumo, digestibilidad y la eficiencia con que los nutrientes son usados por el animal. Este valor nutricional del forraje es expresado en su mayor potencial sólo cuando no hay limitaciones en la oferta forrajera (Carulla et al. 2004).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el experimento se puede relacionar la información para comprender qué alimento tiene mejor composición nutricional de

los alimentos suministrados (Tabla 1), cuál se digirió mejor (Tabla 2), analizar cuál tuvo mejor palatabilidad para los ovinos (Figura 1) y finalmente, comparar qué alimento es mejor nutricionalmente en cuanto a los parámetros productivos (Tabla 3). A continuación se analizará cada uno de estos aspectos.

Comparación nutricional entre los alimentos

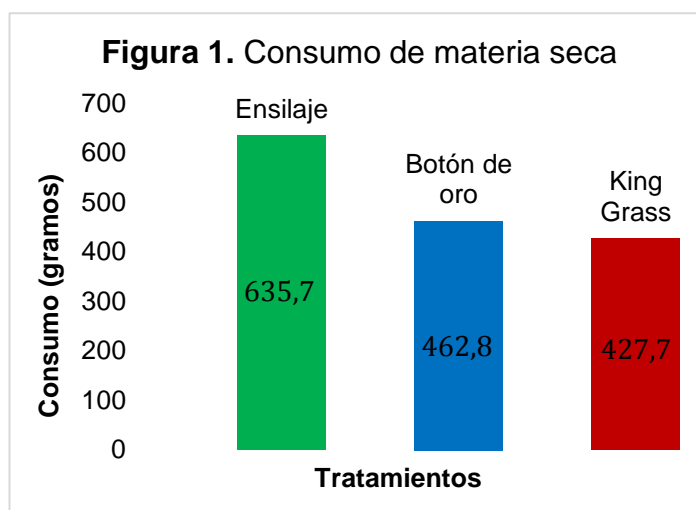
La composición nutricional de los alimentos es esencial a la hora de formar dietas para los animales. Es así como a continuación se comparará la Tabla 1, donde se evidencian los análisis proximales de los alimentos estudiados, con la literatura obtenida. Es así como se observa en el análisis proximal un mayor contenido de proteína (15.1%) y Extracto No Nitrogenado (42,6%) en el forraje Botón de oro, donde el ENN representa los carbohidratos solubles. A la luz de la teoría, Ramírez et al (2010) postula que el contenido de proteína de Botón de oro es de un 16,6%, es decir que el utilizado en el experimento está por debajo del promedio, pero es un buen porcentaje. Es así como se puede deducir que el pasto King Grass es la de menor calidad nutricional, debido a sus bajos porcentajes de proteína (7,1%) y ENN (31.3%), donde la proteína se encuentra por debajo de los valores propuestos por Ramírez et al (2010) que corresponde al 9.56%. En cuanto a la proteína del King Grass, es importante resaltar que, según Minson y Milford (1967) los valores de proteína de los forrajes cuando se encuentran por debajo del 7% en base seca se limita el consumo, ya que este nivel es considerado como el mínimo para generar un balance positivo de nitrógeno. Con respecto a la información anterior, es interesante compararlo con el consumo voluntario (palatabilidad) (Figura 1) y observar que el King Grass fue el que arrojó el menor dato, lo cual coincide con el postulado anterior.

Tabla 1. Análisis proximal de las dietas (%)

Dietas	Materia Seca	Proteína	Grasa	Fibra	ENN
Ensilaje	26,2	8,6	1,7	36,1	33
Botón de oro	19,5	15,1	2,2	19,1	42,6
King Grass	23,4	7,1	2,0	35,7	31,3

En cuanto al ensilaje, Ramírez et al afirma que su contenido proteico depende de los componentes de este, en este caso el forraje utilizado, que como se menciona en la metodología, fue el King grass y, según los datos en diferentes estudios se dice que es de un 7,6%, el cual es inferior al obtenido en el experimento (8,6%). Sin

embargo, hay que tener en cuenta que el ensilaje utilizado, como se menciona en la metodología, también tenía salvado de trigo, lo que puede aumentar el porcentaje de la proteína.



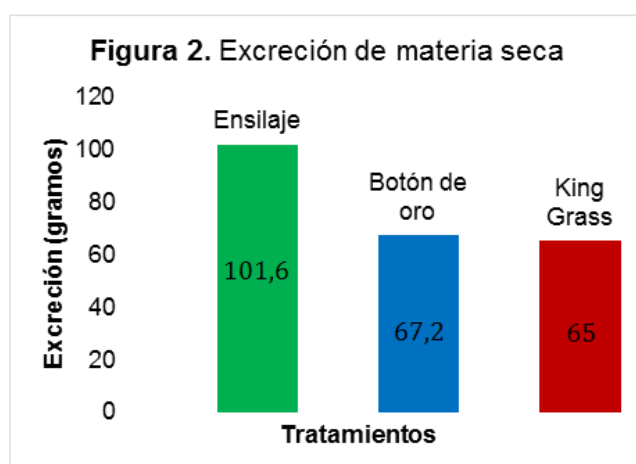
En cuanto al extracto etéreo o grasa, según Mahecha & Rosales (2005) “En los pastos, los lípidos son una pequeña fracción que no varía considerablemente. Es un grupo de diversos compuestos, como galactolípidos y los fosfolípidos. De estos, los ácidos grasos más relevantes son el ácido linolénico, ácido linoleico y ácido palmítico” (p. 13), por lo cual los valores que se obtuvieron fueron porcentajes bajos. Teniendo en cuenta esto y, analizando los resultados se comprendió que el Botón de oro fue el forraje que presentó mayor contenido (2,2%) y según los autores mencionados anteriormente, el contenido de extracto etéreo varía dependiendo de su estado vegetativo, de 1.4% a 2.43%, estando este forraje dentro del rango dado por los autores. En el caso del ensilaje y el King Grass, sus valores fueron bajos pero no alejados del rango propuesto por los autores, que corresponde con 1,7% y 2,0% respectivamente.

Según los autores mencionados anteriormente, la fibra cruda es una medición que se debería dejar de lado ya que no entrega una apreciación precisa de los carbohidratos estructurales de los alimentos. Sin embargo, el alimento que arrojó mayor porcentaje fue el ensilaje con un 36,1%, por el contrario, el Botón de oro presenta el valor más bajo 19,1%, evaluando de esta manera casi todo el contenido de celulosa y sólo una porción de lignina.

Aprovechamiento del alimento

De acuerdo con lo descrito por Carulla et al. (2004), la digestibilidad es la proporción de un alimento que es absorbido en el tracto intestinal del animal, está relacionado con la cantidad y el valor energético efectivo del alimento que realmente utiliza el animal. El componente que tiene mayor influencia en la digestibilidad y el consumo es la pared celular, ya que estos dos factores disminuyen al aumentar la pared celular en un forraje. Esto se debe a que los nutrientes más digeribles, como proteínas, azúcares y lípidos, se encuentran en el contenido celular y los menos digeribles, como celulosa, hemicelulosa y lignina, se encuentran en la pared celular, contenidos en el parámetro de fibra cruda.

La digestibilidad in vivo se puede obtener mediante la relación entre consumo y excreción, es por esto que al comparar el consumo de los ovinos (Figura 1) con las excreciones (Figura 2) se puede determinar que el alimento que más se aprovechó fue el King grass y el de menor fue el ensilaje (Tabla 2). Ante estos resultados se debe tener en cuenta que no todos los organismos son iguales, que a pesar de que todos sean la misma especie y que hayan compartido el mismo espacio durante el experimento, cada individuo tiene diferente gasto energético y requerimiento nutricional, esto sin contar el estado de salud de cada animal. Para complementar este aspecto se evaluarán a continuación en la Tabla 2 los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes, esto, para tener una mejor perspectiva acerca de la digestibilidad del alimento.



Con lo anterior, la dieta con mayor consumo de fibra cruda promedio fue el ensilaje al igual que su excreción. Por el contrario, la dieta con Botón de oro tuvo un consumo bajo y una excreción baja, pero por medio del coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda se resalta la efectividad del alimento donde hubo una mayor

digestibilidad. Lo mencionado anteriormente se pudo corroborar con las afirmaciones de Ramírez et al (2009) donde menciona que una de las más grandes bondades de la especie desde su análisis composicional es su alta digestibilidad y su baja concentración de polifenoles y taninos, lo que facilita el uso del recurso vegetal como proveedor de Nitrógeno y energía para las comunidades de microorganismos celulíticos que habitan el tracto digestivo, posterior a la degradación ruminal incrementando el consumo voluntario de materia seca y la digestibilidad aparente.

Los coeficientes de digestibilidad de la proteína fueron iguales para el ensilaje y King Grass, siendo este dato superior al del Botón de oro, el cual presentó el valor más bajo (Tabla 2). Al comparar estos valores con la literatura se encontró concordancia con los datos obtenidos en el estudio de Coeficiente de Digestibilidad Aparente de Plantas Forrajeras Comunes en Zona Andina para Alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) (Hahn von H et al. 2016).

Los coeficientes de digestibilidad de la grasa, fibra cruda y extracto no nitrogenado fueron superiores para el Botón de oro (Tabla 2), observándose la menor digestibilidad de estos componentes en el ensilaje. Según investigaciones de Ciprian & Hidalgo (2007), se argumenta que el tamaño de la partícula y nivel de fibra cruda en el forraje no afectan variables como consumo y energía digestible, pero sí afectan la ganancia de peso que disminuye por el alto contenido de fibra, lo cual depende del aprovechamiento de la energía metabólica, ocasionando un mayor gasto energético para convertir la celulosa a energía, dejando una menor cantidad disponible para el aumento de peso.

Tabla 2. Coeficiente de Digestibilidad (COD)

Dietas	Materia Seca	Proteína	Grasa	Fibra	ENN
Ensilaje	0,84	0,89	0,90	0,87	0,78
Botón de oro	0,85	0,88	0,92	0,89	0,81
King Grass	0,84	0,89	0,91	0,87	0,79

Como complemento de los parámetros nutricionales, y teniendo en cuenta que la digestibilidad varía de acuerdo con la capacidad de los animales para digerir alimentos (Maynard et al. 1991), la digestibilidad de la MS complementa de mejor manera este dato, ya que esta representa una buena estimación del grado en que

un alimento es digerido y absorbido por el tracto digestivo. Para este estudio, el coeficiente más alto fue el del Botón de oro con un 0,85, donde se confirma que esta leguminosa es de buena digestión, sin embargo los otros dos alimentos arrojaron un resultado muy similar a este (0,84). Al comparar este dato con el aprovechamiento mencionado al inicio de la discusión, es curioso observar que no hay coherencia entre el resultado del aprovechamiento y el de la digestibilidad de la materia seca (Tabla 3). No obstante, hay que tener en cuenta que los datos de la digestibilidad de MS fueron muy similares y no hubo una diferencia significativa.

Tabla 3. Parámetros productivos

Dietas	Nutrientes Digestibles Totales (NDT)	Energía Digestible (ED) Mcal/Kg MS	Energía Metabolizable (EM) Mcal/Kg MS
Ensilaje	68,2	3,00	2,59
Botón de oro	69,3	3,04	2,63
King Grass	66,2	2,91	2,51

Los nutrientes digestibles totales, la energía digestible aprovechada y metabólica fueron mayores en la dieta brindada con Botón de oro (NDT: 69,3%, ED: 3,04 Mcal/Kg de MS y EM: 2,63 Mcal/Kg de MS), lo cual indica que este forraje es el mejor aprovechado por el ovino, dejando mayor disponibilidad de energía para las funciones metabólicas.

Palatabilidad del alimento

Para analizar la palatabilidad es importante saber acerca del consumo voluntario y su importancia, como lo menciona Forbes (1986), el consumo voluntario “es una actividad de comportamiento representada por la ingesta de alimentos por un animal en un periodo determinado. El factor de mayor relevancia en la producción de leche y en el estado corporal de los animales es el consumo voluntario de materia seca (DMI), ya que esto determina la cantidad real de nutrientes aprovechables para la producción animal”. Ahora bien, en el experimento se logró analizar este consumo voluntario que va directamente relacionado con la palatabilidad, entendiendo esta como la “cualidad de ser grato al paladar un alimento” (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española), mediante el análisis de los datos de la Tabla 1, teniendo en cuenta que se le suministró 9 kilogramos de cada alimento durante los 3 días y comparándolo con los datos de los 3 días por animal y el que cada animal consumió.

Ahora bien, el animal con mayor consumo fue el tratado con ensilaje con una palatabilidad del 90,4%, siendo esta mayor a la palatabilidad reportada por Aguirre, Cevallos, Herrera & Escudero (2017) en su estudio, ya que la palatabilidad en éste osciló entre 73% y 79% . Por el contrario el animal con menor consumo voluntario fue el tratado con el forraje King grass, el cual arrojó una palatabilidad del 80,4% (Tabla 1).

En este análisis es importante tener en cuenta que en algunas ocasiones, principalmente en el King grass, el alimento se caía del balde y el animal no lo consumía del piso. A pesar de que era una pequeña fracción del alimento, se debe tener en cuenta, ya que fue el de menor palatabilidad.

CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos, compararlos entre sí con los tres alimentos y, ponerlos a la luz de la teoría, se pudo concluir que el alimento con mejor contenido nutricional fue el Botón de oro, ya que su contenido en digestibilidad de MS, en el porcentaje de proteína, ENN, grasa, NDT, ED, EM y en los coeficientes de digestibilidad de la grasa, tuvo resultados superiores que el King grass y el ensilaje. En cuanto a la palatabilidad, el Botón de oro quedó entre el ensilaje, que tuvo el mayor consumo voluntario, y el King grass que fue el de menor. Es importante resaltar que en el análisis nutricional de los tres alimentos, al compararlos con la literatura, arrojaron resultados que se encuentran dentro del promedio normal o por encima, esto quiere decir que la calidad nutricional de los alimentos es buena, resaltando en especial la cantidad de proteína del ensilaje que sobrepasó los rangos normales, lo cual se puede deber al salvado de trigo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguirre L, Cevallos Y, Herrera R, Escudero G. Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. *CEDAMAZ*, 2017:1-6.
2. Apráez J, Delgado J, Narváez J. Composición nutricional, degradación in vitro y potencial de producción de gas, de herbáceas, arbóreas y arbustivas encontradas en el trópico alto de Nariño. *Livestock Research for Rural Development*, 2012;24:1-12.
3. Carulla J, Cárdenas E, Sánchez N, Riveros C. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada en la zona

- andina colombiana. *Seminario Nacional de Lechería Especializada*, 2004:21-16.
4. Chacón P, Vargas C. Consumo de *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de cosecha en caprinos. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 2010;21(2):267-274.
 5. Church D, Pond W, Pond R. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. México: Limusa, 1990.
 6. Ciprian R, Hidalgo V. Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia Porcellus L.*) en crecimiento. *Universidad Nacional Agraria la Molina*, 2007:114-118.
 7. Correa H, Carulla J, Pabón M. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.). *Livestock Research for Rural Development*, 2008:20.
 8. Forbes J. *The voluntary food intake of farm animals*. Londres, Inglaterra: Butterworths, 1986.
 9. Goyenaga R. "Botón de oro, para alimentar animales". *Ministerio De Agricultura Y Ganadería, San Salvador*, 2016:1.
 10. Hahn von H et al. Coeficiente de Digestibilidad Aparente de Plantas Forrajeras Comunes en Zona Andina para Alimentación de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Scielo*, 2016:63-72.
 11. Holguín V. Optimización de *Tithonia diversifolia* ensilada como alimento para ovinos de pelo. *Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia*, 2016:11-17.
 12. IDEAM. Información Histórica, Climatografía de las principales ciudades. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*, 2014:11-13.
 13. Lombardi G. Optimum management and quality pastures for sheep and goat in mountain areas. En: Molina AE, Ben Salem H, Biala K, Morand-Fehr P, editores. Sustainable grazing, nutritional utilization and quality of sheep and goat products. Zaragoza. *CIHEAM*, 2005:19-29.
 14. Londoño F. *Fundamentos de alimentación animal*. Managua: Universidad Nacional Agraria, 1993.
 15. Maynard A, Loosli J, Hintz H. Warner R. *Nutrición animal*. México: MCGRAW-HILL / Interamericana de México, 1981.
 16. Mc Donald E, Greenhalgh M. *Nutrición animal*. Zaragoza, España: ACRIBIA, 1995.
 17. Peters M, Quintero L, Hincapié B. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones Para Productores Del Trópico Americano. Colombia. *Centro Internacional De Agricultura Tropical Ciat*, 2011:212.
 18. Ramírez J, Vega M, Acosta I, Verdecia D. Caracterización nutritiva de las especies *Brachiaria decumbens* e híbrido en un suelo fluvisol de Cuba. *Rural Development*, 2009:21-23.
 19. Rondal J. Establecimiento de un banco proteico y un sistema silvopastoril para la producción de ovinos a base de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). *Corporación Universitaria La Sallista*, 2011:9-13.
 20. Tapiero A, Bueno G, Mojica J, Pardo O. Alimentación bovina con base en cultivos forrajeros en fincas de pequeños productores del Piedemonte del Meta. Villavicencio, Colombia. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA Ecorregiones Orinoquia-Amazonia*, 2004:12-16.

**Las generaciones de las vacunas: Caso de vacunas antiparasitarias
gastrointestinales utilizadas en Medicina Veterinaria**

**The generations of the vaccines: Case of gastrointestinal antiparasitic
vaccines used in Veterinary Medicine**

**As gerações de vacinas: Caso de vacinas antiparasitárias gastrointestinais
utilizadas em Medicina Veterinária**

Prieto Prieto Laura Daniela¹, Vargas Borda Lina Maria¹, Jaramillo Hernández
Dumar Alexander^{2*}

¹ Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos,
Villavicencio, Meta, Colombia.

² MVZ, Esp., MSc., PhD. Profesor de la Escuela de Ciencias Animales.
Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.

dumar.jaramillo@unillanos.edu.co

Recibido 08 de septiembre 2021, aceptado 22 de diciembre 2021

RESUMEN

Las vacunas son el pilar fundamental de la medicina preventiva y la base para posibles planes de control y/o erradicación de enfermedades, especialmente las infecciosas. Los parásitos internos en los animales de producción y de compañía continúan siendo una de las principales amenazas para la salud y el bienestar animal con importantes implicaciones económicas, además de su impacto en la salud pública mundial. Su control se ha basado casi exclusivamente en fármacos quimioterápicos, que desde hace varios años han perdido su eficacia y existen claros ejemplos de resistencia parasitaria a ellos. Hay pocos ejemplos comerciales de vacunas de parásitos gastrointestinales disponibles comercialmente para su uso en la práctica de la Medicina Veterinaria. Esta revisión describe algunos ejemplos comerciales de vacunas gastrointestinales antiparasitarias para su formulación en la práctica médica veterinaria, visto desde la perspectiva de “las generaciones de vacunas” y respaldado por estudios clínicos experimentales de antígenos prometedores para el control profiláctico de ciertos agentes parasitarios gastrointestinales de interés en salud pública principalmente. Hasta la fecha, está

disponible con ciertas limitaciones comerciales en algunos países europeos y oceánicos Barbervax® y en países sudamericanos Providean® Hidatil EG95 para uso en rumiantes para el control de *Haemonchus contortus* y *Echinococcus granulosus*, respectivamente; en algunos países de América y África, Cysvax™ está disponible para el control de *Taenia solium* en cerdos; y en el mundo con muy pocas limitaciones, una serie de vacunas comerciales para el control de la coccidiosis como la *Eimeria* spp. en la industria avícola: pavos, pollos de engorde y gallinas ponedoras (ej: CoggiVac®, Immucox®, Paracox®, entre otros). Existe la necesidad de tener estos tipos de vacunas en todos los países donde estos parásitos gastrointestinales son endémicos y de esta manera brindar opciones para su control, por consiguiente, una serie de inversiones económicas son necesarias para apoyar el desarrollo técnico-científico en torno al desarrollo de nuevos biológicos (nueva generaciones de vacunas) efectivos y seguros para el control de los parásitos internos más relevantes en animales de producción y de compañía.

Palabras claves: Manejo integrado de parásitos internos, salud pública, zoonosis

ABSTRACT

Vaccines are the fundamental pillar of preventive medicine and the basis for possible control and/or eradication of disease plans, especially infectious diseases. Internal parasites in production and companion animals continue to be one of the main threats to animal health and welfare with important economic implications, in addition to its impact on global public health. Its control has been based almost exclusively on chemotherapeutic drugs, which for several years have lost their efficacy and there are clear examples of parasitic resistance to them. Even so, few commercial examples of gastrointestinal parasite vaccines are commercially available for use in the practice of Veterinary Medicine. This review describes some commercial examples of gastrointestinal antiparasitic vaccines for their formulation in veterinary medical practice seen from the perspective of “the

generations of vaccines" and supported by experimental clinical studies of promising antigens for the prophylactic control of certain gastrointestinal parasitic agents of interest in public health mainly. To date, it is available with certain commercial limitations in some European and Australian countries Barbervax® and in South American countries Providean® Hidatil EG95 for use in ruminants for the control of *Haemonchus contortus* and *Echinococcus granulosus*, respectively; in some countries in America and Africa, Cysvax™ is available for the control of *Taenia solium* in pigs and in the world with very few limitations, a series of commercial vaccines for the control of coccidiosis (*Eimeria* spp.) in poultry industry: turkeys, broilers and laying hens (e.g., CocciVac®, Immucox®, Paracox®, among others). There is a need to provide this type of vaccine to all countries where these gastrointestinal parasites are endemic and, in this way, provide options for their control. As well as a series of economic investments is highly necessary to support technical-scientific development around development of new effective and safe biologicals (new generations of vaccines) for the control of the most relevant internal parasites in production and companion animals.

Keywords: Internal parasite management, public health, zoonose.

RESUMO

As vacinas são o pilar fundamental da medicina preventiva e a base para possíveis planos de controle e/ou erradicação de doenças, principalmente as infecciosas. Os parasitas internos em animais de produção e de companhia continuam sendo uma das principais ameaças à saúde e bem-estar animal, com implicações econômicas significativas, além de seu impacto na saúde pública global. Seu controle tem sido baseado quase exclusivamente em drogas quimioterápicas, que perderam sua eficácia há vários anos e há exemplos claros de resistência parasitária a elas. Existem poucos exemplos comerciais de vacinas contra parasitas gastrointestinais disponíveis comercialmente para uso na prática da Medicina Veterinária. Esta revisão descreve alguns exemplos comerciais de

vacinas antiparasitárias gastrointestinais para formulação na prática médica veterinária, vistas sob a ótica das "gerações de vacinas" e apoiadas por estudos clínicos experimentais de antígenos promissores para o controle profilático de certos agentes parasitários gastrointestinais de interesse. saúde. Até o momento, Barbervax® está disponível com certas limitações comerciais em alguns países europeus e oceânicos e na América do Sul Providean® Hidatil EG95 para uso em ruminantes para o controle de *Haemonchus contortus* e *Echinococcus granulosus*, respectivamente; em alguns países da América e África, Cysvax™ está disponível para o controle de *Taenia solium* em suínos; e no mundo com pouquíssimas limitações, uma série de vacinas comerciais para o controle da coccidiose como a *Eimeria* spp. na avicultura: perus, frangos de corte e galinhas poedeiras (ex: CoggiVac®, Immucox®, Paracox®, entre outros). Há a necessidade de ter esses tipos de vacinas em todos os países onde esses parasitas gastrointestinais são endêmicos e assim oferecer opções para o seu controle, portanto, uma série de investimentos econômicos são necessários para apoiar o desenvolvimento técnico-científico em torno do desenvolvimento de novas vacinas eficazes e biológicos seguros (novas gerações de vacinas) para o controle dos parasitas internos mais relevantes em animais de produção e de companhia.

Palavras-chave: Manejo integrado de parasitas internos, saúde pública, zoonose

Abreviaturas

OMICS: genômica, proteômica, metabolômica, metagenômica y transcriptômica; SARS-CoV-2: Síndrome Respiratorio Agudo Severo por Coronavirus 2; ADN: Ácido desoxirribonucleico; ARN: Ácido ribonucleico; WGH: Homogeneizado de intestino *Haemonchus placei*; FEC: número de huevos por gramo de heces; AsHb: Hemoglobina de *Ascaris suum*; QuilA®: Saponina adyuvante; TSOL16: Antígenos de oncocercos de *Taenia solium*; pcDNA: Vacuna de fusión de ADN; Gam56: plásmido recombinante de *Eimeria maxima*; TA4: Antígeno de *Eimeria tenella*; IL-2: Interleucina 2; pVAX-LDH, pVAX-LDH-IFN- γ y pVAX-LDH-IL-2: Plásmidos de

antígenos recombinantes de *Eimeria acervulina*; APGA: Antígenos de gametocitos purificados por afinidad; ETRHO1: Gen romboidal de *Eimeria tenella*; CMA: Arteria mesentérica craneal; AS03®: Emulsión de aceite en agua; EgTrp y EgA31: Proteínas recombinantes de *Ancylostoma caninum* adulto; EgM4, EgM9 y EgM123: Proteínas de fusión solubles purificadas recombinantes de *Echinococcus granulosus*; rTcVcan y rTcCad: proteínas recombinantes de *Toxocara canis*; APC: Células presentadoras de antígeno; HMC: Complejo mayor de histocompatibilidad; HMC II: Complejo mayor de histocompatibilidad clase II; IgE: Inmunoglobulina clase E; IgG1: Inmunoglobulina subclase G1; IgG4: Inmunoglobulina subclase G4.

INTRODUCCIÓN

La iniciativa de desarrollar y administrar vacunas que proporcionen una inmunidad adecuada al hospedero y así abordar el control de helmintos ha sido uno de los principales objetivos de la investigación en inmunología durante las últimas décadas (Hein & Harrison, 2005). Es importante supervisar las enfermedades parasitarias y la resistencia que han adquirido estos organismos, debido a su tratamiento farmacológico habitual, utilizado para reducir los riesgos de aparición de enfermedades zoonóticas como: cisticercosis, equinococosis, anquilostomiasis (Bethony et al., 2011), además de toxocariasis (Jaramillo et al., 2020). Por ello, la vacunación se ha convertido en una de las formas más eficaces y sostenibles de controlar las enfermedades parasitarias y en una herramienta clave para salvaguardar la salud animal y humana (Bagnoli et al., 2011).

Los parásitos gastrointestinales como *Haemonchus contortus*, *Echinococcus granulosus*, *Taenia solium* y *Eimeria* spp., afectan a más de la mitad de la población mundial, causando importantes enfermedades y discapacidades (Jourdan et al., 2018), evidenciando que estas enfermedades parasitarias desatendidas afectan la economía potencial a través de su efecto debilitante en la salud humana y animal (Hotez et al., 2009). Debido a esto, se ha generado la

necesidad de desarrollar vacunas para prevenir o erradicar estas infecciones. Si bien para todas las infecciones parasitarias existen diferentes alternativas de tratamiento definidas, constantemente se presentan problemas que hacen aplicaciones fallidas de estos tratamientos, provocando efectos secundarios como baja protección, resistencia a los antiparasitarios por uso repetido y reinfección. Por las razones mencionadas anteriormente, los desarrollos en el campo de la inmunología han estado enfocados en originar vacunas antiparasitarias que cumplen todos los requisitos y provoquen una respuesta inmune bien definida (Versteeg et al., 2019). Sin embargo, a pesar de las múltiples investigaciones realizadas en las últimas décadas, son pocas las vacunas parasitarias disponibles hasta la fecha en el campo de la Medicina Veterinaria (Morrison & Tomley, 2016), situación revisada sistemáticamente y actualmente por nuestro grupo de investigación (Vargas et al., 2022).

Las generaciones de vacunas establecen criterios de desarrollo técnico-científico en torno a la metodología utilizada para la obtención de la formulación vacunal, la cual puede ser utilizando el agente infeccioso, una parte o un subproducto de este, normalmente luego de ser inactivado o muerto (Loukas & Good , 2013), siendo este el caso de las vacunas de primera generación. Sin embargo, en los últimos años, ha habido una mayor innovación en la tecnología aplicada a los procesos biológicos y la capacidad de secuenciar el genoma de patógenos, incluidos los parásitos gastrointestinales. Se han utilizado métodos y patrones bioinformáticos para predecir la localización de antígenos, siendo estas tecnologías prometedoras para el descubrimiento de vacunas recombinantes, que se han aplicado con éxito para inmunizar contra enfermedades en Medicina Veterinaria; este método se conoce como vacunología inversa (Jorge & Dellagostin, 2017), siendo este el caso de las vacunas de segunda generación.

Algunos software gratuitos en línea permiten realizar análisis bioinformáticos prácticos y aplicables a esta metodología, ejemplo: BLASTX

(<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>), PSORT (<http://www.psort.org/>), TMHMM (<http://www.cbs.dtu.dk/services/TMHMM-2.0/>), SOSUI (<http://bp.nuap.nagoyau.ac.-jp/sosui/>), ScanPROSITE (<http://au.expasy.org/prosite/>), entre otros; todos son particularmente aplicables a ciertos momentos de la metodología de vacunología inversa, desde la identificación de epítomos y sus secuencias de nucleótidos hasta la identificación de péptidos señal relacionados con el respectivo péptido promotor vacunal. Este enfoque reduce el tiempo requerido para el reconocimiento de vacunas promisorias y brinda opciones viables para aquellas vacunas que han sido difíciles de desarrollar (Seib et al., 2012; Unnikrishnan et al., 2012).

Con base en los desarrollos de la OMICS, la generación de vacunas que contengan plásmidos de ADN o ARN, caso de las vacunas de tercera generación, las cuales codifican un gen proteico del agente infeccioso, el cual tiene capacidad inmunogénica para el control del agente infeccioso respectivo (Dhama et al., 2008). Estas vacunas son económicas y tecnológicamente sustentables para ser fabricadas, así como su respuesta inmune no interfiere con los anticuerpos maternos (Krieg, 2002). Su manejo es estable a temperatura ambiente, en la mayoría de ellas. Aun así, tienen una gran desventaja biológica frente a las vacunas de primera generación, y es su inmunogenicidad, la cual es mucho menor y necesitan ser formuladas con potentes adyuvantes específicos de la respuesta inmune (Wedrychowicz, 2015). Una respuesta inmunitaria eficaz contra un antígeno requiere la adición de un adyuvante en el desarrollo de vacunas (Harrison et al., 1999). Estas sustancias se han utilizado para mejorar la eficacia de las vacunas desde la década de 1920 (Cox & Coulter, 1997), debido a su papel en la optimización de la respuesta inmunitaria específica a los antígenos de las vacunas, sobre todo para las vacunas parasitarias, mediante la mejora selectiva de diferentes mecanismos de respuesta del sistema inmunológico direccionando la activación del sistema inmunitario del hospedero (Bomford, 1989).

Por otro lado, todos están en la expectativa del gran ensayo clínico de uso de vacunas de tercera generación en el control de la pandemia por SARS-CoV-2, dado que existen hipótesis de efectos indeseables como la integración en el genoma de la especie inoculada, activación de proto-oncogenes, inactivación de genes supresores de tumores y la posibilidad de generar anticuerpos antinucleares (Dunham, 2002). Estas hipótesis serán aceptadas o descartadas en unos años, dada la vacunación a base de biológicos de ADN o ARN que actualmente se utilizan en el mundo para el control de la enfermedad COVID-19 (Krammer, 2020).

El tratamiento con fármacos antihelmínticos no ha sido eficaz en el control de parásitos gastrointestinales en los sistemas de producción animal (ej. ganaderías), principalmente por la rápida reinfección que se produce tras el tratamiento y la baja eficacia por el uso repetido de estos fármacos (Başka et al., 2013). Esta situación genera la necesidad de producir vacunas eficientes y seguras contra estos parásitos (McVey & Shi, 2010), llevando el uso de vacunas en Medicina Veterinaria a convertirse en una práctica común, garantizando el control y/o eliminación de diversas enfermedades parasitarias (Knox & Smith, 2001). El objetivo de esta revisión es aportar información sobre las vacunas comercializadas en la actualidad para el control de determinados parásitos gastrointestinales, de interés para la salud pública, en animales de producción y animales de compañía. Así como presentar de manera general una serie de estudios clínicos experimentales de biológicos promisorios para el control de parásitos gastrointestinales en animales, que podrían formar parte del arsenal terapéutico en la práctica de la Medicina Veterinaria en el futuro.

Algunos antígenos prometedores para la inmunoprofilaxis de parásitos gastrointestinales en animales

Los ensayos clínicos experimentales realizados en los últimos años han servido para generar un gran avance en la búsqueda de antígenos que sirvan para

minimizar el impacto que estos parásitos generan en los animales de producción y de compañía. En los rumiantes, el primero se denominó contortina, un polímero extracelular intestinal obtenido del estado adulto del *Haemonchus contortus* (enfermedad: haemonchosis). El uso de este antígeno produjo una disminución de las cargas parasitarias de este nematodo hasta un 78% en las ovejas inmunizadas (Munn et al., 1987; Newton & Munn, 1999). En otro estudio clínico, se inmunizaron terneros con WGH de *Haemonchus placei*; no se observó una reducción significativa en el número total de nematodos obtenidos del abomaso, pero sí se redujo significativamente el número de hembras adultas y FEC, lo que indica una alta protección contra las hembras de estos nematodos y un posible efecto inmunoproliférico sobre el ciclo de vida de este parásito (Siefker y Rickard, 2000).

Otro parásito que afecta al ganado bovino es el nematodo *Oesophagostomum* spp. este es un parásito importante que también infecta a humanos y tiene un amplio potencial zoonótico debido a su gran distribución (Li et al., 2017); pertenece a la superfamilia Strongyloidea y es un nematodo de gran importancia económica a nivel mundial (Tyagi et al., 2015). Se han inmunizado terneros con diferentes dosis de extracto soluble de larvas de *Oesophagostomum radiatum* cultivadas in vitro, con esta metodología se observó una reducción del 81% y 99% en la carga de nematodos adultos en intestino, y disminuciones en FEC en un 75% y 100%, a dosis bajas o altas de este extracto, respectivamente (East et al., 1988). Si bien existen grandes avances científicos, a lo largo de los años, sustentados en estudios clínicos de vacunas experimentales para el control de las principales parasitosis gastrointestinales en grandes y pequeños rumiantes; existen pocos resultados concretos en la actualidad de la aplicabilidad de procesos inmunoproliféricos o inmunoterapéuticos soportados en vacunas desarrolladas en este campo dentro de la medicina veterinaria, específicamente para el control de la haemonchosis (Bassetto et al., 2014; OMS, 2020). Estos tiempos y terrenos han ganado estos parásitos, llegando a impactar gravemente indicadores de producción y profundizando la crisis de salud pública tanto en países

industrializados como en vías de desarrollo, donde los grandes y pequeños rumiantes son fuente de diversos alimentos básicos para el consumo mundial.

Se han llevado a cabo varios estudios clínicos de experimentación de vacunas en cerdos para estudiar la inmunoprofilaxis como estrategia de control de *Ascaris suum*. En uno de los estudios se probó AsHb purificada junto con el adyuvante Quil-A®, donde se generó una protección considerable en los cerdos que fueron inmunizados con esta vacuna, siendo esta un posible candidato vacunal (Vlaminck et al., 2011). Por otro lado, se estudió el desarrollo de inmunidad a *Ascaris suum* en cerdos inmunizados con fragmentos de cutícula aislados de larvas de diferentes estadios (L2/L3) de *Ascaris suum*, lo que resultó en una reducción del 44% al 49% en el número de larvas aisladas de los tejidos de cerdos inmunizados (Hill et al., 1994). Asimismo, otro estudio donde se inmunizó cerdos con el antígeno recombinante TSOL16, demostró que este antígeno puede proporcionar niveles adecuados de protección frente al desafío con huevos de *Taenia solium* (Gauci et al., 2012).

En este camino de innovación científica con tendencia a la evolución de las técnicas de generación de vacunas, en la industria de pollos de engorde, se creó una vacuna experimental de ADN que agrupa la proteína *Eimeria maxima* Gam56 (pcDNA-Gam56), la cual indujo un aumento significativo en la propagación de linfocitos y se observó una disminución en la eliminación de ooquistes del 53,7% en pollos de engorde inoculados (Xu et al., 2013). En la misma línea de desarrollo de vacunas, se desarrolló otro biológico experimental para el control de *Eimeria* spp. a partir de ADN recombinante pcDNA-TA4-IL-2 que expresa el antígeno TA4 de *Eimeria tenella* e IL-2 de pollo de engorde, donde se observó una reducción promedio de ooquistes de 72.6% (Song et al., 2009). Otro ejemplo de desarrollo de vacunas para el control de *Eimeira* spp., es la elaboración de tres plásmidos vacunales: pVAX-LDH, pVAX-LDH-IFN- γ y pVAX-LDH-IL-2, donde la interacción anticoccidial de los grupos pVAX-LDH- LDH-IFN- γ y pVAX-LDH-IL-2 fueron más altos que el grupo control, mostrando una reducción significativa de *Eimeria*

acervulina de 56.82% y 57.59%, respectivamente, en aves inmunizadas (Song et al., 2010).

Además de estos estudios que vinculan la última tecnología en generación de vacunas, previamente se habían realizado otros importantes estudios clínicos en el control de la coccidiosis aviar, un ejemplo de estos es la administración de antígenos de gametocitos purificados por afinidad (APGA) de *Eimeria maxima*, emulsionado en adyuvante de Freund, donde hubo una reducción en la producción total de ooquistes de este protozoo en un 45-63% (Wallach et al., 1995). En otro estudio clínico, se inoculó a pollos de engorde con una proteína recombinante de ETRHO1 de *Eimeria tenella*, donde se demostró que ETRHO1 podía proporcionar una protección del 77,3 % en los pollos de engorde inoculados (Li et al., 2012).

En equinos los helmintos son los parásitos más importantes en los países industrializados (Klei, 2000). Entre estos se encuentra *Strongylus vulgaris*, el cual provoca afectaciones en su hospedero, migrando por todo el organismo durante su ciclo biológico, donde estos parásitos se fijan en la CMA durante la migración larval (Swiderski et al., 1999). Si bien esta zona anatómica no es la ubicación definitiva de las larvas de *Strongylus vulgaris*, es probablemente el lugar donde causa las mayores lesiones y genera la mayor acumulación de larvas, caracterizada por grandes émbolos dentro de la luz vascular, generando inflamación de la capa media y significativa aumento de la CMA. Esta patología se conoce como arteritis verminosa (Reinemeyer & Nielsen, 2009). Hay pocos estudios sobre el desarrollo de vacunas antiparasitarias gastrointestinales en equinos. En uno de ellos, se realizó un estudio en ponis inoculados con larvas de *Strongylus vulgaris* (L3) atenuadas por radiación asociada a un adyuvante: Sigma Adjuvant System®; donde esta formulación vacunal demostró una reducción del 91,8% de larvas migratorias de *S. vulgaris* en ponis inoculados (Monahan et al., 1994). Por otra parte, un estudio posterior en ponis inoculados por vía oral con larvas de *Strongylus vulgaris* (L3) irradiadas a dosis de 70 Kr, 100 Kr, 130 Kr;

generó una disminución del 50 al 82% en el número de nematodos adultos extraídos de los intestinos de ponis previamente inmunizados (Klei et al., 1989).

Se han realizado estudios en animales de compañía utilizando como antígeno inmunoprotector en caninos el Ac-16, un antígeno inmunodominante de *Ancylostoma caninum* combinado con el adyuvante AS03®, que promovió respuestas inmunes humorales y celulares desarrollando una protección parcial significativa contra la infección por *Ancylostoma caninum* (Fujiwara et al., 2007). Por otro lado, en ensayos con un candidato vacunal oral con dos proteínas recombinantes de la fase adulta de este parásito: EgTrp, que es una tropomiosina y EgA31, que es una proteína análoga a la paramiosina. Los caninos inoculados con EgTrp y EgA31 exhibieron una disminución en la carga parasitaria de un 70% a un 80%, mostrando una alta eficiencia para reducir la transmisión humano-animal (Petavy et al., 2008). Asimismo, en otro estudio con antígenos recombinantes EgM4, EgM9 y EgM123 utilizados para la protección de caninos frente a la exposición a este cestodo, se promovió un nivel de protección notablemente alto, en torno al 97-100% (Zhang et al., 2006).

Nuestro grupo de investigación está trabajando actualmente en el desarrollo de una vacuna para controlar *Toxocara canis*, el principal nematodo canino con importantes impactos en la salud pública. Los ensayos clínicos se realizaron en cachorros infectados experimentalmente en condiciones controladas de laboratorio e infectados naturalmente (transmisión transplacentaria), a partir del uso de dos proteínas recombinantes rTcVcan y rTcCad producidas bajo la metodología de vacunología inversa con resultados prometedores en el control de la toxocariasis en el modelo murino (Salazar Garces et al., 2020), añadido a un adyuvante de inducción de respuesta Th1/Th2 mixto, Quil-A®. En este primer ensayo clínico, los caninos inoculados con rTcVcan + QuilA® redujeron FEC en un 95%, además se evidenció la reducción de los huevos obtenidos del útero de hembras adultas expulsadas farmacológicamente (58,38%) (Jaramillo-Hernández et al., 2022).

Principios de vacunación y desarrollo de vacunas: vacunas contra parásitos gastrointestinales utilizadas en Medicina Veterinaria

El sistema inmunitario se puede dividir en dos sistemas: el innato y el adaptativo, que se relacionan entre sí para crear una fuerte respuesta inmunitaria (Clem, 201). Las vacunas intervienen en la generación de respuestas inmunitarias innatas y aceleran la aparición de APC, estimulando así una respuesta inmunitaria adaptativa protectora frente a un patógeno (Di Pasquale et al., 2015). Si se trata de un antígeno bacteriano o parasitario, se acoplará a la proteína mediante el HMC II principal y las APC lo presentarán a una célula CD4+ que posiblemente desencadenará inmunidad provocada por anticuerpos (Meeusen et al., 2007). A diferencia del sistema inmunitario innato, el modo de acción del sistema inmunitario adaptativo es específico del patógeno. Esta respuesta innata tendrá más tiempo para ocurrir (Clem, 2011). Sin embargo, el sistema inmunitario adaptativo tiene memoria, las células T se multiplican a lo largo de la infección, formando células de memoria de larga duración que se ajustan a la expansión secundaria después de una exposición constante al mismo patógeno (Sun et al., 2009).

Los helmintos tienen moléculas de interacción con diversos receptores de reconocimiento de patrones moleculares de patógenos de células del sistema inmune, la mayoría de estas interacciones se ejecutan con el fin de evadir la respuesta del mismo sistema, tanto innato como adaptativo, por ejemplo, induciendo una respuesta inmunitaria modificada por Th2 con la producción de células reguladoras y citocinas (Marciani, 2017). Hasta la fecha, se ha avanzado mucho en la determinación de las células y las citocinas involucradas en la generación de la inmunidad tipo 2, que generalmente brinda protección contra la infección por helmintos (Maizels et al., 2012). Las citoquinas son intermediarias de la respuesta inmune innata, por lo que funcionan como inductores y efectores en todas las etapas durante la infección por helmintos, dentro de la reacción Th2 se incluyen interleucinas (IL): IL-4, IL-5, IL-9, IL-13, IL-21 (Meeusen et al., 2005). Las

células CD4+ estimulan una serie de componentes antiparasitarios tipo 2, incluidos anticuerpos compensadores, células de defensa y leucocitos, así como inmunoglobulina (Ig) G1 (IgG1), IgG4 e IgE; además, poblaciones expandidas de eosinófilos, basófilos, mastocitos, células linfoides tipo 2 innatas y macrófagos altamente activados. Determinados efectos de estas vías anulan y deshabilitan las acciones del sistema inmune sobre los parásitos, los cuales en teoría finalmente conducirían a su expulsión (Maizels et al., 2012; Babu & Nutman, 2019).

Los antígenos de las vacunas deben estimular componentes protectores como los generados en la inmunidad natural. La tipificación de estos mecanismos se convierte en un requisito previo para el diseño inteligente de la formulación y administración de una vacuna (Emery et al., 1993). Los estudios han descrito que estos nematodos provocan respuestas inmunes dominantes Th2 y proliferación en la mucosa intestinal de mastocitos y eosinófilos (Foster et al., 2012), en contraste con las respuestas Th1, que promueven respuestas mediadas por células que involucran macrófagos y se consideran más importantes en la protección contra agentes protozoarios (Dalton & Mulcahy, 2001). Ejemplo de estas condiciones hacen referencia al desarrollo de vacunas en sistemas de producción aviar, las vacunas anti-*Eimeria* existentes consisten en organismos completamente virulentos o vivos atenuados (Dalton & Mulcahy, 2001). Estas vacunas provocan una fuerte respuesta celular y de anticuerpos que generalmente producirá inmunidad durante un período considerable con solo una o dos inmunizaciones. En algunos casos, es posible atenuar los microorganismos de tal manera que pierden su potencial para causar daño al individuo inoculado, pero conservan la capacidad de reproducirse espontáneamente dentro del huésped (Goldsby et al., 2007).

Las vacunas de primera generación incluyen: A. Vacunas con patógeno vivo, que tienen el atributo de expresar una amplia gama de antígenos patógenos. Esto es importante ya que los antígenos pueden expresarse de manera diferente en las diferentes etapas de su vida (Chambers et al., 2016). Es el caso de las vacunas

contra la coccidiosis aviar (*Eimeria* spp.): CocciVac® e Immucox®, compuestas por organismos vivos; y Paracox® y Livacox® compuestos de organismos vivos atenuados (Dalton & Mulcahy, 2001). B. Vacuna con organismos inactivados o muertos, este es otro método de inmunización, en el que se desactiva el microorganismo patógeno, una subunidad del mismo o sus toxinas tras la exposición a altas temperaturas o productos químicos, entre otras formas de inactivación (Goldsby et al., 2007); son menos variables y no representan un riesgo de retorno a la patogenicidad, pero su incapacidad para infectar células y activar las células T citotóxicas las hace menos efectivas para proteger a los huéspedes (Meeusen et al., 2007). Por ello, requieren varias inmunizaciones y la introducción de adyuvantes para preservar una adecuada defensa (Chambers et al., 2016). Este es el caso de la vacuna comercial GiardiaVax™ que fue indicada para su uso en caninos para combatir el protozooario *Giardia lamblia* (Figura 1), donde la vacuna actúa principalmente generando una respuesta humoral y celular específica contra el parásito (Meeusen et al., 2007) (vacuna fuera del mercado desde unos años atrás), y la vacuna Barbervax® para el control del nematodo *Haemonchus contortus* en ovinos y CoxAbic® para el control de la coccidiosis aviar.



Figura 1. Gardiavax®, vacuna comercializada utilizada para el control de *Giardia lamblia* en perros, Gardiavax® es una vacuna de primera generación que contiene un concentrado de *Giardia lamblia* ($\geq 1,2 \times 10^8$ organismos/mL) inactivo.

Las vacunas de segunda generación están representadas por vacunas recombinantes (figura 2), que contienen partículas seleccionadas de un determinado microorganismo que pueden ser proteínas, polisacáridos o partículas similares a virus (Vetter et al., 2018). Incluyen solo determinantes antigénicos frente a los cuales los anticuerpos o las células T se registran, ensamblan y estimulan el sistema inmunitario más fácilmente (Clem, 2011); son vacunas seguras y generan menos reacciones adversas. Sin embargo, los antígenos ocultos suelen provocar una inmunidad protectora incompleta; estas vacunas generalmente requieren inoculaciones repetidas con la adición de adyuvantes que generan fuertes respuestas, haciéndolas menos efectivas y competitivas (Meeusen et al., 2007). Entre las vacunas de proteínas recombinantes, se encuentra la vacuna Providean® Hydatil EG95 y la vacuna Cysvax™, para el control de *Echinococcus granulosus* en sus hospederos intermedios (mamíferos ungulados) y *Taenia solium* en cerdos, respectivamente.

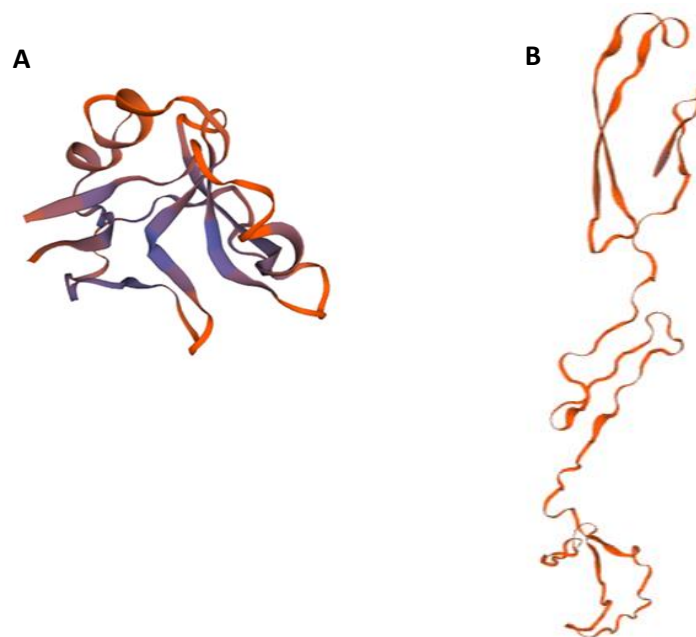


Figura 2. Proteínas recombinantes utilizadas en la primera investigación clínica de una vacuna para el control de *Toxocara canis* en caninos; ejemplo de una posible vacuna de segunda generación para el control de las principales geohelmintiasis zoonótica del mundo. A. Proteína recombinante homóloga al canal de potasio de *T. canis* (rTcVcan); B.

Proteína recombinante homóloga a la cadherina de *T. canis* (rTcCad). Imágenes de las proteínas recombinantes creadas en el software <https://swissmodel.expasy.org/>. Este ensayo clínico es uno de los experimentos designados bajo la patente de invención BR 10 2019 0215119 "Método para la producción de proteínas recombinantes de *Toxocara canis* utilizadas como vacuna para el control de la toxocariasis canina". El cual pertenece a la Universidad Federal de Bahía, registrado en el Ministerio de Industria de Brasil, cuyos autores son: Alcantara-Neves NM., Salazar-Gárce LF., Pinheiro C., Pacheco L., Santiago L., Santos SP., Jaramillo -Hernández DA. 2019.

Las vacunas de tercera generación son las vacunas de ADN o ARN, que se basan en la capacidad de expresión de un vector inyectado, ya sea en células musculares o cutáneas, para exponer antígenos vacunales en el tejido del huésped inmunizado, lo que estimula la presentación de antígenos. llevando a una fuerte respuesta inmunológica (Chambers et al., 2016; Vetter et al., 2018). Una vez que se administra la vacuna de ADN, el antígeno codificado se manifiesta en las células del hospedero y es presentado por las células dendríticas (tipo de APC). Esto es más probable que ocurra en los ganglios linfáticos que tienen la función de drenaje, provocando respuestas inmunitarias tanto humorales como celulares (Coban et al., 2008). Estas vacunas actuales ofrecen mayores ventajas sobre las vacunas tradicionales, en términos de facilidad de producción, persistencia y valorización (Dunham, 2002). Si bien las vacunas vivas se destacan para el control de la coccidiosis, las vacunas de ADN han sido una buena opción, ya que se inducirá una respuesta inmune completa y constante sin riesgo de generar la enfermedad. Un claro ejemplo es Gam56, que es un antígeno derivado del estadio de gametocito de *Eimeria maxima*, que tiene una muy buena capacidad para activar el sistema inmunitario, induciendo una respuesta inmunitaria (Xu et al., 2013); hasta el momento, el campo de la medicina veterinaria a nivel mundial carece de vacunas comerciales para el control de los parásitos gastrointestinales estudiados en este manuscrito clasificados dentro de las vacunas de tercera generación.

CONCLUSIONES

La vacunación es sin duda el método más seguro y factible para la prevención, control y erradicación de enfermedades infecciosas (Calamante, 2018). Generar vacunas contra los parásitos gastrointestinales es un desafío asumido por la ciencia con un propósito claro: generar una protección adecuada para la población que está constantemente expuesta a los parásitos y minimizar los riesgos que se pueden presentar durante una posible infección parasitaria (Rodríguez & Olivares, 2019). Los recientes avances en genómica permiten desarrollar, mediante técnicas bioinformáticas, pronósticos sobre la eficacia de determinados antígenos y su capacidad de respuesta inmunogénica, lo que se espera reduzca los tiempos y estudios para seleccionar los mejores antígenos para el desarrollo de vacunas biológicas contra parásitos gastrointestinales (Cruz et al., 2017).

Además de estos desarrollos de OMICS, la implementación de nuevos adyuvantes que dirijan una respuesta inmune favorable para el antígeno seleccionado permitiría generar procesos de producción biológica de antiparasitarios altamente eficientes (Rodríguez & Olivares, 2019). Sin embargo, deja en claro que existe la necesidad de continuar investigando métodos terapéuticos que sean seguros para los animales y el medio ambiente, debido al avance que se ha generado en temas de resistencia parasitaria (Murray, 1989). Los estudios descritos en esta revisión indican que las perspectivas a corto plazo para obtener agentes vacunales prometedores, tanto en términos de eficacia como de composición, contra los parásitos gastrointestinales presentes en los animales de producción y de compañía son muy alentadoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Babu S, Nutman T. Immune Responses to Helminth Infection. *Clinical Immunology*, 2019:437-447.
2. Bagnoli F, Baudner B, Mishra P, Bartolini E, Fiaschi L, Mariotti P, Nardi-Dei V, Boucher P, Rappuoli R. Designing the next generation of vaccines for global public health. *Omic: a journal of integrative biology*, 2011; 15(9):545–566.

3. Baška P, Wiśniewski M, Krzyżowska M, Długosz E, Zygnier W, Górski P, Wędrychowicz H. Molecular cloning and characterisation of in vitro immune response against astacin-like metalloprotease Ace-MTP-2 from *Ancylostoma ceylanicum*. *Experimental parasitology*, 2013;133(4):472–482.
4. Bassetto C, Picharillo É, Newlands F, Smith D, Fernandes S, Siqueira R, Amarante F. Attempts to vaccinate ewes and their lambs against natural infection with *Haemonchus contortus* in a tropical environment. *International journal for parasitology*, 2014;44(14):1049–1054.
5. Bethony M, Cole N, Guo X, Kamhawi S, Lightowers W, Loukas A, Petri W., Reed S, Valenzuela G, Hotez J. Vaccines to combat the neglected tropical diseases. *Immunological reviews*, 2011;239(1):237–270.
6. Bomford R. Adjuvants for anti-parasite vaccines. *Parasitology today (Personal ed.)*, 1989;5(2):41–46.
7. Calamante, G. Desarrollo de vacunas de nueva generación Desarrollo de vacunas de nueva generación, 2018. Disponible en: <http://ria.inta.gob.ar/contenido/desarrollo-de-vacunas-de-nueva-generacion-para-uso-veterinario?l=es>
8. Chambers A, Graham P, La Ragione M. Challenges in Veterinary Vaccine Development and Immunization. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 2016;1404:3–35.
9. Clem S. Fundamentals of vaccine immunology. *Journal of global infectious diseases*, 2011;3(1):73–78.
10. Coban C, Koyama S, Takeshita F, Akira S, Ishii J. Molecular and cellular mechanisms of DNA vaccines. *Human vaccines*, 2008;4(6):453–456.
11. Cox C, Coulter R. Adjuvants--a classification and review of their modes of action. *Vaccine*, 1997;15(3):248–256.
12. Cruz V, Rosado E, Dumonteil E. Desarrollo de vacunas contra parásitos. *Revista Ciencia*, 2017;68(1):81-85.
13. Dalton P, Mulcahy G. Parasite vaccines--a reality?. *Veterinary parasitology*, 2001;98(1-3):149–167.
14. Dhama K, Mahendran M, Gupta K, Rai A. DNA vaccines and their applications in veterinary practice: current perspectives. *Veterinary research communications*, 2008;32(5),341-356.
15. Di Pasquale A, Preiss S, Tavares Da Silva F, Garçon N. Vaccine Adjuvants: from 1920 to 2015 and Beyond. *Vaccines*, 2015;3(2):320–343.
16. Dunham P. The application of nucleic acid vaccines in veterinary medicine. *Research in veterinary science*, 2002;73(1):9–16.
17. East J, Berrie A, Fitzgerald J. *Oesophagostomum radiatum*: successful vaccination of calves with an extract of in vitro cultured larvae. *International journal for parasitology*, 1988, 18(1):125–127.
18. Emery L, McClure J, Wagland M. Production of vaccines against gastrointestinal nematodes of livestock. *Immunology and cell biology*, 1993;71(5):463–472.
19. Foster N, Berndt A, Lalmanach C, Methner U, Pasquali P, Rychlik I, Velge, P, Zhou X, Barrow P. Emergency and therapeutic vaccination--is stimulating

- innate immunity an option?. *Research in veterinary science*, 2012;93(1),7–12.
20. Fujiwara T, Zhan B, Mendez S, Loukas A, Bueno L, Wang Y, Plieskatt J, Oksov Y, Lustigman S, Bottazzi E, Hotez P, Bethony M. Reduction of worm fecundity and canine host blood loss mediates protection against hookworm infection elicited by vaccination with recombinant Ac-16. *Clinical and vaccine immunology*, 2007;14(3):281–287.
 21. Gauci G, Jayashi M, Gonzalez E, Lackenby J, Lightowers W. Protection of pigs against *Taenia solium* cysticercosis by immunization with novel recombinant antigens. *Vaccine*, 2012;30(26):3824–3828.
 22. Goldsby A, Kindt J, Osborne A, Kuby J. vaccines. In: Mc Graw Hill, editors. *Kuby Immunology*, 6th edition, New York: E. Publishing Inc; 2007:475-490.
 23. Harrison B, Shakes R, Robinson M, Lawrence B, Heath D, Dempster P, Lightowers W, Rickard D. Duration of immunity, efficacy and safety in sheep of a recombinant *Taenia ovis* vaccine formulated with saponin or selected adjuvants. *Veterinary immunology and immunopathology*, 1999;70(3-4):161–172.
 24. Hein R, Harrison B. Vaccines against veterinary helminths. *Veterinary parasitology*, 2005;132(3-4):217–222.
 25. Hill E, Fetterer H, Romanowski D, Urban Jr. The effect of immunization of pigs with *Ascaris suum* cuticle components on the development of resistance to parenteral migration during a challenge infection. *Veterinary immunology and immunopathology*, 1994;42(2):161–169.
 26. Hotez J, Fenwick A, Savioli L, Molyneux H. Rescuing the bottom billion through control of neglected tropical diseases. *Lancet (London, England)*, 2009;373(9674):1570–1575.
 27. Jaramillo D, Salazar F, Baquero M, Pinheiro S, Alcantara M. Toxocariasis and *Toxocara* vaccine: a review. *Revista Orinoquia*, 2020;24:79-95.
 28. Jaramillo A, Salazar F, Pacheco C, Pinheiro S, Alcantara M. Protective response mediated by immunization with recombinant proteins in a murine model of toxocariasis and canine infection by *Toxocara canis*. *Vaccine*, 2022;40(6):912-923.
 29. Jorge S, Dellagostin A. The development of veterinary vaccines: a review of traditional methods and modern biotechnology approaches. *Biotechnology Research and Innovation*, 2017;1(1),6–13.
 30. Jourdan M, Lamberton L, Fenwick A, Addiss G. Soil-transmitted helminth infections. *Lancet*. 2018;391(10117):252-265.
 31. Klei R. Equine immunity to parasites. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 2000;16(1):69–vi.
 32. Klei R, French D, Chapman R, McClure R, Dennis A, Taylor W, Hutchinson W. Protection of yearling ponies against *Strongylus vulgaris* by foalhood vaccination. *Equine veterinary journal. Supplement*, 1989;(7):2–7.
 33. Knox P, Smith D. Vaccination against gastrointestinal nematode parasites of ruminants using gut-expressed antigens. *Veterinary parasitology*, 2001;100(1-2), 21–32.

34. Krammer, F. SARS-CoV-2 vaccines in development. *Nature*, 2020;586(7830):516-527.
35. Krieg M. CpG motifs in bacterial DNA and their immune effects. *Annual review of immunology*, 2002;20(1):709-760.
36. Li J, Zheng J, Gong P, Zhang X. Efficacy of *Eimeria tenella* rhomboid-like protein as a subunit vaccine in protective immunity against homologous challenge. *Parasitology research*, 2012;110(3):1139–1145.
37. Li K, Lan Y, Luo H, Shahzad M, Zhang H, Wang L, Zhang L, Liu D, Liu X, Hao Y, Sizhu S, Li J. Prevalence of three *Oesophagostomum* spp. from Tibetan Pigs analyzed by Genetic Markers of nad1, cox3 and ITS1. *Acta parasitologica*, 2017;62(1):90–96.
38. Loukas A, Good F. Back to the future for antiparasite vaccines?. *Expert review of vaccines*, 2013;12(1):1-4.
39. Maizels M, Hewitson P, Smith A. Susceptibility and immunity to helminth parasites. *Current opinion in immunology*, 2012;24(4):459–466.
40. Marciani J. Effects of immunomodulators on the response induced by vaccines against autoimmune diseases. *Autoimmunity*, 2017;50(7),393–402.
41. McVey S, Shi J. Vaccines in veterinary medicine: a brief review of history and technology. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 2010;40(3),381–392.
42. Meeusen N, Balic A, Bowles V. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Veterinary immunology and immunopathology*, 2005;108(1-2):121–125.
43. Meeusen N, Walker J, Peters A, Pastoret P, Jungersen G. Current status of veterinary vaccines. *Clinical microbiology reviews*, 2007;20(3),489–510.
44. Monahan M, Taylor W, Chapman R, Klei R. Experimental immunization of ponies with *Strongylus vulgaris* radiation-attenuated larvae or crude soluble somatic extracts from larval or adult stages. *The Journal of parasitology*, 1994;80(6):911–923.
45. Morrison I, Tomley F. Development of vaccines for parasitic diseases of animals: Challenges and opportunities. *Parasite immunology*, 2016;38(12):707–708.
46. Munn A, Greenwood A, Coadwell J. Vaccination of young lambs by means of a protein fraction extracted from adult *Haemonchus contortus*. *Parasitology*, 1987;94(2):385–397.
47. Murray K. Molecular vaccines against animal parasites. *Vaccine*, 1989;7(4):291–299.
48. Newton E, Munn A. The development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites, particularly *Haemonchus contortus*. *Parasitology today (Personal ed.)*, 1999;15(3):116–122.
49. Petavy F, Hormaeche C, Lahmar S, Ouhelli H, Chabalgoity A, Marchal T, Azzouz S, Schreiber F, Alvite G, Sarciron E, Maskell D, Esteves A, Bosquet G. An oral recombinant vaccine in dogs against *Echinococcus granulosus*,

- the causative agent of human hydatid disease: a pilot study. *PLoS neglected tropical diseases*, 2008;2(1):125.
50. Reinemeyer R, Nielsen K. Parasitism and colic. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 2009;25(2):233–245.
 51. Rodríguez G, Olivares L. Vacunas parasitarias: un recuento bibliográfico. *Revista de Salud Animal*, 2019;41(3):08.
 52. Salazar F, Santiago F, Santos S, Jaramillo A, da Silva B, Alves V, Silveira F, Barrouin M, Cooper J, Pacheco L, Pinheiro C, Alcantara M. Immunogenicity and protection induced by recombinant *Toxocara canis* proteins in a murine model of toxocariasis. *Vaccine*, 2020;38(30):4762–4772.
 53. Seib L, Zhao X, Rappuoli R. Developing vaccines in the era of genomics: a decade of reverse vaccinology. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 2012;18(5):109–116.
 54. Siefker C, Rickard G. Vaccination of calves with *Haemonchus placei* intestinal homogenate. *Veterinary parasitology*, 2000;88(3-4):249–260.
 55. Song H, Yan R, Xu L, Song X, Shah A, Zhu H, Li X. Efficacy of DNA vaccines carrying *Eimeria acervulina* lactate dehydrogenase antigen gene against coccidiosis. *Experimental parasitology*, 2010;126(2):224–231.
 56. Song X, Xu L, Yan R, Huang X, Shah A, Li X. The optimal immunization procedure of DNA vaccine pcDNA-TA4-IL-2 of *Eimeria tenella* and its cross-immunity to *Eimeria necatrix* and *Eimeria acervulina*. *Veterinary parasitology*, 2009;159(1):30–36.
 57. Sun C, Beilke N, Lanier L. Adaptive immune features of natural killer cells. *Nature*, 2009;457(7229):557–561.
 58. Swiderski E, Klei R, Folsom W, Pourciau S, Chapman A, Chapman R, Moore M, McClure R, Taylor W, Horohov W. Vaccination against *Strongylus vulgaris* in ponies: comparison of the humoral and cytokine responses of vaccinates and nonvaccinates. *Advances in veterinary medicine*, 1999;41:389–404.
 59. Tyagi R, Joachim A, Ruttkowski B, Rosa A, Martin C, Hallsworth K, Zhang X, Ozersky P, Wilson K, Ranganathan S, Sternberg W, Gasser B, Mitreva M. Cracking the nodule worm code advances knowledge of parasite biology and biotechnology to tackle major diseases of livestock. *Biotechnology advances*, 2015;33(6Pt1):980–991.
 60. Unnikrishnan M, Rappuoli R, Serruto D. Recombinant bacterial vaccines. *Current opinion in immunology*, 2012;24(3):337–342.
 61. Vargas M, Prieto D, Baquero M, Corredor W, Alcantara M, Jaramillo D. Vaccines for gastrointestinal parasites, a pillar of preventive medicine in veterinary practice: Systematic review. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2022;13(1):221-251.
 62. Versteeg L, Almutairi M, Hotez J, Pollet J. Enlisting the mRNA Vaccine Platform to Combat Parasitic Infections. *Vaccines*, 2019;7(4):122.

63. Vetter V, Denizer G, Friedland R, Krishnan J, Shapiro M. Understanding modern-day vaccines: what you need to know. *Annals of medicine*, 2018;50(2):110–120.
64. Vlamincx J, Martinez M, Dewilde S, Moens L, Tilleman K, Deforce D, Urban J, Claerebout E, Vercruyse J, Geldhof P. Immunizing pigs with *Ascaris suum* haemoglobin increases the inflammatory response in the liver but fails to induce a protective immunity. *Parasite immunology*, 2011;33(4):250–254.
65. Wallach M, Smith C, Petracca M, Miller M, Eckert J, Braun R. *Eimeria maxima* gametocyte antigens: potential use in a subunit maternal vaccine against coccidiosis in chickens. *Vaccine*, 1995;13(4):347–354.
66. Wedrychowicz H. Antiparasitic DNA vaccines in 21st century. *Acta Parasitologica*, 2015;60(2):179-189.
67. World Health Organization (WHO), Echinococcosis fact sheet, Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/echinococcosis>.2020.
68. Xu J, Zhang Y, Tao J. Efficacy of a DNA vaccine carrying *Eimeria maxima* Gam56 antigen gene against coccidiosis in chickens. *The Korean journal of parasitology*, 2013;51(2):147–154.
69. Zhang W, Zhang Z, Shi B, Li J, You H, Tulson G, Dang X, Song Y, Yimiti T, Wang J, Jones K, McManus P. Vaccination of dogs against *Echinococcus granulosus*, the cause of cystic hydatid disease in humans. *The Journal of infectious diseases*, 2006;194(7):966–974.

Difusión de la producción animal a través de la extensión rural con métodos masivos de comunicación con el podcast Espacio Rural.

Dissemination of the animal production through rural extension with massive communication methods with the Espacio Rural podcast.

Divulgação da produção animal através da extensão rural com meios de comunicação massiva com o podcast Espacio Rural.

Ramírez Villa Luis Carlos ¹ Lic, MSc(c); Guerrero Martin Alberto²; García-Ramos Greith Yineth²

¹Profesor Universidad de los Llanos, Departamento Producción Animal;

²Estudiantes Universidad de los Lanos, Grupo de Estudio Agroecología y Desarrollo Rural ECODER.

lcramirez@unillanos.edu.co

Recibido 21 de octubre 2021, aceptado 22 de diciembre 2021

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de proyección social fue divulgar los avances en las técnicas para la producción agropecuaria que son pertinentes para la Orinoquia Colombiana, así como informar acerca de las tendencias en tecnología y estilos de vida, y poder contribuir de esta forma al desarrollo de las comunidades rurales de la región a través del podcast "Espacio Rural", utilizando métodos de comunicación masiva tales como Spotify, Ivoox y YouTube. El proyecto inicio en el año 2020 en el departamento del Meta, se catalogó como un proceso de investigación cualitativa utilizando como método la participación de la población objetivo, para ello, se contemplaron tres etapas que son la etapa de preproducción, producción y posproducción. Para ello se realizó una encuesta a 137 productores agropecuarios de la región, se indagó acerca de los temas de mayor interés, así como los canales de fácil acceso para llegar a la información que se abordó en cada programa. El 70,1% de las personas encuestadas consideró que es muy importante la actualización en temas agropecuarios esto debido a que la mayoría de estas personas se encuentran involucradas en el

sector, el 33,6% indicó que el tema de interés en el sector es la producción de grandes especies seguido con un 29,9% que mostró interés por temas asociados a especies menores y el 94.9% indicó que está dispuesto a escuchar un podcast sobre estos temas. La utilización del podcast como instrumento difusor de información es una herramienta útil para ayudar a los procesos de extensión rural. Los productores agropecuarios de la región consideran muy importante estar informados sobre temas agropecuarios, y están dispuestos a escuchar los podcasts por medio de plataformas digitales, sin embargo, algunos aun prefieren los medios tradicionales, por ello se necesita interrelacionar las plataformas digitales con los canales tradicionales con el fin de tener una mayor cobertura de la información hacia la población.

Palabras clave: agropecuario, comunicación, extensión rural, podcast, producción, radio, tics.

ABSTRACT

The objective of this research work was to disseminate the advances in techniques for agricultural production that are relevant for the Colombian Orinoquia, as well as to inform about trends in technology and lifestyles. Thus be able to contribute to the development of the rural communities in the region through the podcast "Espacio Rural", using mass communication methods such as Spotify, Ivoox, and YouTube. The project began in 2020 in the department of Meta, and was classified as a qualitative research process using the participation of the target population as a method. For this, three stages were considered, which are the pre-production, production, and post-production stage. Additionally, a survey was conducted with 137 agricultural producers in the region, which sought to inquire about the topics of most significant interest, as well as easily accessible channels to get to the information that was addressed in each program. 70.1% of the people surveyed considered that updating on agricultural issues is very important because most people are involved in the sector. 33.6% indicated that the topic of interest in the sector is the production of large species, followed by 29.9% who showed interest in issues associated with minor species, and 94.9% indicated that they are willing to

listen to a podcast on these issues. The use of the podcast as an instrument for disseminating information is a valuable tool to help rural extension processes. Agricultural producers in the region consider it very important to be informed about agricultural issues and are willing to listen to podcasts through digital platforms; however, some still prefer traditional media. Therefore, it is necessary to interrelate digital platforms with traditional channels to have greater coverage of the information towards the population.

Key words: agriculture, communication, rural extension, podcast, production, radio, tics.

RESUMO

O objetivo deste trabalho de pesquisa foi disseminar os avanços nas técnicas de produção agrícola relevantes para a Orinoquia colombiana, bem como informar sobre as tendências da tecnologia e dos estilos de vida, e assim poder contribuir para o desenvolvimento das comunidades rurais na região através do podcast "Espacio Rural", utilizando meios de comunicação de massa como Spotify, Ivoox e YouTube. O projeto teve início em 2020 no departamento de Meta, e foi classificado como um processo de pesquisa qualitativa utilizando como método a participação da população-alvo, para isso foram consideradas três etapas, que são a pré-produção, a produção e a pós-produção. etapa, Adicionalmente, foi realizada uma pesquisa com 137 produtores agrícolas da região, que buscou indagar sobre os temas de maior interesse, bem como canais de fácil acesso para obter as informações que foram abordadas em cada programa. 70,1% dos entrevistados consideram que a atualização sobre questões agrícolas é muito importante, pois grande parte dessas pessoas está envolvida no setor, 33,6% indicaram que o tema de interesse do setor é a produção de grandes espécies seguido com 29,9% que manifestaram interesse em questões associadas a espécies menores e 94,9% indicaram que estão dispostas a ouvir um podcast sobre essas questões. A utilização do podcast como instrumento de divulgação de informações é uma ferramenta útil para auxiliar os processos de extensão rural. Os produtores agrícolas da região consideram muito importante estar informados

sobre as questões agrícolas, e estão dispostos a ouvir podcasts através das plataformas digitais, porém, alguns ainda preferem os meios tradicionais, por isso é necessário inter-relacionar as plataformas digitais com os canais tradicionais para ter uma maior cobertura da informação à população.

Palavras chave: agricultura, comunicação, extensão rural, podcast, produção, rádio, tiques.

INTRODUCCIÓN

Históricamente en Colombia se ha trabajado en los procesos de extensión rural con las familias del sector de una manera tradicional mediante la participación y comunicación entre las comunidades rurales, pero estos métodos han tenido ciertas dificultades como el no poder llegar a todas las regiones por la insuficiente infraestructura vial que facilite el acceso, y el no ir de la mano con los avances tecnológicos, tanto estos procesos de extensión como las nuevas técnicas que se van desarrollando en el sector agrario que ayudan al desarrollo, sostenibilidad de las producciones agropecuarias, no obstante y con base en lo anterior, en una nueva era donde los medios digitales pueden transformar las técnicas de extensión tradicional y convertirse en técnicas que involucren dichos avances se puede consentir que la extensión rural tradicional que también se realiza con métodos de comunicación masiva como lo es la radio, se pueda ejecutar haciendo uso de las nuevas herramientas digitales específicamente con los podcasts. (Corredor, 2019).

Los podcasts, conocidos también por muchos como la nueva radio es un formato de audio que puede ser una gran alternativa y estrategia para la difusión de información de gran utilidad e importancia para los sectores agropecuarios permitiendo entablar un canal de comunicación en donde el receptor puede escuchar ya sea vía streaming o descargándolo en su dispositivo como celular, computador, tablet para así poder escucharlo en cualquier momento (Solano y Sánchez, 2010).

A pesar de que esta herramienta de comunicación brinda muchas alternativas para poder ser usada, escuchada y descargada, no debemos olvidar que en nuestro campo de acción aun presentamos algunas eventualidades que no permiten que la población objetivo pueda acceder fácilmente a estas metodologías de extensión rural, ya sea por falta de cobertura de internet o de señal telefónica celular, así como también las condiciones económicas que presenten las familias y el poder de adquisición de las nuevas tecnologías (Irulegui y Cañete, 2017).

Por ello el objetivo de esta investigación es poder lograr divulgar los avances en las técnicas para la producción agropecuaria que sean pertinentes para la Orinoquia Colombiana, así como informar de los avances, tendencias en tecnología y estilos de vida, para contribuir al desarrollo de las comunidades rurales de la región en el campo de las producciones pecuarias, a través de un Podcast llamado “Espacio Rural” que pueda ser emitido en formato digital y de manera tradicional en algunas emisoras comunitarias logrando así impactar sobre la seguridad alimentaria y económica de las unidades familiares rurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se catalogó como un proceso de investigación cualitativo utilizando como método la participación de la población objetivo, contemplando tres etapas (preproducción. producción y posproducción).

Localización.

Este proyecto se llevó a cabo en el departamento del Meta específicamente en los municipios ubicados en el piedemonte llanero y altillanura, entre ellos Villavicencio, Acacias, Castillo, Guamal, Granada y Restrepo, y otros como Vistahermosa, Puerto López, Mesetas y Mapiripán.

Población objetivo.

Se tuvo como población objetivo pequeños productores rurales de los municipios anteriormente mencionados, sin embargo, este material no se limitó a la población

rural de la región, también puede ser de utilidad en espacios académicos y sociales, teniendo en cuenta la capacidad y rapidez de estos medios para abarcar un receptor colectivo.

Fuentes de recolección de información.

Para la recolección de la información que sirvió como insumo para la elaboración de los guiones se realizaron entrevistas semiestructuradas a pequeños productores rurales y a profesionales del área, en la cual se buscó indagar acerca de nuevos avances en la producción agropecuaria, actualización en temas técnicos y experiencias exitosas de productores.

Adicionalmente, se aplicó una encuesta a 137 productores rurales, realizando por medio de grupos focales una indagación sobre el estado de su producción, temas de interés, acceso y conocimientos asociados a herramientas multimedia para la producción agropecuaria.

Etapas.

Etapa de preproducción o de captación de la información.

En esta etapa se estableció el espacio para realizar el dialogo de saberes con los productores rurales, una vez obtenida la información acerca de una temática específica del sector y a través de la interacción con el equipo de redacción, se realizaron las correcciones pertinentes, se estableció el diseño y la estructura para la elaboración de los libretos que posteriormente servirían como guía para iniciar la etapa de producción radial.

Etapa de producción o de grabación del material sonoro.

En esta etapa, se llevó cabo la grabación del contenido seleccionado y posteriormente plasmado en el guion radiofónico para la elaboración de los diversos episodios sobre sistemas de producción agropecuaria, en la cual se contó con la participación del cuerpo docente, profesionales en el área, productores rurales y los estudiantes a cargo de la producción del podcast "Espacio Rural". La etapa de producción se llevó a cabo en la emisora institucional de la Universidad

de los Llanos, Unillanos Radio (Figura 1), espacio donde también se realizó el proceso de perfeccionamiento del audio, adición de cabezotes y demás detalles auditivos que permitieron mejorar la calidad del contenido que posteriormente salió al aire.



Figura 1. Grabación del material sonoro en la emisora institucional de la Universidad de los Llanos.

Etapa de posproducción o de promoción y divulgación del podcast.

En esta última etapa, se buscó establecer alianzas con emisoras comunitarias de diferentes municipios de la Región de la Orinoquia a través de cartas de intención emitidas por la Universidad de los Llanos hacia estas entidades con el fin de que permitieran presentar de manera gratuita, en días y horarios específicos cada uno de los episodios obtenidos, para de esta manera lograr abarcar gran parte de las comunidades rurales de nuestra región y lograr transmitir la información y experiencia de otras personas en estos sistemas agropecuarios, al mismo tiempo que se buscaba recuperar y promover el hábito de escucha en estas áreas rurales.

Conjuntamente, se realizó un proceso de promoción y divulgación del podcast “Espacio Rural” a través de las redes sociales (Figura 2 y 3), teniendo en cuenta que en nuestra actualidad estos medios representan uno de los canales más efectivos de difusión de la información ya que permite una rápida interacción con usuarios no solo a nivel local, sino también a nivel global, permitiendo que el contenido no se limitara a la población rural de la región de la Orinoquia, sino que también sirviera como fuente de conocimiento o de emprendimiento en espacios académicos y sociales.



Figura 2. Promoción y divulgación del podcast Espacio Rural en Facebook e Instagram.

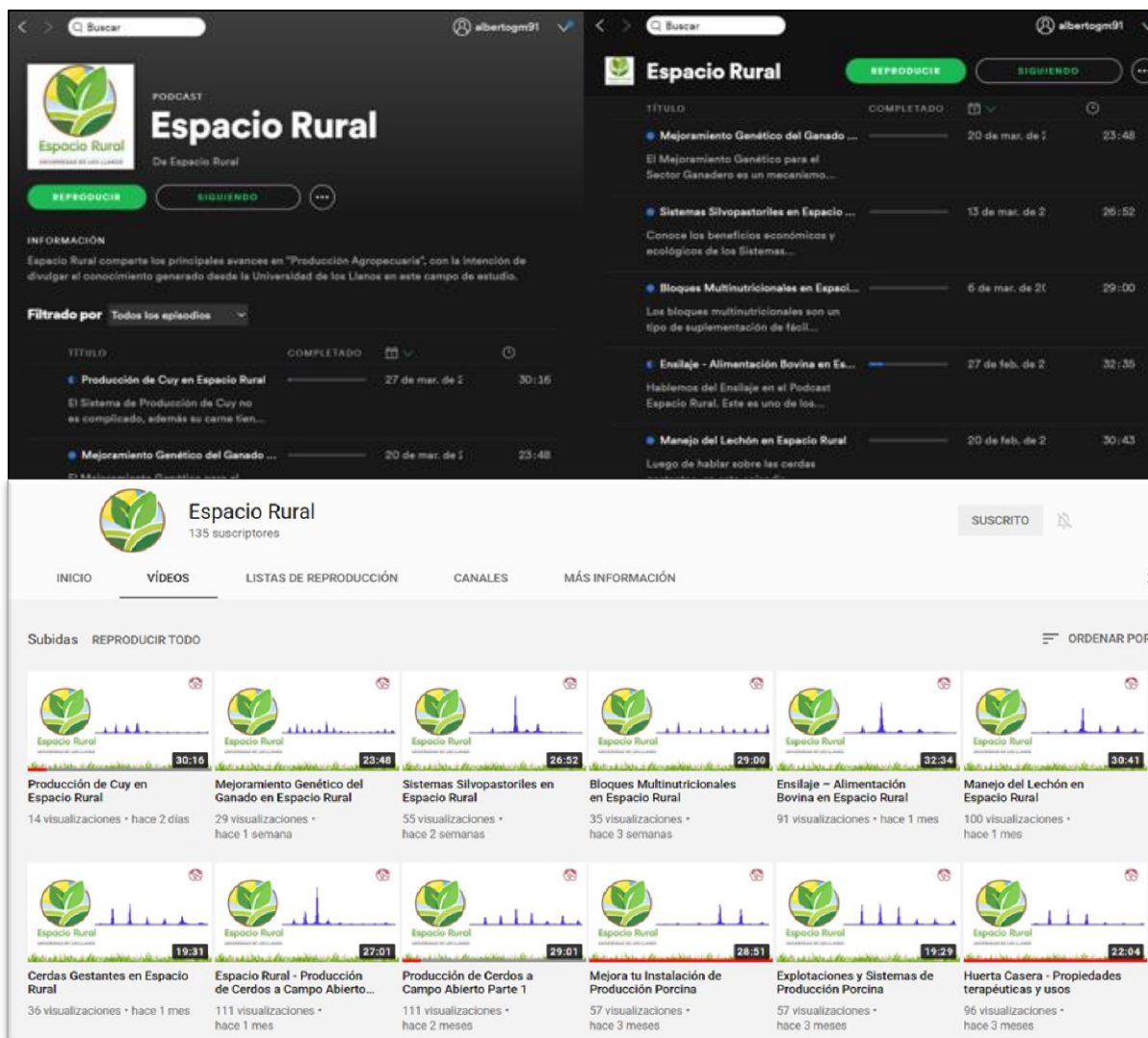
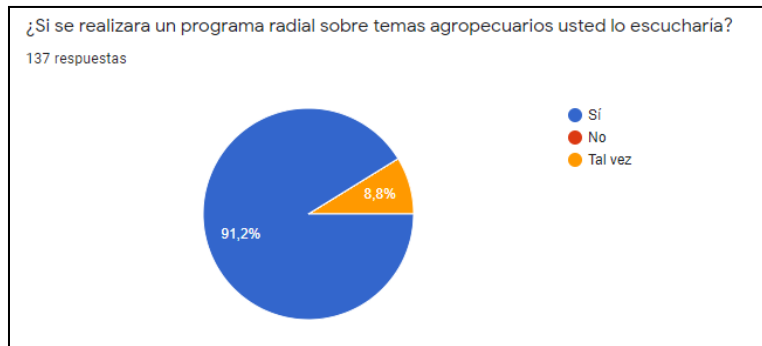


Figura 3. Plataformas digitales (Spotify y YouTube) donde se publicaron semanalmente los podcasts con temas sobre los principales avances en temas agropecuarios.

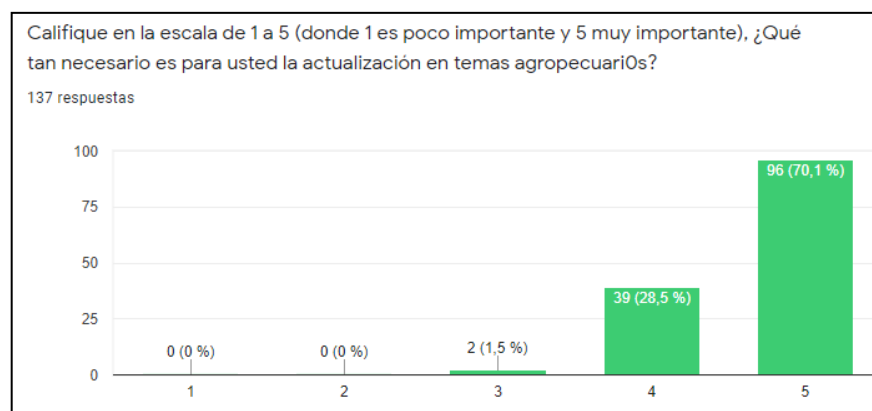
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 91,2% de las personas que respondieron la encuesta indicó que si escucharían el programa radial relacionado con temas agropecuarios (Grafica 1), esto nos muestra que las personas están en una constante receptividad a estos temas para una permanente actualización y aprendizaje de nuevas alternativas de producción pecuaria.



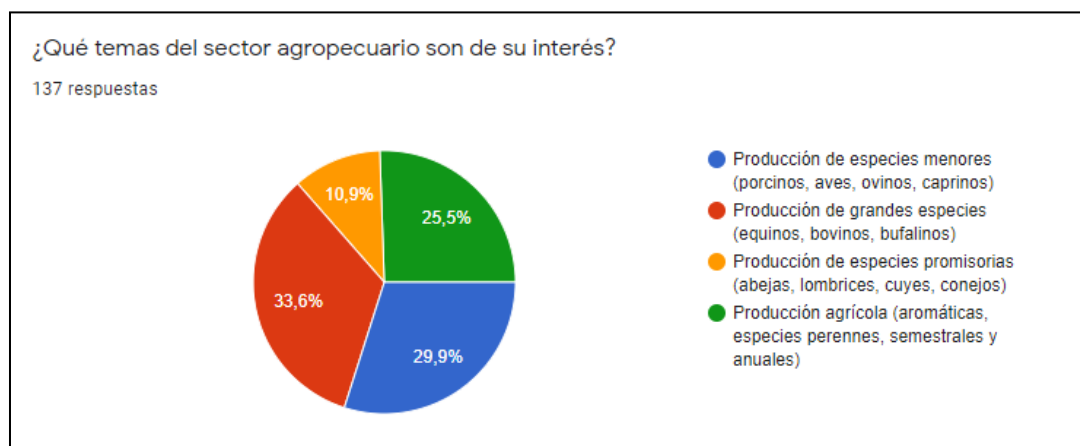
Grafica 1. Encuesta de receptividad a programas radiales sobre temas agropecuarios

El 70.1% de los productores rurales considera que, en una escala de uno a cinco, es muy importante la actualización en temas agropecuarios (Grafica 2), podemos afirmar que esto se debe a que la mayoría de las personas que respondieron esta encuesta se encuentran involucradas en el sector, de ahí la importancia de estar capacitándose y actualizándose en temas asociados de acuerdo a sus necesidades productivas. El sector agropecuario es fundamental para la población tanto a nivel nacional como mundial, ya que mediante las actividades que se llevan a cabo diariamente en el campo se responde a la demanda de alimentos y a las exigencias del mercado, es un sector muy dinámico por lo cual requiere de una constante actualización, por ello, es indispensable que todos aquellos que participen en cada una de las cadenas productivas estén en procesos continuos de capacitación (Perfetti y Balcázar, 2013).



Grafica 2. Encuesta sobre la actualización de la población en temas agropecuarios.

El 33,6% de los productores menciona que el tema de interés en el sector agropecuario son la producción de grandes especies en la que se encuentran los bovinos, equinos y bufalinos, seguido con un 29,9% de interés por las producciones de especies menores (Grafica 3), este porcentaje podemos explicarlo gracias a que estos tipos de producciones son de las más comunes no solo de la región sino del país, gracias a que estas explotaciones a la hora de ser implementadas no requieren de grandes inversiones y pueden brindar varias alternativas para la obtención de beneficios económicos a la familia rural (Salcedo y Guzmán, 2014).



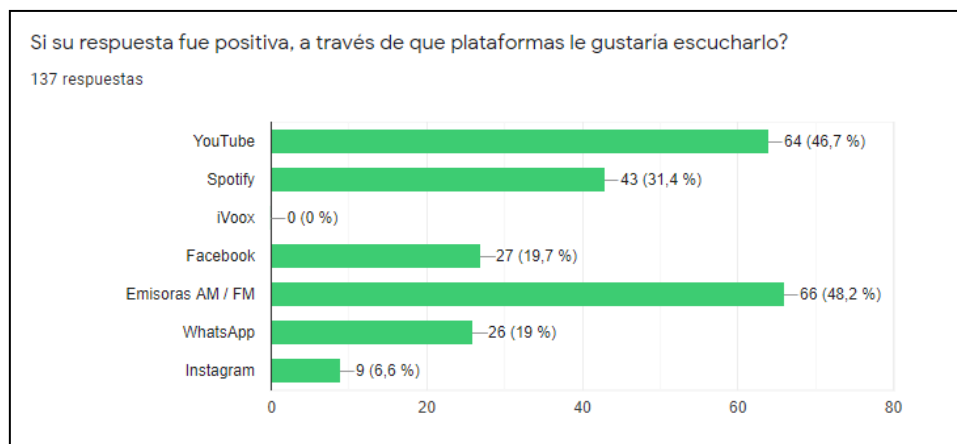
Grafica 3. Encuesta sobre temas de interés de la población en el sector agropecuario

El 94,9% de las personas encuestadas indicó que está dispuesto a escuchar un podcast sobre temas agropecuarios (Grafica 4), con base en este resultado se puede diferir que las personas están en un interés continuo por saber de los últimos avances y nuevos mecanismos de producción, nuevas alternativas de mercado, así como su interés por conocer nuevas alternativas de obtención de información (ADR, 2019).



Grafica 4. Encuesta de receptividad a podcast sobre temas agropecuarios

De la población encuestada el 48,2% prefiere que la emisión de los programas se realice de manera tradicional, es decir, en emisoras radiales, mostrando que a pesar de los avances tecnológicos con los que se cuenta actualmente, el uso de la radio sigue teniendo un gran impacto en estas áreas. Sin embargo, el porcentaje restante (51,8%) esta receptivo al uso de las plataformas digitales tales como YouTube, Spotify, Facebook, WhatsApp e Instagram para la obtención de información asociada a asistencia técnica, actualización y aprendizaje para la implementación y manejo de sus producciones agropecuarias (Grafica 5).



Grafica 5. Encuesta sobre el medio de transmisión elegido para escuchar el podcast agropecuario

Teniendo en cuenta la información obtenida a partir de la encuesta, se planificó una temporada de 14 episodios sobre temas agropecuarios con el podcast “Espacio Rural”, para transmitirlos a través de las diferentes plataformas digitales tales como Spotify, Ivoox y YouTube y promocionarlos a través de las diferentes redes sociales y emisoras comunitarias de la región.

CONCLUSIONES.

Las comunidades rurales a pesar de tener una cultura de producción tradicional muestran una receptividad para escuchar, capacitarse y aplicar en sus producciones nuevas técnicas de desarrollo agropecuario con el fin de mejorar los índices de producción en sus unidades pecuarias y mejorar su calidad de vida.

Las familias rurales y pequeños productores agropecuarios de la Orinoquia consideran muy importante estar informados sobre la producción de especies menores y de la producción agropecuaria en general, por lo tanto, están dispuestos a escucharnos mediante plataformas digitales, aunque algunos todavía prefieren los medios tradicionales, por ello se hace necesario interrelacionar las plataformas virtuales con los canales tradicionales con el fin de tener un mayor alcance en la población rural.

Se logró dar a conocer el potencial productivo de las especies mayores y menores, así como la importancia en la seguridad alimentaria y económica para las unidades familiares rurales mediante la divulgación y emisión de los podcasts en las diferentes plataformas digitales.

La creación del podcast “Espacio Rural” es una alternativa de gran valor para la Universidad y en especial para los programas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, donde tanto estudiantes como profesionales del área podrán estar al tanto acerca de los avances y procesos que ayudan al desarrollo del sector agropecuario.

La utilización del podcast como instrumento difusor de información es una herramienta útil para ayudar a los procesos de extensión rural.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acunzo M, Pafumi M, Torre C, Tirol M. Manual de comunicación para el desarrollo rural. Roma. 2016.
2. Corredor S, Páez M, Fonseca A. Desarrollo y extensión rural: Estrategias para el fortalecimiento de la agricultura. Bogotá: Sello Editorial UNAD. 2019.
3. Perfetti J, Balcázar A, Hernandez A, Leibovich J. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Bogota: La Imprenta Editores S.A. 2013.
4. Salcedo S, Gúzman L. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Santiago. 2014.
5. Irulegui I, Cañete D. (Diciembre de 2017). El Podcast como herramienta educativa en la escuela rural. (89),54-58. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/fd16/8830f9ecc002b8e03c87b2d6a1734de05eba.pdf?_ga=2.99627934.161201212.1590366871-1358429091.1590366871
6. Agencia de Desarrollo Rural - ADR. (2019). Recuperado el 21 de Mayo de 2020, de <https://www.adr.gov.co/servicios/atr/Paginas/extension-agropecuaria.aspx>
7. Agrosavia. La extensión agropecuaria una herramienta fundamental en el desarrollo rural colombiano. Disponilbe en: <https://www.agrosavia.co/noticias/desarrollo-rural-colombiano>
8. Solano I, Sánchez M. Aprendiendo en cualquier lugar: el podcast educativo. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación(N°36), 125-139. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/368/36815128010.pdf>.
9. Laaser W, Jaskilioff S, Rodriguez L. Podcasting: ¿Un nuevo medio para la Educación a Distancia? Revista de Educación a Distancia (Número 23). Disponible en: <https://revistas.um.es/red/article/view/111681/106001>